

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

# НАУКОВИЙ ВІСНИК

ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ  
імені С. З. ГЖИЦЬКОГО

**СЕРІЯ: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

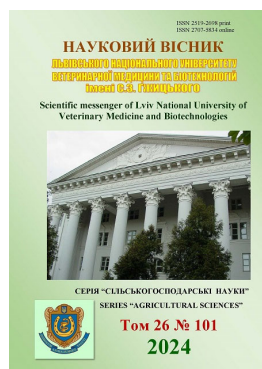


**SCIENTIFIC MESSENGER**  
OF LVIV NATIONAL UNIVERSITY OF VETERINARY  
MEDICINE AND BIOTECHNOLOGIES

**SERIES: AGRICULTURAL SCIENCES**

**Том 26 № 101**  
**2024**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>Scientific messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies.</b><br/><b>Series: Agricultural sciences</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>Засновник:</b><br/>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького</p> <p><i>Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ № 14133–3104 ПР від 11.06.2008 року.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>Founder:</b><br/>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv</p> <p><i>Certificate of registration of print media Series KV number 14133–3104 PR from 11.06.2008 year</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Рік заснування:</b> 1998</p> <p><b>Мова видання:</b> українська, англійська</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Year of foundation:</b> 1998</p> <p><b>Language edition:</b> Ukrainian, English</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет Вченою радою Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (протокол № 12 від 19 грудня 2024 року)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Recommended for printing and distribution via the Internet by the Academic Council of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv (Minutes No. 12 of December 19, 2024)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 2058</b><br/><i>протокол № 18 від 13.06.2024 р.</i><br/><i>Ідентифікатор медіа – R30-05008</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine No. 2058</b><br/><i>Minutes No. 18, dated 13.06.2024</i><br/><i>Media identifier – R30-05008</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><b>Журнал входить до переліку наукових фахових видань України</b><br/>Категорія “Б”. Галузь науки – сільськогосподарські, спеціальність – 204 – “Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва”<br/><i>(Наказ Міністерства освіти і науки України від 15 жовтня 2019 р. № 1301)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>The journal is included in the list of professional publications of Ukraine</b><br/>Category “B”. Agricultural, specialty – 204 – “Technology of production and processing of livestock products”<br/><i>(Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine of October 15, 2019, No. 1301)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>Журнал представлено у міжнародних наукометричних базах даних, репозитаріях та пошукових системах:</b><br/>Index Copernicus International, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directory of open access scholarly resources (ROAD), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, Scientific &amp; Scholarly Research Database (Scilit), Dimensions, Open Ukrainian Citation Index (OUCI), Google Scholar, Crossref, Електронний репозитарій Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького</p>                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>The journal is presented international scientometric databases, repositories and scientific systems:</b><br/>Index Copernicus International, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directory of open access scholarly resources (ROAD), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Vernadsky National Library of Ukraine, Scientific &amp; Scholarly Research Database (Scilit), Dimensions, Open Ukrainian Citation Index (OUCI), Google Scholar, Crossref, Electronic repository of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv</p>                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ</b></p> <p><b>Голова редакційної колегії:</b><br/>Б. В. ГУТИЙ, д.вет.н. (Україна)</p> <p><b>Заступники голови редакційної колегії</b><br/>О. М. ФЕДЕЦЬ, к.с.-г.н. (Україна)</p> <p><b>Відповідальний секретар</b><br/>Т. В. МАРТИШУК, к.с.-г.н. (Україна)</p> <p><b>Члени редакційної колегії</b><br/>В. І. БУЦЯК, д.с.-г.н. (Україна)<br/>А. В. ГУНЧАК, д.с.-г.н. (Україна)<br/>Л. М. ДАРМОГРАЙ, д.с.-г.н. (Україна)<br/>Ю. В. КОВАЛЬСЬКИЙ, д.с.-г.н. (Україна)<br/>О. В. КОЗЕНКО, д.с.-г.н. (Україна)<br/>Ю. В. ЛОБОЙКО, д.с.-г.н. (Україна)<br/>Р. П. ПАРАНЯК, д.с.-г.н. (Україна)<br/>Я. І. ПІВТОРАК, д.с.-г.н. (Україна)<br/>Т. Л. СИВИК, д.с.-г.н. (Україна)<br/>О. І. СОБОЛЄВ, д.с.-г.н. (Україна)<br/>В. В. ФЕДОРОВИЧ, д.с.-г.н. (Україна)<br/>В. І. ХАЛЯК, к.с.-г.н. (Україна)<br/>О. Й. ЦІСАРИК, д.с.-г.н. (Україна)</p> | <p><b>EDITORIAL BOARD</b></p> <p><b>Editor-in-Chief:</b><br/>B. GUTYJ, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)</p> <p><b>Deputy Editors:</b><br/>O. FEDETS, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)</p> <p><b>Executive Secretary:</b><br/>T. MARTYSHUK, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)</p> <p><b>Editorial board</b><br/>V. BUTSYAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>A. HUNCHAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>L. DARMOHRAY, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>Y. KOVALSKYJ, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>O. KOZENKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>Y. LOBOIKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>R. PARANYAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>Y. PIVTORAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>T. SYVYK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>O. SOBOLEV, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>V. FEDOROVYCH, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>V. KHALAK, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)<br/>O. TSISARYK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)</p> |
| <p><b>Адреса редакції:</b><br/>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, Україна, 79010<br/>тел. +38 (032) 2392622, +380681362054<br/>E-mail: admin@lvet.edu.ua, bvnh@ukr.net<br/>https://lvet.edu.ua</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p><b>Editors office address:</b><br/>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, 79010, Ukraine, Lviv, Pekarska str., 50<br/>tel. +38 (032) 2392622, +380681362054<br/>E-mail: admin@lvet.edu.ua, bvnh@ukr.net<br/>https://lvet.edu.ua</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10101  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4:636.033:635.084.421

## Dependence of piglet productivity on the method of their castration with dry feeding method

D. V. Zhdanov<sup>1</sup>, M. G. Povod<sup>1✉</sup>, O. G. Mykhalko<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, H. I. Kalynychenko<sup>3</sup>, T. V. Verbelchuk<sup>4</sup>,  
S. P. Verbelchuk<sup>4</sup>, V. V. Borschenko<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine

<sup>4</sup>Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

### Article info

Received 03.06.2024

Received in revised form

03.07.2024

Accepted 04.07.2024

**Zhdanov, D. V., Povod, M. G., Mykhalko, O. G., Gutyj, B. V., Kalynychenko, H. I., Verbelchuk, T. V., Verbelchuk, S. P., & Borschenko, V. V. (2024). Dependence of piglet productivity on the method of their castration with dry feeding method. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 3–12. doi: 10.32718/nvlvet-a10101**

Sumy National Agrarian University,  
Gerasim Kondratiev Str., 160,  
Sumy, 40000, Ukraine.  
Tel.: +38-066-287-13-86  
E-mail: nic.pov@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Mykolaiv National  
Agrarian University,  
Georgy Gongadze Str., 9,  
Mykolaiv, 54020, Ukraine.

Polissia National University,  
Saryi Boulevard, 7, Zhytomyr,  
10008, Ukraine.

The sex dependence of the productivity of surgically and immunologically castrated pigs was investigated during the suckling period, under the liquid feeding method and during the growth and fattening period under the dry feeding method commonly used in Ukraine. During the suckling period, no difference was found between castrated and non-castrated piglets in terms of average daily and absolute weight gain and, consequently, piglet weight at weaning. At the same time, the maintenance of the piglets in the group of castrated boars was 2.6 % worse than in the group of uncastrated boars. During rearing, uncastrated boars consumed 3.8 % more feed, had a 5.2 % higher growth rate, resulting in 5.2 higher absolute weight gain over 51 days of rearing, 4.3 % higher mass at the end of rearing and 4.2 % better coma utilisation, but had a 0.2 % higher proportion of dead animals and 66.7 % higher weight compared to surgically castrated piglets. During fattening, immunocastrated male pigs had a 5.1 % higher growth rate, reached a market weight of 120 kg 3.6 earlier, had 5.1 % higher absolute weight gains and a 4.9 % higher animal weight at the end of the fattening period. With the same daily feed consumption, they had a 4.6 % better feed payment in stages and a 15.8 % higher overall index of fattening quality. At the same time, this group of pigs showed a 41.6 % higher piglet loss and thus a 0.6 % lower survival rate, but a 14.7 % lower weight of the excreted animals compared to the surgically castrated animals and their counterparts. During the rearing and fattening period, immunocastrated pigs consumed 0.8 % more feed, grew 5.2 % faster, had a 4.2 % better feed conversion ratio and 5.2 % higher absolute weight gain, but a 0.8 % higher proportion of excreted animals and a 0.6 lower survival rate compared to surgically castrated animals.

**Key words:** male pigs, castration, growth intensity, feed conversion, preservation, feeding method.

## Залежність продуктивності кнурців від способу їх кастрації за сухого способу годівлі

Д. В. Жданов<sup>1</sup>, М. Г. Повод<sup>1✉</sup>, О. Г. Михалко<sup>1</sup>, Б. В. Гутий<sup>2</sup>, Г. І. Калиниченко<sup>3</sup>, Т. В. Вербельчук<sup>4</sup>,  
С. П. Вербельчук<sup>4</sup>, В. В. Борщенко<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

<sup>4</sup>Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

В статті вивчалася залежність продуктивності хірургічно та імунологічно кастрованих свиней в підсисний період за рідкого способу їх підгодівлі та в період дорощування і відгодівлі за найбільш розповсюдженого в Україні сухого способу годівлі. Під час підсисного періоду не виявлено різниці між кастрованими і некастрованими поросятами за середньодобовими та абсолютними приростами і, як наслідок, за масою поросят при відлученні. Водночас в групі кастрованих кабанців встановлена на 2,6 % гірша збереженість поросят порівняно з групою некастрованих кнурців. Під час дорощування некастровані кнуриці щодоби споживали на 3,8 % більше кормів, мали вищу на 5,2 % швидкість росту, за рахунок чого за 51 добу дорощування виявили вищі на 5,2 % абсолютні прирости, мали більшу на 4,3 % масу по завершенню дорощування та на 4,2 % кращу конверсію корму, але мали на 0,2 % більшу частку загиблх тварин та на 66,7 % вищу їх масу порівняно з хірургічно кастрованими поросятами. Під час відгодівлі імунокастровані самці свиней мали вищу на 5,1 % інтенсивність росту, раніш на 3,6 % досягали товарної маси 120 кг, мали на 5,1 % більші абсолютні прирости та на 4,9 % вищу масу тварин по завершенні відгодівлі. За рівного щодобового споживання корму вони виявили кращу на 4,6 % оплату корму приростами і у них встановлений вищий на 15,8 % комплексний індекс відгодівельних якостей. Водночас в цій групі свиней зафіксовано вищий на 41,6 % відхід поросят і, як результат, нижча на 0,6 % їх збереженість, але нижча на 14,7 % маса тварин, що вибула порівняно з хірургічно кастрованими тваринами їх аналогами. За період дорощування і відгодівлі імунокастровані свині щодоби споживали більше корму на 0,8 %, швидше на 5,2 % росли, мали кращу на 4,2 % конверсію корму та вищі на 5,2 % абсолютні прирости, але більшу на 0,8 % частку тварин, що вибули, та гіршу на 0,6 % їх збереженість порівняно з хірургічними кастратами.

**Ключові слова:** самці свиней, кастрація, інтенсивність росту, конверсія корму, збереженість, спосіб годівлі.

## Вступ

Свинарство, як стверджує (Bondarska, 2024), відіграє значну роль у вирішенні продовольчої проблеми у світі й на його частку припадає 42 % всього світового виробництва свинини. В Україні, за повідомленнями (Mykhalko, 2021), частка м'яса свинини займає 27 % загального його виробництва. Нині свинарство в більшості країн світу, за інформацією (Lykhach et al., 2023), інтенсивно розвивається і нарощує виробництво. Однією з проблем, яка стримує розвиток цієї галузі, є неприємний запах м'яса і сала у статевозрілих самців свиней. Цей неприємний смак і запах продуктів забою статевозрілих самців свиней викликають, на переконання (Dijksterhuis et al., 2000; Rius & García-Regueiro, 2001; Hendriks & King, 2002; Zamaratskaia et al., 2008; Font I Furnols et al., 2009; Bonnaeu & Chevillon, 2012; Wesoly et al., 2015; Van den Broeke et al., 2024), накопиченням в їхньому тілі речовин скатолу, індолу та андростенону. Для його усунення впродовж в багатьох десятиріч, як повідомляють (Prunier et al., 2006; Hennessy, 2006; Thun et al., 2006; Povod et al., 2017a), використовується хірургічна кастрація кнурців. Як вважає (Latorre et al., 2004; Rydhmer et al., 2010), за допомогою кастрації людина штучно створює патологію організму у кнурців, яка змінює їхній гормональний статус та підвищує відкладення жиру в організмі замість утворення м'язової тканини і тим самим знижує якість їхніх туш, погіршує інтенсивність росту та підвищує кількість кормів, витрачених на одиницю приросту. На переконання (Dunshea et al., 2001; Frieden et al., 2011), це є наслідком зниження окислювальних процесів в їхньому організмі, в результаті чого вони стають спокійнішими та більш схильним до ожиріння. Всі ці зміни у фізіології самців свиней призводять, за повідомленнями (Jensen et al., 2014; Povod et al., 2017c), до зниження інтенсивності їхнього росту, погіршення конверсії корму, збільшення тривалості відгодівлі, що своєю чергою впливає на економічні показники галузі свинарства. Також хірургічна кастрація призводить, за інформацією (Jensen et al., 2014; Povod et al., 2017b), до погіршення якості туш, оскільки в хірургічно кастрованих самців збіль-

шується кількість жирової тканини та зменшується частка м'язової тканини, що також негативно позначається на економічних показниках виробництва свинини. До цих негативних факторів хірургічної кастрації доєднується і негативне сприйняття суспільством фактору хірургічної кастрації без знеболювання (Prunier et al., 2006; American veterinary medical association, 2013). А відповідно до директиви ЄС (Council Directive, 2008) – на сьогодні в країнах цього об'єднання заборонена хірургічна кастрація поросят без анестезії.

У зв'язку з цим в багатьох країнах Європи, як повідомляють (Bonnaeu & Chevillon 2012), практикується відгодівля некастрованих кнурів. Про такий спосіб відгодівлі в Австралії повідомляють (D'Souza et al., 2018). За повідомленнями (Wesoly et al., 2015; Povod et al., 2017b) – економічна доцільність відгодівлі некастрованих кнурів підвищується за рахунок поліпшення конверсії корму, підвищення інтенсивності росту і збільшення виходу м'яса.

Водночас відгодівля некастрованих кнурів, як вважають (Zamaratskaia & Squires, 2009; Moorea et al., 2017), поряд із перевагами, має і недоліки. Потрібна добре збалансована годівля тварин, тому щоб до досягнення статевої зрілості кабанів досягти їх реалізаційної маси та спеціальні умови утримання, враховуючи їхню підвищену агресивність. У зв'язку з цим особливу увагу привертає процедура альтернативної кастрації кнурів, яка б не погіршувала якості м'яса і сала та не зменшувала частки пісної свинини в туші, що своєю чергою впливає на їхні ціни і відповідно на економіку галузі. Такою альтернативою, на думку (Bonneau et al., 2000; Dunshea et al., 2001; Daxenberger et al., 2001; Hennessy, 2006; Thun et al., 2006; Prunier et al., 2006; Andersson et al., 2012; Jensen et al., 2014; Martin et al., 2018), останнім часом є імунологічна кастрація кнурів.

На відміну від традиційної хірургічної кастрації, яка передбачає видалення яєчок для запобігання неприємного запаху в молодих кнурів, імунологічна кастрація, як повідомляють (Zamaratskaia & Rasmussenb, 2015; Čandek-Potokar et al., 2017), – це метод, що тимчасово пригнічує вироблення стероїдів яєчка-



ми. Імунологічна кастрація, як стверджує (Xue et al., 2019), виконується на пізнішому етапі вирощування порівняно з хірургічною кастрацією, що дозволяє виробникам свинини повністю використовувати потенціал некастрованих свиней, мінімізуючи стрес для тварин.

Дослідження (Škrlep et al., 2010; Batorek et al., 2012; Martin et al., 2018; Povod et al., 2018; Xue et al., 2019) показали, що імунокастри демонструють більш швидкі темпи росту порівняно з хірургічними кастратами та некастрованими кнурами. Причина цього, як стверджують (Metz & Claus, 2003) полягає в тому, що вони залишаються фізіологічно неушкодженими самцями і до другої вакцинації використовують потенціал росту некастрованого кнура.

Після другої дози вакцини, як стверджують (Claus et al., 2007), спостерігаються помітні зміни в гормональному балансі зі зниженням рівня стероїдів. При цьому, як вважають (Metz & Claus, 2003; Batorek et al., 2012), концентрація залишкового інсуліноподібного фактора росту (IGF-1) та соматотропіну залишається порівняно високою, що призводить до збільшення споживання корму та темпів росту імунокастратів після досягнення ефективної імунізації. Дослідження (Batorek et al., 2013) показали, що після успішної імунізації імунокастри демонструють збільшення відкладення жирової тканини, порівняно з хірургічними кастратами, тимчасом як утворення м'язів залишається подібним до некастрованих кнурів.

Важливим як для кастрованих, так і для некастрованих свиней, як вважає (Missotten et al., 2015), є процес транспортування, роздавання та приготування корму, тому що від нього залежить засвоєння його поживних речовин і, як наслідок, поліпшення продуктивності свиней. На сьогодні, за інформацією (Suarez-Belloch et al., 2013; Bublyk, 2018; Salata, 2021; Cherniev, 2024; Stoliuk, 2024), у світовому свинарстві найбільш розповсюдженими є сухий спосіб годівлі, транспортування і роздавання кормів з частковим зволоженням його безпосередньо в годівницях.

**Таблиця 1**

Схема досліджу

| Показник                                      | Спосіб кастрації              |                                |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                                               | хірургічний<br>I (контрольна) | імунологічний<br>II (дослідна) |
| Призначення групи                             |                               |                                |
| Кількість кнурців на початок досліджу, гол.   | 420                           | 420                            |
| Хірургічна кастрація в віці, діб              | 3                             | –                              |
| Спосіб підгодовлі поросят в підсисний період  | рідкий                        | рідкий                         |
| Тривалість підсисного періоду у поросят, діб  | 21                            | 21                             |
| Спосіб годівлі поросят в період дорощування   | сухий                         | сухий                          |
| Тривалість дорощування поросят, діб           | 51                            | 51                             |
| Спосіб годівлі свиней у відгодовельний період | сухий                         | сухий                          |
| Вакцинація вакциною “Імпровак” у віці, діб    | –                             | 112                            |
| Ревакцинація вакциною “Імпровак” у віці, діб  | –                             | 140                            |
| Вік свиней по завершенні відгодовлі, діб      | 180                           | 180                            |

З цієї метою по два нормально розвинених кнурці з ідентичних гнізд близьких за масою було індивідуально зважено, пронумеровано різнокольоровими кліпсами (жовтого – для поросят контрольної групи та синього – для тварин дослідної групи) і відібрано за

В Україні з 2014 року шляхом внесення змін до чинного ДСТУ 4718:2007 “Свині забійні. Технічні умови” (National standard of Ukraine, 2014) законодавчо дозволено застосування імунокастрації та забій імунокастрованих свиней. І хоч на відміну від країн ЄС законодавча заборона на хірургічну кастрацію без анестезії не впроваджена, дослідження питання імунокастрації з економічної точки зору є актуальним і доцільним у зв'язку з зацікавленістю в ньому серед багатьох виробників та його впливом на якісні показники туш. Тому вивчення залежності продуктивності свиней від способу кастрації за найбільш розповсюдженого в Україні сухого способу годівлі є своєчасним і актуальним.

## Мета дослідження

Вивчення залежності продуктивності кнурців від способу їх кастрації за сухого способу годівлі.

## Матеріал і методи досліджень

Об'єктом досліджень слугували технологічні процеси вирощування та відгодовлі гібридних самців свиней, отриманих від напівкровних свиноматок великої білої та ландраса порід, осіменених спермою термінальних кнурів лінії PIC-337 англійської селекції.

Матеріалом для досліджень слугували інтенсивність росу, збереженість, оплата корму у самців свиней за використання хірургічної та імунологічної їх кастрації.

Дослідження проведені на виробничій базі ТОВ “НВП “Глобинський свинокомплекс” Кременчуцького району Полтавської області, для їх проведення під час опоросу свиноматок на репродукторному комплексі № 2, в с. Обізнівка було відібрано дві групи кнурців чисельністю 420 голів кожна (табл. 1).

методом пар аналогів для подальших досліджень. Тварин першої I (контрольної) групи на третій день їх життя кастрували хірургічним способом, а їхніх аналогів з II (дослідної) групи залишили некастрованими.

В підсисний період поросята обох піддослідних груп утримувались разом зі свиноматками в ідентичних секціях для опоросу репродуктору № 2 (рис. 1). Годівля свиноматок у цей період здійснювалась повнораціональними збалансованими за основними елементами живлення комбікормами для підсисних свиноматок.

Підгодовлю піддослідних поросят обох груп розпочинали з другого дня їхнього життя за допомогою кормокухні Cullina Mix Pro компанії Біг Дачмен рідким заміном свинячого молока Opticare Milk голландської компанії Swinco International.

Всі ветеринарно-профілактичні заходи для тварин обох піддослідних груп були ідентичними.

Під час всього підсисного періоду фіксувалось вибуття поросят в піддослідних групах та маса тварин, що вибули.

При відлученні всі піддослідні тварини були індивідуально зважені і перевезені спеціальним автотран-

спортом в цех дорощування поросят № 2 ТОВ “НВП “Глобинський свинокомплекс” в с. Бабицівка, де були розміщені в окремі станки розміром 6 на 8,5 м, в одній секції по 140 голів у кожному (рис. 2).

Годівля поросят в цьому цеху здійснювалась престартерними комбікормами рецепту 0–9 кг, до поїдання якого поросята привчалися упродовж останніх п’яти діб підсисного періоду до досягнення маси 9 кг, після чого їх переводили на згодовування престартерних комбікормів рецепту 9–12, а по досягненні ними маси 12 кг переводили на годівлю стартерними комбікормами рецепту 12–30. Годівля поросят здійснювалась з самогодівниць із розрахунку 2,5 см фронту годівлі на одну тварину. Транспортування корму до годівниць відбувалось за допомогою ланцюгово-шайбового транспортеру, а його облік – за допомогою торзійних терезів, розташованих на бункерах накопичувачах.



Рис. 1. Умови утримання піддослідних поросят в підсисний період



Рис. 2. Умови утримання піддослідних поросят під час дорощування

Упродовж перших 5 днів після відлучення всім поросят згодовували рідку мішанку у співвідношенні 3 частини теплої води на 1 частину цього ж комбікорму на додаток до комбікорму, який був вільно доступний у самогодівницях.

Напування проводили за допомогою 10 соскових та 4 чашкових автонапувалок.

Всі ветеринарно-профілактичні заходи для тварин обох піддослідних груп під час дорощування були ідентичними. В цей період фіксувалось вибуття тварин в обох піддослідних групах та маса тварин, що вибули.

По завершенні дорощування всіх піддослідних підсвинків індивідуально зважували і перевели для відгодовлі на відгодівельний комплекс № 1 в м. Гло-



бине, де їх розмістили по 50 голів у станках з повністю щільною бетонною підлогою та площею 0,75 м<sup>2</sup> в розрахунку на одну голову (рис. 3).

Годівлю піддослідних свиней здійснювали повнораціонними сухими розсипчастими кормами з автоматичних годівниць, які мали фронт годівлі 5,0 см на одну голову, корм до яких доставлявся ланцюгово-пластинчастим транспортером та зволожувався у годівниці кормового автомату. Облік кормів проводи-

вся на торсійних терезах, розташованих на бункері для кормів.

Годували свиней обох піддослідних груп повнораціонними збалансованими комбікормами в мультифазному режимі. З початку відгодівлі й до досягнення підсвинками маси 60 кг їм згодовували гроверний комбікорм, після чого переводили на годівлю комбікормом для першої фази відгодівлі та при досягненні маси 90 кг їх переводили на годівлю фінішним комбікормом для завершальної стадії відгодівлі.



**Рис. 3.** Умови утримання піддослідних свиней під час відгодівлі

Напування проводилося за допомогою шести соскових автонапувалок, які розміщувались поблизу кормових автоматів і мали можливість регулюватись по висоті.

Підтримання мікроклімату у всіх приміщеннях, де утримувались піддослідні тварини, було відповідно до нормативів компанії PIC і здійснювалося за допомогою витяжних дахових вентиляторів та стінних припливних клапанів, які регулювалися системою управління.

Видалення гною з цих приміщень проводилося за допомогою вакуумно-гравітаційної системи періодичної дії та фекальних насосів з проміжних резервуарів до місць постійного зберігання.

На 112 добу життя тваринам дослідної групи ввели по 2 мл вакцини Імпровак фірми Зоетіс, та у віці 140 діб їм було проведено ревакцинацію тією ж вакциною і в тій же дозі.

По завершенні відгодівлі всі піддослідні тварини були індивідуально зважені.

Під час періоду відгодівлі всі технологічні та ветеринарно-профілактичні заходи були однаковими для обох піддослідних груп тварин, також в цей період враховувались вибуття поросят та їх причини, дата вибуття та маса тварин, що вибули.

За результатами досліджень визначено інтенсивність росту та збереженість хірургічно й імунологічно кастрованих кнурців та їх відгодівельні якості, втрати корму під час їх дорощування і відгодівлі. Також для комплексної оцінки відгодівельних якостей піддослідних свиней розраховували індекс відгодівельних якостей за формулою:

$$I = A^2 / (B \times C), \text{ де:}$$

A – валовий приріст за період відгодівлі, кг;

B – кількість діб відгодівлі;

C – витрати корму на 1 кг приросту.

Результати дослідів були оброблені біометрично за допомогою прикладних програм MS Office Excel 2016.

### Результати дослідження

При аналізі збереженості та інтенсивності росту в підсисний період встановлено, що поросята обох піддослідних груп завдяки повноцінній годівлі свиноматок та використанню з другого дня життя замінників свинячого молока мали високу інтенсивність росту (табл. 2). За рівної початкової маси при постановці на дослід та майже однакових середньодобових приростів за 21 добу підсисного періоду як некастровані

кнурці, так і кастровані кабанчики мали майже рівний абсолютний приріст за підсисний період та схожі показники маси поросят при відлученні.

Водночас в даному досліді виявилась суттєво на 11 голів, або 31,7 %, вищою кількість поросят, яка вибула в підсисний період серед тварин, яким була проведена хірургічна кастрація. І як результат – частка таких поросят щодо загальної кількості поставлених на дослід тварин виявилась більшою в цій групі на 2,6 %. Відповідно і збереженість поросят контрольної групи в підсисний період виявилась на 2,6 % гіршою порівняно з дослідною. Привертає увагу той факт, що маса поросят, які вибули в підсисний період в обох піддослідних групах, була меншою за їхню середню масу при постановці на дослід.

Таким чином, під час підсисного періоду не виявлено різниці між кастрованими і некастрованими поросятами за середньодобовими та абсолютними приростами і, як наслідок, за масою поросят при відлученні. Водночас в групі кастрованих кабанців вста-

новлена на 2,6 % гірша збереженість поросят порівняно з групою некастрованих кнурців.

Після плавного переходу піддослідних поросят на сухий тип годівлі під час їхнього дорощування встановлено майже рівну кількість загиблих поросят у цей період (табл. 3). В контрольній групі їх виявилось 4 голови, або 1,1 %, тимчасом як в дослідній ця кількість виявилась на 1 голову більшою і склала 1,3 %. Варто звернути увагу на той факт, що в контрольній групі вибуття поросят відбулося в початковий період дорощування і середня маса цих тварин виявилась на 8 кг, або 66,7 %, нижчою порівняно з середньою масою поросят, які вибули з дослідної групи.

На відміну від збереженості поросят, за інтенсивністю їх росту в період дорощування спостерігалась вірогідна різниця на користь некастрованих тварин. Вони мали вищі на 24 ( $P < 0,05$ ) середньодобові прирости і, як результат, виявили на 1,21 кг ( $P < 0,01$ ) більші абсолютні прирости і закономірно на 1,26 кг (4,3 %) ( $P < 0,01$ ) вищу середню масу підсвинків по завершенню періоду дорощування.

**Таблиця 2**

Ріст кастрованих і некастрованих поросят в підсисний період

| Показник                                                          | Контрольна група | Дослідна група   |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Маса групи поросят при постановці на дослід, кг                   | 555              | 558              |
| Середня маса поросят при постановці на дослід, кг                 | $1,32 \pm 0,026$ | $1,33 \pm 0,026$ |
| Середня тривалість підсисного періоду, діб                        | 21,7             | 21,7             |
| Кількість загиблих кнурців в підсисний період, гол.               | 35               | 24               |
| Частка загиблих кнурців в підсисний період, %                     | 8,3              | 5,7              |
| Загальна маса загиблих кнурців в підсисний період, кг             | 43,2             | 30,0             |
| Середня маса кнурців що вибула, кг                                | 1,24             | 1,26             |
| Збереженість кнурців в підсисний період, %                        | 91,7             | 94,3             |
| Кількість голів на кінець підсисного періоду, гол.                | 385              | 396              |
| Маса одного кнурця на кінець підсисного періоду, кг               | $6,36 \pm 0,056$ | $6,41 \pm 0,063$ |
| Абсолютний приріст одного кнурця на кінець підсисного періоду, кг | $5,04 \pm 0,055$ | $5,08 \pm 0,063$ |
| Середньодобовий приріст в підсисний період, г                     | $232 \pm 7,2$    | $234 \pm 5,3$    |

**Таблиця 3**

Продуктивність кастрованих і некастрованих поросят на дорощуванні за сухого типу годівлі

| Показник                                                         | Контрольна група | Дослідна група       |
|------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|
| Кількість піддослідних кнурців, переведених на дорощування, гол. | 385              | 396                  |
| Загальна маса групи кнурців при постановці на дорощування, кг    | 2449,8           | 2539,8               |
| Середня маса 1 голови при постановці на дорощування, кг          | $6,36 \pm 0,056$ | $6,41 \pm 0,063$     |
| Частка кнурців що вибула під час підсисного періоду, %           | 1,1              | 1,3                  |
| Кількість кнурців, що вибули під час дорощування, гол.           | 4                | 5                    |
| Кількість кнурців по завершенні дорощування, гол.                | 381              | 391                  |
| Середня маса одного підсвинка, що вибув під час дорощування, кг  | 12,0             | 20,0                 |
| Загальна маса поросят, що вибули під час дорощування, кг         | 50,4             | 105,4                |
| Збереженість поросят під час дорощування, %                      | 98,9             | 98,7                 |
| Середньодобовий приріст, г                                       | $465 \pm 7,5$    | $489 \pm 6,3^*$      |
| Тривалість дорощування, діб                                      | 50,1             | 50,1                 |
| Вік підсвинків при переведенні на відгодівлю, діб                | 71,8             | 71,8                 |
| Абсолютний приріст кнурців за період дорощування, кг             | $23,3 \pm 0,32$  | $24,5 \pm 0,29^{**}$ |
| Середня маса підсвинків по завершенні дорощування, кг            | $29,7 \pm 0,33$  | $30,9 \pm 0,31^{**}$ |
| Середньодобове споживання корму, кг                              | 0,72             | 0,75                 |
| Конверсія корму, кг                                              | 1,55             | 1,53                 |

Примітка:  $^{**}$  –  $P < 0,01$ ;  $^*$  –  $P < 0,05$

Поросята дослідної групи щодоби споживали 0,75 кг комбікормів, тимчасом як їхні аналоги з контрольної

групи мали цей показник на 0,03 кг, або 3,8 %, вищий, але завдяки вищій інтенсивності росту це посприяло



більшим абсолютним приростам, конверсія корму у них виявилась на 0,02 кг, або на 1,3 %, кращою.

Таким чином, під час дорошування некастровані кнурці щодоби споживали на 3,8 % більше кормів, мали вищу на 5,2 % швидкість росту, за рахунок чого за 51 добу дорошування виявили вищі на 5,2 % абсолютні прирости, мали більшу на 4,3 % масу по завершенні дорошування та на 4,2 % кращу конверсію корму, але мали на 0,2 % більшу частку загиблих

тварин та на 66,7 % вищу їх масу порівняно з хірургічно кастрованими поросятами.

Під час відгодівлі, за сухого способу її транспортування і роздавання встановлені вищі на 45,7 г ( $P < 0,001$ ) інтенсивність росту імунокастрованих свиней порівняно з хірургічно кастрованими, більші на 4,9 кг ( $P < 0,01$ ) у них абсолютні прирости та вищу на 6,2 кг ( $P < 0,001$ ) масу свиней по завершенні відгодівлі (табл. 4).

**Таблиця 4**

Продуктивність хірургічно кастрованих та імунокастрованих свиней на відгодівлі за сухого типу годівлі

| Показник                                                 | Контрольна група | Дослідна група         |
|----------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
| Кількість кнурців, переведених у цех відгодівлі, гол.    | 381              | 391                    |
| Середня маса 1 голови, переведеної на відгодівлю, кг     | $29,7 \pm 0,33$  | $30,9 \pm 0,31^{**}$   |
| Загальна маса групи при постановці на відгодівлю, кг     | 880              | 956                    |
| Кількість тварин що вибула під час відгодівлі, гол.      | 6                | 9                      |
| Маса тварин, що вибули, кг                               | 549,6            | 663,9                  |
| Середня маса тварин, які вибули, кг                      | 91,3             | 77,9                   |
| Частка тварин, що вибули, %                              | 1,58             | 2,18                   |
| Збереженість поросят, %                                  | 98,42            | 97,82                  |
| Абсолютний приріст 1 голови, зданої на м'ясокомбінат, кг | $95,9 \pm 1,17$  | $100,9 \pm 1,03^{**}$  |
| Середньодобовий приріст, г                               | $888 \pm 10,3$   | $933 \pm 8,6^{***}$    |
| Тривалість відгодівлі, діб                               | 108,1            | 108,1                  |
| Вік кнурців при завершенні відгодівлі, діб               | 179,9            | 179,9                  |
| Вік досягнення маси 120 кг, діб                          | 173,6            | 167,3                  |
| Середня маса 1 гол. по завершенні відгодівлі, кг         | $125,6 \pm 1,24$ | $131,8 \pm 1,06^{***}$ |
| Середньодобове споживання корму на відгодівлі, кг        | 2,53             | 2,54                   |
| Конверсія корм на відгодівлі, кг                         | 2,85             | 2,72                   |
| Індекс відгодівельних якостей, балів                     | 29,9             | 34,6                   |

Примітка: \*\*\* –  $P < 0,001$  \*\* –  $P < 0,01$ ; \* –  $P < 0,05$

**Таблиця 5**

Продуктивність хірургічно кастрованих та імунокастрованих свиней під час дорошування та відгодівлі за сухого типу годівлі

| Показник                                                            | Контрольна група | Дослідна група         |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
| Кількість кнурців, переведених в цех дорошування, гол.              | 385              | 396                    |
| Середня маса 1 голови, переведеної на дорошування, кг               | $6,36 \pm 0,056$ | $6,41 \pm 0,063$       |
| Кількість тварин, що вибула під час дорошування та відгодівлі, гол. | 10               | 14                     |
| Кількість тварин по завершенні досліду, гол                         | 375              | 382                    |
| Частка тварин, що вибули за час дорошування і відгодівлі, %         | 2,7              | 3,5                    |
| Збереженість поросят під час дорошування і відгодівлі, %            | 97,3             | 97,82                  |
| Абсолютний приріст 1 голови за час дорошування та відгодівлі, кг    | $119,2 \pm 1,24$ | $125,4 \pm 1,13^{***}$ |
| Середньодобовий приріст за час дорошування та відгодівлі, г         | $754 \pm 9,6$    | $793 \pm 8,3^{**}$     |
| Тривалість періоду дорошування та відгодівлі, діб                   | 158,2            | 158,2                  |
| Вік кнурців по завершенні відгодівлі, діб                           | 179,9            | 179,9                  |
| Середня маса 1 гол. по завершенні досліду, кг                       | $125,6 \pm 1,24$ | $131,8 \pm 1,06^{***}$ |
| Середньодобове споживання корму на відгодівлі, кг                   | 1,96             | 1,97                   |
| Конверсія корму на відгодівлі, кг                                   | 2,60             | 2,49                   |

Примітка: \*\*\* –  $P < 0,001$  \*\* –  $P < 0,01$ ; \* –  $P < 0,05$

За майже рівного щодобового споживання корму за рахунок вищої інтенсивності росту вони виявили кращу на 0,13 кг конверсію корму та раніш на 6,3 доби досягали маси 120 кг. Водночас за рахунок збільшення відходу підсвинків після першої вакцинації у них встановлена більша на 3 голови кількість загиблих тварин і, як наслідок, гірша на 0,6 % їх збереженість, але нижча на 13,4 кг середня маса тварин, що вибула.

За комплексним індексом відгодівельних якостей свині дослідної групи перевершували аналогів з контрольної на 4,7 бала.

Таким чином, під час відгодівлі імунокастровані самці свиней мали вищу на 5,1 % інтенсивність росту, раніш на 3,6 % досягали товарної маси 120 кг, мали на 5,1 % більші абсолютні прирости та на 4,9 % масу тварин по завершенні відгодівлі. За рівного щодобового споживання корму вони виявили кращу на 4,6 % оплату його приростами. У них встановлений вищий на 15,8 % комплексний індекс відгодівельних якостей. Водночас в цій групі свиней зафіксовано вищий на 41,6 % відхід поросят і, як результат, нижча на 0,6 % їх збереженість, але нижча на 14,7 % маса тварин, що

вибула порівняно з хірургічно кастрованими їх аналогами.

При порівнянні інтенсивності росту та продуктивності хірургічно та імунологічно кастрованих самців свиней за період від їх відлучення від свиноматок до реалізації на м'ясопереробне підприємство встановлено вище на 0,01 кг середньодобове споживання корму, більші на 39 г середньодобові та вищі на 6,2 кг абсолютні прирости і кращу на 0,11 кг конверсію корму в імунокастрованих тварин порівняно з тваринами, яким на третю добу життя провели хірургічну кастрацію (табл. 5). Водночас у них більше на 4 голови вибуло свиней за цей період, що спричинило гіршу на 0,6 % їх збереженість.

Тобто, за період дорошування і відгодівлі імунокастровані свині більше на 0,8 % споживали корму щодоби, швидше на 5,2 % росли, мали кращу на 4,2 % конверсію корму та вищі на 5,2 % абсолютні прирости, але більшу на 0,8 % частку тварин, що вибули, та гіршу на 0,6 % їх збереженість порівняно з хірургічними кастратами.

### Обговорення

Встановлена нами відсутність різниці між кастрованими і некастрованими поросятами за середньодобовими та абсолютними приростами і за масою поросят при відлученні аналогічна з результатами, викладеними у звіті (American veterinary medical association, 2013; Povod et al., 2017), але не збігається з висновками (Prunier et al., 2006), які повідомляють про погіршення продуктивності кнурців після їх кастрації.

Встановлена в наших дослідженнях гірша на 2,6 % збереженість кастрованих поросят порівняно з групою некастрованих кнурців схожа з результатами досліджень (Prunier et al., 2006; Thun et al., 2006; Jensen et al., 2014; D'Souza et al., 2018), але суперчить висновкам (Zamaratskaia & Rasmussen, 2015), які не встановили суттєвої різниці в збереженості кастрованих та некастрованих поросят в підсисний період.

Наші висновки про те, що під час дорошування некастровані кнурці щодоби споживали на 3,8 % більше кормів, мали вищу на 5,2 % швидкість росту, вищі на 5,2 % абсолютні прирости, мали більшу на 4,3 % масу по завершенні дорошування та на 4,2 % кращу конверсію корму тотожні з результатами (Thun et al., 2006; Candek-Potokar et al., 2017; Povod et al., 2018).

Результати наших досліджень, які свідчать про те, що під час відгодівлі імунокастровані самці свиней мали вищу на 5,1 % інтенсивність росту, раніш на 3,6 % досягали товарної маси 120 кг, мали на 5,1 % більші абсолютні прирости та на 4,9 % масу тварин по завершенні відгодівлі, схожі з повідомленнями (Prunier et al., 2006; Škrlep et al., 2010; Jensen et al., 2014) фахівців (American veterinary medical association, 2013; Povod et al., 2017a). Наші висновки про кращу на 4,6 % конверсію корму суперечать повідомленням (Povod et al., 2018; Xue et al., 2019), які не встановили суттєвої різниці в оплаті корму приростами між хірургічно та імунологічно кастрованими кнурцями, але збіглися з результатами (Škrlep et al.,

2010; Batorek et al., 2012; Zamaratskaia & Rasmussen, 2015; Martin et al., 2018). Наші висновки, що імунокастровані свині мали більшу на 0,8 % частку тварин, що вибули, та гіршу на 0,6 % їх збереженість порівняно з хірургічними кастратами, не знайшли підтвердження в доступній нами літературі, тимчасом як в роботах (Prunier et al., 2006; Jensen et al., 2014; Batorek et al., 2012) не встановили різниці в збереженості під час відгодівлі хірургічно та імунологічно кастрованих свиней.

### Висновки

Під час підсисного періоду в групі кастрованих кабанців встановлена гірша збереженість поросят порівняно з групою некастрованих кнурців, але не виявлено різниці між кастрованими і некастрованими поросятами за середньодобовими та абсолютними приростами і за масою поросят при відлученні.

Під час дорошування некастровані кнурці щодоби споживали більше кормів, мали вищі середньодобові та абсолютні прирости, мали більшу масу та кращу конверсію корму по завершенні дорошування, але мали більшу частку загинув тварин та вищу їх масу порівняно з хірургічно кастрованими поросятами.

Під час відгодівлі імунокастровані самці свиней мали вищу інтенсивність росту, раніш досягали товарної маси 120 кг, мали більші абсолютні прирости та масу тварин по завершенні відгодівлі. За рівного щодобового споживання корму вони виявили кращу його оплату приростами і вищий комплексний індекс відгодівельних якостей, вищий відхід поросят, нижчу їх збереженість та меншу кількість тварин, що вибули, порівняно з хірургічно кастрованими їх аналогами.

За весь період дорошування і відгодівлі імунокастровані свині більше споживали корму щодоби, швидше росли, мали кращу конверсію корму та вищі абсолютні прирости, але більшу частку тварин, що вибули, та гіршу їх збереженість порівняно з хірургічними кастратами.

*Перспективи подальших досліджень.* Вважаємо за доцільне продовжити вивчення впливу способів кастрації та типів годівлі на продуктивні якості самців свиней.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

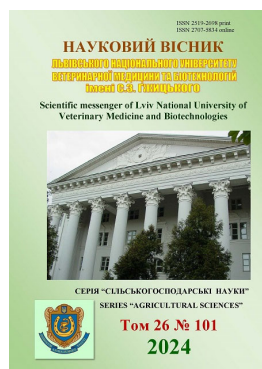
### References

- American Veterinary Medical Association (2013). Literature Review on the Welfare Implications of Swine Castration. URL: <https://www.avma.org>.
- Andersson, K., Brunius, C., Zamaratskaia, G. & Lundström, K. (2012). Early vaccination with Improvac: effects on performance and behaviour of male pigs, *Animal*, 6(1), 87–95. DOI: 10.1017/S1751731111001200.
- Batorek, N., Candek-Potokar, M., Bonneau, M. & Van Milgen, J. (2012). Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproduc-

- tive organs and boar taint compounds in pigs, *The International Journal of Animal Biosciences*, 6(8), 1330–1338. DOI: 10.1017/S1751731112000146.
- Batorek, N., Noblet, J., Dubois, S., Bonneau, M. & Čandek-Potokar, M. (2013). Effect of immunocastration in combination with addition of fat to diet on quantitative oxidation of nutrients and fat retention in male pigs, in Oltjen, J.W., Kebreab, E. & Lapiere, H. (eds.) *Energy and Protein Metabolism and Nutrition in Sustainable Animal Production*, 134, 185–186. DOI: 10.3920/978-90-8686-762-3\_39.
- Batorek, N., Škrlep, M., Prunier, A., Louveau, I., Noblet, J., Bonneau, M. & Čandek-Potokar, M. (2012). Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science*, 90(12), 4593–4603. DOI: 10.2527/jas.2011-4893.
- Bondarska, O. (2024). State of domestic pig farming. Problems and prospects. Scientific and methodological center of higher and professional pre-higher education. (date of request 26.06.2024).
- Bonneau, M., & Chevillon, P. (2012). Acceptability of entire male pork with various levels of androstenone and skatole by consumers according to their sensitivity to androstenone, *Meat Science*, 90(2), 330–337. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.07.019.
- Bonneau, M., Kempster, A. J., Claus, R., Claudi-Magnussen, C., Diestre, A., Tornberg, E., Walstra, P., Chevillon, P., Weiler, U. & Cook, G. L. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. *Meat Science*, 54(3), 251–259. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00102-3.
- Bublyk, O. (2018). Changing pig feed from dry to liquid saves up to 12% of feed, *Ahro Taims. Tvarynnystvo*. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnystvo/zminagodivli-svinej-iz-suhoyi-na-ridku-zaoshchadzhue-do-12-kormiv> (in Ukrainian).
- Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., & Zamaratskaia, G. (2017). Immunocastration as alternative to surgical castration in pigs, in *Theriogenology*. DOI: 10.5772/intechopen.68650.
- Cherniev, V. (2024). Animal husbandry. Feed dry. Alternative. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://alt-ua.com/blog/tvarinnictvo-godivlya-nasukho> (in Ukrainian).
- Claus, R., Lacorn, M., Danowski, K., Pearce, M. C., & Bauer, A. (2007). Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunisation against GnRH in boars. *Vaccine*, 25(22), 4689–4696. DOI: 10.1016/j.vaccine.2007.03.034.
- Council Directive 2008/120/EC of 18 December 2008 laying down minimum standards for the protection of pigs. OJ L 47, 18.2.2009. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0120>.
- D Souza, D. N., Hewitt, R. J. E., & Van Barneveld, R. J. (2018). Pork production with entire males and immunocastrates in Australia, in *Book of Abstracts of the 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*; 27–31 August 2018; Dubrovnik, Croatia. Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
- Daxenberger, A., Hageleit, M., Kraetzl, W., Lange, I., Claus, R., Bizec, B., & Meyer, H. (2001). Suppression of androstenone in entire male pigs by anabolic preparations. *Livestock Production Science*, 69(2), 139–144. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00259-1.
- Dijksterhuis, G. B., Engel, B., Walstra, P., Font i Furnols, M., Agerhem, H., Fisher, K., Oliver, M. A., Claudi-Magnussen, C., Siret, F., Béagu, M. P., Homer, D. B., & Bonneau, M. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. *Meat Science*, 54(3), 261–269. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00103-5.
- Dunshea, F. R., Colantoni, C., Howard, K., McCauley, I., Jackson, P., Long, K. A., Lopaticki, S., Nugent, E. A., Simons, J. A., Walker, J., & Hennessy, D. P. (2001). Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*, 79(10), 2524–2535. DOI: 10.2527/2001.79102524x.
- Font i Furnols, M., González, J., Gispert, M., Oliver, M. A., Hortós, M., Pérez, J., Suárez, P., & Guerrero, L. (2009). Sensory characterization of meat from pigs vaccinated against gonadotropin releasing factor compared to meat from surgically castrated, entire male and female pigs. *Meat Science*, 83(3), 438–442. DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.06.020.
- Frieden, L., Looft, C. & Tholen, E. (2011). Breeding for reduced boar taint. *Lohman Information*, 46(1), 21–27. URL: [https://www.lohmann-information.com/content/l\\_i\\_46\\_artikel3.pdf](https://www.lohmann-information.com/content/l_i_46_artikel3.pdf).
- Hendriks, W. H., & King, M. R. (2002). A Review of the Literature on Boar Taint for New Zealand Pork. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Hennessy, D. (2006). Global control of boar taint. Part 4. Immunological castration in action. *Pig Progress*, 22, 14–21. URL: <https://www.pigprogress.net/pigs/global-control-of-boar-taint-part-4-immunological-castration-in-action>.
- Jensen, B. B., Kudahl, A. B., Thomsen, R., Rasmussen, M. K., Kongsted, A. G., Gregersen, V. R., Callesen, H., Bendixen, C., Ekstrand, B., & Jensen, K. H. (2014) Alternatives to Surgical Castration in Danish Pig Production. DCA report No 042 May. URL: <https://pure.au.dk/ws/files/84688147/dcarapport42.pdf>.
- Latorre, M. A. (2004). The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of Animal Science*, 82(2), 526–533. DOI: 10.2527/2004.822526x.
- Lykhach, V. Y., Povod, M. G., Shpetny, M. B., Nechmirov, V. M., Lykhach, A. V., Mykhalko, O. G., Barkar, E. V., Lenkov, L. G., & Kucher, O. O. (2023). Optimization of technological solutions for keeping and feeding pigs in conditions of industrial technology: monograph. Mykolayiv: Ilion. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e49cb677-0982-4e9c-ae39-e32541e8066a/content> (in Ukrainian).
- Martin, D., Carrasco, C., Hebrero, M., Nieto, M., Fuentetaja, A., & Peinado, J. (2018). Effect of immunocastration on performance and fresh ham quality of heavy gilts, in *Book of Abstracts of the 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*; 27–31 August 2018; Dubrovnik, Croatia. Wageningen: Wageningen Academic Publishers.



- al Meeting of the European Federation of Animal Science; 27–31 August 2018; Dubrovnik, Croatia. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. URL: <https://edepot.wur.nl/445385>.
- Metz, C., & Claus, R. (2003). Active immunization of boars against GnRH does not affect growth hormone but lowers IGF-I in plasma. *Livestock Production Science*, 81(2-3), 129–137. DOI: 10.1016/S0301-6226(02)00302-0.
- Missotten, J. A., Michiels, J., & Degroote, J. (2015). Fermented liquid feed for pigs: an ancient technique for the future. *J Animal Sci Biotechnol*, 6, 4. DOI: 10.1186/2049-1891-6-4.
- Moorea, K. L., Mullanc, B. P., & Dunsheaa, F. R. (2017). Boar taint, meat quality and fail rate in entire male pigs and male pigs immunized against gonadotrophin releasing factor as related to body weight and feeding regime. *Meat Science*, 125, 95–101. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.11.023.
- Mykhalko, O. G. (2021). The current state and ways of development of pig farming in the world and in Ukraine. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series “Livestock”*, 3(46), 60–77. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.3.9.
- National standard of Ukraine (2014). Pigs for slaughter. Specifications. Amendment No. 1 to DSTU 4718:2007. Kyiv. Ministry of Economic Development of Ukraine, 2014. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=91503](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=91503) (in Ukrainian).
- Povod, M. G., Kravchenko, O. I., & Getya, A. A. (2017a). The use of immuno-notation to improve the quality of carcasses in the conditions of industrial production of pork in Ukraine. *Agrarian Bulletin of the Black Sea*, 3(95), 176–183.
- Povod, M. G., Kravchenko, O. I., Getya, A. A., Samokhina, E. A., & Shpetny, M. B. (2017c). The intensity of growth of surgically castrated and non-castrated hybrid pigs in the conditions of industrial production of pork. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Ancient Series*, 7(33), 151–154. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2017\\_7\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2017_7_27) (in Ukrainian).
- Povod, M. G., Kravchenko, O. I., Nechmilov, V. M., & Klindukhova, I. M. (2018). Opquinsing qualities of surgical and immunological castrates in different types of feeding and pre-fertile live weight. *Bulletin of Sumy National Agrarian University: Scientific Journal. Series “Livestock”*, 7(35), 356–367. <http://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/6612> (in Ukrainian).
- Povod, M., Kravchenko, O., & Getya, A. (2017b). Influence of different ways of casting on slaughtering and meat qualities of pig mascara. *Profitable Pig Breeding*, 11, 32–34.
- Prunier, A., Bonneau, M., von Borell, E. H., Cinotti, S., Gunn, M., Fredriksen, B., Giersing, M., Morton, D. B., Tuytens, F. A. M., & Velarde, A. (2006). A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods, *Animal Welfare*, 15, 277–289. DOI: 10.1017/S0016756800176319.
- Rius, M. A., & García-Regueiro, J. A. (2001) Skatole and indole concentrations in Longissimus dorsi and fat samples of pigs. *Meat Science*, 59, 285–291. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00081-x.
- Rydhmer, L., Lundstrom, K., & Andersson, K. (2010). Immunocastration reduces aggressive and sexual behavior in male pigs. *The Animal Consortium*, 4(6), 965–972. DOI: 10.1017/S175173111000011X.
- Salata, I. (2021). Pig feeding systems: advantages and disadvantages. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://pigua.info/uk/post/sistemi-godivli-svinej-perevagi-ta-nedoliki> (in Ukrainian).
- Škrlep, M., Šegula, B., Zajec, M., Kastelic, M., Košorok, S., Fazarinc, Č., & Potokar, G. (2010). Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs: growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Slov Vet Res*, 47(2), 57–64.
- Stoliuk, V. (2024). New approaches in pig feeding. *Agro-industrial portal*. [Elektronnyi resurs]. URL: [https://apkua.net/articles/stockbreeding/godivlja\\_svinej.html](https://apkua.net/articles/stockbreeding/godivlja_svinej.html) (in Ukrainian).
- Suarez-Belloch, J., M. Sanz, M. Joy, & Latorre, M. (2013). Impact of increasing dietary energy level during the finishing period on growth performance, pork quality and fatty acid profile in heavy pigs. *Meat Sci.*, 93(4), 796–801. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.12.006.
- Thun, R., Gajewski, Z., & Janett, F. (2006). Castration in male pigs: Techniques and animal welfare issues. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 57(8), 189–194. URL: <https://europepmc.org/article/med/17242482>.
- Van den Broeke, A., Leen, F., Aluwé, M., Van Meensel, J., & Millet, S. (2024). The effect of sex on performance and carcass quality in commercial pig farms. *Animal*, 14(7), 1546–1554. DOI: 10.1017/S1751731119003033.
- Wesoly, R., Jungbluth, I., Stefanski, V., & Weiler, U. (2015). Pre-slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue of boars. *Meat Science*, 99, 60–67. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.08.015.
- Xue, Y., Zheng, W., Zhang, F., Rao, S., Peng, Z., & Yao, W. (2019). Effect of immunocastration on growth performance, gonadal development and carcass and meat quality of SuHua female pigs. *Animal Production Science*, 59(4), 794–800. DOI: 10.1071/AN16733.
- Zamaratskaia, G., & Squires, E. J. (2009). Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal*, 3(11), 1508–1521. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/abs/biochemical-nutritional-and-genetic-effects-on-boar-taint-in-entire-male-pigs/82E8C97D8465ADE22651FC9B046329B5>.
- Zamaratskaia, G., Andersson, H. K., Ghen, G., Andersson, K., & Lundström, A. K. (2008). Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(3), 351–359. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2007.00914.x.
- Zamaratskaia, G., & Rasmussen, K. M. (2015). Immunocastration of male pigs – situation today. *Procedia Food Science*, 5, 324–327. DOI: 10.1016/j.profoo.2015.09.064.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10102  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.1:636.083:612.398

## The feasibility of using protein components in the composition of “Kandy” in preparation of bees for wintering

R. S. Pastushok<sup>1</sup>, S. O. Kucher<sup>1✉</sup>, R. V. Mylostyvyi<sup>1</sup>, R. A. Sanzhara<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 05.06.2024

Received in revised form

08.07.2024

Accepted 09.07.2024

**Pastushok, R. S., Kucher, S. O., Mylostyvyi, R. V., Sanzhara, R. A., & Gutyj, B. V. (2024). The feasibility of using protein components in the composition of “Kandy” in preparation of bees for wintering. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 13–17. doi: 10.32718/nvlvet-a10102**

Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
S. Efremov Str., 25, Dnipro,  
49600, Ukraine.  
Tel.: +38-067-539-17-99  
E-mail: [kucher.s.o@dsau.dp.ua](mailto:kucher.s.o@dsau.dp.ua)

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Honey is a valuable foodstuff and an effective remedy, and its use is widespread in the food, pharmaceutical and perfume industries. The demand for natural honey and other bee products in developed countries exceeds their supply. Increase in productivity in beekeeping depends on the breed, quality of worker bees and the intensity of egg laying by the queen bee. In a bee family, there is a very close relationship between the functionality of its members. Growing strong bee families and producing quality mothers depends on the care and nutrition provided by the cooperative efforts of the worker bees. An efficient and healthy bee family guarantees high productivity during both the active and passive phases of life, including successful winter survival. Throughout the year, each bee family requires high quality and sufficient amounts of protein and carbohydrate food. Optimal bee nutrition determines the profitability of the apiary and honey yield. Care must be taken when selecting feed to avoid stimulating bees to leave the hive in search of food. It is important to remember that the use of syrup is not recommended as it can have a negative effect and lead to the death of the bees. Usually winter feeding is carried out with the help of “Kandy”. The effectiveness of using this particular type of self-produced feeding in different formulations has been investigated in our work. At stimulating feeding with pollen in its composition, a high level of average daily egg production was observed in bee mothers in the groups. Thus, egg production of bee mothers when fed “Kandy” + 2.5 % pollen reached its peak on October 3, amounting to 1799.2 eggs/day, while when fed regular “Kandy” on September 21 – 1575.0 eggs/day. Compared to the initial level, it increased 1.83 and 1.64 times, respectively. It was found that the maximum level of average daily egg production of female bees was observed in bee families (maternal, paternal and nursing), where “Kandi” paste with 2.5 % pollen was used for stimulating feeding. It was these bee families that demonstrated better preparation for wintering and can be effectively used in the next season for early hatching of quality bee mothers. The positive effect of using forage with a protein component in its composition was recorded despite the presence of a sufficient supply of perga in bee families.

**Key words:** bees, queen bees, colony building, preparation for wintering.

## Доцільність використання білкових компонентів у складі “Канді” при підготовці бджіл до зимівлі

Р. С. Пастушок<sup>1</sup>, С. О. Кучер<sup>1✉</sup>, Р. В. Милостивий<sup>1</sup>, Р. А. Санжара<sup>1</sup>, Б. В. Гутій<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Мед є цінним продуктом харчування та ефективним засобом для лікування, і його застосування широко поширене у харчовій, фармацевтичній та парфумерній галузях. Попит на натуральний мед та інші продукти бджільництва в розвинених країнах перевищує їх пропозицію. Підвищення продуктивності у сфері бджільництва залежить від породи, якості робочих бджіл та інтенсивності відкладення яєць бджоломаткою. У бджолиній сім'ї існує дуже тісний взаємозв'язок між функціональністю її членів. Вирощування сильних бджолиних сімей і виробництво якісних маток залежить від догляду та харчування, що забезпечується спільними зусиллями робочих бджіл. Ефективна й здорова бджолина сім'я гарантує високу продуктивність як у період активної, так і пасивної фаз життєдіяльності, включаючи успішне переживання зими. Протягом усього року кожній бджолиній родині потрібні якісні та достатні обсяги білкового та вуглеводного корму. Оптимальне харчування бджіл визначає прибутковість пасічного господарства та врожайність меду. При виборі кормів для підгодівлі необхідно бути обережним, щоб уникнути стимуляції покидання бджолами вулика у пошуках їжі. Важливо пам'ятати, що використання сиропу не рекомендується, оскільки він може мати негативний вплив і призвести до загибелі бджіл. Зазвичай зимова підгодівля проводиться за допомогою "Канді". Ефективність використання саме цього типу підкормки власного виробництва в різних рецептурах досліджена у нашій роботі. При стимулюючій підгодівлі з наявністю у складі пилку спостерігався вищий рівень середньодобової несучості у бджолиних маток в розрізі груп. Так, несучість бджоломаток при згодовуванні "Канді" + 2,5 % пилку досягла піку 3 жовтня, склавши 1799,2 яйця/добу, при згодовуванні звичайного "Канді" 21 вересня – 1575,0 яйця/добу. Порівняно з початковим рівнем вона збільшилася 1,83 і 1,64 рази відповідно. Встановлено, що максимальний рівень середньодобової несучості бджоломаток спостерігався у бджолиних сім'ях (материнських, батьківських і сімей-вихователів), де для стимулюючої підгодівлі використовувалася паста "Канді" з додаванням 2,5 % пилку. Саме ці бджолині сім'ї демонстрували більш якісну підготовку до зимівлі й можуть бути ефективно використані в наступному сезоні для раннього виведення якісних бджолиних маток. Позитивний ефект використання корму з білковим компонентом у його складі було зафіксовано, незважаючи на наявність достатнього запасу перги у бджільних сім'ях.

**Ключові слова:** бджоли, бджолині матки, вирощування сімей, підготовка до зимівлі.

## Вступ

Мед як цінний продукт харчування та ефективний засіб для лікування широко використовується у галузі харчової, фармацевтичної та парфумерної галузей. Проте багато країн не можуть забезпечити внутрішнє споживання меду власними засобами через обмежений потенціал збирання меду. У світі відчутний дефіцит штучних підсолоджувачів, таких як цукор, кукурудзяний сироп, виробництво яких недостатнє, хоч і складає мільйони тонн на рік. Тому попит на натуральний мед та інші продукти бджільництва в розвинених країнах перевищує їхню пропозицію (Landaverde et al., 2023).

У стратегії розвитку аграрного ринку України великий акцент повинен бути зроблений на виробництві продуктів бджільництва, що відповідають високим стандартам якості. Дотримання цих стандартів може підняти конкурентоспроможний аграрний сектор країни на новий рівень (Sachuk et al., 2023).

У бджолиній сім'ї існує дуже тісний взаємозв'язок між функціональністю її членів. Підвищення продуктивності у сфері бджільництва залежить від породи, якості робочих бджіл та інтенсивності відкладення яєць бджоломаткою. Вирощування сильних бджолиних сімей і виробництво якісних маток залежить від догляду та харчування, що забезпечується скоординованими зусиллями робочих бджіл (Rangel et al., 2016).

При виборі маток враховують їхні спадкові та зоотехнічні ознаки, а також умови їхнього вирощування. Якість маток значно впливає на продуктивність сімей, що залежить від багатьох факторів, включаючи умови гнізда, доступність кормів та погодні умови (Polishchuk & Voloshchuk, 2014; Berenbaum & Liao, 2019).

Від початку головного медозбору до останнього осіннього обльоту сила бджолосімей зменшується майже в два рази. Саме з цієї причини підготовка сімей до головного медозбору поєднується з початком підготовки бджіл до зимівлі.

Включаючи всі етапи розвитку (від яєць, личинок, лялечок до дорослих особин), вік бджіл має безпосередній вплив на багато показників: характер розвитку, продуктивність сім'ї, її виживання. Тому важливим моментом залишається регулювання вікового складу бджолосім'ї так, щоб у весняний період відбувалося інтенсивне збільшення бджіл-годувальниць, а до головного взятку накопичилося багато льотних бджіл, які не зайняті вихованням розплоду, а до зимівлі мати у гнізді достатню кількість молодих бджіл (Kucher et al., 2024).

Здорова та сильна бджолина сім'я є гарантією її ефективної працездатності як у період активної, так і пасивної фази життєдіяльності, включаючи успішне переживання зими. У будь-який час року кожній бджолосім'ї потрібні якісні та достатні обсяги білкового і вуглеводного корму. Відповідне харчування бджіл визначає прибутковість пасічного господарства та врожайність меду.

Пасічники виділяють три основних випадки, коли підгодівля бджіл є доцільною або навіть необхідною. Перший – у випадку тривалої зими та обмежених запасів корму, що можуть рано закінчитися при неправильній оцінці. Другий – для стимулювання розвитку бджолосім'ї весною та літом у разі слабких медозборів. Третій, якщо під час підготовки до зимівлі виявлено падевий мед, що може спричинити розлад у роботі травного тракту бджіл або нозематоз.

Проте варто зауважити, що неправильна пізньосіння та зимова підгодівля може порушити режим зимівлі бджіл.

При виборі корму для підгодівлі необхідно бути обережним, щоб уникнути стимуляції покидати вулик у пошуках взятку. Варто пам'ятати, що не рекомендується використовувати сироп, оскільки саме він має таку дію, що може призвести до загибелі бджіл. Зазвичай зимова підгодівля проводиться за рахунок "Канді".

Результативність використання саме такого типу підкормки власного виробництва у дещо відмінних рецептурах наведено у наших дослідженнях.



## Мета дослідження

Мета роботи – встановити доцільність використання підкормки “Канді” з додатковим введенням пилку, при підготовці до зимівлі бджолиних сімей української степової породи. Такі сім’ї плануються використовувати для отримання бджолиних маток навесні.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені навесні 2023 року в умовах пасіки сільськогосподарського обслуговуючого кооперативу “Дніпровський пасічник” Солонянського району Дніпропетровської області.

Дослідження проведено відповідно до загальноприйнятої методики у бджільництві (Brovarskyi et al., 2017). Бджолині сім’ї відповідали вимогам стандарту української степової породи бджіл за результатами оцінки екстер’єру (Pokhyl et al., 2023). Дослідження відповідали Європейській конвенції про захист тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (1986).

Паста для підгодівлі бджіл “Канді” була власного виробництва (СОК “Дніпровський пасічник”), яка за своїми мікробіологічними, органолептичними, фізико-хімічними показниками відповідає ДСТУ 7005:2009, має відповідний експертний висновок щодо якості та безпечності Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (№ 001053 п/21).

Відповідно до мети досліджень нами були сформовані три категорії по 2 групи сімей аналогів (по 5 сімей в кожній групі) з сімей, котрі плануються використовуватись як материнські, батьківські та сім’ї-вихователки. На момент формування контрольних і дослідних груп в бджолиних сім’ях було по 2,5 кг бджіл, 8,0 кг кормового меду, достатня кількість перги, матки у віці вісімнадцять місяців, печатного розплоду на 2 рамках (160 квадратів) і 2 рамки з відкритим розплодом.

Кормовий мед на час досліджень вилучали, а запаси перги залишали.

1-а група бджолиних сімей (материнських, батьківських і сімей-вихователок) була контрольною. Для стимулюючої підгодівлі бджолиним сім’ям дава-

ли звичайний “Канді”, що має у своєму складі 70 % цукрової пудри та 30 % фруктозо-глюкозного сиропу.

Підгодівля здійснювалася розміщенням брикету пасти на рамки під стелю.

2-а група бджолиних сімей була дослідною. Її стимулюючу підгодівлю проводили впродовж тих самих термінів, що і в 1-й (контрольній) групі, пастою “Канді”, що має у своєму складі додатково 2,5 % пилку.

Від використання меду у складі пасти “Канді” відмовилися. Цим запобігли можливості потрапляння у корм падевого або неякісного меду, що може призвести в подальшому до порушення зимівлі.

Для визначення несучості маток враховували кількість печатного розплоду рамкою-сіткою 5×5 см. Силу бджолиної сім’ї визначали в вуличках і переводили в масу, виходячи з того, що бджоли, які покривають з обох сторін стільника стандартної рамки (435×300 мм) мають масу 300 г.

Отримані дані були піддані статистичній обробці методами варіаційної статистики з перевіркою достовірності результатів за критерієм Стюдента. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при  $P < 0,05$  – \*,  $P < 0,01$  – \*\*,  $P < 0,001$  – \*\*\*.

## Результати та їх обговорення

Технологія відтворення (виведення) бджолиних маток заснована на використанні трьох груп бджолиних сімей. Дослідники підкреслюють, що основним компонентом в цій своєрідній тріаді є сім’я-вихователка. Результати вивчення впливу використання підкормки різного складу при підгодівлі на середньодобову яйценосність маток в материнських і батьківських групах, а також сім’ях-вихователках, наведені в таблицях 1–3.

Так, до 28.VIII показник яйценосності коливався в материнських сім’ях в межах від 966,7 до 983,3 яйця/добу, в батьківських – від 950,0 до 975,0 яйця/добу, в сім’ях-вихователок – від 958,3 до 983,3 яйця/добу.

Стимуляція осіннього росту і розвитку бджолиних сімей підгодівлею позитивно вплинула на підвищення рівня несучості бджоломаток. При цьому їх піки залежали від наявності білкового компоненту в застосованій підгодівлі, незважаючи на наявність у сімей достатньої кількості запасів перги.

**Таблиця 1**

Несучість бджоломаток при наросуванні маси осінньої генерації робочих бджіл в материнських та батьківських сім’ях, яєць/добу

| Дати обліку | Паста для підгодівлі |      |                       |      |
|-------------|----------------------|------|-----------------------|------|
|             | “Канді”              |      | “Канді” + 2,5 % пилку |      |
|             | M ± m                | Cv,% | M ± m                 | Cv,% |
|             | материнські сім’ї    |      |                       |      |
| 28.VIII     | 983,30 ± 5,0         | 3,73 | 966,70 ± 4,0          | 5,79 |
| 9.IX        | 1416,70 ± 4,0        | 4,36 | 1535,80 ± 3,0*        | 6,67 |
| 21.IX       | 1541,70 ± 6,0        | 3,54 | 1650,00 ± 5,0**       | 4,89 |
| 3.X         | 1466,70 ± 8,0        | 5,63 | 1700,00 ± 2,0***      | 7,18 |
| 15.X        | 583,30 ± 3,0         | 7,37 | 850,80 ± 3,0*         | 5,26 |
| 27.X        | 420,80 ± 5,0         | 4,68 | 516,70 ± 3,0*         | 6,00 |

**Таблиця 2**

Несучість бджоломаток при нарощуванні маси осінньої генерації робочих бджіл в батьківських сім'ях, яєць/добу

| Дати обліку | Паста для підгодівлі |       |                       |       |
|-------------|----------------------|-------|-----------------------|-------|
|             | “Канді”              |       | “Канді” + 2,5 % пилку |       |
|             | M ± m                | Cv, % | M ± m                 | Cv, % |
| 28.VIII     | 950,0 ± 5,4          | 3,71  | 975,0 ± 3,4           | 4,35  |
| 9.IX        | 1466,7 ± 5,6         | 4,32  | 1575,0 ± 4,2**        | 3,74  |
| 21.IX       | 1550,0 ± 4,8         | 3,56  | 1691,7 ± 4,7**        | 4,32  |
| 3.X         | 1458,3 ± 3,2         | 5,64  | 1671,7 ± 5,7**        | 3,51  |
| 15.X        | 608,3 ± 2,5          | 7,05  | 847,5 ± 4,0**         | 5,06  |
| 27.X        | 408,3 ± 3,8          | 5,13  | 458,3 ± 5,2*          | 6,79  |

**Таблиця 3**

Несучість бджоломаток при нарощуванні маси осінньої генерації робочих бджіл в сім'ях-вихователках, яєць/добу

| Дати обліку | Паста для підгодівлі |       |                       |       |
|-------------|----------------------|-------|-----------------------|-------|
|             | “Канді”              |       | “Канді” + 2,5 % пилку |       |
|             | M ± m                | Cv, % | M ± m                 | Cv, % |
| 28.VIII     | 958,3 ± 2,5          | 4,23  | 983,3 ± 4,1           | 3,42  |
| 9.IX        | 1566,7 ± 3,2         | 5,20  | 1733,3 ± 3,9***       | 3,23  |
| 21.IX       | 1575,0 ± 4,5         | 4,75  | 1725,0 ± 4,7***       | 2,18  |
| 3.X         | 1483,3 ± 6,7         | 3,52  | 1799,2 ± 4,3***       | 4,02  |
| 15.X        | 616,7 ± 7,5          | 4,38  | 891,7 ± 8,9***        | 5,23  |
| 27.X        | 433,3 ± 5,4          | 4,43  | 466,7 ± 5,7**         | 6,11  |

При стимулюючій підгодівлі звичайним “Канді” у всіх трьох групах бджолиних сімей вона збільшувалася до 21 вересня і коливалася в розрізі груп від 1541,7 до 1550,0 яєць/добу. Так, в порівнянні з початковим рівнем, середньодобова несучість у маток материнської групи збільшилася в 1,56 раза, батьківській – в 1,63 раза, в сім'ях-вихователок – в 1,64 раза. У наступні терміни спостережень рівень несучості бджолиних маток в групах знижувався.

Різне падіння темпу середньодобової несучості виявлено у бджоломаток цих груп на 15 і 27 жовтня. При порівнянні з попереднім терміном спостережень (3 жовтня) кратність зниження темпу склала в материнській групі в 3,59 раза, в батьківській – в 3,57 раза, в сім'ях-вихователках – в 3,42 раза.

При стимулюючій підгодівлі з наявністю у складі пилку спостерігався вищий рівень середньодобової несучості у бджолиних маток в розрізі груп. Так, несучість бджоломаток при згодовуванні “Канді” + 2,5 % пилку досягла піку 3 жовтня, склавши 1799,2 яйця/добу, при згодовуванні звичайного “Канді” 21 вересня – 1575,0 яйця/добу. Порівняно з початковим рівнем вона збільшилася 1,83 і 1,64 раза відповідно. У наступні терміни експерименту реєстрували закономірне падіння рівня і темпів несучості бджоломаток. Однак цей показник залишався вищим за підгодівлі “Канді” з пилком. Зокрема, 15 і 27 жовтня несучість бджоломаток у групі, де для підгодівлі використовували “Канді” + 2,5 % пилку була вищою в 1,44 та 1,07 раза порівняно з контролем.

Подібну тенденцію щодо рівня і темпів несучості у бджолиних маток в батьківських сім'ях і сім'ях-вихователках фіксували при використанні “Канді” з пилком. Так, максимальні їх піки зареєстровані 21 жовтня (1691,7 і 1958,3 яйця/добу відповідно). До

кінця спостережень несучість бджоломаток в батьківських групах різко знижувалася до 458,3 яйця/добу. В сім'ях-вихователках пік середньодобової яйцекладки реєстрували по 3 жовтня, за підгодівлі пилковмістною пастою “Канді” вона склала 1799,2 яйця/добу. Потім (до 15 і 27 жовтня) спостерігали різке падіння середньодобової несучості. До кінця експерименту вона при застосуванні “Канді” з пилком знижувалася до 466,7 яйця/добу. Кратність зниження рівня несучості порівняно з її максимальним рівнем склала 3,85 раза в контрольній групі (за підгодівлі використання чистого “Канді”) – 3,63 раза, на тлі загалом нижчої несучості бджоломаток.

### Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що максимальний рівень середньодобової несучості був у бджолиних сім'ях (материнських, батьківських і сім'ях-вихователках), де для стимулюючої підгодівлі використовували пасту “Канді” + 2,5 % пилку. Саме ці бджолині сім'ї, були найкращим чином підготовленими для успішної зимівлі та можуть більш ефективно використовуватися в наступному сезоні для раннього виведення якісних бджолиних маток.

Позитивний результат використання корму з білковим компонентом у його складі отримано, незважаючи на наявність достатньої кількості запасів перги у бджолосім'ях.

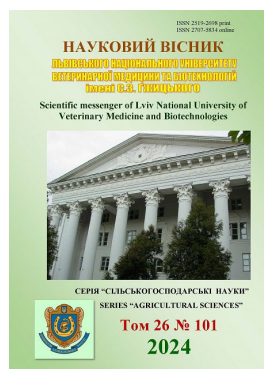
### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

- Berenbaum, M. R., & Liao, L.-H. (2019). Honey Bees and Environmental Stress: Toxicologic Pathology of a Superorganism. *Toxicologic Pathology*, 47(8), 1076–1081. DOI: 10.1177/0192623319877154.
- Brovarskyi, V., Brindza, Ya., Otchenashko, V., Povolnikov, M., & Adamchuk, L. (2017). *Metodyka doslidnoi spravy u bdzhilnytstvi*. Kyiv: Vydavnychiy dim “Vinnichenko” (in Ukrainian).
- Kucher, S., Pastushok, R., & Mylostyvyi, R. (2024). Effectiveness of using different types of nuclei and methods of replanting queen bees in bags. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(100), 195–198. DOI: 10.32718/nvlvet-a10030
- Landaverde, R., Rodriguez, M. T., & Parrella, J. A. (2023). Honey Production and Climate Change: Beekeepers’ Perceptions, Farm Adaptation Strategies, and Information Needs. *Insects*, 14(6), 493. DOI: 10.3390/insects14060493.
- Pokhyl, V. I., Sanzhara, R. A., Lesnovska, O. V., Pokhyl, O. M., & Kucher, S. O. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii bdzhilnytstva*. Dnipro (in Ukrainian).
- Polishchuk, V. P., & Voloshchuk, I. (2014). Vplyv bdzholynnykh matok riznoho viku na rozvytok i produktyvnist bdzholynnykh simei. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 2(54), 7–10. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/TvUkr\\_2014\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/TvUkr_2014_2_4) (in Ukrainian).
- Rangel, J., Böröczky, K., Schal, C., & Tarpy, D. R. (2016). Honey Bee (*Apis mellifera*) Queen Reproductive Potential Affects Queen Mandibular Gland Pheromone Composition and Worker Retinue Response. *PLOS ONE*, 11(6), e0156027. DOI: 10.1371/journal.pone.0156027.
- Sachuk, R., Gutyj, B., Pepko, V., Velesyk, T., Portukhai, O., Kostolovych, M., Katsaraba, O., & Halka, I. (2023). The current state of beekeeping in Ukraine and prospects for the development of apitourism in the Rivne region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 151–156. DOI: 10.32718/nvlvet-a9925.





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10103  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.74

## Nutritional aspects of the organization of standard nutrition for dogs

I. Y. Semchuk<sup>✉</sup>, O. S. Naumyk, Yu. M. Lunyk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 05.06.2024  
Received in revised form  
08.07.2024  
Accepted 09.07.2024

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-098-430-40-42  
E-mail: semchuk.iryina@gmail.com

**Semchuk, I. Y., Naumyk, O. S., & Lunyk, Yu. M. (2024). Nutritional aspects of the organization of standard nutrition for dogs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 18–24. doi: 10.32718/nvlvet-a10103**

Currently, dog breeding is gaining more and more importance in various branches of the national economy. There is a growing need for the development of agricultural, service, decorative, sports and special dog breeding, as these animals are indispensable human helpers. The German Shepherd has been the most popular breed in Europe for many years. Nutrition is probably one of the main factors affecting a dog's health and general well-being. Its growth, development, mood and mobility depend directly on what food we feed our pet. In today's conditions, the issues of feeding, maintenance, upbringing, training, prevention of infectious diseases were and are quite relevant in the field of dog breeding. There is a very large number of especially foreign scientists who conduct research in this field of science. In Ukraine, scientists, in our opinion, pay little attention to the study and improvement of dog feeding techniques and rations in various directions of their use. The intensity of growth and development of the young, and the health of the dog mainly depends not only on maintenance and care, but also on correct and balanced feeding. Therefore, it is extremely necessary to have a full-fledged feeding, which involves ensuring the ratio of energy, nutrients and biologically active substances: proteins, fats, carbohydrates, vitamins, and minerals. The following principles of correct and reasonable feeding of dogs can be distinguished: ensuring the needs of animal organisms with the required volume and energy of fodder; and all nutrients; good palatability of fodder, technique and mode of feeding; the availability of nutrients for digestion and the chemical composition of feed and its safety. The principles of dog feeding and nutrition continue to develop intensively. One of the examples of how far scientists have advanced in this matter can be dogs, which half a century ago veterinarians considered purely carnivores. These dogs came to the clinics sick, thin, weak, with a metabolic disorder, which was a direct result of eating an all-meat diet. Most at that time thought that since dogs are carnivores, a meat diet and feeding should be the best for them. But in reality, dogs are omnivores. And so now we all know that feeding them rations consisting of 100 % meat for a long time can lead to irreparable consequences. In this article, we will try to consider different types and methods of feeding dogs, we will study the peculiarities of digestion of food in the gastrointestinal tract, which can help in the future to make the right choice of products or feed. Let's try to find out what is better to feed and what absolutely cannot be given to a pet, as well as what to do if he develops an eating disorder. Thus, we will make a detailed description of animal feeding in various cases, and help you form your own opinion on this issue in order to do everything correctly and not harm your pet.

**Key words:** feeding technique, diet, dogs, maintenance, meat, cereals, fish, vitamin supplements.

## Нутріціологічні аспекти організації нормованого живлення собак

І. Я. Семчук<sup>✉</sup>, О. С. Наумюк, Ю. М. Луник

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

В умовах сьогодення питання годівлі, утримання, виховання, дресури, профілактики інфекційних хвороб були й є досить актуальними в галузі собаківництва. Дуже велика кількість особливо зарубіжних учених, які займаються проведеннями досліджень у

даний галузі науки. В Україні науковці на нашу думку децю мало приділяють уваги з вивчення та покращення техніки та раціонів годівлі собак у різних напрямках їх використання. Інтенсивність росту й розвитку молодняку, та стан здоров'я собаки в основному залежить не тільки від утримання та догляду, а й правильної і збалансованої годівлі. Тому вкрай необхідна повноцінна годівля, яка передбачає забезпечення співвідношення енергії, поживних і біологічно активних речовин: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин. Можна виділити такі принципи правильного та обґрунтованого живлення собак: забезпечення потреби організмів тварин необхідними за об'ємом та енергією кормами; та всіма поживними речовинами; хороші смакові якості кормів, техніка й режим годівлі; доступність поживних речовин для перетравлення та хімічний склад корму і його безпечність. Принципи годівлі та живлення собак продовжують інтенсивно розвиватись. Одним із прикладів того, наскільки далеко вчені просунулися у цьому питанні, можуть бути собаки, яких пів століття тому ветеринари вважали суто м'ясоїдами. Ці собаки надходили до клінік, хворими худими, слабкими, з порушенням обміну речовин, що було прямим результатом вживання суто м'ясних раціонів. Більшість у той час думали, що оскільки собаки є м'ясоїдними то м'ясна дієта і годівля повинна бути для них найкращою. Але насправді собаки є всеїдними тваринами. І тому тепер ми усі знаємо, що згодовувати їм раціони які складаються із 100% м'яса протягом тривалого часу, може призвести до непоправних наслідків. У цій статті ми спробуємо розглянути різні види та способи живлення собак, вивчимо особливості перетравлення їжі у шлунково-кишковому тракті, які можуть допомогти в майбутньому робити правильний вибір продуктів чи ж кормів. Спробуємо дізнатися, чим краще годувати і що категорично не можна давати вихованцю, а також що робити, якщо у нього з'явиться харчовий розлад. Таким чином, ми зробимо детальний опис годівлі тварин у різних випадках, і допоможемо сформулювати власну думку з цього питання, щоби робити все правильно і не зашкодити улюбленцеві.

**Ключові слова:** техніка годівлі, раціон, собаки, утримання, м'ясо, крупа, риба, вітамінні добавки.

## Вступ

В даний час собаківництво набуває все більшого значення в різних галузях народного господарства. Зростає потреба у розвитку сільськогосподарського, службового, декоративного, спортивного та спеціального собаківництва, оскільки ці тварини є незамінними помічниками людини (Hunchak et al., 2020; Gutty et al., 2021).

Німецька вівчарка багато років є найпопулярнішою породою в Європі (Said et al., 2020).

Щоб собака була здоровою, її раціон повинен бути регулярним й збалансованим, а їжа має бути насичена необхідними вітамінами та мікроелементами. Раціон німецької вівчарки залежить від віку тварини, пори року, клімату та низки інших факторів. Раціон повинен складатися з різних продуктів, бути смачним для собак й обов'язково включати їжу тваринного походження. Собака привчається до правильної годівлі з першого дня праці з кінологом. Правильна годівля – це не тільки правильне співвідношення та кількість і якість кормів, а й частота годівлі (Serkhovets et al., 2020).

Сьогодні годівля молодих службових собак відіграє важливу роль, особливо в ситуації, коли кінологи потребують професійних навичок роботи з собаками під час бойових дій. Тому збалансована годівля за всіма показниками поживності сприяє підвищенню ефективності службових обов'язків собак (Mylostyvyi et al., 2022).

У роботі проаналізовано вплив годівлі собак породи німецька вівчарка з використанням натуральних кормів, а також їхнє здоров'я та працездатність піддослідних службових собак в умовах Кінологічного навчального центру Державної прикордонної служби України, що у м. Великі Мости Львівської області. При органолептичній оцінці кормів та побічних продуктів в умовах Кінологічного навчального центру Державної прикордонної служби України варто зазначити, що вони є якісними та загалом придатні для споживання тваринами. Прийнятий у КНЦ ДПСУ раціон годівлі службових собак загалом відповідає потребам молодняку німецьких вівчарок та забезпечує достатній рівень енергії, білків, вітамінів та міне-

ральних речовин для нормального росту, розвитку та службових навантажень собак. Їхня жива маса збільшилася на 4 кг, висота в загривку на 3 см. Тварини дослідної групи, які отримували дослідний раціон, збільшили живу масу на 5 кг, а висоту в загривку на 4 см, що свідчить про те, що пропонується годівля собак з використанням натуральних є найкращою годівлею для здоров'я тварин та їх продуктивних якостей, прийнятною у Кінологічному навчальному центрі Державної прикордонної служби України.

## Мета дослідження

Метою було вивчити сучасний стан проблеми годівлі та утримання німецьких вівчарок, знайти вирішення основних проблемних аспектів підвищення продуктивності та поліпшення якості методів годівлі. А тому в нашій роботі основну увагу було зосереджено на особливостях годівлі німецьких вівчарок різного віку, зокрема з використанням натуральних кормів. Об'єкт дослідження – чистопородний молодняк німецьких вівчарок.

## Результати та їх обговорення

Організувати правильну годівлю собак можна, лише регламентуючи кількість та якість їжі залежно від їхніх фізіологічних потреб, тобто застосовуючи науково обґрунтовані норми годівлі. Годівля собак, як і тварин інших видів (савців, птахів), має бути повноцінною, збалансованою та раціональною. Як недостатня, так і надмірна годівля однаково шкідлива для організму тварини. Протягом життя вони повинні систематично отримувати певну кількість білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів та інших біологічно активних речовин (Bohdanova, 2000; Stybel et al., 2021; Varkholiak et al., 2021; Pivtorak et al., 2023).

Білки, жири та вуглеводи необхідні тваринам насамперед для забезпечення росту, репродуктивної функції та вироблення енергії, що визначає загальний рівень годівлі. У тварин цього виду енергія витрачається на функціонування внутрішніх органів, підтримання постійної температури тіла, м'язового тону, су-

рух та роботу м'язів, обмін речовин й т. ін., 1-й тиждень після народження – 820 ккДж; 1–2 тижні – 920; 3 – 4 тижні – 1025; 1 – 2,5 місяця – 1010; 2,5 – 3,5 місяця – 840; 4,5 – 5 місяців – 590; 5 – 7,5 місяця – 540; 7,5 – 13 місяців – 420 ккДж. Варто зазначити, що іноді енергетичні потреби виражаються не в кілоджоулях (кДж), а в кілокалоріях (ккал). Вважають, що 1 ккал дорівнює 4,19 кДж (раніше наведені величини енергії, виражені в кілоджоулях, можна перевести в кілокало-

рії, розділивши їх на коефіцієнт 4,19) (Haiduk, 2017; Sloboda et al., 2023).

Енергетичні потреби собаки визначаються не лише її вагою та віком. Вони також змінюються залежно від температури та вологості повітря, стану шерстяного покриву, статі, конституції, інтенсивності м'язової роботи та фізіологічного стану суки (вагітність, лактація).

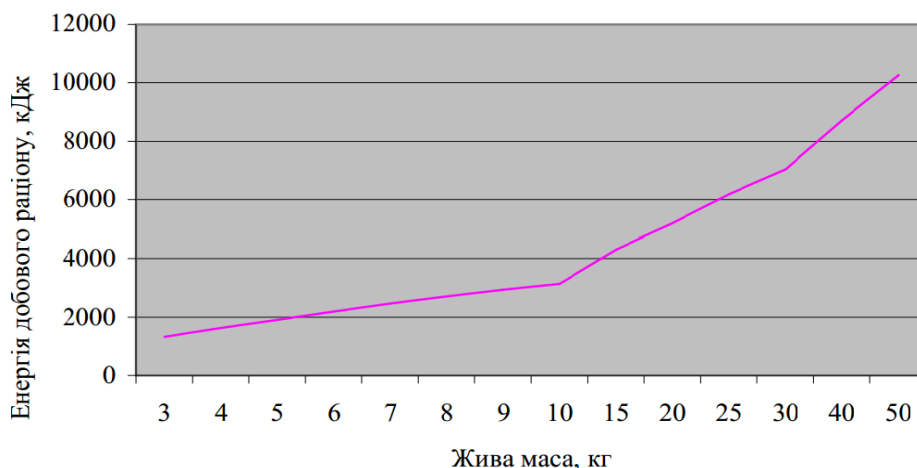


**Рис. 1.** Добові енергетичні потреби дорослих собак залежно від їхньої живої маси (підтримуюча годівля)

Чим масивніша особина, тим менше енергії вона витрачає на 1 кг живої маси. Варто зазначити, що влітку добова енергетична потреба знижується, а взимку збільшується приблизно на 15 %. Самці характеризуються вищими енерговитратами, ніж самки, а молодняк більше, ніж дорослі тварини.

Не менше ніж третина загальної потреби собаки в білку повинні забезпечуватись кормами тваринного походження. У стані статевого спокою та при правильному доборі білкових кормів з достатнім вмістом у раціоні незамінних амінокислот потреба у білках може бути забезпечена лише кормами рослинного походження. Для собак виняткове значення має біологічна повноцінність споживаного білка, тобто наявність незамінних амінокислот (лізину, метіоніну, триптофану, аргініну, валіну, гістидину, фенілаланіну, лейцину, ізолейцину та треоніну). Потреба в амінокислотах у дорослих собак (на добу) становить на 1 кг живої маси, мг: лізин – 60, метіонін – 70, триптофан – 15, аргінін – 70, валін – 85, гістидин – 60, фенілаланін – 110, ізолейцин – 80 і треонін – 55. Зазначена потреба у молодняку в 2–3 рази вища. Найбільш багаті на зазначені амінокислоти корми тваринного походження: м'ясо, м'ясо-кісткове борошно, молоко та продукти його переробки, яйця, субпродукти.

Найбільшу частку (за енергетичною цінністю) у раціонах собак мають становити вуглеводи (цукор, крохмаль, клітковина). Вони є основним джерелом енергії, забезпечуючи 70 % від загальної калорійності раціону. Цукор та крохмаль у травному тракті собак розщеплюються до глюкози, яка витрачається в основному на енергетичні потреби. При надмірному вуглеводному харчуванні глюкоза перетворюється на жир, який запасастся в організмі (Semchuk & Naumyk, 2023).

Дуже важливим компонентом раціону собак є клітковина (вуглевод, що важко перетравлюється й засвоюється), яка стимулює перистальтику кишечника та необхідна для формування калу. Недолік клітковини в раціоні викликає дискінезію кишківника, особливо у дорослих тварин. Клітковина позитивно впливає на моторику жовчовивідних шляхів та виведення холестерину з організму (Schmidt & Koch, 2000; Demchuk et al., 2005). Приблизна добова потреба собак у вуглеводах становить: для дорослих собак – 10 г, у тому числі 1 г клітковини; для молодняку – 15,8 г, у тому числі 1,5 г клітковини на 1 кг живої маси. Нестача цукру та крохмалю в раціоні призводить до втрати ваги, а надлишок – до ожиріння тварин. Чим менше в раціоні жирів, тим більше в ньому має бути вуглеводів. Влітку вуглеводи можуть частково замінювати жири. Годівля лише вуглеводами протягом 30–40 днів може призвести до їхньої загибелі (Tsvihun et al., 2020; Sloboda et al., 2023). Значення жирів у годівлі собак визначається наявністю та вмістом незамінних жирних кислот та їх високою калорійністю. Жири в організмі собак виконують структурну, енергетичну, захисну та терморегуляторну функцію. Вони також потрібні для нормальної роботи травних залоз. Добова потреба у жирах для дорослих собак становить 1,3 г, для молодняку – 2,6 г на 1 кг живої маси. При нестачі жирів у раціоні у тварин затримується зростання, порушуються репродуктивні функції, розвиваються гіповітамінози, ознаками яких є шкірні захворювання – дерматити, депігментація вовни й т. д. Надлишок жирів у раціоні також шкідливий. Доречно зазначити, що однією з ознак достатньої кількості жирів у раціоні є гладка та блискуча шерсть у тварин. Для собак найбільш цінними вважаються жири з кормів, багатих на жиророзчинні вітаміни (печінка, мо-

локо, риба) (Schmidt & Koch, 2000; Semchuk & Naumyk, 2023). Крім вмісту білків, жирів та вуглеводів, у раціонах собак слід контролювати вміст вітамінів, необхідних для підтримки здоров'я та забезпечення функціонування всіх органів та систем організму. Нестача вітамінів викликає у тварин захворювання – гіпо- та авітамінози.

Рецепт раціону для дорослих собак містить інформацію для здорового собаки вагою 30 кг із потребою в їжі 3 % від ваги тіла та співвідношенням м'яса й овочів 80:20. Денна кількість їжі складає 900 г.

- 360 г яловичини
- 144 г яловичого рубця
- 108 г яловичої печінки
- 108 г яловичих кісток
- 180 г фруктово-овочевої суміші

Рецепт раціону для цуценят містить інформацію для здорового цуценяти вагою 4 кг із потребою в їжі 7 % від ваги тіла та співвідношенням м'яса й овочів 70:30. Денна кількість їжі складає 280 г.

- 98 г конини
- 39,2 г баранячого рубця
- 29,4 г баранячої печінки
- 29,4 г телячих шматків
- 84 г фруктово-овочевої суміші

Як правильно приготувати BARF. Ви можете правильно годувати собак, якщо даватимете їм 70–80 % тваринної їжі та 20–30 % рослинної. Вміст жиру в раціоні має становити 10 % (Semchuk, 2023).

Правильна кількість їжі для собаки на день становить 2–3 % від її ваги. Ця інформація призначена для здорових собак. Правильна кількість їжі для цуценят становить 6–8 %, а для молодих собак – 5–7 % на день. Літнім тваринам потрібно 2 % їжі на день.

Корм для собак повинен складатися в основному з м'язового м'яса, субпродуктів, рубця та кісток. Крім того, до корму для домашніх тварин слід додавати фрукти та овочі, а також харчові добавки за необхід-

ності. Кожен власник собаки може вирішити сам, чи годувати свого собаку 2 чи 3 рази на день, оскільки обидва варіанти корисні для здоров'я собаки (Tsvihun et al., 2020).

Використовуючи вагу, вік, стан здоров'я та розмір вашого собаки, ви можете розрахувати добову потребу вашого вихованця в поживних речовинах і калоріях, щоб знати, скільки їжі потрібно вашому собаці на день. Потім ви розподіляєте ці потреби на 2–3 прийоми їжі на день.

**Таблиця 1**

Витрата кормів для службових собак (у середньому)

| Назва корму                           | Кількість, г           |
|---------------------------------------|------------------------|
| Тваринного походження:                |                        |
| м'ясо 2 категорії (яловичина, конина) | 410                    |
| субпродукти                           | 495                    |
| молоко, сироватка                     | 355                    |
| жир тваринний                         | 22                     |
| жир риб'ячий                          | 18                     |
| Рослинного походження:                |                        |
| крупа ячмінна                         | 510                    |
| крупа вівсяна                         | 490                    |
| пшоно                                 | 505                    |
| морква, картопля, буряк, зелень       | 155–255                |
| риба морська                          | 355                    |
| Мінеральні добавки:                   |                        |
| кісткове борошно                      | 22                     |
| сіль кухонна                          | 25                     |
| Вітамінні препарати:                  |                        |
| тетравіт                              | 1 млн на 10 кг ж. маси |
| катозал                               | 1 млн на 10 кг ж. маси |

У табл. 1 наведено корми та добові норми споживання, що становлять основу раціону службових собак в умовах навчальної кінологічної лабораторії.

**Таблиця 2**

Добова потреба в енергії, білках, жирах та вуглеводах у службових собак

| Маса тіла, кг | Енергія, МДж | Білок, г | Жир, г | Легкозасвоювані вуглеводи, г | Клітковина, г |
|---------------|--------------|----------|--------|------------------------------|---------------|
| 25            | 6765         | 135,1    | 30,2   | 141,7                        | 17            |
| 30            | 8035         | 168,9    | 37,6   | 302,3                        | 19            |
| 35            | 9168         | 180,3    | 45,3   | 300,4                        | 23            |
| 45            | 11344        | 270,4    | 59,9   | 483,7                        | 33            |
| 55            | 13326        | 338,6    | 75,7   | 604,8                        | 42            |
| 65            | 14825        | 405,5    | 90,3   | 725,5                        | 47            |
| 70            | 16385        | 472,2    | 104,3  | 846,8                        | 57            |

*Примітка:* потреба в енергії у самки масою 30 кг становить: у першу половину вагітності – 9155 кДж, у другу – 11968, у перші 2 тижні лактації – 17599, на третьому–п'ятому тижні – 24635 кДж; при масі 40 кг відповідно 11 335; 14818; 21795 та 30510 кДж

Собакам згодовували звичайні сухі корми класу Josea, зокрема Josi Dog, який належить до преміум-класу. Це досить якісні корми. Ціна 1 кг корму складає 131 грн, упаковка 15 кг коштує 1875 грн. Але в них високий вміст білка, що своєю чергою може призвести до захворювань сечостатевої системи та нирок. Такі корми часто містять барвники та підсолоджувачі, які можуть викликати алергічні реакції та запори у

собак. Через використання в таких кормах синтетичних підсилювачів смаку та ароматизаторів наші вихованці їдять такі корми з більшим задоволенням, ніж якісніші. До раціону натурального другої дослідної групи входили такі корми: яловичина 2 категорії, легені, голови риб, пшенична крупа, овочі: буряк, морква, картопля. Як добавки для збалансування раціону в раціон вводили кухонну сіль, тваринний жир,



кісткове борошно. При аналізі раціону слід зазначити, що він містить достатню кількість обмінної енергії,

білка, жиру, кальцію, фосфору, вітамінів. Аналізований раціон показав, що є дефіцит клітковини.

**Таблиця 3**

Норми годівлі штатних тварин військових частин, установ, закладів та організацій Збройних Сил, інших військових формувань, органів внутрішніх справ та установ кримінально-виконавчої системи (Наказ № 205 від 05.11.2003 р.)

| Найменування продуктів             | Племінні            | Розшукові           | Спеціальні вартові  | Цуценята до 4-місячного віку |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|
| Крупа вівсяна                      | 425                 | 455                 | 410                 | 35–205                       |
| Пшоно                              | 235                 | 210                 | 205                 | 25–105                       |
| М'ясо II гатунку                   | 710                 | 610                 | 510                 | 25–310                       |
| Субпродукти II гатунку             | 1755                | 1510                | 1255                | 45–85                        |
| Молоко                             | –                   | –                   | –                   | 155–810                      |
| Яйця курячі (шт.)                  | –                   | –                   | –                   | 1                            |
| Жир тваринний                      | 22                  | 25                  | 20                  | 15                           |
| Картопля                           | 210                 | 205                 | 215                 | 75                           |
| Буряк ст.                          | 25                  | 25                  | 25                  | 15                           |
| Морква                             | 20                  | 22                  | 24                  | 18                           |
| Сіль                               | 16                  | 17                  | 18                  | 15                           |
| Риб'ячий жир                       | 35                  | 35                  | 35                  | 7–25                         |
| М'ясо-кісткове борошно             | 15                  | 16                  | 17                  | –                            |
| Крейда                             | 4                   | 4                   | 5                   | 1–3                          |
| Глюконат або гліцерофосфат кальцію | 4 таб. 2 р. на день | 4 таб. 2 р. на день | 4 таб. 2 р. на день | 2–4 таб. 2 р. на день        |

Вітамінна підтримка в осінньо-зимовий період: 1. Ундевіт: дорослим – 2 таблетки, щенят – 1,0–1,5 таблетки 1 раз на день. 2. Вітамін D в маслі: дорослим – собакам 9 крапель, цуценят – 1–5 крапель 1 раз на день.

Цей дослідний раціон для службових собак відповідає потребам молодих німецьких вівчарок та забезпечує достатній рівень енергії, білка та вітамінів для нормального росту й розвитку собак.

В умовах Кінологічного навчального центру Державної прикордонної служби України, що у м. Великі Мости, годівлю молодих службових собак здійснюють двічі на день: вранці та ввечері, за 1,5–2 години до роботи та через 1–1,5 години після її закінчення. Час

годування залежить від порядку дня. Якщо вівчарка працює у першій половині дня, її годують одразу після повернення з тренування, друга годівля – увечері.

Варто зазначити, що готову їжу собакам дають лише у свіжому вигляді. Категорично забороняється залишати її до наступної годівлі, особливо влітку. Вона швидко псується, може викликати сильне отруєння або й смерть. Якщо їжа піддається тепловій обробці, її температура має бути близькою до температури тіла собаки. На кухні для приготування їжі встановлено 5 холодильників та 4 морозильники. Собакам видається якісна питна вода. В середньому у спеку молоді собаки можуть випивати близько двох-трьох літрів води на добу, взимку – удвічі менше.

**Таблиця 4**

Раціон годівлі піддослідного молодняку німецької вівчарки дослідної групи

| Склад раціону                 | К-ть корму, г | Міститься в раціоні |          |        |                              |               |       |       |           |           |
|-------------------------------|---------------|---------------------|----------|--------|------------------------------|---------------|-------|-------|-----------|-----------|
|                               |               | енергія, кДж        | білок, г | жир, г | легкоперетравні вуглеводи, г | клітковина, г | Са, г | Р, г  | Віт. А, г | Віт. Д, г |
| Норма                         |               | 6250                | 125      | 40,5   | 250                          | 25            | 173   | 170   | 42,5      | 42        |
| М'ясо яловичини 2 категорії   | 200           | 1204                | 40,2     | 14     | –                            | –             | 20    | 32    | 15        | 3,0       |
| Субпродукти 1 категорії       | 300           | 1155                | 46       | 10,5   | 8,0                          | –             | 10    | 35    | 9,8       | 3,3       |
| Крупа пшенична                | 300           | 301                 | 36       | 5,7    | 205                          | 4,4           | 38    | 40    | 3,65      | 9,9       |
| Картопля                      | 50            | 173                 | 1        | 0,1    | 10                           | 1             | 5     | 2,6   | –         | –         |
| Морква                        | 100           | 135                 | 1,4      | 0,15   | 7,5                          | 1,1           | 20    | 23    | 5,2       | –         |
| Буряк столовий                | 100           | 201                 | 1,8      | –      | 10,0                         | 0,8           | 19    | 13    | –         | –         |
| Риб'ячі голови                | 150           | 250                 | 8,5      | 2,5    | 5                            | –             | 20    | 37    | 3,1       | 1,9       |
| Сіль кухонна                  | 18            | –                   | –        | –      | –                            | –             | –     | –     | –         | –         |
| Тваринний жир                 | 13            | 40,0                | 0,03     | 13     | –                            | –             | 2     | 1,1   | 5         | 20,0      |
| Кісткове борошно              | 20            | 205                 | 1,8      | 2,2    | 0,8                          | –             | 52    | 28    | –         | –         |
| Всього міститься в раціоні, г | 1310          | 6362                | 136,73   | 48,2   | 246,3                        | 7,3           | 186   | 211,7 | 41,8      | 38,1      |
| ± до норми                    | –             | +112                | +11,73   | +7,7   | -3,7                         | -17,7         | +13   | +41,7 | -0,75     | -3,9      |

Щодо динаміки живої маси піддослідних собак, то результати наших досліджень ми показали у таблиці 5.

Для коректної оцінки росту та розвитку молодих німецьких вівчарок ми проаналізували їхню живу масу та висоту у загривку під час досліджень. Зміну маси та зростання молодих службових собак визначали шляхом зважування та проведення промірів тіла.

**Таблиця 5**

Ріст та розвиток піддослідного молодняку німецької вівчарки, n = 10

| Група          | Характер годівлі      | Жива маса, кг       |                  | Зріст в загривку, см |                  |
|----------------|-----------------------|---------------------|------------------|----------------------|------------------|
|                |                       | на початку досліджу | в кінці досліджу | на початку досліджу  | в кінці досліджу |
| 1 – контрольна | ОР – сухий корм       | 23                  | 28               | 51                   | 54               |
| 2 – дослідна   | ДР (натуральні корми) | 23                  | 29               | 51                   | 55               |

Добрі результати у дресурі собак можна отримати лише за умов суворого дотримання усіх зоогігієнічних норм годівлі та утримання задовільного клінічно-го здоров'я тварини.

### Висновки

Результати наших досліджень показали, що службові собаки КНЦ ПС України у Львівській області масово, тобто десь приблизно 56,25 % від загального поголів'я знаходяться на годівлі сухими кормами.. Але, на нашу думку та глибоке переконання, яке підтверджено дослідженнями, краще себе почували та були клінічно здоровими собаки при годівлі їх натуральними кормами.

Вартість сухого корму на 1 гол. в дослідний період склали 244,7 гривні в дослідній групі проти 224,0 грн в контрольній, що повністю компенсується користю для здоров'я собак дослідної групи.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Bohdanova, I. B. (2000). Kharchuvannia kishok i sobak. M.: TOV "Hamma Pres 2000" (in Ukrainian).

Buchkovska, V. I., & Yevstafieva, Yu. M. (2020). Do istorii vykorystannia sobak u viiskovii spravi. Filosofsko-sotsiolohichni ta psykholoho-pedahohichni problemy pidhotovky osobystosti do vykonannia zavdan v osoblyvykh umovakh: materialy naukovopraktychnoi konferentsii, m. Kyiv, 5 lystopada 2020 r. Kyiv: Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Cherniakhovskoho, 49–50 (in Ukrainian).

Burlaka, V. A., Horalskyi, L. P., & Zasiakin, D.A. (2013). Kinolohiia: utrymannia, hodivlia, dresyruvannia sobak : pidruchnyk. Zhytomyr : ZhNAEU (in Ukrainian).

Burlaka, V. A., Pavliuk, N. V., Stepanenko, V. M. (2004). Kinolohiia: utrymannia ta hodivlia sobak, navchalnyi posibnyk Zh.: Volyn. URL: [http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/615/1/Kinologiya\\_utrymannia\\_ta\\_godivlya\\_sobak.pdf](http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/615/1/Kinologiya_utrymannia_ta_godivlya_sobak.pdf) (in Ukrainian).

Стосовно собак, що перебували на фермерському раціоні, добре розвивалися, за час досліджень їхня жива маса збільшилася на 5 кг, а висота в загривку – на 3 та 4 см. Тварини з дослідної групи, які отримували експериментальний раціон, збільшили живу масу на 5 кг, а висоту в загривку – на 4 кг (табл. 5).

Demchuk, M. V., Rudenko, V. P., & Staiennyi, O. V. (2005). Zakhvoriuvannia sobak v umovakh plemynnykh rozplidnykiv. Naukovyi visnyk Lvivskoi natsionalnoi akademii veterynarnoi medytsyny imeni S. Z. Hzhyskoho, 7(3(26)), 28–32 (in Ukrainian).

Gutyj, B. V., Said, W. S., Kutsan, O. T., Kukhtyn, M. D., Kushnir, I. M., Makhorin, H., Kovalchuk, I. I., Yaremko, O. V., Magrelo, N. V., Sus, H. V., Vus, U. M., Sobolta, A. H., & Leskiv, Kh. Ya. (2021). Fenbenzyl and fenbendazole impact on the dog's liver protein synthesizing function during experimental infestation with the pathogen toxocariasis. Ukrainian Journal of Ecology, 11(3), 124–129. DOI: 10.15421/2021\_152.

Haiduk, S. V. (2017). Osnovy dresyruvannia, hihiieny ta hodivli sluzhbovykh sobak: navchalnyi posibnyk. Kyiv (in Ukrainian).

Hill, R. C. (2004). Feeding Dogs for Agility. 8th Annual Dog Owners & Breeders Symposium. Courtesy of the AKC's Canine Health Foundation. University of Florida College of Veterinary Medicine.

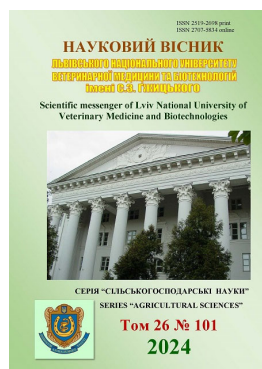
Hunchak, V. M., Martynyshyn, V. P., Gutyj, B. V., Hunchak, A. V., Stefanyshyn, O. M., & Parchenko, V. V. (2020). Impact of 1,2,4-thio-triazole derivative-based liniment on morphological and immunological blood parameters of dogs suffering from dermatomycoses. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 11(2), 294–298. DOI: 10.15421/022044.

Mylostyvyi, R., Belozor, M., Skliarov, P., Lieshchova, M., & Gutyj B. (2022). Treatment of the most frequent cases of grass awn migration in dogs with ultrasound. Applied Veterinary Research, 1(3), e2022017. DOI: 10.31893/avr.2022017.

Pivtorak, Y., Semchuk, I., & Naumyk, O. (2023). Organization of rationed feeding and feeding of dogs. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 25(98), 87–91. DOI: 10.32718/nvlvet-a9815.

Said, W. S., Stybel, V. V., Gutyj, B. V., Pryima, O. B., & Mazur, I. Y. (2020). Protein-synthesizing function and functional state of the liver of dogs at experimental toxocariasis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 22(98), 132–137. DOI: 10.32718/nvlvet9823.

- Said, W. S., Stybel, V. V., Gutyj, B. V., Pryima, O. B., Sobol, A. G., Leskiv, K. Y., & Dytiuk, M. P. (2020). The state of the immune system of dogs in experimental toxocarasis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(3), 20–24. DOI: 10.32718/ujvas3-3.04.
- Said, W., Stybel, V., Gutyj, B., & Prijma, O. (2020). Antioxidant protection system of dog organism at experimental toxocarasis. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 233–240. DOI: 10.31210/visnyk2020.03.27.
- Schmidt, M., & Koch, W. (2000). *Poradnik podstawowego szkolenia psow*. Warszawa: Wydawnictwo Delta WZ.
- Semchuk, I. Ya. (2023). *Metodychni rekomendatsii dlia praktychnykh zaniat z navchalnoi dysypliny “Hodivlia sportyvnykh, domashnykh i dykykh tvaryn” dlia studentiv II kursu bioloho-tekhnologichnoho fakultetu za osvituioi prohramoiu “Zoofizioterapiia”*. Lviv (in Ukrainian).
- Semchuk, I., & Naumyk, O. (2023). Theoretical aspects of the organization of standard and dietary nutrition for dogs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 194–199. DOI: 10.32718/nvlvet-a9831.
- Serkhovets, S., Mazur, N., & Dymchuk, A. (2020). Working qualities of search dogs of German and Belgian shepherd breeds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 22(93), 113–118. DOI: 10.32718/nvlvet-a9319.
- Sloboda, O. M., Naumiuk, O. S., Petryshak, R. A., & Semchuk, I. Ia. (2023). *Osoblyvosti hodivli khvorykh kotiv: navchalno-metodychnyi posibnyk*. Lviv (in Ukrainian).
- Sloboda, O. M., Naumiuk, O. S., Petryshak, R. A., & Semchuk, I. Ia. (2023). *Osoblyvosti hodivli sobak: navchalno-metodychnyi posibnyk*. Lviv (in Ukrainian).
- Sobol, O. M. (2020). *Vykorystannia riznykh typiv hodivli sobak u zviazku z yikh rozmirom ta porodnoiu nalezhnistiu. Suchasni vyklyky i aktualni problemy nauky, osvity ta vyrobnytstva: mizhhaluzevi dysputy : zb. nauk. pr.: materialy V mizh nar. nauk.-prakt. internet-konf. m. Kyiv, 3 chervnia 2020 r.* Kyiv, 301–306 (in Ukrainian).
- Stybel, V. V., Gutyj, B. V., Said, W. S., Kubiak, K., Janowski, M., Maksymovych, I. A., Guta, Z. A., Martyshuk, T. V., & Karpovskiy, V. I. (2021). The effect of fenbendazole on the antioxidant status of dogs during experimental invasion with the pathogen toxocarasis. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 12(2). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Veterenarna/article/view/15141>.
- Stybel, V., Gutyj, B., Gufriy, D., Slivinska, L., Kushnir, I., Kushnir, V., Prijma, O., Said, W., & Guta, Z. (2021). The effect of fenbendazole on the morphological parameters of the blood of dogs, with experimental infestation with the pathogen Toxocarasis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 148–155. DOI: 10.32718/nvlvet10424.
- Tsvihun, A. T., Buchkovska, V. I., & Yevstafieva, Yu. M. (2020). *Do istorii kinolohii*. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy, 2(84). URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/1021891.pdf> (in Ukrainian).
- Varkholiak, I. S., Gutyj, B. V., Gufriy, D. F., Sachuk, R. M., Mylostyvyi, R. V., Radzykhovskiy, M. L., Sedilo, H. M., & Izhboldina, O. O. (2021). The effect of the drug “Bendamine” on the clinical and morphological parameters of dogs in heart failure. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(3), 76–83. DOI: 10.32718/ujvas4-3.13.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10104  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.084:615.32:636.59

## Efficiency of feed utilization and growth of repair young quails with the use of a phytobiotic supplement

R. A. Chudak<sup>✉</sup>, Y. G. Lebid

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 10.06.2024

Received in revised form  
10.07.2024

Accepted 11.07.2024

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-097-229-11-34  
E-mail: julia.p08@ukr.net

**Chudak, R. A., & Lebid, Y. G. (2024). Efficiency of feed utilization and growth of repair young quails with the use of a phytobiotic supplement. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 25–29. doi: 10.32718/nvlvet-a10104**

Phytobiotics are an effective and natural way to combat the problem of antibiotic resistance in animal husbandry, which ensures the safety of consumed products, making them an important tool in poultry farming. The aim of the research work was to study the effect of phytobiotic supplement on live weight, growth and feed consumption in young quails. The experiment for repair young quails lasted 35 days. For the experiment, 4 groups of day-old quails of the “Manchurian Golden” breed were selected according to the principle of similar groups, 50 heads in each group. The quails of the control group were fed the basic ration – complete ration granulated compound feed. In addition to the main diet, the birds of the experimental groups consumed different doses of the phytobiotic supplement. The composition of the phytobiotic contains dried, crushed and granulated plant ingredients and natural extracts of the *Macleaya cordatas* plant. It was established that the additional consumption of phytobiotic supplement increases the live weight of quails in the 2nd group by 5.6 % ( $P < 0.01$ ), the 3rd by 8.6 % ( $P < 0.001$ ) and the 4th by 14.0 % ( $P < 0.001$ ), against control peers. It was found that the use of the studied phytobiotic increased absolute live weight gains in the 2nd group by 5.8 % ( $P < 0.01$ ), in the 3rd group by 8.8 % ( $P < 0.001$ ), and in the 4th group by 14.5 % ( $P < 0.001$ ) compared to the control group. The additional use of a plant feed additive increases the average daily growth in the 2nd group by 5.7 % ( $P < 0.05$ ), in the 3rd group by 8.9 % ( $P < 0.01$ ), and in the 4th group by 14.4 % ( $P < 0.001$ ), against the control indicator. It should be noted that with the addition of a phytobiotic additive to the combined feed of quails, the relative increase is greater in the 2nd group by 0.8 % ( $P < 0.01$ ) than in the 3rd group by 0.8 % ( $P < 0.01$ ), and in 4th by 1.5 % ( $P < 0.001$ ) than in the control. It was found that the consumption of feed per 1 kg of live weight gain was 10.0 % lower in quails of the 4th group, compared to the control.

**Key words:** phytobiotics, quail, live weight, gains, feeds, productivity.

## Ефективність використання корму та ріст ремонтного молодняку перепелів за використання фітобіотичної добавки

Р. А. Чудак<sup>✉</sup>, Я. Г. Лебідь

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Фітобіотики є ефективним та природним способом боротьби з проблемою антибіотикорезистентності у тваринництві, що забезпечує безпеку споживаних продуктів, робить їх важливим інструментом у птахівництві. Метою дослідної роботи було вивчення впливу фітобіотичної добавки на живу масу, прирости та витрати корму в молодняку перепелів. Експеримент для ремонтного молодняку перепелів тривав 35 діб. Для проведення дослідів відібрали 4 групи ододобових перепеленят “Маньчжурської золотистої” породи за принципом груп-аналогів, по 50 голів у кожній групі. Перепелам контрольної групи згодовували основний раціон – повнораціонний гранульований комбікорм. Птиця дослідних груп додатково до основного раціону споживала різні дози фітобіотичної добавки. У складі фітобіотика містяться висушені, подрібнені та гранульовані рослинні інгредієнти і натуральні екстракти рослини Маклеї серцеподібної (*Macleaya cordatas*). Встановлено, що додаткове споживання фітобіотичної добавки



підвищує живу масу перепелів у 2-й групі на 5,6 % ( $P < 0,01$ ), 3-й на 8,6 % ( $P < 0,001$ ) та 4-й на 14,0 % ( $P < 0,001$ ) проти контрольних ровесників. Виявлено, що за використання досліджуваного фітобіотики збільшуються абсолютні прирости живої маси у 2-й групі на 5,8 % ( $P < 0,01$ ) у 3-й на 8,8 % ( $P < 0,001$ ) та у 4-й на 14,5 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольною групою. Додаткове застосування рослинної кормової добавки сприяє підвищенню середньодобового приросту в 2-й групі на 5,7 % ( $P < 0,05$ ) у 3-й на 8,9 % ( $P < 0,01$ ), та у 4-й на 14,4 % ( $P < 0,001$ ) проти контрольного показника. Варто зауважити, що за додавання до комбікорму перепеленят фітобіотичної добавки відносний приріст більший у 2-й групі на 0,8 % ( $P < 0,01$ ) у 3-й на 0,8 % ( $P < 0,01$ ), та у 4-й на 1,5 % ( $P < 0,001$ ), ніж у контролі. З'ясовано, що витрати корму на 1 кг приросту живої маси були менші у перепелів 4-ї групи на 10,0 % проти контролю.

**Ключові слова:** фітобіотики, перепели, жива маса, прирости, корми, продуктивність.

## Вступ

Нині у багатьох країнах світу спостерігається позитивна динаміка успішного розвитку такої популярної та перспективної галузі птахівництва, як перепелівництво. Останнім часом в Україні також визначається чітка тенденція збільшення виробництва продукції перепелів. Зацікавлення виробництвом продукції перепелівництва обумовлюється не тільки скоростиглістю, збереженням поголів'я птиці, а й порівняно високою яєчною продуктивністю (Ampode, 2019; Suwarta & Suryani, 2019; Salazar et al., 2021; Holubiev et al., 2022; Poberezhets et al., 2022).

Є тісний взаємозв'язок між обміном речовин, засвоєнням поживних речовин і продуктивністю птиці. Як альтернативу антибіотикам успішно можна використовувати у годівлі тварин та птиці добавки рослинного походження. Ці природні речовини мають широкий спектр антимікробної та імуностимулюючої дії і сприяють відновленню нормальної мікрофлори кишківника (Kyryliv et al., 2017; Abdelli et al., 2021; Samantaray & Nayak, 2021; Saraiva et al., 2022).

Дедалі більше дослідників зауважує позитивний вплив фітобіотичних добавок на процеси травлення, продуктивність та антимікробні властивості у тваринництві (Windisch et al., 2008; Gutty et al., 2017; Islam & Sheikh, 2021). На відміну від традиційних антибіотиків фітобіотики не мають кумулятивного ефекту, що дає змогу отримати органічну та безпечну продукцію високої якості (Grashorn, 2010; Gheisar & Kim, 2018; Khan et al., 2022).

Особливу увагу привертає Маклея серцеподібна (*Macleaya cordatas*). Екстракт Маклеї містить ряд алкалоїдів, серед яких головними діючими є сангвинарин, хелеритрин, протопин і аллокриптопин. Перші два володіють стимулюючою дією на кишечник. Сангвинарин пригнічує розвиток граммпозитивних і грамнегативних бактерій, дріжджів. Крім того, екстракт маклеї має антистресовий ефект (Grodzinsky, 1992; Zhukova et al., 2019).

## Мета дослідження

Метою дослідної роботи було вивчення впливу фітобіотичної добавки на живу масу, прирости та витрати корму в молодняку перепелів.

## Матеріал і методи досліджень

Науково-господарський дослід відбувався в умовах ТОВ “ОРГАНІК ПЛЮС” м. Вінниці на ремонтному молодняку перепелів “Маньчжурської золотистої” породи. Для проведення дослідів відібрали 4 групи однодобових перепеленят за принципом груп-аналогів (Ibatullin et al., 2017). У кожній групі було по 50 голів. Дослід для ремонтного молодняку перепелів тривав 35 діб.

Перепелам контрольної групи згодовували основний раціон – повнораціонний гранульований комбікорм ТМ “Калинка” – 25П для молодняку перепела, м. Калинівка, Вінницька область. Водночас три дослідні групи до основного раціону споживали різні дози фітобіотичної добавки “Сангровіт Екстра” (табл. 1).

**Таблиця 1**

Схема науково-господарського дослідів

| Група          | Кількість тварин у групі, гол. | Тривалість дослідів, діб | Особливості годівлі                     |
|----------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
| 1 – контрольна | 50                             | 35                       | ОР (повнораціонний комбікорм)           |
| 2 – дослідна   | 50                             | 35                       | ОР + “Сангровіт Екстра” (75 г/т корму)  |
| 3 – дослідна   | 50                             | 35                       | ОР + “Сангровіт Екстра” (150 г/т корму) |
| 4 – дослідна   | 50                             | 35                       | ОР + “Сангровіт Екстра” (300 г/т корму) |

Досліджувана добавка містить висушені, подрібнені та гранульовані рослинні інгредієнти і натуральні екстракти рослини Маклеї серцеподібної.

Живу масу тіла перепелів визначали шляхом зважування на електронних вагах з точністю до 1 г (Ibatullin et al., 2017).

Дані результатів наукового дослідів опрацьовували біометрично, застосовуючи дисперсійний аналіз (ANOVA). Статистичну вірогідність визначали за

критерієм Ст'юдента, де враховували межі достовірності:  $P \leq 0,05$ ;  $P \leq 0,01$ ,  $P \leq 0,001$  (Rudenko, 2012).

## Результати та їх обговорення

Зазначається, що на початку дослідів жива маса перепеленят у добовому віці була в межах 7,7–7,9 г.

Починаючи з 7-добового віку, в птиці 3-ої дослідної групи зростає жива маса на 4,6 % ( $P < 0,05$ ) проти контролю (табл. 2).

За використання фітобіотичної добавки перепели 3-ї та 4-ї груп переважали своїх аналогів з контролю у віці 14 діб відповідно на 3,3 і 3,0 % ( $P < 0,05$ ) та у 21 добу на 4,7 і 4,9 % ( $P < 0,01$ ).

У 28-добовому віці перепели 2-ї групи були важчі на 3,3 % ( $P < 0,05$ ), 3-ї на 9,3 % ( $P < 0,001$ ) та 4-ї на 12,6 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольними ровесниками.

**Таблиця 2**

Динаміка росту перепеленят,  $x \pm SD$  ( $n = 50$ )

| Вік, діб | Група            |                    |                     |                     |
|----------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|          | 1 – контрольна   | 2 – дослідна       | 3 – дослідна        | 4 – дослідна        |
| 1        | 7,8 $\pm$ 0,06   | 7,7 $\pm$ 0,06     | 7,9 $\pm$ 0,07      | 7,8 $\pm$ 0,08      |
| 7        | 38,9 $\pm$ 0,58  | 39,8 $\pm$ 0,52    | 40,7 $\pm$ 0,55*    | 40,4 $\pm$ 0,49     |
| 14       | 101,4 $\pm$ 0,83 | 103,5 $\pm$ 0,72   | 104,8 $\pm$ 1,02*   | 104,5 $\pm$ 0,98*   |
| 21       | 162,5 $\pm$ 1,48 | 166,1 $\pm$ 1,35   | 170,2 $\pm$ 1,56**  | 170,5 $\pm$ 1,66**  |
| 28       | 215,3 $\pm$ 2,06 | 222,5 $\pm$ 2,14*  | 234,8 $\pm$ 2,18*** | 242,6 $\pm$ 2,24*** |
| 35       | 244,5 $\pm$ 2,64 | 258,2 $\pm$ 2,75** | 265,6 $\pm$ 2,82*** | 278,8 $\pm$ 2,94*** |

Додаткове згодовування фітобіотика збільшує живу масу перепелів у віці 35 діб в 2-й групі на 5,6 % ( $P < 0,01$ ), 3-й на 8,6 % ( $P < 0,001$ ) та 4-й на 14,0 % ( $P < 0,001$ ) проти контрольної групи.

Результати досліджень узгоджуються з дослідями Ebrahimzadeh et al., (2018), Agah et al., (2019), які по-

відомляють про позитивний вплив фітобіотиків на живу масу тіла та імунну систему птиці.

Встановлено, що за дії фітобіотичної добавки підвищуються абсолютні прирости живої маси у 2-й групі на 5,8 % ( $P < 0,01$ ), у 3-й на 8,8 % ( $P < 0,001$ ) та у 4-й на 14,5 % ( $P < 0,001$ ) щодо контролю (табл. 3).

**Таблиця 3**

Прирости живої маси молодняку перепелів  $x \pm SD$  ( $n = 50$ )

| Приріст живої маси | Група            |                    |                     |                     |
|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                    | 1 – контрольна   | 2 – дослідна       | 3 – дослідна        | 4 – дослідна        |
| Абсолютний, г      | 236,7 $\pm$ 3,68 | 250,5 $\pm$ 3,84** | 257,7 $\pm$ 3,76*** | 271,0 $\pm$ 3,92*** |
| Середньодобовий, г | 6,76 $\pm$ 0,12  | 7,15 $\pm$ 0,11*   | 7,36 $\pm$ 0,13**   | 7,74 $\pm$ 0,14***  |
| Відносний, %       | 187,6 $\pm$ 0,15 | 188,4 $\pm$ 0,18** | 188,4 $\pm$ 0,19**  | 189,1 $\pm$ 0,22*** |

Крім того, за споживання досліджуваного фітобіотика середньодобовий приріст збільшується у 2-й групі на 5,7 % ( $P < 0,05$ ), у 3-й на 8,9 % ( $P < 0,01$ ) та у 4-й на 14,4 % ( $P < 0,001$ ) проти контрольних аналогів.

Варто зауважити, що за додавання до комбікорму перепеленят фітобіотичної добавки відносний приріст

більший у 2-й групі на 0,8 % ( $P < 0,01$ ) у 3-й на 0,8 % ( $P < 0,01$ ), та у 4-й на 1,5 % ( $P < 0,001$ ), ніж у контролі.

За результатами обліку кормів встановлено, що витрати корму за період дослідження в 4-й групі збільшуються на 3,0 % щодо контрольного показника.

**Таблиця 4**

Витрата кормів, кг

| Група          | Витрати кормів        |                |                  |
|----------------|-----------------------|----------------|------------------|
|                | За період дослідження | На одну голову | На 1 кг приросту |
| 1 – контрольна | 29,4                  | 0,588          | 2,48             |
| 2 – дослідна   | 28,6                  | 0,572          | 2,28             |
| 3 – дослідна   | 29,2                  | 0,584          | 2,26             |
| 4 – дослідна   | 30,3                  | 0,606          | 2,23             |

Варто також зазначити, що на 1 кг приросту живої маси витрати корму зменшувалися у перепелів, які споживали фітобіотик, зокрема у 4-й групі на 10,0 % проти контролю.

Аналогічні дослідження проводили інші вчені Forte et al., (2018) та Righi et al., (2021), які вивчали вплив рослинних добавок на організм птиці та виявили позитивну дію фітобіотиків не лише на продуктивність та імунітет, а й на якість продукції птахівництва. Зокрема, Gnanaraj et al., (2023) зазначає, що за використання фітобіотичної добавки відбувається підвищення маси тіла японських перепелів та поліпшення конверсії корму.

## Висновки

За результатами дослідження виявлено, що використання досліджуваної фітобіотичної добавки сприяє збільшенню живої маси молодняку перепелів 4-ї групи на 14,0 % ( $P < 0,001$ ) щодо контролю. Водночас підвищуються абсолютні та середньодобові прирости живої маси за використання максимальної дози фітобіотика на 14,5 % ( $P < 0,001$ ) та 14,4 % ( $P < 0,001$ ) проти контрольних аналогів. Крім того, за споживання перепелами фітобіотичної добавки збільшився відносний приріст у 4-й групі на 1,5 % ( $P < 0,001$ ) проти контрольного значення. Встановлено, що ви-

трати корму на 1 кг приросту живої маси зменшувалися у перепелів 4-ї групи на 10,0 % порівняно з контрольним показником.

### Відомості про конфлікт інтересів

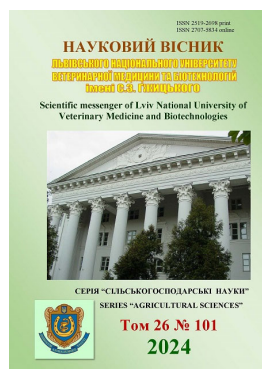
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phyto-genic Feed Additives in Poultry: Achievements, Prospective and Challenges. *Animals (Basel)*, 11(12), 3471–3494. DOI: 10.3390/ani11123471.
- Agah, M. J., Mirakzehi, M. T., & Saleh, H. (2019). Effects of olive leaf extract (*Olea europea* L.) on growth performance, blood metabolites and antioxidant activities in broiler chickens under heat stress. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 29(3), 657–666. URL: <https://thejaps.org.pk/docs/v-29-03/04.pdf>.
- Ampode, K. M. (2019). Papaya (*Carica papaya* Linn.) leaf meal as phytobiotic feed supplement improves the production performance of growing Japanese Quails. *International Journal of Biosciences*, 14(5), 533–540. URL: <https://ssrn.com/abstract=4070142>.
- Ebrahimzadeh, S. K., Navidshad, B., Farhoomand, P., & Aghjehgheshlagh, F.M. (2018). Effects of grape pomace and vitamin E on performance, antioxidant status, immune response, gut morphology and histopathological responses in broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, 48(2), 324–336. DOI: 10.4314/sajas.v48i2.13.
- Forte, C., Branciar, R., Pacetti, D., Miraglia, D., Ranucci, D., Acuti, G., Balzano, M., Frega, N. G., & Trabalza-Marinucci, M. (2018). Dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) aqueous extract improves oxidative stability and consumer acceptance of meat enriched with CLA and n-3 PUFA in broilers. *Poultry Science*, 97(5), 1774–1785. DOI: 10.3382/ps/pex452.
- Gheisar, M., & Kim, I. H. (2018). Phytobiotics in poultry and swine nutrition - A review. *Italian Journal of Animal Science*, 17, 92–99. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1350120.
- Gnanaraj, P. T., Valavan, S. E., & Bharathi, A. A. (2023). Effect of Phyto-genic Feed Additives on Growth Performance of Japanese Quail. *Biological Forum – An International Journal*, 15(4), 575–579. URL: <https://www.researchtrend.net/bfij/pdf/Effect-of-Phyto-genic-Feed-Additives-on-Growth-Performance-of-Japanese-Quail-S-Ezhil-Valavan-96.pdf>.
- Grashorn, M. A. (2010). Use of phytobiotics in broiler nutrition – an alternative to infeed antibiotics? *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19(3), 338–347. DOI: 10.22358/jafs/66297/2010.
- Grodzinsky, A. M. (1992). *Likarski roslynny: Entsiklopedychnyi dovidnyk. [Medicinal plants: Encyclopedic guide].* Ukrainska Entsiklopediia, Olimp: Kyiv, Ukrainian (in Ukrainian).
- Gutyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., & Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on biochemical and morphological indicators of blood of piglets under nitrate loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 427–432. DOI: 10.15421/021766.
- Holubiev, M., Huryn, A., Sychov, M., Umanets, D., Holubieva, T., & Balanchuk, I. (2022). The use of a poly-phenol-carbon complex from the Antarctic black yeast *Nadsoniella nigra* in the diet of poultry and their effect on the hatching quality of quail eggs of laying hens. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 31–34. DOI: 10.32718/nvlvet-a9704.
- Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, I. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnystvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry].* Ah-rarna Nauka: Kyiv, Ukrainian (in Ukrainian).
- Islam, R., & Sheikh, I. U. (2021). Phytobiotics in Poultry Production. *Recent research in animal husbandry and veterinary sciences*, 2(3), 13–36. DOI: 10.22271/int.book.71
- Khan, R. U., Fatima, A., Naz, S., Ragni, M., Tarricone, S., & Tufarelli, V. (2022). Perspective, Opportunities and Challenges in Using Fennel (*Foeniculum vulgare*) in Poultry Health and Production as an Eco-Friendly Alternative to Antibiotics: A Review. *Antibiotics*, 11(2), 278. DOI: 10.3390/antibiotics11020278.
- Kyryliv, B., Hunchak, A., & Sirko, Y. (2017). The productivity and quality of production of quails for influence dietary supplements. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 19(74), 229–234. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture/article/view/2334>.
- Poberezhets, J., Gutyj, B., Yaremchuk, O., Chudak, R., Farionik, T., Razanova, O., & Skoromna, O. (2022). Effectiveness of mineral supplementing productivity and hematological parameters of meat quails. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(105), 23–29. DOI: 10.32718/nvlvet10504.
- Righi, F., Pitino R., Manuelian, C.L., Simoni, M., Quarantelli, A., De Marchi, M., & Tsiplakou, E. (2021). Plant feed additives as natural alternatives to the use of synthetic antioxidant vitamins on poultry performances, health, and oxidative status: A review of the literature in the last 20 years. *Antioxidants*, 10(9), 659. DOI: 10.3390/antiox10050659.
- Rudenko, V. M. (2012). *Matematychna statystyka. Center for Educational Literature: Kyiv, Ukrainian*, 234–245 (in Ukrainian).
- Salazar, I., Rodríguez, R., Aroche, R., Valdivie, M., & Martínez, Y. (2021). Phytobiotic effect of *Jatropha curcas* leaf powder on productivity, egg quality and blood biochemistry of laying quails. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(3), 315–326. DOI: 10.7440/res64.2018.03.
- Samantaray, L., & Nayak, Y. (2021). Review Article The Effectiveness of Phytobiotic Additives in Poultry Nutrition. *Strad Research*, 8(6), 424–428. DOI: 10.37896/sr8.6/041.
- Saraiva, M. S. M., Lim, K., Do Monte, D. F., Givisiez, P. E., Alves, L. B., Freitas Neto, O. C., Kariuki, S., Júnior, A. B., Oliveira, C. J. & Gebreyes, W. A. (2022). Antimicrobial resistance in the globalized

- food chain: A one health perspective applied to the poultry industry. *Brazilian Journal of Microbiology*, 53(1), 465–486. DOI: 10.1007/s42770-021-00635-8.
- Suwarda, F. X., & Suryani, C. H. L. (2019). The effects of supplementation of Cinnamon and Turmeric powder mixture in ration of quail on performance and quality of eggs. *Worlds Veterinary Journal*, 9(4), 249–254. DOI: 10.36380/scil.2019.wvj31.
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86(14), 140–148. DOI: 10.2527/jas.2007-0459.
- Zhukova, I., Molchanov, A., Kostiuk, I., Bobrytska, O., Lonhus, N., & Ionov, I. (2019). The investigation of the influence which is done as a result of macleaya cordata and biologically active additives on the carbohydrate metabolism in pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21(93), 137–142. DOI: 10.32718/nvlvet9324.





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10105  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.612.082

## Development of Ukrainian Black-and-White Dairy cattle × Holstein of different constitution types in postnatal ontogenesis

V. D. Fedak<sup>1</sup>, O. I. Stadnytska<sup>1✉</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, N. V. Nazaruk<sup>2</sup>, M. I. Polulikh<sup>1</sup>, O. O. Bezalychna<sup>3</sup>,  
N. Yu. Kibenko<sup>4</sup>, O. B. Shevchenko<sup>4</sup>, A. S. Fediaieva<sup>4</sup>, V. M. Bratiuk<sup>1</sup>, Kh. Ya. Leskiv<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS of Ukraine, v. Obroshino, Lviv region, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

<sup>4</sup>DBTU “State Biotechnological University”, Kharkiv, Ukraine

### Article info

Received 10.06.2024

Received in revised form

10.07.2024

Accepted 11.07.2024

**Fedak, V. D., Stadnytska, O. I., Gutyj, B. V., Nazaruk, N. V., Polulikh, M. I., Bezalychna, O. O., Kibenko, N. Yu., Shevchenko, O. B., Fediaieva, A. S., Bratiuk, V. M., & Leskiv, Kh. Ya. (2024). Development of Ukrainian Black-and-White Dairy cattle × Holstein of different constitution types in postnatal ontogenesis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 30–39. doi: 10.32718/nvlvet-a10105**

Institute of Agriculture of  
the Carpathian region of  
the National Academy of  
Agrarian Sciences of Ukraine  
Grushevskogo Str. 5, Obroshino,  
Pustomytsky District,  
Lviv Region, 81115, Ukraine  
Tel.: +38-067-747-18-36  
E-mail: stadnytskaolha@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

State Biotechnological University,  
Alchevsky Str., 44, Kharkiv,  
61002, Ukraine.

Odessa State Agrarian University,  
Panteleymonivska Str., 13,  
Odessa, 65012, Ukraine.

In our study, the objective was to examine the growth of body weight and linear development of cross-bred heifers, in-calf heifers, and cows of the Ukrainian Black-and-White Dairy x Holstein breed with different constitution types from birth to 21 months of age. The body weight growth indicators of heifers with a high physiological-breeding index (experimental group) and a low index (control group) were studied in postnatal ontogenesis. At birth, the body weight of the control and experimental groups was almost identical, at 29.5 and 29.7 kg, respectively. Subsequently, at 3, 6, 12, 18, and 21 months of age, the heifers in the experimental group surpassed their control counterparts in this indicator by 5.12 %, 4.71 %, 3.34 %, 4.39 %, and 4.71 %, respectively. The live weight of the experimental heifers at 18 months was 397 kg, while the control group was 380.5 kg. The experimental and control group heifers had a live weight of 18 months higher than the breed standard (375 kg) by 5.92 % and 1.3 %, respectively. From birth to 18 months, the average daily gains in live weight for the experimental group heifers were 681 g, while those for the control group were 650 g. A similar pattern was observed from birth to 21 months of age. The crossbred in-calf heifers at 8–9 months of gestation surpassed the control counterparts in the main body measurements: height at the withers, height at the sacrum, chest depth, body length, chest width, width at the hip joints, width at the hooks, chest circumference behind the shoulders, and pastern girth by 4.39 %, 5.71 %, 3.88 %, 4.25 %, 2.65 %, 1.84 %, 1.29 %, 3.11 %, and 1.09 %, respectively. The crossbred first-calf cows at 2–3 months of lactation surpassed the control counterparts in height at the withers and sacrum, chest depth, body length, width at the hip joints, width at the hooks, and chest circumference by 1.34 %, 2.73 %, 3.03 %, 2.15 %, 1.23 %, 2.61 %, and 2.28 %, respectively. Regarding chest width and pastern girth, the first-calf cows in the control and experimental groups had identical measurements. Therefore, based on the main body measurements, the heifers at different ages, in-calf heifers, and first-calf cows in the experimental group had an advantage over the control counterparts. There was no significant difference in the leg length index between the experimental and control counterparts. Regarding the stretch index, the experimental heifers at 12 months of age and cows at 2–3 months of lactation surpassed the control counterparts by 1.93 % and 0.79 %, respectively. In all other age periods of the heifers (3, 6, 18 months) and in-calf heifers (at 8–9 months of gestation), the advantage of the control animals over the experimental ones in the mentioned index was insignificant. Thus, regarding body weight growth and linear development, animals with a high physiological-breeding index outperformed those with a low physiological-breeding index in postnatal ontogenesis by 9–11 %.

**Key words:** body weight, linear measurements, body structure indices.

## Розвиток худоби українська чорно-ряба молочна × голштинська різних типів конституції в постнатальному онтогенезі

В. Д. Федак<sup>1</sup>, О. І. Стадницька<sup>1✉</sup>, Б. В. Гутий<sup>2</sup>, Н. В. Назарук<sup>2</sup>, М. І. Полуліх<sup>1</sup>, О. О. Безалтична<sup>3</sup>, Н. Ю. Кібенко<sup>4</sup>, О. Б. Шевченко<sup>4</sup>, А. С. Федяєва<sup>4</sup>, В. М. Братюк<sup>1</sup>, Х. Я. Леськів<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, с. Оброшине, Львівська область, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

<sup>4</sup>Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

У наших дослідженнях ставилось завдання вивчити ріст маси тіла та лінійний розвиток помісних телиць, нетелей і корів українська чорно-ряба молочна × голштинська різного типу конституції від народження до 21 місячного віку. Показники росту маси тіла телиць з високим фізіолого-селекційним індексом (дослідна група) і низьким (контрольна група) вивчали в постнатальному онтогенезі. При народженні маса тіла у контрольної і дослідної груп була практично однакова і становила відповідно 29,5 і 29,7 кг. У подальшому в 3, 6, 12, 18 і 21-місячному віці телиць дослідної групи за цим показником переважали контрольних аналогів відповідно на 5,12; 4,71; 3,34; 4,39 і 4,71 %. Жива маса дослідних телиць у 18 місяців становила 397 кг, а контрольних – 380,5 кг. Як у телиць дослідної групи, так і у телиць контрольної групи жива маса у 18 місяців була вищою за стандарт породи (375 кг) – відповідно на 5,92 і 1,3 %. Від народження до 18-місячного віку середньодобові прирости живої маси телиць дослідної групи склали 681 г, а контрольних ровесниць – 650 г. Аналогічна закономірність відмічена в період від народження до 21 місячного віку. У цей період середньодобові прирости живої маси у телиць контрольної групи становили 634 г, а дослідної – 666 г. У 6-місячному віці за вищеназваними промірами статей тіла тварини дослідної групи переважали контрольних відповідно на 1,11; 2,10; 1,35; 0,97; 2,60; 0,64; 2,38; 2,47 і 2,80 %, а у 12-місячному – відповідно на 0,90; 3,80; 1,66; 2,89; 2,09; 2,00; 1,50; 1,35; 0,58%. У 18-місячному віці за основними промірами статей тіла перевага телиць дослідної групи над ровесницями контрольної становила відповідно 2,85; 3,08; 3,29; 0,29; 5,05; 1,09; 0,46; 2,91 і 1,63%. Помісні нетелі на 8–9 місяці тільності за основними промірами статей тіла: висотою в холці, висотою в крижах, глибиною грудей, косою довжиною тулуба, шириною грудей, шириною в тазостегнових зчленуваннях, шириною в клубях, обхватом грудей за лопатками, обхватом п'ястка переважали контрольних ровесниць відповідно на 4,39; 5,71; 3,88; 4,25; 2,65; 1,84; 1,29; 3,11; 1,09 %. Помісні первістки на 2–3 місяці лактації переважали контрольних аналогів за показниками висоти в холці та крижах, глибини грудей, косої довжини тулуба, ширини в тазостегнових зчленуваннях, ширини в кульхах, обхватом грудей відповідно на 1,34; 2,73; 3,03; 2,15; 1,23; 2,61; 2,28 %. За шириною грудей та обхватом п'ястка первістки контрольної і дослідної групи мали однакові показники. Отже, за основними промірами статей тіла телиць у різні вікові періоди, нетелі та корови-первістки дослідної групи мали перевагу над контрольними аналогами. За індексом розтягнутості дослідні телиці в 12-місячному віці і корови на 2–3 місяці лактації переважали контрольних аналогів відповідно на 1,93 і 0,79 %. В усі інші вікові періоди телиць (3, 6, 18 місяців) і нетелей (на 8–9 місяці тільності) перевага контрольних тварин над дослідними аналогами за вищеназаним індексом була несуттєвою. Грудний індекс характеризує розвиток грудної клітки тварини. За цим індексом між тваринами обох груп значної різниці не встановлено, хоча телиці у 6 і 18 місяців й нетелі на 8–9 місяці тільності дослідної групи переважали контрольних відповідно на 2,89; 1,75 і 1,03 %. У телиць у 3 і 12 місяців й корів на 2–3 місяці лактації контрольної групи грудний індекс був децю вищий. Такі зміни вищеназваного індексу у молодняку і фізіологічно зрілої худоби можна в деякій мірі пояснити нерівномірністю росту в окремі вікові періоди промірів у висоту, ширину, довжину і глибину. Важливим для характеристики екстер'єру тварин є індекс збитості. Він характеризує відношення обхватом грудей за лопатками відносно косої довжини тулуба. Телиці дослідної групи в 3-, 6- і 18-місячному віці, корови на 2–3 місяці лактації за індексом збитості переважали контрольних аналогів відповідно на 3,47; 1,48; 2,56; 0,10 %. У 12-місячних телиць та нетелей на 8–9 місяці тільності контрольної групи за цим індексом встановлена деяка перевага над дослідними аналогами. Таким чином, за ростом маси тіла, лінійним розвитком тварини з високим фізіолого-селекційним індексом переважали аналогів з низьким фізіолого-селекційним індексом в постнатальному онтогенезі на 9–11 %.

**Ключові слова:** маса тіла, лінійні проміри, індекси будови тіла.

### Introduction

The breed began in 1861 when farms were established that could conduct organizational breeding work in the United States and Canada. The first associations appeared, which in 1885 merged into the American Association of Purebred Holstein-Friesian Cattle (NRA), and the cattle were officially named Holstein-Friesian; since 1983, the association has been called the Holstein Association USA, and the breed–Holstein (Kalchuk & Popadiuk, 2014; Vedmedenko, 2018; Voitenko et al., 2019; Zhelezniak et al., 2019).

Since 1877, thanks to official competitions and the establishment of records, Holstein-Friesian cattle became the most popular among dairy breeds in the United States.

They quickly spread throughout the country and to Canada (1861), which shares a common history with its southern neighbor in the creation of this breed.

In 1945, the number of these cows reached 26 million head. In 1975, due to structural changes in the US dairy industry, it decreased to 11.2 million, and in 1993, 9 million cows were raised on 124,000 farms (Novak, 2012; Pelekhatyi & Kochuk-Yashchenko, 2014; Kohut et al., 2015; Kuziv et al., 2017).

The number of Holstein cows in Canada was 1.7 million in 1979–1981, 1.4 million in 1990, and 1.3 million in 1993. The proportion of Holsteins accounts for 90 % of all dairy cattle in the United States and 95 % in Canada. The Holstein breed is used in 50–70 countries worldwide. From the US and Canada, bulls, in-calf heifers, heifers,

semen, and embryos are exported for breeding both in purebred form and in crossbreeding. Holsteins began to be imported to Europe in 1950, and since then, they have become widely popular in creating herds with specific characteristics of local breeds. In the US, the farms of Chaney, Miller, Smith, and Powell significantly contributed to the breed's development. Notable breeders of that time included Thomas Wales, Hydecowper, Stilwell, and others. In Canada, the Clemence family – a lineage of breeders including the father, son, grandson, and great-grandson – played a key role.

The initial stock used was Dutch cows, which were the highest-producing in Europe at that time. The selection was exclusively focused on increasing milk production while considering the expression of the exterior type (initially as an indicator of aesthetic appearance and, later, of health). This was made possible by inexpensive roughage and concentrated feed; labor costs oriented selection toward ease of milking. Various selection methods and improvements in evaluation techniques within the breeding system were implemented through registering record productivity in pedigree books (in 1871), testing high-yielding herds (in 1927) created by inbreeding and involving outstanding animals from outside. The development of a classification scale for exterior type (in 1929) – initially through the description of model animals and later through point scoring – was followed by the implementation of breeding programs aimed at increasing milk yield (in 1871), milk fat content (in 1944), lifetime productivity, the widespread use of artificial insemination (in 1948), and the evaluation of bulls based on progeny quality (in 1935). The adoption and implementation of the idea of calculating animal indexes (in 1932 and 1933) were followed by using modern data processing methods on computers and evaluating breeding values (BLUP).

The milk production of cows in controlled herds in the US was: in 1929 – 4,928 kg with a milk fat content of 3.3 %; in 1939 – 5,150 kg and 3.46 %; in 1959 – 5,963 kg and 3.69%; in 1969 – 7,007 kg and 3.68%; in 1975 – 7,373 kg and 3.68 %; in 1984 – 8,444 kg and 3.63 %; in 1990 – 9,632 kg and 3.62 %. In Canada, milk production was 3,881 kg with a milk fat content of 3.63 % in 1930; 4,114 kg and 3.62 % in 1940; 5,200 kg and 3.67 % in 1960; 6,479 kg and 3.76 % in 1980; 7,625 kg and 3.65 % in 1990. In Canada, in 1994, an average of 10,390 kg of milk with a fat content of 3.78 % was obtained from 327.7 thousand cows.

In performance tests, Holstein cows bred in the US and Canada rank first among their European counterparts in terms of milk yield (an advantage of up to 16 %) and milk fat content (up to 13 %); for milk production, this advantage over crossbred (Holstein-Black-and-White) cattle reaches 26 %, but the milk fat content in the latter is 10 % lower. Holsteins are a late-maturing breed, with animals reaching their final growth at 72 months. The average live weight of mature cows of American breeding is 710 kg; by three years of age, it is already 620 kg. Achieving such indicators is possible with average daily live weight gains of 725 g for heifers over 18 months while maintaining specific growth requirements during the rearing periods; the average daily gains for Holstein bulls with intensive fattening to a live weight of 460 kg

are 1,050 g, which is surpassed only by Charolais and Simmental breeds. Regarding carcass quality, Holsteins are comparable to these breeds, with a high percentage of lean meat. The meat production yield is 55–57 % (Fedak et al., 2002; Piddubna & Pelekhatyi, 2011; Pelekhatyi & Kucher, 2013; Poslavska et al., 2016; Pelekhatyi & Shuliar, 2017; Skoromna et al., 2020; Bashchenko et al., 2021).

Holstein cows hold all the world records for milk production: in 1878/79 – 7,000 kg; in 1885/86 – 11,803 kg; in 1918 – 15,161 kg; in 1950 – 20,630 kg; and 1974 – 25,247 kg of milk per year. Today, the world record for milk yield is held by the Cuban three-quarter Holstein cow, Ubre Blanca: in 1981, during her third lactation, she produced 27,674 kg of milk with a fat content of 3.8% over 364 days; she also holds the world record for the highest daily milk yield (110.9 kg). Among purebred Holstein cows, the highest milk yield was recorded by Rayim Mark Jenks (Rayim Dairy Farm, Sideridge, Colorado) – 27,473 kg with 3.2 % fat and 3.1 % protein content. The world record for milk fat content is held by the Holstein cow Roybrook High Ellen (Japan, Yasuhiro Tanaka Farm), which produced 1,418 kg of milk fat over 365 days of lactation. The world record for lifetime productivity is held by cow No. 289 (California), which produced 211,212 kg of milk with 6,543 kg of milk fat over 19.5 years (5,535 days of lactation) (Fedak, 2001; Shevchenko & Hmelnychiy, 2014; Shcherbatyi et al., 2017; Loboda & Bardash, 2019; Borshch et al., 2020; 2021; Gieseke et al., 2022).

Holstein cattle belong to a specialized dairy type, unmatched by any other breed worldwide. The development of the breed's type took decades; at the beginning of the 20th century, these were primarily small cows with giant, fleshy udders and funnel-shaped teats, suitable for milk and beef production. In the 1950s, more attention was given to cows with higher milk yields than meat-milk production; such cows had stronger, thinner bones in the rear legs, well-developed rear udders, and improved teat size and placement. By the 1970s, Holstein cows were taller at the withers, with wide and long rumps, although the placement of the fore udder and front teats still needed improvement. By the 1990s, these were proportionally built animals with an excellent appearance – longer, taller, and thinner-boned than their predecessors; the herd was mainly composed of proportionally built, efficient “machines” designed for producing large quantities of milk (Griffiths et al., 2018; Loboda & Bardash, 2019; Goncu et al., 2019; Foris et al., 2019; Roman et al., 2020; Mazur et al., 2020; Mylostyvyi et al., 2021).

Holstein cattle are noted for their satisfactory reproductive ability. Reproductive performance is primarily determined by the physiological characteristics of the animals, which, after high milk production, require rest to restore reproductive function. With a milk production of up to 7,000 kg per year, regular annual calving can be expected, while at 7,500 kg, the inter-calving period does not exceed 13 months; at 8,200 kg, the inter-calving period is no more than 15 months; and at 9,300 kg, it extends to 18 months.

A distinctive feature of line breeding in the Holstein breed is the relatively rapid change of generations: lines



or genealogical groups are worked with as long as the bulls produce offspring that surpass other lines in breeding value and rank first in the breed. The main lines include Chief, Ivanhoe-Elevation, Admiral-Kingling, Astronaut, Bootmaker, Citation, R. Fond Matt, Knight, Sunnyside, Wis Ideal, and Johanna Rag Apple Pabst. During the early development of the Holstein breed, cows, rather than bulls, played a crucial role in herd selection plans. The most common families then were De Kol, Crescent Beauty, Johanna, Prilly, "Ormsby Matron," Wisconsin Fobes, and Winterthur, among others. Based on these lines and families, the famous breed elite was created and maintained through intensive inbreeding over several generations, resulting in the outstanding prepotency of sires and dams.

At the beginning of the breed's formation, sires such as Hollander, Billy Boylan, Egi-2, Neptune, and Nederland-Prince significantly influenced the breed. Later, a new generation of leading bulls emerged, contributing significantly to the breed's progress, including Wisconsin Admiral Burke Lad, Johanna Rag Apple Pabst, whose ancestors were the founders of the Holstein breed in the USA: King-Segis, Pontiac Kondaike, and Frank Hengeweld. Bulls like Osbornedale Ivanhoe, Kel Clark Board Chairman, Leafield Columbus, and others became prominent a little later. Among the best Canadian bulls, Durko Elevation Major, Robnt Premier, and Prairie Isle Carl took the lead.

The breed improvement process is now under intense competition, driven by well-known companies such as World Wide Sires, American Breeders Service (USA), and Semex (Canada). The Holstein associations and the ministries of agriculture of the USA and Canada ensure the total reliability of the data. The 1980s and 1990s were marked by identifying extremely valuable sires (starting with Valiant), which had tens of thousands of daughters with a milk yield of 9,000–10,000 kg per lactation and hundreds of sons who further improved the breed.

In Ukraine, the Ukrainian Black-and-White and Red-and-White Dairy breeds were created based on local Simmental and Black-and-White cows and imported Holstein genetic material. Semen and embryos of purebred Holsteins are offered to farms by the Main Breeding Center (Pereyaslav-Khmelnyskyi) and the Cherkasy NPO "Progress".

### The purpose of the study

In our study, the objective was to examine the growth of body weight and linear development of crossbred heifers, in-calf heifers, and cows of the Ukrainian Black-and-White Dairy x Holstein breed with different constitution types from birth to 21 months of age.

### Materials and methods

The control group consisted of animals with a low physiological-breeding index of 104 units, while the experimental group had a high physiological-breeding index of 140 units. During the study in postnatal ontogenesis of animals from different age groups and physiological states, the following were examined: body weight growth, linear development (including key body measurements such as height at the withers and croup, depth and width of the chest, slant length of the body, chest circumference at the shoulders, width at the hip joints, pastern circumference, and vertical and horizontal semi-girth of the hindquarters) according to accepted zootechnical methods. Absolute weight (kg), average daily gains (g), and growth coefficients (%) were determined based on weighing, while body structure indices (%) were calculated from measurements (cm) using standard zootechnical practices. The following body structure indices were studied in the test animals:

|                  |                                                                                                  |        |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Leg Length -     | $\frac{\text{Height at the withers} \times 100}{\text{Depth of chest}}$                          | (2.5)  |
| Stretching -     | $\frac{\text{Diagonal body length} \times 100}{\text{Height at the withers}}$                    | (2.6)  |
| Pectoral -       | $\frac{\text{Chest Width} \times 100}{\text{Depth of Chest}}$                                    | (2.7)  |
| Overgrowth -     | $\frac{\text{Height at the croup} \times 100}{\text{Height at the withers}}$                     | (2.8)  |
| Compactness -    | $\frac{\text{Chest circumference behind the shoulders} \times 100}{\text{Diagonal body length}}$ | (2.9)  |
| Pelvic-Chest -   | $\frac{\text{Chest width behind the shoulders} \times 100}{\text{Hip width}}$                    | (2.10) |
| Bone Structure - | $\frac{\text{Pastern circumference} \times 100}{\text{Height at the withers}}$                   | (2.11) |

### Results and discussion

In our study, the objective was to examine the growth of body weight and linear development of crossbred heifers, nulliparous cows, and cows of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed crossed with Holsteins, with different constitutional types from birth until the end of their third lactation. Body weight indicators for heifers with a

high physiological-breeding index (experimental group) and a low physiological-breeding index (control group) were studied in postnatal ontogenesis. Data from Table 1 show that at birth, their live weights were almost identical, at 29.5 kg and 29.7 kg, respectively. Subsequently, at 3, 6, 12, 18, and 21 months of age, the heifers in the experimental group surpassed their control counterparts by 5.12 %, 4.71 %, 3.34 %, 4.39 %, and 4.71 %, respective-



ly. At 18 months, the live weight of the experimental heifers was 397 kg, while that of the control heifers was 380.5 kg. In both the experimental and control heifers, the live weight at 18 months was above the breed standard (375 kg) by 5.92 % and 1.3%, respectively.

The more intense body weight growth is due to higher average daily gains in the heifers of the experimental

group compared to their control counterparts during the age periods of 0–3, 4–6, 7–12, 13–18, 19–21, 0–18, and 0–21 months. During these periods, the average daily gains in live weight of the experimental heifers exceeded those of the control heifers by 7.00 %, 4.22 %, 1.39 %, 8.44 %, 7.22 %, 4.77 %, and 5.05 %, respectively (Table 2).

**Table 1**

Dynamics of live weight of crossbred heifers, Ukrainian black-spotted milk × Holstein, kg

| Age, months | Groups (M ± m)   |                       | ± experiment to control |
|-------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
|             | control (n = 10) | experimental (n = 10) |                         |
| Newborns    | 29.5 ± 0.49      | 29.7 ± 0.45           | + 0.2                   |
| 3           | 101.5 ± 3.05     | 106.7 ± 1.91          | + 5.2                   |
| 6           | 169.9 ± 3.49     | 177.9 ± 3.41*         | 8.0                     |
| 12          | 299.5 ± 5.04     | 309.4 ± 4.99*         | + 9.9                   |
| 18          | 380.5 ± 11.02    | 397.2 ± 6.09**        | + 16.7                  |
| 21          | 429.1 ± 10.16    | 449.3 ± 8.39**        | + 20.2                  |

**Table 2**

Average daily live weight gains of cross-breed heifers Ukrainian black-spotted dairy × Holstein, g

| Age, months | Groups (M ± m)   |                       | ± experiment to control |
|-------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
|             | Control (n = 10) | Experimental (n = 10) |                         |
| 0 – 3       | 800 ± 12         | 856 ± 12              | + 56                    |
| 4 – 6       | 759 ± 10         | 791 ± 12              | + 32                    |
| 7 – 12      | 721 ± 11         | 731 ± 13              | + 10                    |
| 13 – 18     | 450 ± 14         | 488 ± 13              | + 38                    |
| 0 – 18      | 650 ± 10         | 681 ± 11              | + 31                    |
| 18 – 21     | 540 ± 12         | 579 ± 11              | + 39                    |
| 0 – 21      | 634 ± 10         | 666 ± 10              | + 32                    |

From birth to 18 months, the average daily gains in live weight for heifers in the experimental group were 681 g, while for their control peers, it was 650 g. A similar trend was observed from birth to 21 months of age. During this period, the average daily gains in live weight for the control group heifers were 634 g, while for the experimental group, it was 666 g. Thus, regarding body weight growth and average daily gains in live weight, the animals in the experimental group significantly outperformed their control counterparts in all age periods. This indicates that heifers of the high-fermentative type (experimental group)

developed more intensively in all age periods compared to their low-fermentative type counterparts (control group).

Analysis of body measurements of the test animals—crossbred heifers, nulliparous cows, and first-calvers (Table 3) – shows that at 3 months of age, the experimental group heifers exceeded their control counterparts in withers height, croup height, chest depth, slant length of the body, chest width, width at the hip joints, width at the hips, chest girth at the shoulders, and pastern circumference by 2.15 %, 1.13 %, 1.42 %, 0.31 %, 1.59 %, 1.92 %, 2.05 %, 1.92 %, and 2.09 %, respectively.

**Table 3**

Measurements of the sexes of the body of crossbred heifers, heifers and cows Ukrainian black-spotted dairy × Holstein, cm

| Measurements                             | Groups (M ± m)   |                       | ± experiment to control |
|------------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
|                                          | Control (n = 10) | experimental (n = 10) |                         |
| heifers, 3 months                        |                  |                       |                         |
| Height at the withers                    | 93.0 ± 0.21      | 95.0 ± 0.20***        | + 2.0                   |
| Height at the croup                      | 96.9 ± 0.35      | 98.0 ± 0.30**         | + 1.1                   |
| Depth of chest                           | 35.3 ± 0.14      | 35.8 ± 0.15**         | + 0.5                   |
| Diagonal body length                     | 97.2 ± 0.40      | 97.5 ± 0.50           | + 0.5                   |
| Chest width                              | 25.1 ± 0.11      | 25.5 ± 0.14*          | + 0.4                   |
| Width at the pelvic joints               | 26.0 ± 0.15      | 26.5 ± 0.16*          | + 0.5                   |
| Hip width                                | 29.2 ± 0.18      | 29.8 ± 0.19*          | + 0.6                   |
| Chest circumference behind the shoulders | 104.4 ± 0.40     | 106.4 ± 0.45**        | + 2.0                   |
| Pastern circumference                    | 13.8 ± 0.13      | 14.2 ± 0.14           | + 0.4                   |

| heifers, 6 months                             |              |                  |       |
|-----------------------------------------------|--------------|------------------|-------|
| Height at the withers                         | 99.4 ± 0.30  | 100.5 ± 0.35*    | + 1.1 |
| Height at the croup                           | 104.5 ± 0.40 | 106.7 ± 0.40***  | + 2.2 |
| Depth of chest                                | 44.4 ± 0.17  | 45.0 ± 0.15**    | + 0.6 |
| Diagonal body length                          | 103.1 ± 0.30 | 104.1 ± 0.31*    | + 1.0 |
| Chest width                                   | 30.8 ± 0.18  | 31.6 ± 0.19**    | + 0.8 |
| Width at the pelvic joints                    | 31.3 ± 0.11  | 31.5 ± 0.12      | + 0.2 |
| Hip width                                     | 33.6 ± 0.30  | 34.4 ± 0.14**    | + 0.6 |
| Chest circumference behind the shoulders      | 125.6 ± 0.40 | 128.7 ± 0.50***  | + 3.1 |
| Pastern circumference                         | 14.3 ± 0.11  | 14.7 ± 0.15*     | + 0.1 |
| heifers, 12 months                            |              |                  |       |
| Height at the withers                         | 111.0 ± 0.15 | 112.0 ± 0.16***  | + 1.0 |
| Height at the croup                           | 120.9 ± 0.40 | 125.5 ± 0.50***  | + 4.6 |
| Depth of chest                                | 54.3 ± 0.19  | 55.2 ± 0.20**    | + 0.9 |
| Diagonal body length                          | 120.9 ± 0.40 | 124.4 ± 0.45***  | + 3.5 |
| Chest width                                   | 38.3 ± 0.14  | 39.1 ± 0.16**    | + 0.8 |
| Width at the pelvic joints                    | 40.0 ± 0.20  | 40.8 ± 0.21**    | + 0.8 |
| Hip width                                     | 40.1 ± 0.14  | 40.7 ± 0.15**    | + 0.6 |
| Chest circumference behind the shoulders      | 155.6 ± 0.14 | 157.7 ± 0.17***  | + 2.1 |
| Pastern circumference                         | 17.1 ± 0.14  | 17.2 ± 0.15      | + 0.1 |
| heifers, 18 months                            |              |                  |       |
| Height at the withers                         | 119.1 ± 0.25 | 122.5 ± 0.27**** | + 3.5 |
| Height at the croup                           | 126.6 ± 0.31 | 130.5 ± 0.40**** | + 3.9 |
| Depth of chest                                | 60.7 ± 0.25  | 62.7 ± 0.27***   | + 2.0 |
| Diagonal body length                          | 137.1 ± 0.11 | 137.5 ± 0.12**   | + 0.4 |
| Chest width                                   | 41.6 ± 0.25  | 43.7 ± 0.26***   | + 2.1 |
| Width at the pelvic joints                    | 45.7 ± 0.15  | 46.2 ± 0.14**    | + 0.5 |
| Hip width                                     | 43.8 ± 0.11  | 44.0 ± 0.12      | + 0.2 |
| Chest circumference behind the shoulders      | 171.5 ± 0.38 | 176.5 ± 0.42**** | + 5.0 |
| Pastern circumference                         | 18.4 ± 0.12  | 18.7 ± 0.13      | + 0.3 |
| nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy   |              |                  |       |
| Height at the withers                         | 123.0 ± 0.40 | 128.4 ± 0.41**** | + 5.4 |
| Height at the croup                           | 127.8 ± 0.55 | 135.1 ± 0.60**** | + 7.3 |
| Depth of chest                                | 61.9 ± 0.15  | 64.3 ± 0.17****  | + 2.4 |
| Diagonal body length                          | 138.9 ± 0.39 | 144.8 ± 0.35**** | + 5.9 |
| Chest width                                   | 45.3 ± 0.14  | 46.5 ± 0.18***   | + 1.2 |
| Width at the pelvic joints                    | 48.9 ± 0.11  | 49.8 ± 0.12***   | + 0.9 |
| Hip width                                     | 46.5 ± 0.14  | 47.1 ± 0.15**    | + 0.6 |
| Chest circumference behind the shoulders      | 180.3 ± 0.45 | 185.9 ± 0.50**** | + 5.6 |
| Pastern circumference                         | 18.4 ± 0.15  | 18.6 ± 0.14      | + 0.2 |
| first-calf heifers at 2–3 months of lactation |              |                  |       |
| Height at the withers                         | 126.7 ± 0.11 | 128.4 ± 0.13**   | + 1.7 |
| Height at the croup                           | 131.8 ± 0.14 | 135.4 ± 0.17**** | + 1.7 |
| Depth of chest                                | 62.6 ± 0.20  | 64.5 ± 0.21****  | + 1.9 |
| Diagonal body length                          | 144.3 ± 0.15 | 147.4 ± 0.16**** | + 3.1 |
| Chest width                                   | 43.9 ± 0.13  | 43.9 ± 0.14      | 0     |
| Width at the pelvic joints                    | 48.7 ± 0.18  | 49.3 ± 0.19*     | + 0.6 |
| Hip width                                     | 46.0 ± 0.20  | 47.2 ± 0.22***   | + 1.2 |
| Chest circumference behind the shoulders      | 183.8 ± 0.40 | 188.0 ± 0.45**** | + 4.2 |
| Pastern circumference                         | 18.9 ± 0.11  | 18.9 ± 0.14      | 0     |

At 6 months of age, the animals in the experimental group surpassed the controls in the body mentioned above measurements by 1.11 %, 2.10 %, 1.35 %, 0.97 %, 2.60 %, 0.64 %, 2.38 %, 2.47 %, and 2.80 %, respectively. At 12 months, the differences were 0.90%, 3.80%, 1.66 %, 2.89 %, 2.09 %, 2.00 %, 1.50 %, 1.35 %, and 0.58 %. At 18 months, the experimental heifers had advantages over their control peers in the main body measurements of 2.85 %, 3.08 %, 3.29 %, 0.29 %, 5.05 %, 1.09 %, 0.46 %, 2.91 %, and 1.63 %, respectively.

Crossbred nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy exceeded their control peers in the main body measurements: withers height, croup height, chest depth, slant length of the body, chest width, width at the hip joints, width at the hips, chest girth at the shoulders, and

pastern circumference by 4.39 %, 5.71 %, 3.88 %, 4.25 %, 2.65 %, 1.84 %, 1.29 %, 3.11 %, and 1.09 %, respectively.

Crossbred first-calf heifers at 2-3 months of lactation surpassed the control counterparts in withers height, croup height, chest depth, slant length of the body, width at the hip joints, width at the hips, and chest circumference by 1.34 %, 2.73 %, 3.03 %, 2.15%, 1.23 %, 2.61 %, and 2.28 %, respectively. Regarding chest width and pastern circumference, the first-calf heifers in the control and experimental groups had similar measurements.

Thus, in terms of the main body measurements at different age periods, the heifers, nulliparous cows, and first-calf heifers in the experimental group had advantages over their control counterparts.

Body structure indices are determined to characterize the exterior. These indices are not based on random measurements but related measurements and reflect the development of specific body proportions in livestock.

The index of long-leggedness did not differ significantly between the animals of the control and experimental groups (Table 4). In heifers at 3, 6, 12, and 18 months of age, this index decreased in both the control and experimental groups. For nulliparous cows at 8-9 months of pregnancy, the index of long-leggedness was 49.7 % in the control group and 49.9 % in the experimental group, while for first-calf cows at 2-3 months of

lactation, it was 50.6 %, and 49.8 %, respectively. Thus, no significant difference was found between the experimental and control groups regarding the index of long-leggedness.

For the elongation index, the experimental heifers at 12 months of age and cows at 2-3 months of lactation surpassed their control counterparts by 1.93 % and 0.79 %, respectively. In all other age periods (3, 6, 18 months for heifers and 8-9 months of pregnancy for nulliparous cows), the advantage of the control animals over the experimental ones in this index was insignificant (Table 4).

**Table 4**

Indices of body composition of crossbred heifers, heifers, and cows Ukrainian black-spotted dairy × Holstein, %

| Measurements                                  | Groups (M ± m)   |                       | ± experiment to control |
|-----------------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
|                                               | Control (n = 10) | experimental (n = 10) |                         |
| heifers, 3 months                             |                  |                       |                         |
| Leg Length                                    | 62.1             | 62.3                  | + 0.1                   |
| Stretching                                    | 104.5            | 102.6                 | - 1.9                   |
| Pelvic-Chest                                  | 87.3             | 84.2                  | - 3.1                   |
| Chest                                         | 72.2             | 70.1                  | - 2.1                   |
| Compactness                                   | 109.4            | 113.2                 | + 3.8                   |
| Overgrowth                                    | 104.2            | 103.1                 | - 1.1                   |
| Bone Structure                                | 14.8             | 14.9                  | + 0.1                   |
| heifers, 6 months                             |                  |                       |                         |
| Leg Length                                    | 55.3             | 55.2                  | - 0.1                   |
| Stretching                                    | 103.7            | 103.6                 | - 0.1                   |
| Pelvic-Chest                                  | 91.6             | 91.8                  | + 0.2                   |
| Chest                                         | 69.2             | 71.2                  | + 2.0                   |
| Compactness                                   | 121.8            | 123.6                 | + 1.8                   |
| Overgrowth                                    | 105.1            | 106.1                 | + 1.0                   |
| Bone Structure                                | 14.4             | 14.6                  | + 0.2                   |
| heifers, 12 months                            |                  |                       |                         |
| Leg Length                                    | 51.1             | 50.7                  | - 0.4                   |
| Stretching                                    | 108.9            | 111.0                 | + 2.1                   |
| Pelvic-Chest                                  | 97.5             | 94.0                  | - 3.5                   |
| Chest                                         | 72.0             | 69.0                  | - 3.0                   |
| Compactness                                   | 128.7            | 126.7                 | - 2.0                   |
| Overgrowth                                    | 106.8            | 107.9                 | + 1.1                   |
| Bone Structure                                | 15.4             | 15.3                  | - 0.1                   |
| heifers, 18 months                            |                  |                       |                         |
| Leg Length                                    | 49.0             | 48.8                  | - 0.2                   |
| Stretching                                    | 115.1            | 112.2                 | - 2.9                   |
| Pelvic-Chest                                  | 95.0             | 99.3                  | + 4.3                   |
| Chest                                         | 68.5             | 69.7                  | + 1.2                   |
| Compactness                                   | 125.1            | 128.3                 | + 3.2                   |
| Overgrowth                                    | 106.3            | 106.5                 | + 0.2                   |
| Bone Structure                                | 15.4             | 15.3                  | - 0.1                   |
| nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy   |                  |                       |                         |
| Leg Length                                    | 49.7             | 49.9                  | + 0.2                   |
| Stretching                                    | 112.9            | 112.7                 | - 0.2                   |
| Pelvic-Chest                                  | 97.4             | 98.7                  | + 1.3                   |
| Chest                                         | 73.2             | 72.3                  | - 0.9                   |
| Compactness                                   | 129.8            | 128.4                 | - 1.4                   |
| Overgrowth                                    | 103.9            | 105.2                 | + 1.3                   |
| Bone Structure                                | 15.1             | 14.3                  | - 0.8                   |
| first-calf heifers at 2–3 months of lactation |                  |                       |                         |
| Leg Length                                    | 50.6             | 49.8                  | - 0.8                   |
| Stretching                                    | 113.9            | 114.8                 | + 0.9                   |
| Pelvic-Chest                                  | 93.0             | 95.4                  | + 2.4                   |
| Chest                                         | 70.1             | 68.1                  | - 2.0                   |
| Compactness                                   | 127.4            | 127.5                 | + 0.1                   |
| Overgrowth                                    | 104.5            | 105.4                 | + 1.4                   |
| Bone Structure                                | 14.9             | 14.7                  | - 0.2                   |

The pelvic-chest index in experimental heifers from 3 to 12 months of age tended to increase from 84.2 % – 87.3 % to 94.0 % – 97.5 %. From 18 months to 2–3 months of lactation, the pelvic-chest index showed a wave-like change. In 18-month-old animals, it ranged from 95.0 % to 99.3 %. In nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy, from 97.4 % to 98.7 %, and in cows at 2–3 months of lactation, from 93.0 % to 95.4 %. According to this indicator, heifers at 18 months, nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy, and cows at 2–3 months of lactation in the experimental group surpassed their control counterparts by 4.33 %, 1.03 % and 2.58 %, respectively.

The chest index characterizes the development of the animal's chest. According to this index, there was no significant difference between the animals of both groups. However, heifers at 6 and 18 months and nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy in the experimental group surpassed the controls by 2.89 %, 1.75 %, and 1.03 %, respectively. The control group had a slightly higher chest index in heifers at 3 and 12 months and cows at 2–3 months of lactation. Such changes in the chest index in young and physiologically mature animals can be partly explained by the uneven growth in height, width, length, and depth during different age periods.

The index of body depth is essential for characterizing the exterior of animals. It reflects the relationship between the chest circumference behind the shoulders relative to the slant length of the body. Experimental heifers at 3, 6, and 18 months of age and cows at 2–3 months of lactation had a higher index of body depth compared to their control counterparts by 3.47 %, 1.48 %, 2.56 %, and 0.10 %, respectively. In 12-month-old heifers and nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy, the control group had a slight advantage over the experimental group, according to this index.

The index of overgrowth is essential as it indicates how the height at the croup develops relative to the height at the withers. According to this index, experimental heifers at 6, 12, and 18 months of age, nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy, and cows at 2–3 months of lactation surpassed their control counterparts by 0.95 %, 1.03 %, 0.19 %, and 1.35 %, respectively. However, at 3 months of age, the control animals showed some advantages according to the index of overgrowth. Overall, in almost all studied age periods, the animals in the experimental group had an advantage over the control counterparts, indicating that the height measurements were better expressed in the experimental animals.

The index of ossification is also essential in zootechnical practice for characterizing livestock. In 3- and 6-month-old heifers, the experimental group had a higher index of ossification compared to the control by 0.65% and 1.39 %, respectively, indicating a more intensive growth of tubular bones in these animals. In heifers at 12 and 18 months of age, nulliparous cows at 8–9 months of pregnancy, and cows at 2–3 months of lactation, the index of ossification was slightly higher in the control group. According to research on individual animal development, K. B. Sveshchin noted that tubular bone growth is intense from birth to 12 months, followed by a rapid increase in

the peripheral skeleton from 12 months onward. Therefore, after 12 months, the index of ossification in experimental animals is lower than in the control counterparts, reflecting the rhythmic development of livestock in postnatal ontogeny.

Thus, regarding body weight growth and linear development, animals with a high physiological-breeding index surpassed those with a low physiological-breeding index in postnatal ontogeny by 9–11 %.

## Conclusions

At birth, the body weight of the control and experimental groups was almost identical, at 29.5 and 29.7 kg, respectively. Subsequently, at 3, 6, 12, 18, and 21 months of age, the heifers in the experimental group surpassed their control counterparts in this indicator by 5.12 %, 4.71 %, 3.34 %, 4.39 %, and 4.71 %, respectively. From birth to 18 months, the average daily gains in live weight for the experimental group heifers were 681 g, while those for the control group were 650 g. A similar pattern was observed from birth to 21 months of age. The crossbred in-calf heifers at 8–9 months of gestation surpassed the control counterparts in the main body measurements. Therefore, based on the main body measurements, the heifers at different ages, in-calf heifers, and first-calf cows in the experimental group had an advantage over the control counterparts. There was no significant difference in the leg length index between the experimental and control counterparts. Regarding the stretch index, the experimental heifers at 12 months of age and cows at 2–3 months of lactation surpassed the control counterparts by 1.93 % and 0.79 %, respectively.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

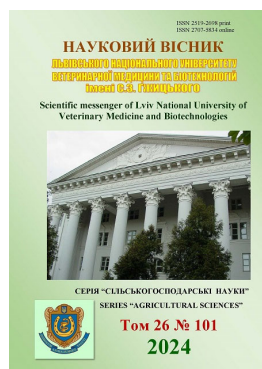
## References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebylytsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Gutyj, B. V. (2021). The cow's calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021\_105.
- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Kachan, L. M., Mashkin, Yu. O., Bilkevich, V. V., Stovbetska, L. S., KochukYashchenko, O. A., Shalovylo, S. H., Cherniy, N., Matryshuk, T. V., Guta, Z. A., & Bodnar, P. V. (2021). Hematological status of cows with different stress tolerance. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(7), 14–21. DOI: 10.15421/2021\_237.
- Borshch, O. O., Gutyj, B. V., Sobolev, O. I., Borshch, O. V., Ruban, S. Yu., Bilkevich, V. V., Dutka, V. R., Chernenko, O. M., Zhelavskiy, M. M., & Nahirniak, T. (2020). Adaptation strategy of different cow genotypes to the voluntary milking system. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 145–150. DOI: 10.15421/2020\_23.



- Borshch, O. O., Ruban, S. Yu., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Afanasenko, V. Yu., Malina, V. V., Ivantsiv, V. V., Fedorchenko, M. M., Bondarenko, L. V., Katsaraba, O. A., Chorniy, M. V., Shchepetilnikov, Y. O., Sachuk, R. M., Dmytriv, O. Y., & Kava, S. (2021). Strength of limbs and hoof horn from local Ukrainian cows and their crossbreeding with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 174–177. DOI: 10.15421/2021\_160.
- Borshch, O. O., Ruban, S. Yu., Gutyj, B. V., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Kosior, L. T., Fedorchenko, M. M., Kiri, A. A., Pivtorak, Y. I., Salamakha, I. Yu., Hordiichuk, N. M., Hordiichuk, L. M., Kamratska, O. I., & Denkovich, B. S. (2020). Comfort and cow behavior during periods of intense precipitation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 98–102. DOI: 10.15421/2020\_265.
- Fedak, V. D. (2001). *Metodyka kompleksnoi otsinky typu konstytutsii velykoi rohatoi khudoby. Visnyk Sumsko-ho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Do mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Perspektyvy rozvytku skotarstva u tretomu tysiacholitti" 2–5 zhovtnia. Sumy, 178–181 (in Ukrainian).*
- Fedak, V., Bobrushko, T., Fedak, N., & Liashchuk, O. (2002). Chorno-riaba poroda khudoby. *Propozytsiia*, 8–9, 73 (in Ukrainian).
- Foris, B., Thompson, A. J., von Keyserlingk, M. A. G., Melzer, N., & Weary, D. M. (2019). Automatic detection of feeding- and drinking-related agonistic behavior and dominance in dairy cows. *Journal of dairy science*, 102(10), 9176–9186. DOI: 10.3168/jds.2019-16697.
- Gieseke, D., Lambertz, C., & Gauly, M. (2022). Effects of Housing and Management Factors on Selected Indicators of the Welfare Quality Protocol in Loose-Housed Dairy Cows. *Veterinary Sciences*, 9(7), 353. DOI: 10.3390/vetsci9070353.
- Goncu, S., Yesil, M. I., & Yilmaz, N. (2019). The Cattle Grooming Behavior and Some Problems with Technological Grooming Instruments for Cow Welfare. *Journal of Environmental Science and Engineering B*, 8, 190–196. DOI: 10.17265/2162-5263/2019.05.005.
- Griffiths, B. E., Grove White, D., & Oikonomou, G. (2018). A Cross-Sectional Study Into the Prevalence of Dairy Cattle Lameness and Associated Herd-Level Risk Factors in England and Wales. *Frontiers in veterinary science*, 5, 65. DOI: 10.3389/fvets.2018.00065.
- Kalchuk, L. A., & Popadiuk, T. S. (2014). Produktivnist ta vidtvorni yakosti koriv-pervistok riznoho pokho-dzhennia. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia "Tvarynnystvo"*, 2(25), 52–54. URL: [http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau\\_2014\\_2\\_2\\_25\\_tvar/JRN/14.pdf](http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau_2014_2_2_25_tvar/JRN/14.pdf) (in Ukrainian).
- Kohut, M. I., Bratiuk, V. M., Fedak, V. D. (2015). Otsinka koriv chorno-riaboi porody za typom. *Mat. mizh-nar.nauk.-prakt. konf. Aktualni problemy suchasnoi biolohii, tvarynnystva ta veterynarnoi medytsyny, pryviach. 55-richchiu Instytutu biolohii tvaryn NAAN (2-3 zhovtnia 2015 r.), m. Lviv. Biolohiia tvaryn*, 17(3), 173 (in Ukrainian).
- Kuziv, M. I., Fedorovych, Ye. I., Kuziv, N. M., Novak, I. V. (2017). Vlyv promiriv tila ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody pislia pershoho otelennia ta fomuvannia yikh podalshoi molochnoi produktyvnosti. *Rozve-dennia i henetyka tvaryn*, 53, 135–148 (in Ukrainian).
- Loboda, A. V., & Bardash, D. A. (2019). Exterior features of cows firstborn of sumy intrabreed type of Ukrainian Black-And-White dairy cattle, estimated by the method of linear classification. *Animal Breeding and Genetics*, 57, 87–94. DOI: 10.31073/abg.57.11
- Mazur, N. P., Fedorovych, V. V., Fedorovych, E. I., Fedorovych, O. V., Bodnar, P. V., Gutyj, B. V., Kuziv, M. I., Kuziv, N. M., Orikhivskiy, T. V., Grabovska, O. S., Denys, H. H., Stakhiv, N. P., Hudyma, V. Yu., & Pakholkiv, N. I. (2020). Effect of morphological and biochemical blood composition on milk yield in Simmental breed cows of different production types. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 61–67. DOI: 10.15421/2020\_110.
- Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Tsap, S., Begma, N., Cherniy, N., Gutyj, B., & Izhboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *J Anim Behav Biometeorol*, 9(4), 2134. DOI: 10.31893/jabb.21034.
- Novak, I. V. (2012). *Ukrainska chorno-riaba molochna poroda ta shliakhy yii stvorennia. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhyskoho*, 14(3(53)), 113–118 (in Ukrainian).
- Pelekhatyi, M. S., & Kochuk-Yashchenko, O. A. (2014). Vplyv henotypu koriv-pervistok ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody na yikh eksteriernyi typ, molochnu produktyvnist i vidtvornu zdattist. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhyskoho*, 16(60), 143–157 (in Ukrainian).
- Pelekhatyi, M. S., & Kucher, D. M. (2013). *Hospodarsko-korysni oznaky koriv-pervistok ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody pry riznomu rivni heterohennoho pidboru. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia "Tvarynnystvo"*, 7(23), 59–66 (in Ukrainian).
- Pelekhatyi, M. S., & Shuliar, A. P. (2017). Deiaki interierni pokaznyky ta klinichni parametry koriv novostvore-nykh ukraïnskykh molochnykh porid riznykh henotypiv. *Visnyk ZhNVEU*, 3, 15–20 (in Ukrainian).
- Piddubna, L. M., & Pelekhatyi, M. S. (2011). Vplyv henotypovykh faktoriv na produktyvnist molochnoho stada. *Zbirnyk prats VNAU*, 8(48), 35–38 (in Ukrainian).
- Poslavska, Yu. V., Fedorovych, Ye. I., & Bodnar, P. V. (2016). Vplyv eksterieru koriv-pervistok ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody na formuvannia podalshoi molochnoi produktyvnosti. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*, 51, 131–139 (in Ukrainian).
- Roman, L., Sidashova, S., Popova, I., Stepanova, N., Chornyi, V., & Gutyj, B. (2020). Clinical symptoms of damage to the lateral surface of the tibia of dairy cows of different phenotype in the conditions of industrial dairy production. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 22(100), 3–10. DOI: 10.32718/nvvet10001.

- Shcherbatyi, Z. Ye., Bodnar, P. V., & Kropyvka, O. H. (2017). Molochna produktyvnist ta vidtvorna zdatsnist koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznykh typiv konstytutsii. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhyskoho*, 19(74), 182–187 (in Ukrainian).
- Shevchenko, A. P., & Hmelnychiy, L. M. (2014). Linear estimation of stud bulls of Holstein and Ukrainian black and white milk breeds on the exterior type of their daughters. *Bulletin of Sumy National Agrarian University, series of Animal Husbandry*, 2(25), 114–120. URL: <https://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/1881>.
- Skoromna, O. I., Razanova, O. P., Polishchuk, T. V., Shovkun, T. V., Berdnyk, I. M., & Taladiichuk, O. R. (2020). *Naukovo obhruntovani zakhody pidvyshchennia molochnoi produktyvnosti koriv ta pokrashchennia syrovyny v umovakh Vyrobnystva. Monohrafiia. VNUU*. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25356.pdf> (in Ukrainian).
- Vedmedenko, O. V. (2018). Molochna produktyvnist koriv vid riznykh faktoriv. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 107, 199–204. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.107.27 (in Ukrainian).
- Vedmedenko, O. V. (2018). Vplyv fiziologo-biokhmichnykh pokaznykiv na produktyvnist koriv ukrainskoi chor-no-riaboi molochnoi porody. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika. Silskohospodarski nauky*, 28, 26–32. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/558216> (in Ukrainian).
- Voitenko, S. P., Koruna, T. I., Shaferivskiy, B. S., & Zhelezniak, I. M. (2019). Vplyv henotypovykh ta paraty-povykh faktoriv na realizatsiiu molochnoi produktyvnosti koriv. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia "Tvarynnystvo"*, 1-2(36-37), 21–26. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/7835> (in Ukrainian).
- Zhelezniak, I. M., Voitenko, S. L., & Koruna, T. I. (2019). Mozhlyvist pidvyshchenniaia molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za rakhunok selektsiino-tekhnologichnykh chynnykiv. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia "Tvarynnystvo"*, 4(39), 49–56 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10106  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.084.6:615.854:636.5

## Effectiveness of phytobiotic use in feeding broiler chickens

R. A. Chudak<sup>✉</sup>, O. M. Kovernega

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 14.06.2024  
Received in revised form  
15.07.2024  
Accepted 16.07.2024

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-097-229-11-34  
E-mail: julia.p08@ukr.net

**Chudak, R. A., & Kovernega, O. M. (2024). Effectiveness of phytobiotic use in feeding broiler chickens. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 40–44. doi: 10.32718/nvlvet-a10106**

It is known that phytobiotics in feeding animals and poultry are the most promising due to their availability and absence of unwanted side effects and a wide range of biological effects on the body. The aim of the work was to study the effectiveness of the phytobiotic additive on productivity and feed consumption in broiler chickens. The phytobiotic supplement under investigation is a phyto-genic growth stimulator that contains a complex of natural antibacterial substances that increase feed consumption and increase growth, reduce feed conversion, enhance the production of pancreatin enzyme and the formation of positive intestinal microflora, and inhibit the growth of pathogenic bacteria. One-day-old broiler chickens of the “Cobb-500” cross were selected for the experiment. The scientific and economic experiment lasted 42 days. The experimental broiler chickens were fed a complete ration compound feed that provided the need for all nutrients. Experimental groups of broiler chickens additionally consumed a phytobiotic feed additive in different doses. It was found that with additional phytobiotic consumption, broiler chickens had a higher live weight in the 2nd group by 7.3 % ( $P < 0.001$ ), the 3rd by 23.5 % ( $P < 0.001$ ) and the 4th by 20.3 % ( $P < 0.001$ ), relative to the control. It was recorded that under the action of the feed additive in broilers of the 4th group, the survival rate of the stock increases by 2.0 %, compared to the control analogues. In addition, when broiler chickens are fed with a phytobiotic feed additive, the average daily growth in the 3rd group increases by 23.9 % ( $P < 0.01$ ) and the 4th by 20.7 % ( $P < 0.05$ ), against control analogs. It was found that the absolute growth of broiler chickens that consumed the phytobiotic increased in the 2nd group by 8.7 % ( $P < 0.001$ ), the 3rd by 24.0 % ( $P < 0.001$ ) and the 4th by 20.7 % ( $P < 0.001$ ), compared to the control group. Under the action of the phytobiotic supplement, the broiler chickens of the experimental groups had a decrease in feed consumption per 1 kg of growth in the 2nd group by 9.0 %, the 3rd by 12.1 % and the 4th by 11.6 %, compared to the control value.

**Key words:** broiler chickens, phytobiotic, feeding, gains, feed consumption.

## Ефективність використання фітобіотика у годівлі курчат-бройлерів

Р. А. Чудак<sup>✉</sup>, О. М. Ковернега

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Відомо, що фітобіотики у годівлі тварин та птиці є найбільш перспективними завдяки своїй доступності і відсутності не бажаних побічних дій та широкому спектру біологічного впливу на організм. Метою роботи було дослідження ефективності впливу фітобіотичної добавки на продуктивність та витрати корму в курчат-бройлерів. Досліджувана фітобіотична добавка – це фітогенний стимулятор росту, який містить комплекс природних антибактеріальних речовин, які збільшують споживання корму і підвищують прирости, знижують конверсію корму, підсилюють вироблення ферменту панкреатину і формування позитивної мікрофлори кишечника та пригнічує ріст патогенних бактерій. Для експерименту було відібрано одностовових курчат-бройлерів кросу “Кобб-500”. Науково-господарський дослід тривав 42 доби. Піддослідним курчатам-бройлерам згодовували повнораціонний комбікорм який, забезпечував потребу в усіх поживних речовинах. Дослідні групи курчат-бройлерів додатково споживали фітобіотичну кормову добавку у різних дозах. Встановлено, що за додаткового споживання фітобіотика курчата-бройлери мали більшу живу масу в 2-й групі на 7,3 % ( $P < 0,001$ ), 3-й на 23,5 % ( $P < 0,001$ ) та 4-й на 20,3 % ( $P < 0,001$ ), відносно контролю. Зафіксовано, що за дії кормової добавки у бройлерів 4-ї групи підвищується збереженість поголів'я на 2,0 %, проти контрольних аналогів. Крім того,

за використання у годівлі курчат-бройлерів фітобіотичної кормової добавки збільшується середньодобовий приріст в 3-й групі на 23,9 % ( $P < 0,01$ ) та 4-й на 20,7 ( $P < 0,05$ ), проти контрольних аналогів. Виявлено, що у курчат-бройлерів, які споживали фітобіотик збільшується абсолютний приріст у 2-й групі на 8,7 % ( $P < 0,001$ ), 3-й на 24,0 % ( $P < 0,001$ ) та 4-й на 20,7 % ( $P < 0,001$ ), порівняно з контрольною групою. За дії фітобіотичної добавки у курчат-бройлерів дослідних груп відзначається зменшення витрат корму на 1 кг приросту у 2-й групі на 9,0 %, 3-й на 12,1% та 4-й на 11,6 %, проти контрольного значення.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, фітобіотик, годівля, прирости, витрати корму.

## Вступ

Нині постає необхідність отримання екологічно безпечної продукції, вільної від шкідливих для споживачів речовин. Це спонукає виробників комбікормів широкого використання натуральних кормових добавок. Нове покоління природних стимуляторів росту, які одержують із екстрактів рослин, спецій та ефірних олій, заслуговує на особливу увагу (Cross & Hillman, 2004; Shimao et al., 2019; Martel et al., 2020).

Першочерговий фактор у досягненні високої продуктивності тварин і птиці полягає у годівлі, яка забезпечує максимальне надходження всіх поживних речовин до органів і систем, завдяки нормальному перебігу всіх фізіологічних процесів організму (Amad et al., 2011; Guttyj et al., 2017; Chudak et al., 2020). У годівлі птиці досить активно використовують різні кормові добавки рослинного походження для стимуляції апетиту та продуктивності (Chowdhury & Smith, 2002; Radwan et al., 2008; Abad et al., 2020).

Фітобіотики є фітокоректорами, що модифікують роботу травних залоз, забезпечуючи умови для конкурентного росту корисної мікрофлори, яка стабілізує кислотність і підсилює процеси всмоктування поживних речовин (Dehkordi et al., 2011; Poberezhets et al., 2022). Відомо, що під впливом рослинних біологічно активних речовин в організмі тварин відбувається стимулювання ферментних систем білкового, вуглеводного та енергетичного обміну, підвищується перетравлення речовин у шлунково-кишковому тракті (Arczewska-Wlosek & Swiatkiewicz, 2012; Aljumaah et al., 2020).

Дослідження останніх років підтверджує перспективність його застосування у птахівництві

(Lee et al., 2017; Kikusato, 2021). Зокрема завдяки своїй доступності, посилення імунної функції організму, відсутності небажаних побічних дій та широкому спектру лікувальних властивостей (Yalcin et al., 2006; Asrat et al., 2018; Iqbal et al., 2020).

## Мета дослідження

Метою роботи було дослідження ефективності впливу фітобіотичної добавки на продуктивність та витрати корму в курчат-бройлерів.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження відбувалися в умовах ТОВ “ОРГА-НІК ПЛЮС” м. Вінниця, згідно із загальноприйнятою методикою. Для експерименту було відібрано однодобових курчат-бройлерів кросу “Кобб-500” за методом груп-аналогів (Ibatullin et al., 2017).

Науково-господарський дослід тривав 42 доби, у тому числі основний – 37 діб та зрівняльний період – 5 діб (табл. 1).

Піддослідним курчатам-бройлерам згодовували повнораціонний комбікорм який, забезпечував потребу в усіх поживних речовинах. Дослідні групи курчат-бройлерів додатково споживали фітобіотичну кормову добавку “ПерФорМер” у різних дозах.

ПерФорМер – це фітогенний стимулятор росту, який містить комплекс природних антибактеріальних речовин, які збільшують споживання корму і підвищують прирости, знижують конверсію корму, підсилюють вироблення ферменту панкреатину і формування позитивної мікрофлори кишечника та пригнічують ріст патогенних бактерій.

**Таблиця 1**

Схема науково-господарського досліді

| Група        | Тривалість періоду, днів |           | Кількість курчат, гол. | Особливості годівлі                  |
|--------------|--------------------------|-----------|------------------------|--------------------------------------|
|              | зрівняльного             | основного |                        |                                      |
| 1-контрольна | 5                        | 37        | 20                     | ОР (повнораціонний комбікорм)        |
| 2-дослідна   | 5                        | 37        | 20                     | ОР + ПерФорМер у дозі 0,5кг/т корму  |
| 3-дослідна   | 5                        | 37        | 20                     | ОР + ПерФорМер у дозі 1,0 кг/т корму |
| 4-дослідна   | 5                        | 37        | 20                     | ОР + ПерФорМер у дозі 1,5 кг/т корму |

Дані результати досліді статистично обробляли застосовуючи дисперсійний аналіз (ANOVA) та визначали вірогідність за критерієм Ст'юдента, враховуючи достовірність:  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ,  $P < 0,001$  (Rudenko et al., 2012).

## Результати та їх обговорення

Використання фітобіотичної добавки у годівлі курчат-бройлерів сприяє збільшенню живої маси починаючи з 14-добового віку в 3-й групі на 6,8 % ( $P < 0,01$ ) та у 4-й на 5,7 %, проти контрольних аналогів (табл. 2).

У 21-діб за додаткового споживання фітобіотики курчата-бройлери мали більшу живу масу в 3-й групі



на 14,2 % ( $P < 0,001$ ) та у 4-й на 14,4 % ( $P < 0,001$ ), відносно контрольних ровесників.

За згодовування фітобіотичної кормової добавки у віці 28 та 35 діб збільшується жива маса курчат відповідно 2-ї групи на 5,3 % ( $P < 0,01$ ) та 6,5 % ( $P < 0,001$ ), 3-ї на 17,0 та 18,0 % ( $P < 0,001$ ) і 4-ї на 16,8 та 10,6 % ( $P < 0,001$ ), порівняно з контрольною групою.

У кінці досліджу, за дії фітобіотика курчат-бройлери дослідних групи мали більшу живу масу в

2-й групі на 7,3 % ( $P < 0,001$ ), 3-й на 23,5 % ( $P < 0,001$ ) та 4-й на 20,3 % ( $P < 0,001$ ), відносно контролю.

Необхідно відзначити, що за дії кормової добавки у бройлерів 4-ї групи підвищується збереженість поголів'я на 2,0 %, проти контрольних аналогів.

Водночас відзначаються позитивні зміни у приростах курчат-бройлерів за додаткового використання фітобіотичної кормової добавки (табл. 3).

**Таблиця 2**

Динаміка живої маси курчат-бройлерів, г ( $M \pm m$ ,  $n=50$ )

| Вік, діб        | Група              |                       |                       |                       |
|-----------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                 | 1-контрольна       | 2-дослідна            | 3-дослідна            | 4-дослідна            |
| 1               | 46,5 $\pm$ 0,85    | 45,9 $\pm$ 0,84       | 46,2 $\pm$ 1,05       | 46,3 $\pm$ 1,04       |
| 7               | 125,6 $\pm$ 2,15   | 132,0 $\pm$ 2,76      | 132,8 $\pm$ 3,19      | 133,4 $\pm$ 3,26      |
| 14              | 335,7 $\pm$ 4,56   | 345,0 $\pm$ 5,14      | 358,6 $\pm$ 5,25**    | 354,8 $\pm$ 5,85*     |
| 21              | 715,4 $\pm$ 10,42  | 743,9 $\pm$ 12,24     | 816,7 $\pm$ 9,26***   | 818,1 $\pm$ 12,36***  |
| 28              | 1183,5 $\pm$ 11,28 | 1245,9 $\pm$ 16,32**  | 1384,5 $\pm$ 10,53*** | 1381,8 $\pm$ 16,48*** |
| 35              | 1734,6 $\pm$ 22,42 | 1847,8 $\pm$ 24,61*** | 2046,8 $\pm$ 21,67*** | 1918,6 $\pm$ 27,65*** |
| 42              | 2115,0 $\pm$ 25,48 | 2296,3 $\pm$ 23,58*** | 2612,0 $\pm$ 24,28*** | 2545,2 $\pm$ 18,47*** |
| Збереженість, % | 96,0               | 97,5                  | 98,5                  | 98,0                  |

**Таблиця 3**

Вплив кормової добавки на прирости бройлерів, г ( $M \pm m$ ,  $n=20$ )

| Група        | Приріст            |                       |                   |
|--------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
|              | Середньодобовий, г | Абсолютний, г         | Відносний, %      |
| 1-контрольна | 49,3 $\pm$ 3,24    | 2069,5 $\pm$ 16,52    | 191,0 $\pm$ 10,57 |
| 2-дослідна   | 53,6 $\pm$ 3,46    | 2250,0 $\pm$ 14,64*** | 192,0 $\pm$ 9,34  |
| 3-дослідна   | 61,1 $\pm$ 2,62**  | 2566,0 $\pm$ 17,38*** | 193,0 $\pm$ 10,67 |
| 4-дослідна   | 59,5 $\pm$ 3,18*   | 2499 $\pm$ 15,43***   | 193,0 $\pm$ 11,85 |

Слід відзначити, що за згодовування кормової добавки рослинного походження у птиці дослідних груп підвищувався середньодобовий приріст в 3-й групі на 23,9 % ( $P < 0,01$ ) та 4-й на 20,7 % ( $P < 0,05$ ), проти контрольних аналогів.

Крім того, у курчат-бройлерів, які споживали фітобіотик збільшується абсолютний приріст у 2-й групі

на 8,7 % ( $P < 0,001$ ), 3-й на 24,0 % ( $P < 0,001$ ) та 4-й на 20,7 % ( $P < 0,001$ ), порівняно з контрольною групою.

Зафіксовано, що додаткове згодовування досліджуваної кормової добавки курчатами-бройлерами сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту (табл. 4).

**Таблиця 4**

Ефективність використання корму бройлерами, кг

| Група        | Витрати кормів, кг |                   |                |                   |                  |                   |
|--------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
|              | за період досліджу |                   | на одну голову |                   | на 1 кг приросту |                   |
|              | всього             | $\pm$ до контролю | всього         | $\pm$ до контролю | всього           | $\pm$ до контролю |
| 1-контрольна | 204,8              | -                 | 4,09           | -                 | 1,98             | -                 |
| 2-дослідна   | 202,5              | -2,3              | 4,05           | -0,04             | 1,80             | -0,18             |
| 3-дослідна   | 223,0              | +18,2             | 4,46           | +0,37             | 1,74             | -0,24             |
| 4-дослідна   | 218,6              | +13,8             | 4,37           | +0,28             | 1,75             | -0,23             |

Встановлено, що у курчат-бройлерів дослідних груп відзначається зменшення витрат корму на 1 кг приросту у 2-й групі на 9,0 %, 3-й на 12,1 % та 4-й на 11,6 %, проти контрольного значення.

Результати експерименту підтверджуються іншими вченими, які проводили подібні дослідження (AL-Sagan et al., 2020; Kikusato et al., 2021). Liu et al., (2020) повідомляють, що додаткове використання фітобіотичної кормової добавки позитивно впливає на мікрофлору кишківника та підвищує продуктивність птиці.

Отже, для одержання безпечної та якісної продукції можна використовувати фітобіотики у годівлі тварин та птиці.

## Висновки

Встановлено, що за додаткового споживання фітобіотика курчата-бройлери мали більшу живу масу в 2-й групі на 7,3 % ( $P < 0,001$ ), 3-й на 23,5 % ( $P < 0,001$ ) та 4-й на 20,3 % ( $P < 0,001$ ), відносно контролю. Крім

того, за дії кормової добавки збільшувався середньодобовий приріст в 3-й групі на 23,9 % ( $P < 0,01$ ) і 4-й на 20,7 % ( $P < 0,05$ ) та абсолютний приріст у 2-й групі на 8,7 % ( $P < 0,001$ ), 3-й на 24,0 % ( $P < 0,001$ ) і 4-й на 20,7 % ( $P < 0,001$ ), проти контрольних аналогів. За використання у годівлі бройлерів фітобіотичної добавки відзначається зменшення витрат корму на 1 кг приросту у 3-й групі на 12,1 %, відносно контрольного показника.

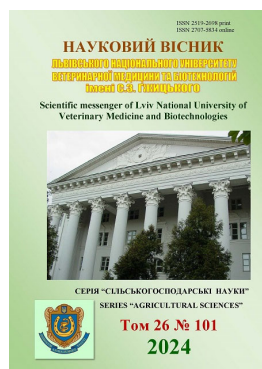
#### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

#### References

- Abad, P., Arroyo-Manzanares, N., Ariza, J. J., Baños, A., & García-Campaña, A. M. (2020). Effect of Allium Extract Supplementation on Egg Quality, Productivity, and Intestinal Microbiota of Laying Hens. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(1), 41. DOI: 10.3390/ani11010041.
- Aljumaah, M. R., Suliman, G. M., Abdullatif, A. A., & Abudabos, A. M. (2020). Effects of phytobiotic feed additives on growth traits, blood biochemistry, and meat characteristics of broiler chickens exposed to *Salmonella typhimurium*. *Poultry Science*, 99(11), 5744–5751. DOI: 10.1016/j.psj.2020.07.033.
- AL-Sagan, A. A., Khalil, S., Hussein, E. O. S., & Attia, Y. A. (2020). Effects of fennel seed powder supplementation on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and economic efficiency of broilers under thermoneutral and chronic heat stress conditions. *Animals*, 10(2), 206. DOI: 10.3390/ani10020206.
- Amad, A. A., Männer, K., Wendler, K. R., Neumann, K., & Zentek, J. (2011). Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry science*, 90(12), 2811–2816. DOI: 10.3382/ps.2011-01515.
- Arczewska-Wlosek, A., & Swiatkiewicz, C. (2012). The effect of dietary herbal extract blend on the performance of broilers challenged with *Eimeria* oocysts. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21(1), 133–142. DOI: 10.22358/jafs/66058/2012.
- Asrat, M., Zeryehun, T., Amha, N., & Urge M. (2018). Effects of supplementation of different levels of garlic (*Allium sativum*) on egg production, egg quality and hatchability of White Leghorn chicken. *Livestock Research for Rural Development*, 30, 37.
- Chowdhury, S., & Smith, T. (2002). Effects of dietary garlic on cholesterol metabolism in laying hens. *Poultry Science*, 81(12), 1856–1862. DOI: 10.1093/ps/81.12.1856.
- Chudak, R. A., Ushakov, V. M., Poberezhets, Y. M., Lotka, H. I., Polishchuk, T. V., & Kazmiruk, L. V. (2020). Effect of *Echinacea pallida* supplementation on the amino acid and fatty acid composition of Pharaoh Quail meat. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 302–307. DOI: 10.15421/2020\_101.
- Cross, D. E., & Hillman, K. (2004). Antibacterial properties of phytochemicals in aromatic plants in poultry diets. *Poultry world*, 10, 19–23.
- Dehkordi, S., Fallah, V., & Dehkordi, S. H. (2011). Enhancement of broiler performance and immune response by *Echinacea purpurea* supplemented in diet. *African journal of biotechnology*, 10(54), 11280–11286. DOI: 10.5897/AJB11.1484.
- Gutyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., & Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on biochemical and morphological indicators of blood of piglets under nitrate loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 427–432. DOI: 10.15421/021766.
- Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, I. (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzen u tvarynnystvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. *Ahrarna Nauka: Kyiv (in Ukrainian)*.
- Iqbal, Y., Cottrell, J. J., Suleria, H. A. R., & Dunshea, F. R. (2020). Gut microbiota-polyphenol interactions in chicken: a review. *Animals*, 10(8), 1391. DOI: 10.3390/ani10081391.
- Kikusato, M. (2021). Phytobiotics to improve health and production of broiler chickens: functions beyond the antioxidant activity. *Animal Bioscience*, 34(3), 345–353. DOI: 10.5713/ab.20.0842.
- Kikusato, M., Xue, G., Pastor, A., Niewold, T. A., & Toyomizu, M. (2021). Effects of plant-derived isoquinoline alkaloids on growth performance and intestinal function of broiler chickens under heat stress. *Poultry Science*, 100, 957–963. DOI: 10.1016/j.psj.2020.11.050.
- Lee, J. S., Kim, M. J., Park, S. H., Lee, S. B., Wang, T., Jung, U. S., Im, J., Kim, E. J., Lee, K. W., & Lee, H. G. (2017). Effects of dietary mixture of garlic (*Allium sativum*), coriander (*Coriandrum sativum*) and probiotics on immune responses and caecal counts in young laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101, e122–e132. DOI: 10.1111/jpn.12573.
- Liu, Z. Y., Wang, X. L., Ou, S. Q., Hou, D. X., & He, J. H. (2020). Sanguinarine modulate gut microbiome and intestinal morphology to enhance growth performance in broilers. *PLOS ONE*, 15, e0234920. DOI: 10.1371/journal.pone.0234920.
- Martel, J., Ojcius, D. M., Ko, Y. F., & Young, J. D. (2020). Phytochemicals as prebiotics and biological stress inducers. *Trends in Biochemical Sciences*, 45(6), 462–471. DOI: 10.1016/j.tibs.2020.02.008.
- Poberezhets, J., Gutyj, B., Yaremchuk, O., Chudak, R., Farionik, T., Razanova, O., & Skoromna, O. (2022). Effectiveness of mineral supplementing productivity and hematological parameters of meat quails. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(105), 23–29. DOI: 10.32718/nvlvet10504.
- Radwan, N., Hassan, R., Qota, E., & Fayek, H. (2008). Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 7(2), 134–150. URL: <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2008.134.150>.
- Rudenko, V. M. (2012). *Matematychna statystyka*. Center for Educational Literature: Kyiv, Ukrainian (in Ukrainian).

- Shimao, R., Muroi, H., Furukawa, K., Toyomizu, M., & Kikusato, M. (2019). Effects of low-dose oleuropein diet supplementation on the oxidative status of skeletal muscles and plasma hormonal concentration of growing broiler chickens. *British Poultry Science*, 60, 784–789. DOI: 10.1080/00071668.2019.1662886.
- Yalcin, S., Onbasilar, E.E., Reisli, Z., & Yalcin, S. (2006). Effect of garlic powder on the performance, egg traits and blood parameters of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(9), 1336–1339. DOI: 10.1002/jsfa.2515.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10107  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.084.6:615.854:636.5

## The influence of phytobiotics on the productivity and reproductive system of repair young laying hens

R. A. Chudak, S. D. Barabash, J. M. Poberezhets✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 18.06.2024  
Received in revised form  
22.07.2024  
Accepted 23.07.2024

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-098-224-88-56  
E-mail: julia.p08@ukr.net

**Chudak, R. A., Barabash, S. D., & Poberezhets, J. M. (2024). The influence of phytobiotics on the productivity and reproductive system of repair young laying hens. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 45–49. doi: 10.32718/nvlvet-a10107**

The aim of the work was to study the effect of a phytobiotic feed additive on the live weight, growth and slaughter performance of repair young laying hens. For the experiment, 4 analogue groups of chickens of the “Dominant” egg breed, 150 heads each, were selected. Experimental groups of repair young animals consumed the investigated phytobiotic supplement in different doses in addition to the main diet. The experiment for repair young laying hens lasted 105 days. It was established that the use of a phytobiotic additive in the feeding of repair young laying hens increases the live weight of birds in the 2nd group by 9.4 % ( $P < 0.05$ ), the 3rd by 9.9 % ( $P < 0.05$ ) and the 4th by 10.5 % ( $P < 0.05$ ), against the control group. With the additional consumption of the feed additive, the absolute increase in live weight of chickens in the 2nd group increases by 10.5 % ( $P < 0.05$ ), the 3rd by 11.1 % ( $P < 0.05$ ) and the 4th by 11.9 % ( $P < 0.05$ ), compared to the control value. It was found that the use of a phytobiotic additive in poultry feed increases the length of the keel in the 2nd group by 4.0 % ( $P < 0.05$ ), the 3rd by 7.1 % ( $P < 0.05$ ), compared to control peers. In addition, under the action of the phytobiotic, the pelvic width in young laying hens increases in the 2nd group by 19.5 % ( $P < 0.05$ ), the 3rd by 24.4 % ( $P < 0.01$ ) and the 4th and by 21.9 % ( $P < 0.01$ ), relative to the control group. With the additional use of the feed additive in the 3rd group of birds, the breast depth increases by 12.6 % ( $P < 0.01$ ), compared to the control group. It was established that the consumption of a phytobiotic supplement in repair young laying hens increases the weight of the carcass of the carcass in the 3rd group by 6.8 % ( $P < 0.05$ ) and in the 4th by 5.9 % ( $P < 0.01$ ), the weight of the heart in the 2nd group by 20.7 % ( $P < 0.05$ ) and the weight of the lungs in the 4th by 42.4 % ( $P < 0.001$ ), relative to the control value. Under the action of the phytobiotic, in the 4th group of birds, the weight of the left ovary increases by 4.4 % ( $P < 0.05$ ), and the weight of the protein part of the oviduct in the 3rd group increases by 85.7 % ( $P < 0.05$ ) and 4th by 78.5 % ( $P < 0.05$ ), compared to the reference indicator.

**Key words:** phytobiotic, compound feed, repair young birds, feed, live weight, gains, slaughter rates.

## Вплив фітобіотики на продуктивність та статеву систему ремонтного молодняку курок-несучок

Р. А. Чудак, С. Д. Барабаш, Ю. М. Побережець✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Метою роботи було дослідження впливу фітобіотичної кормової добавки на живу масу, прирости та забійні показники ремонтного молодняку курок-несучок. Для дослідження було відібрано 4 групи-аналоги курчат яєчної породи “Домінант” по 150 голів у кожній. Дослідні групи ремонтного молодняку додатково до основного раціону споживали досліджувану фітобіотичну добавку в різних дозах. Дослід для ремонтного молодняку курок-несучок тривав 105 діб. Встановлено, що застосування фітобіотичної добавки у годівлі ремонтного молодняку курок-несучок збільшує живу масу птиці у 2-й групі на 9,4 % ( $P < 0,05$ ), 3-й на 9,9 % ( $P < 0,05$ ) та 4-й на 10,5 % ( $P < 0,05$ ) проти контрольної групи. За додаткового споживання кормової добавки збільшується абсолютний приріст живої маси курчат у 2-й групі на 10,5 % ( $P < 0,05$ ), 3-й на 11,1 % ( $P < 0,05$ ) та 4-й на 11,9 % ( $P < 0,05$ ), порівняно з конт-



рольним значенням. Виявлено, що за застосування фітобіотичної добавки в годівлі птиці збільшується довжина кіля у 2-й групі на 4,0 % ( $P < 0,05$ ), 3-й на 7,1 % ( $P < 0,05$ ) проти контрольних ровесників. Крім того, за дії фітобіотика ширина таза в молодняку курок-несучок підвищується у 2-й групі на 19,5 % ( $P < 0,05$ ), 3-й на 24,4 % ( $P < 0,01$ ) та 4-й на 21,9 % ( $P < 0,01$ ) порівняно з контрольною групою. За додаткового використання кормової добавки у 3-й групі птиці глибина грудей збільшується на 12,6 % ( $P < 0,01$ ) щодо контрольної групи. Встановлено, що за споживання фітобіотичної добавки у ремонтного молодняку курок-несучок збільшується маса патранної тушки у 3-й групі на 6,8 % ( $P < 0,05$ ) та 4-й на 5,9 % ( $P < 0,01$ ), маса серця у 2-й групі на 20,7 % ( $P < 0,05$ ) та маса легень у 4-й на 42,4 % ( $P < 0,001$ ) щодо контрольного значення. За дії фітобіотика у 4-й групі птиці збільшується маса лівого яєчника на 4,4 % ( $P < 0,05$ ) та підвищується маса білкової частини яйцепроводу в 3-й групі на 85,7 % ( $P < 0,05$ ) і 4-й на 78,5 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольним показником.

**Ключові слова:** фітобіотик, комбікорм, ремонтний молодняк птиці, годівля, жива маса, прирости, забійні показники.

## Вступ

Основні фактори, які визначають реалізацію генетичного потенціалу в птиці – це насамперед годівля та утримання. Для досягнення максимального ефекту птиця має бути забезпечена усім необхідним спектром біологічно активних речовин (Martínez et al., 2020; Rabelo-Ruiz et al., 2021). Завдяки нормуванню поживності раціонів шляхом використання повнораціонних комбікормів, преміксів тощо є змога досягти високої продуктивності та низької собівартості продукції (Khan et al., 2011; El-Sabry et al., 2020; Poberezhets et al., 2022).

Сучасні досягнення в галузі годівлі тварин вказують на необхідність балансування у раціонах не лише вмісту поживних речовин, а й забезпеченості біологічно активними речовинами (Gutyj et al., 2017; Kothari et al., 2019; Mikulski et al., 2020).

Застосування природних біостимуляторів дає змогу цілеспрямовано впливати на обмінні процеси в організмі сільськогосподарських тварин і тим самим сприяти прискоренню росту, підвищенню несучості птиці, поліпшенню конверсії корму та природної резистентності (Windisch et al., 2008; Loh et al., 2014; Soliman & Kamel, 2020).

Головна перевага фітобіотичних кормових добавок за існуючих способів використання в раціонах для

тварин полягає у тому, що вони рослинного походження та не накопичуються у продуктах харчування (Wen et al., 2019; Ayeni et al., 2020; Marwi et al., 2021; Ruesga-Gutiérrez et al., 2022). Споживання такої продукції є безпечним для здоров'я людини, що узгоджується з документами Європейського союзу, які регламентують питання харчування (Chudak et al., 2020; Marwi et al., 2021; Hidayat et al., 2021).

## Мета дослідження

Метою роботи було встановлення впливу фітобіотичної добавки на живу масу, прирости та забійні показники ремонтного молодняку курок-несучок.

## Матеріал і методи досліджень

Науково-господарський дослід провадили відповідно до методики їх постановки (Ibatullin et al., 2017). Експеримент провадили в умовах ТОВ “ОРГАНІК ПЛЮС” м. Вінниця на ремонтному молодняку курок-несучок породи “Домінант”. Для дослідів було відібрано 4 групи-аналоги курчат яєчної породи по 150 голів у кожній. Дослід для ремонтного молодняку курок-несучок тривав 105 діб згідно зі схемою дослідів (табл. 1).

**Таблиця 1**

Схема дослідів з використання фітобіотика у годівлі ремонтного молодняку курей-несучок

| Група          | Кількість тварин у групі, голів | Основний період дослідів<br>(тривалість для ремонтного молодняку – 105 діб) |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1 – контрольна | 150                             | ОР (повнораціонний комбікорм)                                               |
| 2 – дослідна   | 150                             | ОР + 0,25 кг/т ОптиЦід ДТГ-60                                               |
| 3 – дослідна   | 150                             | ОР + 0,5 кг/т ОптиЦід ДТГ-60                                                |
| 4 – дослідна   | 150                             | ОР + 0,25 кг/т ОптиЦід ДТГ-60                                               |

Дослідні групи ремонтного молодняку додатково до основного раціону споживали досліджувану фітобіотичну добавку ОптиЦід ДТГ-60 в різних дозах. Фітобіотик ОптиЦід ДТГ-60 – це унікальна комбінація тригліцеридів масляної кислоти з активними фітопрепаратами (коричний альдегід, карвакрол, тимол). Ефективна формула фітопрепаратів і трибутирина активна проти грампозитивних та грамнегативних бактерій незалежно від рН в кишечнику. ОптиЦід ДТГ-60 стимулює імунну систему за рахунок збереження цілісності кишечника.

Інтенсивність росту курчат визначили на основі зважування, яке проводили вранці до годівлі. За результатами зважування молодняку курей обчислюва-

ли прирости живої маси за період дослідів. У кінці дослідів провадили контрольний забій по 4 голови з кожної групи та визначали забійні показники.

Біометричну обробку одержаних у експериментах цифрових даних проводили, застосовуючи дисперсійний аналіз (ANOVA). Рівень значущості різниці, що відповідав 0,05 і менше, позначали  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ,  $P < 0,001$  (Rudenko et al., 2012).

## Результати та їх обговорення

За результатами дослідів встановлено, що використання у годівлі ремонтного молодняку курок-несучок досліджуваної фітобіотичної добавки збільшує живу

масу птиці у 2-й групі на 9,4 % ( $P < 0,05$ ), 3-й на 9,9 % ( $P < 0,05$ ) та 4-й на 10,5 % ( $P < 0,05$ ) проти контрольних аналогів (табл. 2).

Крім того, у птиці 4-ї групи, яка споживала фітобіотик, збільшується збереженість погोलів'я на 4,0 % щодо контролю.

За використання кормової добавки збільшується абсолютний приріст живої маси курчат у 2-й групі на 10,5 % ( $P < 0,05$ ), 3-й на 11,1 % ( $P < 0,05$ ) та 4-й на 11,9 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольним показником (табл. 3).

Водночас спостерігається тенденція до підвищення середньодобового та відносного приростів, проте вірогідної різниці з контролем не виявлено.

Під час дослідів визначали вплив фітобіотики на основні проміри ремонтного молодняку птиці (табл. 4).

Виявлено, що за додаткового згодовування фітобіотичної добавки в курчат збільшується довжина кіля у 2-й групі на 4,0 % ( $P < 0,05$ ), 3-й на 7,1 % ( $P < 0,05$ ) проти контрольних ровесників.

Варто зазначити, що за дії фітобіотики ширина таза в молодняку курок-несучок більша у 2-й групі на 19,5 % ( $P < 0,05$ ), 3-й на 24,4 % ( $P < 0,01$ ) та 4-й на 21,9 % ( $P < 0,01$ ), ніж у контролі. Крім того, у 3-й групі птиці глибина грудей збільшується на 12,6 % ( $P < 0,01$ ) щодо контрольної групи.

Встановлено, що за споживання фітобіотичної добавки у ремонтного молодняку курок-несучок збільшується маса патраної тушки у 3-й групі на 6,8 % ( $P < 0,05$ ) та 4-й на 5,9 % ( $P < 0,01$ ) порівняно з контрольним показником (табл. 5).

У ході контрольного забою визначали масу внутрішніх органів у ремонтного молодняку (табл. 6).

**Таблиця 2**

Жива маса та прирости курчат,  $x \pm SD$ ,  $n = 150$

| Група | Жива маса, г        |                    | Збереженість погोलів'я, % |
|-------|---------------------|--------------------|---------------------------|
|       | на початок дослідів | на кінець дослідів |                           |
| 1     | 129 $\pm$ 18,15     | 1174 $\pm$ 38,15   | 95,0                      |
| 2     | 130 $\pm$ 12,26     | 1285 $\pm$ 28,42*  | 98,5                      |
| 3     | 129 $\pm$ 16,32     | 1290 $\pm$ 40,25*  | 99,0                      |
| 4     | 128 $\pm$ 15,85     | 1297 $\pm$ 32,14*  | 99,0                      |

**Таблиця 3**

Приріст живої маси птиці,  $x \pm SD$ ,  $n = 150$

| Група | Приріст живої маси |                    |                   |
|-------|--------------------|--------------------|-------------------|
|       | Абсолютний, г      | Середньодобовий, г | Відносний, %      |
| 1     | 1045 $\pm$ 38,25   | 9,95 $\pm$ 5,28    | 160,8 $\pm$ 23,18 |
| 2     | 1155 $\pm$ 42,84*  | 11,00 $\pm$ 4,12   | 163,0 $\pm$ 24,34 |
| 3     | 1161 $\pm$ 32,15*  | 11,10 $\pm$ 6,36   | 164,2 $\pm$ 26,25 |
| 4     | 1169 $\pm$ 29,96*  | 11,12 $\pm$ 8,68   | 164,0 $\pm$ 23,52 |

**Таблиця 4**

Основні проміри ремонтного молодняку, см,  $x \pm SD$ ,  $n = 150$

| Показник       | Група           |                  |                    |                    |
|----------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|
|                | 1               | 2                | 3                  | 4                  |
| Довжина тулуба | 18,1 $\pm$ 1,08 | 19,7 $\pm$ 1,49  | 18,9 $\pm$ 1,68    | 19,2 $\pm$ 0,46    |
| Ширина грудей  | 4,5 $\pm$ 0,29  | 4,8 $\pm$ 0,42   | 4,9 $\pm$ 0,37     | 4,7 $\pm$ 0,39     |
| Довжина кіля   | 9,8 $\pm$ 0,54  | 10,2 $\pm$ 0,25* | 10,5 $\pm$ 0,56*   | 9,6 $\pm$ 0,38     |
| Обхват грудей  | 30,5 $\pm$ 1,67 | 28,3 $\pm$ 1,13  | 29,7 $\pm$ 0,73    | 28,3 $\pm$ 0,61    |
| Ширина таза    | 8,2 $\pm$ 0,38  | 9,8 $\pm$ 0,68*  | 10,2 $\pm$ 0,27*** | 10,0 $\pm$ 0,35*** |
| Довжина стегна | 12,8 $\pm$ 0,67 | 12,5 $\pm$ 0,29  | 13,1 $\pm$ 0,25    | 12,1 $\pm$ 0,54    |
| Довжина плесна | 9,2 $\pm$ 0,37  | 9,8 $\pm$ 0,35   | 10,0 $\pm$ 0,29    | 9,9 $\pm$ 0,38     |
| Глибина грудей | 8,7 $\pm$ 0,31  | 9,3 $\pm$ 0,29   | 9,8 $\pm$ 0,28*    | 9,3 $\pm$ 0,19     |

**Таблиця 5**

Забійні показники ремонтного молодняку,  $x \pm SD$ ,  $n = 4$

| Маса, г                | Група             |                    |                     |                     |
|------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                        | 1                 | 2                  | 3                   | 4                   |
| Передзабійна жива маса | 994,8 $\pm$ 13,25 | 1000,8 $\pm$ 18,36 | 1020,6 $\pm$ 19,64  | 1024,2 $\pm$ 15,84  |
| Патрана тушка          | 898,8 $\pm$ 10,19 | 900,9 $\pm$ 11,81  | 960,7 $\pm$ 12,58** | 952,1 $\pm$ 13,78** |
| голова                 | 39,6 $\pm$ 1,25   | 37,8 $\pm$ 0,75    | 37,2 $\pm$ 1,87     | 40,8 $\pm$ 1,05     |
| ноги                   | 48,8 $\pm$ 1,41   | 43,3 $\pm$ 3,15    | 45,2 $\pm$ 2,03     | 47,3 $\pm$ 2,55     |
| шкіра                  | 65,2 $\pm$ 4,53   | 56,1 $\pm$ 1,65    | 63,6 $\pm$ 2,68     | 64,1 $\pm$ 5,87     |

**Таблиця 6**Маса внутрішніх органів у ремонтного молодняка,  $x \pm SD$ ,  $n = 4$ 

| Група | Маса внутрішніх органів, г |            |            |             | Маса внутрішнього жиру, г |
|-------|----------------------------|------------|------------|-------------|---------------------------|
|       | легені                     | трахеї     | нирки      | серце       |                           |
| 1     | 6,6 ± 0,45                 | 3,1 ± 0,23 | 6,8 ± 0,27 | 5,3 ± 0,25  | 5,4 ± 0,73                |
| 2     | 6,5 ± 0,56                 | 2,8 ± 0,24 | 7,1 ± 0,36 | 6,4 ± 0,32* | 6,5 ± 0,52                |
| 3     | 7,3 ± 0,12                 | 3,5 ± 0,32 | 7,9 ± 0,81 | 6,6 ± 0,84  | 7,0 ± 0,64                |
| 4     | 9,4 ± 0,56**               | 3,3 ± 0,24 | 8,1 ± 1,32 | 6,5 ± 0,72  | 6,7 ± 0,82                |

За додаткового згодовування фітобіотичної добавки підвищується маса серця у 2-й групі на 20,7 % ( $P < 0,05$ ) та маса легень у 4-й на 42,4 % ( $P < 0,001$ ) щодо контрольного значення.

Варто зауважити, що фітобіотична добавка позитивно впливає на масу статевих органів ремонтного молодняка. Так, у 4-й групі птиці за дії добавки збільшується маса лівого яєчника на 4,4 % ( $P < 0,05$ ) проти контролю (табл. 7).

**Таблиця 7**Маса статевих органів ремонтного молодняка,  $x \pm SD$ ,  $n = 4$ 

| Група | Яєчник (лівий), г | Яйцепровід, г | Білкова частина яйцепроводу, г | Матка, г    | Піхва, г     |
|-------|-------------------|---------------|--------------------------------|-------------|--------------|
| 1     | 0,68 ± 0,06       | 0,03 ± 0,005  | 0,014 ± 0,002                  | 0,50 ± 0,08 | 0,48 ± 0,071 |
| 2     | 0,69 ± 0,12       | 0,04 ± 0,03   | 0,021 ± 0,005                  | 0,46 ± 0,09 | 0,51 ± 0,003 |
| 3     | 0,68 ± 0,06       | 0,05 ± 0,02   | 0,026 ± 0,003*                 | 0,51 ± 0,06 | 0,44 ± 0,014 |
| 4     | 0,71 ± 0,08*      | 0,04 ± 0,006  | 0,025 ± 0,004*                 | 0,49 ± 0,11 | 0,50 ± 0,006 |

Зафіксовано, що за використання фітобіотики у годівлі птиці підвищується маса білкової частини яйцепроводу у 3-й групі на 85,7 % ( $P < 0,05$ ) та 4-й на 78,5 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольним показником.

Таким чином, фітобіотична добавка має позитивний вплив на живу масу, прирости та забійні показники ремонтного молодняка курок-несучок. Отримані результати експерименту узгоджуються з дослідженнями інших вчених, які виявили позитивний вплив фітобіотичної добавки на прирости, збереженість поголів'я та яєчну продуктивність курок-несучок (Al-Yasiry et al., 2017; Gheisar & Kim, 2018; Ogbuewu & Mbajorgu, 2023).

### Висновки

Додаткове згодовування фітобіотичної добавки ремонтному молодняку курок-несучок збільшує живу масу та абсолютний приріст птиці у 4-й групі відповідно на 10,5 % ( $P < 0,05$ ) та 11,9 % ( $P < 0,05$ ) проти контролю. За використання кормової добавки збільшується довжина кіля у 3-й групі на 7,1 % ( $P < 0,05$ ), ширина таза на 24,4 % ( $P < 0,01$ ) та глибина грудей на 12,6 % ( $P < 0,01$ ) щодо контрольної групи. Крім того, за дії фітобіотики у ремонтного молодняка курок-несучок збільшується маса патраної тушки у 3-й групі на 6,8 % ( $P < 0,05$ ), маса серця у 2-й групі на 20,7 % ( $P < 0,05$ ) та маса легень у 4-й на 42,4 % ( $P < 0,001$ ) проти контрольного показника. За згодовування фітобіотичної добавки у 4-й групі птиці підвищується маса лівого яєчника на 4,4 % ( $P < 0,05$ ) та білкової частини яйцепроводу в 3-й групі на 85,7 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольним значенням.

### Відомості про конфлікт інтересів

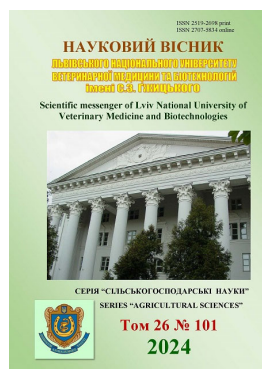
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Al-Yasiry, A. R. M., Kiczorowska, B., Samolinska, W., Kowalczyk-Vasilev, E., & Kowalczyk-Pecka, D. (2017). The effect of Boswellia serrata resin diet supplementation on production, hematological, biochemical and immunological parameters in broiler chickens. *Animal*, 11, 1890–1898. DOI: 10.1017/S1751731117000817.
- Ayeni, A. O., Oladedun, A. E., & Agbede, J. O. (2020). Performance and egg qualities of old-laying hens fed with diets containing selected phytochemical feed additives. *Journal of Food, Nutrition and Agriculture*, 3, 19–25. DOI: 10.21839/jfna.2020.v3.330.
- Chudak, R. A., Ushakov, V. M., Poberezhets, Y. M., Lotka, H. I., Polishchuk, T. V., & Kazmiruk, L. V. (2020). Effect of Echinacea pallida supplementation on the amino acid and fatty acid composition of Pharaoh Quail meat. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 302–307. DOI: 10.15421/2020\_101.
- El-Sabry, M. I., Abdelfattah, M. H., Abdellatif, H. A., Aggrey, S. E., & Elnesr, S. S. (2020). Physicochemical properties of magnetic water and its effect on egg production traits in hens at late laying period. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 31(1), 317–321. DOI: 10.36899/JAPS.2021.1.0219.
- Gheisar, M. M., & Kim, I. H. (2018). Phytochemicals in poultry and swine nutrition – A review. *Italian Journal of Animal Science*, 17, 92–99. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1350120.
- Gutyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., & Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on biochemical and morphological indicators of blood of piglets under

- nitrate loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 427–432. DOI: 10.15421/021766.
- Hidayat, R., Yunianto, V. D., Sukanto, B., & Sugiharto, S. (2021). Effect of dietary supplementation of probiotic, phytobiotics or their combination on performance, blood indices and jejunal morphology of laying hens during post peak production. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 11(1), 8–12. DOI: 10.51227/ojaf.2021.2.
- Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, I. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzen u tvarynnystvi* [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. Ah-rarna Nauka: Kyiv, Ukrainian (in Ukrainian).
- Khan, S. H., Atif, M., Mukhtar, N., Rehman, A., & Fareed, G. (2011). Effects of supplementation of multi-enzyme and multi-species probiotic on production performance, egg quality, cholesterol level and immune system in laying hens. *Journal of Applied Animal Research*, 39(4), 386–398. DOI: 10.1080/09712119.2011.621538.
- Kothari, D., Lee, W.-D., Niu, K.-M., & Kim, S.-K. (2019). The genus *Allium* as poultry feed additive: A review. *Animals*, 9, 1032. DOI: 10.3390/ani9121032.
- Loh, T. C., Choe, D. W., Foo, H. L., Sazili, A. Q., & Bejo, M. H. (2014). Effects of feeding different post biotic metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* strains on egg quality and production performance, faecal parameters and plasma cholesterol in laying hens. *BMC Veterinary Research*, 10, 149. DOI: 10.1186/1746-6148-10-149.
- Martínez, Y., Rodríguez, R., Pupo, G.E., Rosabal, O., Olmo, C., & Valdiviá, M. (2020). Phytobiotic effect of *Psidium guajava* leaves powder on egg productivity and quality of laying hens. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(4), 1–12. URL: <http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v54n4/2079-3480-cjas-54-04-557.pdf>.
- Marwi, F., Sjöfjan, O., Muttaqin, A., & Natsir, H. (2021). The Effect of Phytobiotics Supplementation and Magnetized Drinking Water on Production Performance and Egg Quality of Laying Hens. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 16, 95–104. DOI: 10.21776/ub.jitek.2021.016.02.3.
- Mikulski, D., Jankowski, J., Mikulska, M., & Demey, V. (2020). Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. *Poultry Science*, 91(10), 2275–2285. DOI: 10.1016/j.psj.2019.11.046.
- Ogbuewu, I. P., & Mbajorgu, C. A. (2023). Lipid profiles and production performance responses of laying hens to dietary *Moringa oleifera* leaf meal: systematic review and meta-analysis. *Tropical Animal Health and Production*, 55(4), 277. DOI: 10.1007/s11250-023-03693-2.
- Poberezhets, J., Guttyj, B., Yaremchuk, O., Chudak, R., Farionik, T., Razanova, O., & Skoromna, O. (2022). Effectiveness of mineral supplementing productivity and hematological parameters of meat quails. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(105), 23–29. DOI: 10.32718/nvlvet10504.
- Rabelo-Ruiz, M., Ariza-Romero, J. J., Zurita-González, M.J., Martín-Platero, A.M., Baños, A., Maqueda, M., & Peralta-Sánchez, J. M. (2021). *Allium*-based phyto-biotic enhances egg production in laying hens through microbial composition changes in ileum and cecum. *Animals*, 11(2), 448. DOI: 10.3390/ani11020448.
- Rudenko, V. M. (2012). *Matematychna statystyka*. Center for Educational Literature: Kyiv, Ukrainian, 234–245 (in Ukrainian).
- Ruesga-Gutiérrez, E., Ruvalcaba-Gómez, J. M., Gómez-Godínez, L. J., Villagrán, Z., Gómez-Rodríguez, V. M., Heredia-Nava, D., & Arteaga-Garibay, R. I. (2022). *Allium*-based phytobiotic for laying hens' supplementation: effects on productivity, egg quality, and fecal microbiota. *Microorganisms*, 10(1), 117. DOI: 10.3390/microorganisms10010117.
- Soliman N. K., & Kamel, S. H. (2020). Effect of herbs on productive performance of laying hens, some blood constituents and antioxidant activity in egg yolk. *Egyptian Poultry Science Journal*, 40(2), 493–505. DOI: 10.21608/epsj.2020.96095.
- Wen, C., Gu, Y., Tao, Z., Cheng, Z., Wang, T., & Zhou, Y. (2019). Effects of ginger extract on laying performance, egg quality, and antioxidant status of laying hens. *Animals*, 9(11), 857. DOI: 10.3390/ani9110857.
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86, E140–E148. DOI: 10.2527/jas.2007-0459.





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10108  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.32/38:637.1:577.1

## Qualitative composition of milk from Ukrainian Mountain Carpathian sheep

S. V. Chugaev<sup>1</sup>, V. V. Fedorovych<sup>2✉</sup>, Ye. I. Fedorovych<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 25.06.2024

Received in revised form

29.07.2024

Accepted 30.07.2024

Institute of Animal Breeding and  
Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS,  
Pogrebnyaka Str., 1, Chubynske,  
Kiev region, 08321, Ukraine.

Institute of Animal Biology NAAS,  
Vasyl Stus Str., 38, Lviv,  
79034, Ukraine.  
Tel.: +38-032-270-23-89  
E-mail: [logir@ukr.net](mailto:logir@ukr.net)

**Chugaev, S. V., Fedorovych, V. V. & Fedorovych, Ye. I. (2024). Qualitative composition of milk from Ukrainian Mountain Carpathian sheep. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 50–54. doi: 10.32718/nvlvet-a10108**

In recent years, the world, and Ukraine in particular, has seen a significant increase in consumer demand for sheep milk, as it has substantial advantages over cow's milk in terms of chemical composition and physical properties. Significant progress has been made recently in the study of the chemical composition of animal milk. However, most scientific papers are devoted to the study of bovine milk, and there is little data on sheep milk. In light of the above, the aim of our research was to study the chemical composition of milk from ewes of the Ukrainian Mountain Carpathian breed from the lowland (FG "Baikovo", Khust district, Zakarpattia region) and mountainous (from the "Bansky" farm, Rakhiv district, Zakarpattia region) zones of the Carpathians. It was found that there was no significant difference in milk production between the ewes of both groups: their milk yield per lactation in the foothill zone was 75.5 kg, and in the mountainous zone, 79.5 kg. Additionally, the average duration of lactation, depending on the breeding zone, ranged from 193 to 197 days. The analysis of the chemical composition of the milk shows a significant intergroup differentiation in the studied traits. Thus, despite almost identical average daily milk yields, animals of the second group surpassed those of the first group by 3.61 ( $P < 0.001$ ) in dry matter content, by 1.19 ( $P < 0.001$ ) in protein content, by 1.86 ( $P < 0.001$ ) in fat content, by 0.71 ( $P < 0.001$ ) in lactose content, by 1.75 % ( $P < 0.05$ ) in skimmed milk residue content, and by 208 kcal in caloric content. The acidity of the milk, depending on the breeding zone, ranged from 22.8 to 25.1 °T. Some multidirectional relationships were established between the average daily milk yield and the characteristics of the chemical composition of sheep milk, but none of them were significant. However, the most notable correlations were between average daily milk yield and dry matter content (0.27) and between average daily milk yield and skimmed milk solids (0.22). No consistent patterns were observed in relation to the animal breeding zones. In the intergroup differentiation of ewes of the Ukrainian Mountain Carpathian breed from the foothill and mountain zones based on the studied traits, the influence of the above factor on the phenotypic variability of lactation yield and average daily milk yield was insignificant, amounting to 1.8 % and 4.9 %, respectively. The influence of the breeding zone on the other studied traits of the chemical composition of sheep milk was more significant and statistically reliable, ranging, depending on the trait, from 17.7 % ( $P < 0.01$ ) to 71.3 % ( $P < 0.001$ ).

**Key words:** sheep, Ukrainian Mountain Carpathian breed, milk, chemical composition, correlation, strength of influence.

## Якісний склад молока овець української гірськокарпатської породи

С. В. Чугаєв<sup>1</sup>, В. В. Федорович<sup>2✉</sup>, Є. І. Федорович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Київська область, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Впродовж останніх років у світі і в Україні зокрема спостерігається суттєве зростання попиту населення на овече молоко, оскільки воно за хімічним складом і фізичними властивостями має суттєві переваги над коров'ячим. Останнім часом у вивченні хімічного складу молока тварин досягнуто значного прогресу. Однак більшість наукових робіт присвячено дослідженню молока

великої рогатої худоби, а даних стосовно овечого молока є обмаль. З огляду на зазначене, метою наших досліджень було вивчити хімічний склад молока вівцематок української гірськокарпатської породи з низинної (ФГ “Байково”, Хустський район Закарпатської області) та гірської (з СФГ “Банський”, Рахівський район Закарпатської області) зон Карпат. Встановлено, що за молочною продуктивністю між вівцематками обох груп суттєвої різниці не спостерігалось: їх надій за лактацію у передгірській зоні становив 75,5, а у гірській – 79,5 кг. При цьому, середня тривалість лактації, залежно від зони розведення тварин, перебувала в межах 193–197 днів. Аналіз хімічного складу молока засвідчує досить суттєву міжгрупову диференціацію за досліджуваними ознаками. Так, за майже однакових середньодобових надойів тварини другої групи за вмістом сухої речовини переважали ровесниць першої на 3,61 ( $P < 0,001$ ), за вмістом білка в молоці – на 1,19 ( $P < 0,001$ ), за вмістом жиру – 1,86 ( $P < 0,001$ ), за вмістом лактози – на 0,71 ( $P < 0,001$ ), за вмістом сухого знежиреного молочного залишку – на 1,75 % ( $P < 0,05$ ) і за калорійністю – на 208 кКал. Кислотність молока, залежно від зони розведення тварин, була в межах 22,8–25,1 °Т. Між величиною середньодобових надойів та ознаками хімічного складу молока овець встановлені певні різноспрямовані зв'язки, однак вони у жодному випадку не були вірогідними. Втім, найбільш суттєвими вони виявилися між середньодобовим надоем та сухою речовиною (0,27) і середньодобовим надоем та сухим знежиреним молочним залишком (0,22), а щодо зон розведення тварин, то тут жодної закономірності не спостерігалось. За міжгрупової диференціації вівцематок української гірськокарпатської породи з передгірської і гірської зон за досліджуваними ознаками сила впливу вищенаведеного чинника на фенотипову мінливість надою за лактацію та середньодобового надою була незначною невірогідною і становила відповідно 1,8 та 4,9 %. На решту досліджуваних ознак хімічного складу молока овець вплив зони розведення був суттєвішим та достовірним і був, залежно від ознаки, в межах 17,7 ( $P < 0,01$ ) – 71,3 % ( $P < 0,001$ ).

**Ключові слова:** вівці, українська гірськокарпатська порода, молоко, хімічний склад, кореляція, сила впливу.

## Вступ

У нинішніх умовах господарювання галузь вівчарства є однією з перспективних, позаяк забезпечує підвищення ефективного використання землі, рівня зайнятості сільського населення, забезпечення легкої та переробної промисловості незамінною сировиною (вовна, каракуль, смушки овчини, шкіра) та харчовими продуктами (м'ясо, молоко, сир, бринза та ін.). До того ж, вівчарство є найменш енерговитратною галуззю, оскільки завдяки своїй біологічній особливості вівці – єдиний вид сільськогосподарських тварин, які з ранньої весни до пізньої осені використовують дешеві пасовищні корми не лише на рівнинній, а й у гірській зонах впродовж 8–9 місяців у році та не вимагають великих затрат на їх утримання (Boiko et al., 2013; Vdovychenko & Zharuk, 2013; Suprun et al., 2021; Lesyk et al., 2021).

Розведення овець у гірській зоні має свою певну специфіку і дещо відрізняється від утримання тварин на рівнинах. Однією з особливостей є літнє полонинне перебування тварин на високогірних пасовищах у більш складних кліматичних та рельєфних умовах, що своєю чергою впливає на індивідуальні особливості росту й розвитку тварин та рівень їх м'ясної, вовнової і молочної продуктивності (Chokan & Fedorovych, 2014; Paşca et al., 2018).

Упродовж останніх років у світі та в Україні зокрема спостерігається суттєве зростання попиту населення на овече молоко, оскільки воно за хімічним складом і фізичними властивостями має суттєві переваги над коров'ячим: містить у 1,5 раза більше білка (до 6–7 %), в 1,4 раза – сухої речовини, в 1,8 раза – жиру, що відповідно спричинило його більшу калорійність. В овечому молоці є понад 200 різних поживних і біологічно активних речовин, весь комплекс вітамінів групи В та значна кількість вітаміну А. Продукти з овечого молока вважаються універсальним засобом від старіння, вони легко (на 99,1 %) перетравлюються в організмі людей і не мають аналогів серед інших продуктів тваринного походження (Maurer et al., 2013; Sedilo et al., 2015; Fotina & Zazharska, 2016; Staraj et al., 2016). Від кількості одержаного молока, а особливо від його якості, залежить виробництво ви-

сокоцінних видів продукції, одержаних у результаті його переробки (Bozhdyarnik, 2011; Ladyka & Bodnarchuk, 2014; Mykytjuk et al., 2014).

Останнім часом у вивченні хімічного складу молока досягнуто значного прогресу. Однак більшість наукових робіт присвячено дослідженню молока великої рогатої худоби, а даних стосовно овечого молока є обмаль.

## Мета дослідження

З огляду на зазначене, метою наших досліджень було вивчити хімічний склад молока вівцематок української гірськокарпатської породи з низинної та гірської зон Карпат.

## Матеріал і методи досліджень

Для проведення експериментальних досліджень було відібрано за принципом аналогів за фізіологічним станом, живою масою і віком по 20 лактуючих вівцематок з кожної зони: І група – тварини з ФГ “Байково” с. Липча Хустського району (передгірська (низинна) зона); ІІ група – тварини з СФГ “Банський” с. Луг Рахівського району (гірська зона). Оцінку молочної продуктивності за лактацію піддослідних маток проводили згідно даних зоотехнічного обліку. Якісні показники молока визначали на 3 місяці лактаційного періоду. У середніх пробах молока за добу (дворазове ручне доїння) визначали вміст води, сухої речовини, білка, жиру, лактози, золи, сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) та калорійність. Хімічний склад молока визначали за допомогою аналізатора “ЕКОМІЛК TOTAL”, суху речовину – висушуванням у сушильній шафі, золу – шляхом спалювання за температури 550–660 °С. СЗМЗ – як різницю між кількістю сухої речовини та вмістом жиру в молоці, калорійність – розрахунковим методом за формулою:  $K = (9,3 \times Ж) + (Л + Б) \times 4,1 \times 10$ , де: К – кількість, ккал; Л – вміст цукру, %; Б – вміст білка, %; 9,3 – калорійність 1 г молочного жиру, ккал; 4,1 – калорійність 1 г Ж – вміст жиру, %; Ж – вміст жиру, %; 4,1 – калорійність 1 г білка і 1 г цукру, ккал; 10 – постійний коефіцієнт.

Тварини обох груп у осінньо-весняний період отримували однакові раціони, які забезпечували основні елементи живлення овець за існуючими нормами. До складу раціонів входило сіно лучне (вволу), сінаж вико-вівсяний (2 кг/гол/доб), комбікорм (0,4 кг/гол/доб) та сіль кухонна (10 г/гол/доб). У літньопасовищний період овець випасали на гірських луках і відгінних пасовищах. В основу пасовищних трав у гірській зоні Карпат входили біла і багатоквіткова ожика, звичайна пахуча трава, вівсюнець пустельний, шершава і бліда осока, чебрець, шершиста медова трава, тонконіг альпійський та гвоздика Борбаша. Травостій природних пасовищ у передгірській зоні включав гребінчик звичайний, біловус, мітлицю тонку, конюшину заячу та середню, верес, брусницю, кострицю червону, приземкуватий ялівець, ожину та мох.

Дослідження рівня співвідносної мінливості ознак хімічного складу молока овець проводили методом кореляційного аналізу, а силу впливу зони розведення тварин на ознаки хімічного складу молока визначали методом однофакторного дисперсійного аналізу за допомогою програмного пакету "Statistica 6.1".

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Достовірність (вірогідність) різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Ст'юдента (t). Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною при  $P < 0,05$  (\*),  $P < 0,01$  (\*\*),  $P < 0,001$  (\*\*\*)

### Результати та їх обговорення

Встановлено, що за молочною продуктивністю між вівцематками обох груп суттєвої різниці не спостерігалось: їх надій за лактацію у передгірській зоні становив 75,5, а у гірській – 79,5 кг (рис. 1). При цьому, середня тривалість лактації, залежно від зони розведення тварин, знаходилася в межах 193–197 днів. Варто відмітити, що молочна продуктивність вівцематок обох груп з початком пасовищного періоду поступово зростала і максимального рівня досягала у липні.

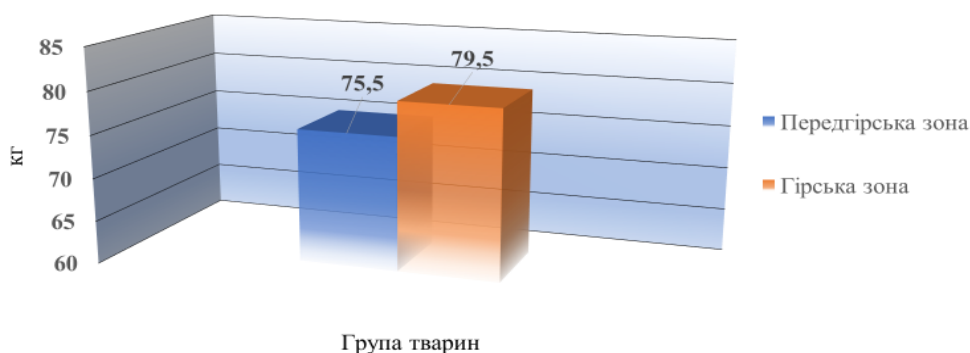


Рис. 1. Молочна продуктивність вівцематок за лактацію, кг

Органолептичними дослідженнями молока овець встановлено, що воно жовтуватого кольору, має специфічний запах, трохи солодкуватий смак. Його кислотність, залежно від зони розведення тварин, була в межах 22,8–25,1 °Т (табл. 1). Аналіз хімічного складу молока засвідчує досить суттєву міжгрупову дифере-

нціацію за досліджуваними ознаками. Так, за майже однакових середньодобових надойів тварини першої групи за вмістом сухої речовини, яка зумовлює харчову цінність молока та його витрати при виробництві молочних продуктів, поступалися ровесницям другої на 3,61 % ( $P < 0,001$ ).

Таблиця 1

Хімічний склад молока овець з різних зон розведення (n = 20 з кожної зони)

| Ознака                         | Зона розведення |       |               |       |
|--------------------------------|-----------------|-------|---------------|-------|
|                                | передгірська    |       | гірська       |       |
|                                | M ± m           | Cv, % | M ± m         | Cv, % |
| Середньодобовий надій, л       | 0,84 ± 0,021    | 12,29 | 0,89 ± 0,028  | 13,03 |
| Кислотність, °Т                | 22,8 ± 0,337**  | 6,70  | 25,1 ± 0,485  | 9,45  |
| Суша речовина, %               | 15,2 ± 0,274*** | 8,88  | 18,81 ± 0,349 | 9,48  |
| Білок, %                       | 4,31 ± 0,107*** | 11,18 | 5,53 ± 0,112  | 9,36  |
| Жир, %                         | 5,00 ± 0,159*** | 15,12 | 6,88 ± 0,100  | 6,27  |
| Лактоза, %                     | 5,03 ± 0,016*** | 4,83  | 5,75 ± 0,028  | 7,17  |
| Зола, %                        | 0,81 ± 0,016*** | 10,10 | 0,95 ± 0,028  | 13,89 |
| СЗМЗ, %                        | 10,2 ± 0,354*   | 16,53 | 11,93 ± 0,364 | 15,60 |
| Калорійність 1 кг молока, ккал | 824 ± 19,3***   | 10,78 | 1032 ± 22,4   | 11,65 |

Примітка: різницю між ознаками вважали статистично вірогідною за  $P < 0,05$  (\*),  $P < 0,01$  (\*\*),  $P < 0,001$  (\*\*\*)

Одним із найцінніших компонентів овечого молока є вміст у ньому білків. Саме вони містять у достатній кількості всі незамінні амінокислоти. Крім того, вони є важливими при виготовленні бринзи та інших сирів. У вівцематок другої групи вміст білка становив 5,53 %, що на 1,19 % ( $P < 0,001$ ) більше, ніж у ровесниць першої групи.

За оцінки продуктивності тварин у зоотехнічній практиці важливе значення має не лише величина надою, а й жирність молока. Молочний жир забезпечує організм людини жиророзчинними вітамінами, фосфатидами, жирними кислотами, які відіграють помітну роль в обмінних процесах. Він має високу енергетичну цінність. За вмістом жиру в молоці також кращими виявилися тварини з гірської зони. Їх перевага за названою ознакою над ровесницями з низинної зони сягала 1,86 % ( $P < 0,001$ ).

Відомо, що в сухій речовині молока найбільше міститься вуглеводів, з-поміж яких домінантною є лактоза. Вона є джерелом енергії для організму, сприяє нормальній роботі серця, м'язів, печінки та інших органів. За цією ознакою вівцематки з низинної зони високовірогідно поступалися особинам з гірської зони на 0,71 %.

Достовірна різниця між тваринами підконтрольних груп спостерігалася і за вмістом золи в молоці після його спалювання. Вона становила 0,14 % ( $P < 0,001$ ) на користь вівцематок другої групи.

Ще однією важливою ознакою, яка характеризує якість молока овець, є сухий знежирений молочний залишок. У молоці вівцематок першої групи він становив 11,93, а другої – 10,18 %, тобто міжгруппова диференціація за цією ознакою між тваринами з різних зон розведення була вірогідною і сягала 1,75 % ( $P < 0,05$ ).

Порівняльний аналіз калорійності молока засвідчує вірогідно ( $P < 0,001$ ) вищі значення на 208 кКал у вівцематок другої групи, в яких ця ознака становила 1032 кКал.

Нами встановлені певні зв'язки між величиною середньодобових надоїв та ознаками хімічного складу молока овець (табл. 2). Залежно від поєднаних ознак вони носили різноспрямований характер. Варто зазначити, що в жодному випадку коефіцієнти кореляції не були вірогідними. При цьому найбільш суттєвими вони виявилися між середньодобовим надоєм та сухою речовиною (0,27) і середньодобовим надоєм та сухим знежиреним молочним залишком (0,22), а щодо зон розведення тварин, то тут жодної закономірності не спостерігалось.

Селекційно-племінна робота з сільськогосподарськими тваринами вимагає поглиблених знань щодо впливу різних чинників на їхні провідні господарські корисні ознаки і якість продукції зокрема. З огляду на зазначене, нами було досліджено силу впливу зони розведення овець на їх якісний склад молока (табл. 3).

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між середньодобовим надоєм та якісним складом молока,  $r \pm m_r$

| Поєднання показників                  | Зона розведення        |                    | Разом, $n = 40$   |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
|                                       | передгірська, $n = 20$ | гірська, $n = 20$  |                   |
| Середньодобовий надій – суха речовина | $-0,06 \pm 0,235$      | $0,28 \pm 0,226$   | $0,27 \pm 0,156$  |
| Середньодобовий надій – білок         | $-0,13 \pm 0,233$      | $-0,42 \pm 0,214$  | $-0,01 \pm 0,162$ |
| Середньодобовий надій – жир           | $0,02 \pm 0,236$       | $-0,01 \pm 0,236$  | $0,19 \pm 0,159$  |
| Середньодобовий надій – лактоза       | $-0,25 \pm 0,228$      | $-0,02 \pm 0,236$  | $0,07 \pm 0,162$  |
| Середньодобовий надій – зола          | $-0,16 \pm 0,232$      | $-0,002 \pm 0,235$ | $0,08 \pm 0,162$  |
| Середньодобовий надій – СЗМЗ          | $-0,05 \pm 0,235$      | $0,28 \pm 0,226$   | $0,22 \pm 0,158$  |

Таблиця 3

Сила впливу зони розведення на якісні показники молока овець,  $n = 40$ , %

| Склад молока          | Сила впливу зони розведення овець |       |
|-----------------------|-----------------------------------|-------|
|                       | $\eta^2 \pm m_\eta$               | F     |
| Надій за лактацію     | $1,8 \pm 2,63$                    | 0,69  |
| Середньодобовий надій | $4,9 \pm 2,62$                    | 1,96  |
| Калорійність          | $55,3 \pm 1,82^{***}$             | 46,9  |
| Кислотність           | $27,7 \pm 2,43^{***}$             | 14,6  |
| Вода                  | $17,7 \pm 2,55^{**}$              | 8,15  |
| Суша речовина         | $61,8 \pm 1,63^{***}$             | 61,57 |
| Білок                 | $59,8 \pm 1,69^{***}$             | 56,44 |
| Жир                   | $71,3 \pm 1,29^{***}$             | 94,51 |
| Лактоза               | $46,2 \pm 2,07^{***}$             | 32,57 |
| Зола                  | $31,7 \pm 2,37^{***}$             | 17,66 |
| СЗМЗ                  | $22,6 \pm 2,49^{***}$             | 11,09 |

Встановлено, що за міжгруппової диференціації вівцематок української гірськокарпатської породи з передгірської і гірської зон за досліджуваними ознаками сила впливу вищенаведеного чинника на фенотипову мінливість надою за лактацію та середньодо-

бового надою була незначною невірогідною та становила відповідно 1,8 і 4,9 %. На решту досліджуваних ознак хімічного складу молока овець вплив зони розведення був суттєвішим та достовірним і перебував,



залежно від ознаки, в межах 17,7 ( $P < 0,01$ ) – 71,3 ( $P < 0,001$ ).

### Висновки

За майже однакової молочної продуктивності за лактацію та середньодобових надоїв між вівцематками з різних зон розведення (гірської та передгірської) спостерігалася міжгрупово диференціація за хімічним складом та калорійністю молока. Кращими за всіма досліджуваними ознаками виявилися тварини з гірської зони, що очевидно, пояснюється кращою кормовою базою у пасовищний період. Зв'язки між середньодобовим надоєм та ознаками хімічного складу молока коливалися від слабких обернених до прямих, втім, у жодному випадку не були вірогідними. Сила впливу зони розведення на ознаки хімічного складу молока була суттєвою достовірною і коливалася від 17,7 ( $P < 0,01$ ) до 71,3 % ( $P < 0,001$ ).

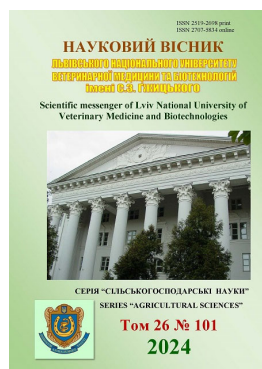
*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому плануємо дослідити успадковуваність ознак молочної продуктивності дочок від їхніх матерів.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

### References

- Boiko, N. V., Kosova, N. O., Korkh, I. V., & Riazanov, P. O. (2013). Rehionalni osoblyvosti tendentsii rozvytku haluzi vivcharstva ta vyrobnytstva vovny v Ukraini. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*, 1(31), 93–98. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau\\_2013\\_1\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau_2013_1_24) (in Ukrainian).
- Bozhydarnik, T. V. (2011). Innovatsii u molochnomu sektori svitovoi ekonomiky ta yii rol u rozvytku molokoproduktyvnogo pidkompleksu APK Ukrainy. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu*, 1, 18–31 (in Ukrainian).
- Chokan, T. V., & Fedorovych, Ye. I. (2014). Vovnova produktyvnist ta fizyko-khimichni pokaznyky vovny hirs'kokarpatskykh ovets. *Visnyk Sumskoho natsional'nogo ahrarnoho universytetu. Seriya «Tvarynytstvo»*, 2(2), 125–128. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2014\\_2%282%29\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2014_2%282%29_29) (in Ukrainian).
- Fotina, T. I., & Zazharska, N. M. (2016). Fizyko-khimichni sklad kozynoho i ovechoho moloka zalezno vid vysoty vypasannia tvaryn. *Biolohiia tvaryn*, 18(4), 106–112. DOI: 10.15407/animbol18.04.106 (in Ukrainian).
- Ladyka, V. I., & Bodnarchuk, L. V. (2014). Molochne tvarynnyctvo Ukrainy: stan ta perspektyva. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu: Seriya «Tvarynnyctvo»*, 2/2(25), 3–9 (in Ukrainian).
- Lesyk, O. B., Pokhyvka, M. V., & Makoviichuk, S. D. (2021). Otsinka produktyvnosti ta vidtvorivulnoi zdatnosti ovets ukrainskoi hirs'kokarpatskoi porody v umovakh bukovyny. *The Scientific and Theoretical Professional Journal Scientific Herald Askania Nova*, 122–131. DOI: 10.33694/2617-0787-2021-1-14-122-132 (in Ukrainian).
- Maurer, J., Berger, T., Amrein, R., & Schaeren, W. (2013). Critères de qualité pour le lait de chèvre et de brebis. *Agroscope Liebefeld-Posieux — ALP forum*, 97, 1–16.
- Mykytjuk, V. M., Koval'chuk, I. V., & Shuljar, A. L. (2014). Tekhniko-tekhnohichna modernizatsiia ta innovatsiinyi rozvytok haluzi molochnoho skotarstva: svitovi tendentsii i vitchyzniani perspektyvy. *Visnyk Zhytomyr'skogo nacional'nogo agroekologichnogo universytetu*, 2(44), 3–16 (in Ukrainian).
- Sedilo, G. M., Volk, S. O., Kaplinsky, V. V., Gavrylyak, V. V., & Khomyk, M. M. (2015). Khimichni sklad i yakist moloka vivotsematok zalezno vid botanichnoho skladu pasovyshchynykh. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 17(1), 192–196. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture/article/view/3575> (in Ukrainian).
- Stapaj, P. V., Gavryljak, V. V., Stahiv, N. P., & Paranjak, N. M. (2016). Biohimichni pokaznyky moloka vivotsematok ukrains'koi hirs'kokarpatskoi porody i porody prekos. *Naukovy visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Tehnologija vyrobnytstva i pererobky produkci tvarynnyctva*, 236, 276–285 (in Ukrainian).
- Suprun, I. O., Hetia, A. A., & Fychak, V. M. (2021). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku vivcharstva v Ukraini. *Zbirnyk naukovykh prats «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnyctva»*, 2, 21–31. DOI: 10.33245/2310-9289-2021-166-2-21-31 (in Ukrainian).
- Vdovychenko, Ju. V., & Zharuk, P. G. (2013). Stan ta perspektyvy rozvytku galuzi vivcharstva Ukrainy. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo agrarnogo universytetu*, 1(31), 135–138. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau\\_2013\\_1\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau_2013_1_36) (in Ukrainian).
- Pașca, I., Cîmpean, A., & Pusta, D. (2018). Carcass Characteristics of Purebred Tsurcana Lambs and F1 Crossbreds (Tsurcana × Vendeen). *Bulletin of University of agricultural sciences and veterinary medicine. Cluj-Napoca*, 75, 87–91. DOI: 10.15835/buasvmcn-vm:005717.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10109  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.084:658.562:637.512

## Quality of slaughter products of young pigs for fattening using flour from apple pomace in composition of compound feed

S. V. Sobolieva<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, Y. V. Zasukha<sup>1</sup>, O. I. Sobolev<sup>1✉</sup>, P. I. Kuzmenko<sup>1</sup>, K. R. Mazhilovskaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

### Article info

Received 28.06.2024

Received in revised form

01.08.2024

Accepted 02.08.2024

**Sobolieva, S. V., Gutyj, B. V., Zasukha, Y. V., Sobolev, O. I., Kuzmenko, P. I., & Mazhilovskaya, K. R. (2024). Quality of slaughter products of young pigs for fattening using flour from apple pomace in composition of compound feed. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 55–62. doi: 10.32718/nvlvet-a10109**

Bila Tserkva National Agrarian  
University, 8/1, Soborna Sq.,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-096-443-91-50  
E-mail: sobolev\_a\_i@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-068-136-20-54  
E-mail: bvh@ukr.net

Odessa State Agrarian University,  
Panteleymonyvska Str., 13,  
Odessa, 65012, Ukraine.

Today for zootechnical science are remain relevant issues of the rational use of non-traditional feeds in the diets of farm animals. Among the large number of non-traditional foods, apple pomace occupies a prominent place. Like the raw materials, they contain many valuable components: carbohydrates, fats, proteins, pectin substances, vitamins, acids, mineral elements and others. The inclusion of apple pomace in the diet of animals allows not only to increase their productivity and obtain a significant amount of meat and dairy products, but also to save a significant amount of grain fodder and prevent environmental pollution. The aim of scientific research was to study the quality of slaughter products of fattening young pigs for the use of apple pomace flour as a compound feed. Experimental studies were conducted on young pigs of a large white breed of French breeding. During the fattening period, the young pigs of the experimental groups were fed compound feed with different proportions of flour from apple pomace (5 %, 10 and 15 % by weight). The study of the chemical composition of the pigs' meat of the control and experimental groups did not reveal any significant difference between them. However, in the pigs' meat of the experimental groups, compared to the control group, the content of total moisture decreased by 0.4–0.6 % and the fat content by 0.1–0.5 %. In terms of protein content, the young animals of the experimental groups prevailed by 0.5–1.0 % of their peers from the control group. At the same time, there is a tendency to increase the energy and biological value of the meat of young pigs, which during the fattening period were fed apple pomace flour in the amount of 5 and 10 % by weight instead of barley grain. As for the quality of adipose tissue, a slight increase in total moisture content by 0.1–0.8 % and a decrease in fat content by 0.5–1.7 % was observed in the young pigs of the experimental groups, compared to similar indicators in the control group. The results of studies of physical and chemical parameters of adipose tissue indicate some advantages of lard of young pigs of the control group. In particular, the melting temperature of pig fat in experimental groups was higher by 0.9–1.7 %, and the iodine number of fat was lower by 3.3–7.1 %, compared to the control group. Thus, the use of flour from apple pomace in the composition of compound feeds for fattening young pigs up to 15 % (by weight) will allow to save a part of expensive grain feed and thereby increase the efficiency of pork production without reducing the quality of products.

**Key words:** pigs, diet, apple pomace, quality of meat and fat.

## Якість продуктів забою відгодівельного молодняку свиней за використання у складі комбікормів борошна із яблучних вичавок

С. В. Соболева<sup>1</sup>, Б. В. Гутий<sup>2</sup>, Ю. В. Засуха<sup>1</sup>, О. І. Соболев<sup>1✉</sup>, П. І. Кузьменко<sup>1</sup>, К. Р. Мажилівська<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Питання раціонального використання нетрадиційних кормів у раціонах сільськогосподарських тварин були і залишаються сьогодні актуальними для зоотехнічної науки. Серед великої кількості нетрадиційних кормів чільне місце займають яблучні вичавки. Як і вихідна сировина, вони містять багато цінних компонентів: вуглеводи, жири, білки, пектинові речовини, вітаміни, кислоти, мінеральні елементи та інші. Включення яблучних вичавок в раціон тварин дозволяє не тільки підвищити їхню продуктивність і одержати значну кількість м'ясної та молочної продукції, але й зекономити значну кількість зернофуражу та запобігти забрудненню навколишнього середовища. Метою наукових досліджень було вивчення якості продуктів забою відгодівельного молодняку свиней за використання у складі комбікормів борошна із яблучних вичавок. Експериментальні дослідження проводилися на молодняку свиней великої білої породи французької селекції. Упродовж періоду відгодівлі молодняку свиней дослідних груп згодовували комбікорми з різною часткою борошна із яблучних (5 %, 10 та 15 % від маси). Вивчення хімічного складу м'яса свиней контрольної та дослідних груп не виявило істотної різниці між ними. Проте у м'ясі свиней дослідних груп децю знизився, порівняно з контрольною групою, вміст загальної вологи на 0,4–0,6 % та вміст жиру на 0,1–0,5 %. За вмістом білка молодняк дослідних груп переважав на 0,5–1,0 % своїх ровесників із контрольної групи. Водночас установлена тенденція до підвищення енергетичної та біологічної цінності м'яса молодняку свиней, якому упродовж періоду відгодівлі вводили в комбікорми замість зерна ячменю борошно із яблучних вичавок у кількості 5 та 10 % за масою. Щодо якості жирової тканини, то у молодняку свиней дослідних груп спостігалось незначне підвищення вмісту загальної вологи на 0,1–0,8 % та зниження вмісту жиру на 0,5–1,7 % порівняно з аналогічними показниками у контрольній групі. Результати досліджень фізико-хімічних показників жирової тканини свідчать про деякі переваги жиру молодняка свиней контрольної групи. Зокрема, температура плавлення жиру свиней дослідних груп була вищою 0,9–1,7 °C, а йодне число жиру нижчим на 3,3–7,1 % порівняно з контрольною групою. Таким чином, використання борошна із яблучних вичавок у складі комбікормів для відгодівельного молодняку свиней до 15 % (за масою) дозволить зекономити частину дорогих зернових кормів і тим самим підвищити ефективність виробництва свинини без зниження якості продукції.

**Ключові слова:** свині, раціон, яблучні вичавки, якість м'яса та жиру.

## Вступ

Системою розвитку суспільного виробництва велике значення приділяється розумному режиму економії у народному господарстві, бережливому і повному використанню сировини, у тому числі й сільськогосподарської.

Зазвичай рослинна сільськогосподарська сировина є багатокомпонентною, у ній містяться крім основних компонентів, які підлягають виділенню під час процесу переробки (борошно, цукор, олія, сік і т. ін.) й інші корисні органічні та мінеральні речовини (Savchuk & Vyhovsky, 2019; Syrovatko, 2022).

Головна відмінність сільськогосподарської сировини від сировини іншого походження полягає в тому, що вона є основним джерелом для виробництва продуктів харчування і значної кількості кормових засобів (Goljan & Shmarov, 2018).

Незважаючи на те, що сільськогосподарська сировина безперервно відтворюється, не слід вважати, що є її надлишок. Тому завдання раціонального використання сільськогосподарської сировини буде стояти на усіх етапах розвитку економіки України.

На даний час проблема комплексної переробки сільськогосподарської сировини досить актуальна для харчової промисловості. Це пов'язано з тим, що сучасний рівень виробництва з переробки сільськогосподарської сировини характеризується дедалі більш поглибленими протиріччями між необхідністю поступового збільшення обсягів переробки та слабкою технічною оснащеністю підприємств і незавершеністю технологічного циклу. У цій ситуації на господарській діяльності підприємств з переробки сировини все згубніше позначаються низький коефіцієнт її використання і щорічний приріст так званих “відходів”, внаслідок чого спостірається не тільки погіршення загальних економічних показників, а й виникнення реальної екологічної загрози навколишньому середо-

вищу. Подібні негативні тенденції характерні майже для усіх переробних галузей АПК, але особливо виразно вони простіжуються на прикладі підприємств із переробки плодів та овочів.

Підприємствами харчової промисловості щорічно накопичуються тисячі тонн невикористаних відходів виробництва, які забруднюють площі родючої землі, часто потрапляють в річки та водойми, гниють і тим самим забруднюють повітряний простір, погіршують санітарний стан районів. Комплексна переробка сировини з використанням відходів дозволяє усунути ці недоліки і з обтяжливих для виробництва відходів одержати такі продукти, якість яких не поступається продуктам, що вироблені з натуральної сировини (Tymchak, 2016).

Комплексна переробка сировини служить основним принципом безвідходного виробництва. Економічна сторона безвідходного виробництва має свої особливості. За комплексної переробки сировини значно поліпшуються техніко-економічні показники виробництва: знижується собівартість кожного виду виробів, які одержують з тієї ж сировини, тому що збільшується маса продукції, а вартість використаної сировини залишається постійною; за виробництва продукції із вторинних видів сировини відсутні втрати на заготівлю; більш ефективно використовуються основні й оборотні фонди виробництва та робоча сила за рахунок обслуговування всіх процесів одними службами; знижуються питомі витрати допоміжних матеріалів (палива та електроенергії); має місце зниження фонду заробітної плати, накладних витрат та ін.

Ефективність комплексної переробки сировини не обмежується поліпшенням техніко-економічних показників виробництва і здешевленням додаткових видів продукції. Комплексна переробка сировини потребує додаткового збільшення робочої сили, що є немало-важним у вирішенні проблеми зайнятості населення, яка виникає у зв'язку з високими темпами росту про-

дуктивності праці та кризовими явищами сьогодення (Andrejchenko, 2020; Lojko & Shemchuk, 2021).

Особливу увагу потрібно приділити поглибленій переробці вторинних матеріальних ресурсів, які характеризуються високим потенціалом щорічного нагромадження і за відсутності сучасної комплексної переробки стають серйозним джерелом екологічного неблагополуччя. Перехід харчової промисловості на безвідходні та маловідходні технології дасть можливість скоротити обсяги “відходів”, які завдають навколишньому середовищу значних збитків через наявність в них біогенних і мінеральних компонентів – сприятливого середовища для гнилісних і патогенних бактерій.

Проблема утилізації відходів актуальна в усьому світі, тому що в багатьох випадках природне середовище не справляється зі зростаючим потоком забруднення й створюються умови для порушення екологічної рівноваги. Збір і вивіз відходів на звалища потребує значних коштів. Будівництво ж і експлуатація надійних сховищ для відходів обходиться дорого (Stratichuk, 2020).

У зв'язку з цим інтерес усіх країн до утилізації вторинних матеріальних ресурсів знайшов відображення в матеріалах Європейської комісії (European Commission, 2011). В них підкреслюється необхідність повного збору і утилізації відходів шляхом переробки їх на корм худобі та птиці, спалювання з метою одержання тепла, використання як сировини для промисловості. Такий підхід до утилізації відходів відповідає об'єктивним вимогам сьогодення та виробництва загалом (Allacker et al., 2014).

Проте одержання максимального ефекту від утилізації відходів переробки сільськогосподарської сировини ускладнюється значною мірою невизначеністю умов господарювання. Вихід вторинних матеріальних ресурсів надто коливається за роками, змінюється і потреба у них з боку користувачів. За цього в урожайні роки кількість відходів сільськогосподарської сировини збільшується і зазвичай внаслідок достатньої забезпеченості худоби повноцінними кормами відпадає потреба у використанні вторинних матеріальних ресурсів у тваринництві. У роки ж із низьким урожаєм і падінням фактичного об'єму виробництва вторинних матеріальних ресурсів попит на них різко зростає.

На потребу і вихід вторинних матеріальних ресурсів, крім того, впливають умови поточного року, зміни в поголів'ї тварин і способі їх утримання, прийнята технологія одержання і заготівлі відходів, наявність спеціального обладнання, об'єми капіталовкладень, забезпеченість кадрами та ін. Для обліку значної кількості факторів і прийняття правильного рішення в конкретних умовах необхідний системний підхід до утилізації відходів.

Продукти утилізації вторинних матеріальних ресурсів харчової промисловості насамперед є джерелом поповнення запасів кормів для тваринництва. На жаль, за останній час тваринництво все більше відчуває недостачу білків рослинного походження, що стримує його розвиток. Корми, які використовуються для годівлі тварин, виробляються переважно за раху-

нок польового кормовиробництва та природних кормових угідь. Перспектива на розширення посівів і кормових угідь досить незначна. Підвищення врожайності кормових культур і раціональне використання угідь деякою мірою сприяє підвищенню виробництва кормів, проте повністю проблему не вирішує. Тому за кордоном і у нашій країні ведуться роботи з розробки технологій одержання кормів і кормових добавок із відходів і рекомендується порядок їх використання у тваринництві (Vikrant, 2024).

На сьогодні уже розроблені та широко висвітлені в науковій літературі питання раціонального використання таких відходів, як макуха, висівки, жом. Ці відходи органічно увійшли в кормовий баланс тварин і стали традиційними кормами для них. Водночас існує велика група відходів, які за тих чи інших причин (головним чином через недостатню вивченість) не знаходять використання або мало використовуються в тваринництві – це нетрадиційні корми (Dharmendra, 2022).

За визначенням, нетрадиційними кормами слід вважати всі ті, що до останнього часу вважалися непридатними для годювання тваринам, але за допомогою яких їх раціон можна збагатити основними поживними речовинами, вітамінами, мінеральними або іншими біологічно активними речовинами за умови, що вони абсолютно не шкідливі або не містять шкідливих компонентів у недопустимих концентраціях (Singh, 2018).

На думку інших вчених, нетрадиційними можна вважати не тільки кормові засоби, які до цього часу не використовувалися, а й ті, що слабо використовувалися в тих чи інших галузях тваринництва. Нетрадиційність має умовний характер. Деякі кормові засоби є традиційними для якої-небудь однієї галузі, а в інших галузях не використовуються і для них є нетрадиційними (наприклад, кормова патока – традиційний корм для скотарства і нетрадиційний – для свинарства).

Згідно з прийнятою систематикою, нетрадиційні корми можна поділити на три великі групи: корми, що містять велику кількість клітковини; корми багаті вуглеводами; білкові корми. Нетрадиційні корми класифікуються також і за характером сировини, з якої їх виробляють, наприклад, деревопереробної, харчової, молочної, плодоовочевої, нафтохімічної промисловостей, шкіряного виробництва та інші (Beriso, 2022).

У даний час добре відомий ряд способів одержання нетрадиційних кормів, вивчено їхній хімічний склад, біологічна дія на організм тварин, визначена якість одержаної продукції. І все ж деякі аспекти їхнього використання потребують подальшої розробки. Використання їх у складі раціонів для деяких видів сільськогосподарських тварин дасть змогу скоротити дефіцит протеїну та інших біологічно активних речовин, що призведе до підвищення продуктивності тварин за значного зниження витрат дефіцитних кормів і насамперед – зернових концентратів.

Таким чином, у процесі переходу до ресурсозберігаючого виробництва, з'являється можливість одночасно вирішити проблеми сировини та навколишньо-



го середовища, завдяки максимальному використанню маси вихідної сировини усім багатогалузевим виробничим комплексом країни.

Серед великої кількості нетрадиційних кормів чільне місце займають відходи плодоовочевої промисловості, зокрема яблучні вичавки. Як і вихідна сировина, вони містять багато цінних компонентів: вуглеводи, жири, білки, пектинові речовини, вітаміни, кислоти, мінеральні елементи та інші (Ginni et al., 2020; Marcotte et al., 2022).

Вітчизняний та зарубіжний досвід переконливо показує, що включення яблучних вичавок в раціон тварин дозволяє не тільки підвищити їх продуктивність та одержати значну кількість м'ясної та молочної продукції, а й зекономити значну кількість зернофуражу та запобігти забрудненню навколишнього середовища (Tkachuk et al., 2014; Fialovych et al., 2018; Ginni et al., 2020). Проте на багатьох переробних підприємствах ці цінні корми у великих кількостях псуються і знищуються.

До сьогодні вже нагромаджені експериментальні та виробничі дані про успішне використання у годівлі різних видів тварин яблучних вичавок. Проте до цього часу немає чітких рекомендацій щодо норм введення вичавок у раціони свиней з урахуванням віку, статі, напрямку і рівня продуктивності.

У науковій літературі також нерідко трапляються суперечливі відомості щодо продуктивної дії на організм свиней та якості їх продукції даного кормового засобу. Крім того, через непостійність хімічного складу для господарств важливо знати вміст поживних речовин у вичавках, особливо у тому вигляді, в якому вони безпосередньо згодовуються тваринам.

## Мета дослідження

Метою наших досліджень було:

– визначити вміст основних поживних і біологічно активних речовин у яблучних вичавках;

– вивчити вплив згодовування відгодівельному молодняку свиней комбікормів, з частковою заміною у них зернових компонентів на борошно із яблучних вичавок, на якість їх продуктів забою.

## Матеріал і методи досліджень

Об'єктом дослідження були відходи плодоовочевого виробництва ПАТ “Білоцерківський консервний завод”, які одержують при виготовленні соку з яблук. Проби яблучних вичавок відбирали до початку науково-господарського дослідження. Вміст поживних і біологічно активних речовин у сухих яблучних вичавках визначали за загальноприйнятими методиками зоотехнічного аналізу.

На підставі отриманих даних вивчалась можливість ефективного заміни частини концентрованих кормів (зерна ячменю) борошном із яблучних вичавок.

Для проведення науково-господарського дослідження формували групи молодняком свиней крупної білої породи французької селекції за принципом аналогів (відбиралися поросята у віці 2,5 місяця) з урахуванням порідності, віку, живої маси, статі, енергії росту та походження.

Тривалість науково-господарського дослідження становила 135 днів і складалася зі зрівняльного (15 днів) та основного (120 днів) періодів. У зрівняльний період умови годівлі та утримання для всього піддослідного молодняку були однакові. В основний період свині усіх груп отримували раціони, передбачені схемою дослідження (табл. 1).

**Таблиця 1**

Схема науково-господарського дослідження

| Група        | Кількість голів | Добавки борошна із яблучних вичавок в раціон замість концентрованих кормів (% від маси) |
|--------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 контрольна | 15              | Основний раціон (комбікорм) – ОР (100 %)                                                |
| 2 дослідна   | 15              | ОР (90 %) + 5 %                                                                         |
| 3 дослідна   | 15              | ОР (85 %) + 10 %                                                                        |
| 4 дослідна   | 15              | ОР (80 %) + 15 %                                                                        |

У досліді годівля молодняку свиней здійснювалася сухими комбікормами, склад яких типовий для Центральної зони України (дерть кукурудзяна, горохова, ячмінна; м'ясо-кісткове борошно, сіль, премікс).

Раціони, які згодовували піддослідному молодняку свиней, були збалансовані за основними та біологічно активними поживними речовинами, згідно з існуючими нормами (Provatorov, 2019), з урахуванням віку та живої маси. Доступ до води був вільним.

З метою оцінки якості продуктів забою свиней по закінченні науково-господарського дослідження проводили контрольний забій трьох особин з кожної піддослідної групи. У процесі відбору тварин для контрольного забою середня жива маса їх відповідала

середній масі даної групи наприкінці науково-господарського дослідження.

Під час анатомічного розбирання та обвалення туш свиней здійснювали відбір проб м'язової та жирової тканини для проведення їх хімічного аналізу. З кожної взятої на аналіз півтуші відбирали точкові проби м'яса – шматком масою не менше 0,2 кг із таких місць: біля місця зарізу, напроти 4–5-го шийних хребців, в ділянках лопатки, стегна і товстих частин м'язів. З отриманих точкових проб формували об'єднану пробу масою не менше ніж 2,0 кг і пропускали через м'ясорубку з решіткою 3 мм. Потім ретельно перемішували, і для дослідження відбирали методом квартування середню пробу фаршу в кількості 400 г.

Для дослідження жирової тканини з кожної забоїтої тварини відбирали нирковий, черевний та підшкірний жир. Відібрані проби жирової тканини подрібнювали і ретельно перемішували. Розмір об'єданого зразка становив не менше 0,6 кг. Витоплення жиру проводили у колбі Вюрпа.

Під час хімічного аналізу м'язової та жирової тканин визначали такі показники:

- масова частка загальної вологості (%) – за допомогою висушування наважки до постійної маси у сушильній шафі за температури 100–105 °С до постійної маси (DSTU ISO 1442: 2005, 2008);

- масова частка нітрогену та білка (%) – методом К'ельдаля (DSTU ISO 937: 2005, 2007);

- масова частка жиру (%) – екстрагуванням етиловим спиртом в апараті Сокслета (DSTU ISO 1443:2005, 2008);

- масова частка золи (%) – за допомогою озолення наважки у муфельній печі за температури 525–550 °С (DSTU ISO 936:2008, 2008);

- калорійність (енергетична цінність) м'яса (кДж) – розрахунковим методом за формулою:

$$X = [C - (Ж + 3)] \times 4,0 + (Ж \times 9,0),$$

де X – калорійність 100 г м'яса природної вологості, ккал; C – вміст сухої речовини у м'ясі, %; Ж – вміст жиру у м'ясі, %; 3 – вміст золи у м'ясі, %.

Для отримання енергетичної цінності в одиницях системи СІ, тобто в кілоджоулях, використовували коефіцієнт перерахунку: 1 ккал = 4,184 кДж (Borshh et al., 2024);

- відносна біологічна цінність м'яса – мікрометодом з використанням тест-організму інфузорії Тетрахімена пірiformis, штам WH14 (Mykutyjuk et al., 2004).

Температуру плавлення жиру визначали за підняттям жиру в U-подібному капілярі відкритому з двох боків (Borshh et al., 2024).

Для визначення йодного числа жиру використовували йодометричний метод (DSTU 4569:2006, 2008).

Для математичної обробки отриманих результатів використовували комп'ютерну програму статистичної обробки Microsoft Excel 2010. Для виявлення статистично значущої різниці між середніми значеннями у контрольній та дослідних групах використовували дисперсійний аналіз (процедура однофакторного дисперсійного аналізу). Відмінності середніх значень вважали статистично вірогідними за  $P < 0,05$ .

### Результати та їх обговорення

Встановлено, що висушені та подрібнені яблучні вичавки містять 87,0 % сухої речовини, яка складається з 10,8 % сирого протеїну, 4,6 – сирого жиру, 22,1 – сирого клітковини, 47,2 – БЕР і 2,1 – золи. В 1 кг таких вичавок міститься 10,1 г Кальцію та 2,3 г Фосфору.

Проведений аналіз амінокислотного складу дозволив ідентифікувати в яблучному борошні всі 10 незамінних амінокислот, серед яких переважають валін (3,7 г/кг), фенілаланін (3,3 г/кг), ізолейцин (2,3 г/кг), треонін (2,3 г/кг) та лейцин (1,9 г/кг).

Досить показовим є і мікромінеральний склад борошна із яблучних вичавок. У ньому міститься багато Заліза (1002,8 мг/кг), Цинку (148,4 мг/кг), Марганцю (59,6 мг/кг) та Міді (27,2 мг/кг).

Вивчення вітамінного складу дозволило виявити в яблучному борошні присутність каротину, тіаміну, рибофлавіну, пантатенової та аскорбінової кислот у таких кількостях (мг/кг): 4,0; 0,6; 2,7; 15,4 та 12,8 відповідно.

Одержані результати не суперечать даним як вітчизняним, так і зарубіжним дослідникам (Beigh et al., 2015; Jegorov et al., 2018; Lyu et al., 2020) щодо якісного складу яблучних вичавок, хоча мають незначні відмінності від них за кількісним вмістом поживних і біологічно активних речовин. Це підтверджує висновки багатьох вчених про нестабільний склад яблучних вичавок, який, напевне, залежить від сорту яблук, їх зрілості, районів вирощування, технологічних параметрів сушіння та інших факторів.

Для того, щоб мати уявлення щодо якості продуктів забою піддослідного молодняку свиней, якому впродовж періоду відгодівлі згодовували комбікорми з різною часткою борошна із яблучних вичавок, ми вивчили деякі хімічні та фізико-хімічні показники їх м'яса і жиру (табл. 2).

Вивчення хімічного складу м'яса відгодівельного молодняку свиней контрольної та дослідних груп не виявило істотної різниці між ними. Проте за більшістю показників, які характеризують харчову цінність м'яса, простежується перевага молодняку, що вирощувався на комбікормах, до складу яких входило борошно із яблучних вичавок. Так, у м'ясі свиней дослідних груп дещо знизився (на 0,4–0,6 %), порівняно з контрольною групою, вміст загальної вологи (внаслідок накопичення сухих речовин) і становив: у другій – 72,3 %, третій – 72,0 та четвертій – 72,2 %.

Збільшення масової частки сухої речовини в м'ясі свиней дослідних груп відбулося за рахунок підвищення кількості білка. За вмістом білка молодняк другої дослідної групи переважав на 0,5 %, третьої – на 1,0 та четвертої – на 0,9 % ( $P < 0,05$ ) своїх ровесників із контрольної групи, де аналогічний показник склав 21,3 %.

З підвищенням частки борошна із яблучних вичавок у раціонах свиней дослідних груп спостерігалася тенденція до незначного зниження в їх м'ясі масової частки жиру на 0,1–0,5 % порівняно з контрольною групою (3,9 %).

Масова частка золи в м'ясі молодняка свиней контрольної та дослідних груп була практично однаковою і коливалася у межах 1,0–1,1 %.

На основі даних про хімічний склад м'яса була визначена його калорійність. Розрахунки показали, що енергетична цінність 100 г м'яса свиней другої дослідної групи становила 507,9 кДж, а третьої – 512,5 кДж, що на 0,9 %, 1,8 % відповідно більше порівняно з контрольною групою. У четвертій дослідній групі цей показник виявився на 0,7 % нижчим, ніж у контрольній групі, і становив 499,6 кДж/100 г.

Відомо, що висока енергетична цінність продукту не завжди є гарантією високої його якості. Реальна цінність продукту залежить не тільки від його хіміч-

ного складу, а й від ступеня засвоєння та нешкідливості для організму.

Сьогодні для більш повної оцінки якості м'яса сільськогосподарських тварин і птиці у наукових дослідженнях і практиці все частіше використовують біологічні методи, які дозволяють зробити висновок

про біологічну цінність продукту, тобто його фізіологічну корисність відповідно до потреб людського організму. Для експрес-методів визначення біологічної цінності продукту одним із найбільш зручних і перспективних тест-об'єктів вважається війчаста інфузорія Тетрахімена піріформіс.

**Таблиця 2**

Хімічні та фізико-хімічні показники якості м'яса і жиру відгодівельного молодняку свиней ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ , n=3)

| Показник                                             | Група        |             |             |                              |
|------------------------------------------------------|--------------|-------------|-------------|------------------------------|
|                                                      | 1 контрольна | 2 дослідна  | 3 дослідна  | 4 дослідна                   |
| Хімічний склад м'яса, %:                             |              |             |             |                              |
| вода                                                 | 72,6 ± 0,48  | 72,3 ± 0,28 | 72,0 ± 0,66 | 72,2 ± 0,74                  |
| білок                                                | 21,3 ± 0,19  | 21,8 ± 0,20 | 22,3 ± 0,37 | 22,2 ± 0,16*                 |
| жир                                                  | 3,9 ± 0,22   | 3,8 ± 0,34  | 3,7 ± 0,41  | 3,4 ± 0,59                   |
| зола                                                 | 1,1 ± 0,10   | 1,1 ± 0,09  | 1,0 ± 0,09  | 1,0 ± 0,06                   |
| Калорійність м'яса, кДж/100 г                        | 503,3        | 507,9       | 512,5       | 499,6                        |
| Середня кількість інфузорій, які виросли, шт. в 1 мл | 8,4 ± 0,80   | 8,9 ± 0,69  | 8,7 ± 1,24  | 8,4 ± 0,92 × 10 <sup>4</sup> |
| Відносна біологічна цінність, %                      | 100,0        | 105,9       | 103,6       | 100,0                        |
| Хімічний склад жирової тканини, %:                   |              |             |             |                              |
| вода                                                 | 6,4 ± 0,58   | 7,2 ± 0,83  | 6,9 ± 0,61  | 6,5 ± 0,75                   |
| жир                                                  | 86,3 ± 0,94  | 84,6 ± 1,44 | 84,9 ± 1,24 | 85,8 ± 0,80                  |
| Температура плавлення жиру, °С                       | 40,4 ± 1,15  | 41,7 ± 1,40 | 41,3 ± 1,24 | 42,1 ± 0,87                  |
| Йодне число жиру, I <sub>2</sub> г/100 г             | 55,0 ± 0,82  | 53,2 ± 1,89 | 52,2 ± 1,30 | 51,1 ± 1,08*                 |

*Примітка.* Вірогідність різниці між контрольною та дослідними групами: \* – P < 0,05.

Критерієм відносної біологічної цінності м'яса свиней була кількість (виражена у відсотках) вирослих за три дні інфузорій у дослідних зразках порівняно з кількістю клітин, що виросли у контрольних пробах на стандартному білку (казеїні).

Результати досліджень показали, що відносна біологічна цінність м'яса свиней другої та третьої дослідних груп, порівняно з контрольною, виявилася вищою відповідно на 5,9 та 3,6 % (проте не була статистично вірогідною). Різниця між контрольною і четвертою дослідною групою за цим показником не було виявлено.

Часткова заміна зернових компонентів у комбікомах для відгодівельного молодняку свиней на борошно із яблучних вичавок не справило помітного впливу на хімічний склад їхньої жирової тканини. Проте у жировій тканині молодняку свиней дослідних груп спостерігалось незначне підвищення вмісту загальної вологи на 0,1–0,8 % та зниження вмісту жиру на 0,5–1,7 % порівняно з аналогічними показниками у контрольній групі (6,4 та 86,3 % відповідно).

Результати досліджень деяких фізико-хімічних показників жирової тканини, від яких залежить її якість, свідчать про деякі переваги сала молодняку свиней контрольної групи. Наприклад, температура плавлення жиру свиней контрольної групи становила 40,4 °С, аналогічний показник в дослідних групах був дещо вищим і перебував у межах 41,3–42,1 °С (різниця між контрольною і дослідними групами не є вірогідна). Температура плавлення характеризує засвоюваність жиру. Жир з низькою температурою плавлення краще засвоюється, тому що, потрапляючи в організм людини, він легко переходить в рідкий стан і добре емульгується в травному тракті. Температура плавлення

жиру буде тим нижча, чим більше в його складі ненасичених жирних кислот, особливо стеаринової. Крім того, температура плавлення є константою, дуже чутливою до домішок, тому за температурою плавлення можна провести ідентифікацію жиру і визначити ступінь його чистоти.

Ще одним показником, який характеризує якість сала і наявність в ньому насичених і ненасичених жирних кислот, від яких залежить його консистенція, є йодне число. Чим більше в жирі міститься ненасичених жирних кислот, тим вище значення йодного числа і тим м'якший жир. Йодне число жиру молодняку свиней другої дослідної групи було на 3,3 %, третьої – на 5,1 та четвертої – на 7,1 % (P < 0,05) нижчим, ніж у контрольній групі (55,0 I<sub>2</sub> г/100 г). А це свідчить про те, що жир свиней контрольної групи містить більше ненасичених жирних кислот і, як наслідок, воно м'якше. Водночас варто також зазначити, що високе йодне число жиру свідчить про коротший термін його зберігання. Йодне число змінюється залежно від сезонних чинників, раціону годівлі тварин, їх породи та індивідуальних особливостей.

## Висновки

Заміна зернових компонентів комбікорму (до 15 % за масою) борошном із яблучних вичавок з подальшим згодовуванням його у складі раціону молодняку свиней на відгодівлі суттєво не вплинула на якість їх м'язової та жирової тканин. Водночас установлена тенденція до поліпшення хімічного складу та підвищення енергетичної і біологічної цінності м'яса молодняку свиней, якому упродовж періоду відгодівлі

вводили в комбікорми замість зерна ячменю борошно із яблучних вичавок у кількості 5 та 10 % за масою.

Таким чином, використання борошна із яблучних вичавок у складі комбікормів для відгодівельного молодняку свиней до 15 % (за масою) дозволить зекономити частину дорогих зернових кормів і тим самим підвищити ефективність виробництва свинини без зниження якості продукції.

### Відомості про конфлікт інтересів

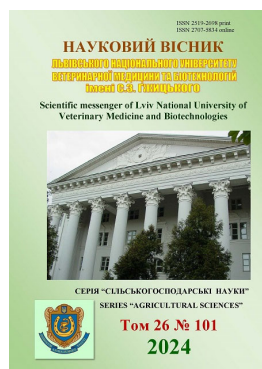
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

- Allacker, K., Mathieux, F., Manfredi, S., Pelletier, N., De Camillis, C., Ardente, F., & Pant, R. (2014). Allocation solutions for secondary material production and end of liferecovery: Proposals for product policy initiatives. *Resources conservation and recycling*, 88, 1–12. DOI: 10.1016/j.resconrec.2014.03.016.
- Andrejchenko, A. V. (2020). Zabezpechennja rozvytku bezvidhodnogo vyrobnytva v agramomu sektori ekonomiky: teoretyko-metodologichne obg'runtuvannja. *Akademichnyj oghlad*, 1(52), 38–49. DOI: 10.32342/2074-5354-2020-1-52-4 (in Ukrainian).
- Beigh, Y. A., Ganai, A. M., & Ahmad, H. (2015). Utilisation of Apple pomace as livestock feed: A review. *Indian Journal of Small Ruminants (The)*, 21, (2), 165–179. DOI: 10.5958/0973-9718.2015.00054.9.
- Beriso, Y. (2022). Base Line Information on Nutritional Profiling Of Non-Conventional Livestock. *Feed Resources Greener Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 205–218. URL: <https://gjournals.org/GJAS/Publication/2022/3/PDF/110822088%20Beriso.pdf>.
- Borshh, O. O., Zasuha, Ju. V., Soboljev, O. I., & Kel'vych, L. M. (2024). Metodologija ta organizacija naukovykh doslidzen' u tvarynnictvi. TOV “Bilocerktivdrukh”. Bila Cerkva (in Ukrainian).
- Dharmendra, C. (2022). Non conventional animal feed resources. Blue Rose Publishers.
- DSTU 4569:2006 (2008). Zhyry tvarynni i roslynni ta olii'. *Metody vyznachannja jednogo chysla. Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny. Kyi'v* (in Ukrainian).
- DSTU ISO 1442: 2005 (2008). M'jaso ta m'jasni produkty. *Metod vyznachennja vmistu vologi (kontrol'nyj metod) (ISO 1442:1997, IDT). Derzhstandart Ukrai'ny. Kyi'v* (in Ukrainian).
- DSTU ISO 1443:2005 (2008). M'jaso ta m'jasni produkty. *Metod vyznachennja zagal'nogo vmistu zhyru (ISO 1443:1973, IDT). Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny. Kyi'v* (in Ukrainian).
- DSTU ISO 936:2008 (2008). M'jaso ta m'jasni produkty. *Metod vyznachennja masovoi' chastky zagal'noi' zoly (ISO 936:1998, IDT). Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny. Kyi'v* (in Ukrainian).
- DSTU ISO 937:2005 (2007). M'jaso ta m'jasni produkty. *Vyznachennja vmistu azotu (kontrol'nyj metod) (ISO 937-1978, IDT). Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny. Kyi'v* (in Ukrainian).
- European Commission. (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Youth Opportunities Initiative. Brussels, Belgium: European Commission.
- Fialovych, L., Kyryliv, I., & Paskevych, G. (2018). Produktivnist' gusej pry zastosuvanni netradycyjnykh dobavok u kombikormi. *Naukovyj visnyk LNU veterinarnoi' medycyny ta biotekhnologij. Serija: Sil'skogospodars'ki nauky*, 20(84), 127–130. DOI: 10.15421/nvlvet8423 (in Ukrainian).
- Ginni, G., Adish Kumar, S., Mohamed Usman, T.M., Pakonyi, P., & Rajesh Banu, J. (2020). Chapter 13 – Integrated biorefineries of food waste. In *Food Waste to Valuable Resources*; Banu, J.R., Kumar, G., Gunasekaran, M., Kavitha, S., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA. 275–298. DOI: 10.1016/B978-0-12-818353-3.00013-4.
- Goljan, V. A., & Shmarov, D. M. (2018). Kompleksnyj rozvytok pererobno-harchovykh vyrobnytvt na osnovi utylizacii' vidhodiv: instytucional'ni peredumovy ta investycijne zabezpechennja. *Investycii': praktyka ta dosvid*, 13, 10–15 (in Ukrainian).
- Jegorov, B., Vojec'ka, O., & Cjundyk, O. (2018). Osoblyvosti pererobky jabluchnykh vychavkiv pry vyrobnytvi kombikormiv dlja konej. *Zernovi produkty i kombikormy*, 62(2), 33–38. DOI: 10.15673/gpmf.v62i2.142 (in Ukrainian).
- Lojko, V. V., & Shemchuk, K. R. (2021). Stan ta perspektyvy rozvytku bezvidhodnykh tehnologij v Ukrai'ni v umovah progresu cyrkuljarnoi' ekonomiky. *Jevropejs'kyj naukovyj zhurnal ekonomichnykh ta finansovykh innovacij*, 1(7), 14–25. DOI: 10.32750/2021-0102 (in Ukrainian).
- Lyu, F., Luiz, S. F., Azeredo, D. R. P., Cruz, A. G., Ajloni, S., & Ranadheera, C. S. (2020). Apple pomace as a functional and healthy ingredient in food products: a review. *Processes*, 8(3), 319. DOI: 10.3390/pr8030319.
- Marcotte, B., Verheyde, M., Pomerleau, S., Doyen, A., & Couillard, C. (2022). Health benefits of apple juice consumption: a review of interventional trials on humans. *Nutrients*, 14(4), 821. DOI: 10.3390/nu14040821.
- Mykytjuk, P. V., Bukalova, N. V., Dzhamil', V. I., Hyc'ka, O. A., Dzhamil', O. M., Slisarenko, S. V., & Utechenko, M. V. (2004). *Metodychni vказivky shhodo vykorystannja infuzorii' Tetrahimena piryformis (mikrometod) dlja toksyko-biologichnoi' ocinky sil'skogospodars'kykh produktiv ta vody. Bila Cerkva* (in Ukrainian).
- Provatorov, G. V. (2019). Normy godivli, raciony i pozhyvnist' kormiv dlja riznykh vydiv sil'skogospodars'kykh tvaryn. *Universytets'ka knyga. Sumy* (in Ukrainian).
- Savchuk, L., & Vyhovsky, I. (2019). Productivity and biochemical composition of feeds of grasses and herbage legumes, depending on fertilizers and growth stimulators. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(91), 49–53. DOI: 10.32718/nvlvet-a9108.
- Singh, A. (2018). Non-Conventional Feed Resources for Small Ruminants. *Journal of Animal Health and Behavioural Science*, 2(2), 1–5. URL:



- [https://www.researchgate.net/publication/342563917\\_Non-Conventional\\_Feed\\_Resources\\_for\\_Small\\_Ruminants](https://www.researchgate.net/publication/342563917_Non-Conventional_Feed_Resources_for_Small_Ruminants).  
Stratichuk, N. V. (2020). Problema nakopychennja vidhodiv ta optymizacija shljahiv povodzhennja z nymy. *Tavrijs'kyj naukovyj visnyk*, 111, 285–291. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.38 (in Ukrainian).
- Syrovatko, K. (2022). Productivity and hematological parameters of blood of young pigs at fatten-ing for feeding protein vitamin mineral supplement. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 86–91. DOI: 10.32718/nvlvet-a9715.
- Tkachuk, V. M., Stapaj, P. V., & Kyryliv, Ja. I. (2014). Efektyvnist' zastosuvannja suhyh jabluchnyh vy-chavok u godivli ovec': metodychni rekomendacii'. L'viv (in Ukrainian).
- Tymchak, V. S. (2016). Kompleksne vykorystannja vidhodiv harchovoi' promyslovosti v umovah innovacijnyh vyklykiv. *Prychornomors'ki ekonomichni studii*, 10, 57–62 (in Ukrainian).
- Vikrant, T. A. (2024). Exploring the Power of Non-Conventional Feed Resources in Animal Nutrition. *Acta Scientific Veterinary Sciences*, 6(2), 45–47. DOI: 10.31080/ASVS.2024.06.0813.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10110  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.085/.087:636.4

## Effectiveness of using a mineral feed additive in pig feeding

J. M. Poberezhets<sup>✉</sup>, R. A. Chudak, G. M. Ohorodnichuk, I. V. Hasidzhak

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 02.07.2024  
Received in revised form  
05.08.2024  
Accepted 06.08.2024

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-098-224-88-56  
E-mail: julia.p08@ukr.net

**Poberezhets, J. M., Chudak, R. A., Ohorodnichuk, G. M., & Hasidzhak, I. V. (2024). Effectiveness of using a mineral feed additive in pig feeding. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 63–66. doi: 10.32718/nvlvet-a10110**

Special attention is paid to ensuring the need for macro- and microelements during the organization of complete feeding of animals. Microelements act as an activator or inhibitor and are characterized by a wide range of effects on the body and productivity of pigs, due to the activity of enzymes, hormones and vitamins in which they are contained in a certain amount. The use of feed additives of mineral origin achieves high results in the production of livestock products. Therefore, the aim of the work was to investigate the effect of a mineral feed additive made of copper sulfate on the productivity and consumption of feed in fattening pigs. For the scientific and economic experiment, 48 heads of 78-day-old hybrid piglets were selected. They formed 4 groups of 12 heads each. The duration of the main experimental period was 72 days. The control group of pigs was fed full-ration compound feed, and the experimental groups consumed the investigated mineral feed additive in different doses in addition to the main diet. It was established that the use of a mineral feed additive in pig feeding increases live weight in the 2nd group by 5.9 % ( $P < 0.05$ ), in the 3rd by 8.8 % ( $P < 0.01$ ) and in the 4th -th by 10.0 % ( $P < 0.001$ ), compared to control peers. With the additional use of the mineral additive, the average daily growth in the 2nd experimental group of pigs increases by 7.9 % ( $P < 0.05$ ), in the 3rd by 12.5 % ( $P < 0.01$ ) and in the 4th 13.9 % ( $P < 0.001$ ), relative to the control. Consumption of the studied feed additive in pigs increases absolute growth in the 2nd group by 8.0 % ( $P < 0.001$ ), in the 3rd by 12.6 % ( $P < 0.001$ ) and in the 4th by 14.0 % ( $P < 0.001$ ), relative to the reference indicator. It was found that with the additional feeding of the feed additive to fattening pigs, feed consumption per 1 kg of growth in the 2nd and 4th groups is reduced by 3.0 %, and in the 3rd by 6.0 %, against the control value.

**Key words:** pigs, feeding, mineral supplement, live weight, gains, feed consumption.

## Ефективність використання мінеральної кормової добавки у годівлі свиней

Ю. М. Побережець<sup>✉</sup>, Р. А. Чудак, Г. М. Огороднічук, І. В. Гасиджак

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Особливу увагу під час організації повноцінної годівлі тварин приділяють забезпеченню потреби у макро - та мікроелементах. Мікроелементи виступають у ролі активатора чи інгібітора та характеризуються широким спектром дії на організм і продуктивність свиней через активність ензимів, гормонів та вітамінів, у яких вони містяться в певній кількості. За використання кормових добавок мінерального походження досягаються високі результати у виробництві тваринницької продукції. Тому метою роботи було дослідити вплив мінеральної кормової добавки з сульфату міді на продуктивність та витрати корму в свиней на відгодівлі. Для науково-господарського дослідження було відібрано 48 голів гібридних поросят-аналогів 78-денного віку. З них сформували 4 групи по 12 голів у кожній. Тривалість основного дослідного періоду становила 72 доби. Контрольній групі свиней годували повнораціонний комбікорм, а дослідні групи додатково до основного раціону споживали досліджувану мінеральну кормову добавку у різних дозах. Встановлено, що застосування у годівлі свиней мінеральної кормової добавки збільшує живу масу в 2-й групі на 5,9 % ( $P < 0,05$ ), у 3-й на 8,8 % ( $P < 0,01$ ) та у 4-й на 10,0 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольними ровесниками. За додаткового використання мінеральної добавки збільшується середньодобовий приріст у 2-й дослідній групі свиней на 7,9 % ( $P < 0,05$ ), у 3-й на 12,5 % ( $P < 0,01$ ) та у 4-й на 13,9 % ( $P < 0,001$ ) щодо контролю. За споживання досліджуваної кормової добавки у свиней підвищу-

ється абсолютний приріст у 2-й групі на 8,0 % ( $P < 0,001$ ), у 3-й на 12,6 % ( $P < 0,001$ ) та у 4-й на 14,0 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольним показником. Виявлено, що за додаткового згодовування кормової добавки свиням на відгодівлі знижуються витрати корму на 1 кг приросту в 2-й та 4-й групі на 3,0 %, а у 3-й на 6,0 % проти контрольного значення.

**Ключові слова:** свині, годівля, мінеральна добавка, жива маса, прирости, витрати корму.

## Вступ

Успіх інтенсивності ведення свинарства значною мірою залежить від технологічного процесу виробництва свинини і сировини на науковій основі. Це сприятиме оптимальній його організації та управлінню з максимальним виходом запланованої продукції (Novhorodska et al., 2011; Chudak, 2020; Tishchenko et al., 2024).

Однією з необхідних умов успішної роботи галузі свинарства є повноцінна годівля тварин, генотип свиней, їхній вік та технологія утримання. Для реалізації генетичних задатків та заповнення дефіциту поживних речовин корму в годівлі свиней застосовують різні кормові добавки природного походження (Martyshuk et al., 2021; Poberezhets et al., 2023; Khabinets & Novhorodska, 2024).

Мінеральне живлення тварин завжди займало важливе місце серед наукових досліджень. Сучасні дослідження науковців за останні роки встановлювали підвищення середньодобових приростів свиней, збереження молодняку та зниження витрат кормів на одиницю приросту продукції за використання у їхній годівлі мінеральних кормових добавок (Hastad et al., 2001; Verbelchuk et al., 2021; Kim et al., 2022).

## Мета дослідження

Метою роботи було дослідити вплив мінеральної кормової добавки з сульфату міді на продуктивність та витрати корму в свиней на відгодівлі.

## Матеріал і методи досліджень

Науково-господарський дослід відбувався у ПАП “Агропродсервіс” Тернопільської області. Для експерименту було відібрано 48 голів гібридних поросят-аналогів 78-денного віку. З них сформували 4 групи по 12 голів у кожній. Тривалість основного дослідного періоду становила 72 доби, а зрівняльний період складав 15 діб згідно із загальноприйнятою методикою (Ibatullin et al., 2017) (табл. 1).

Контрольній групі свиней згодовували повнораціонний комбікорм, а дослідні групи додатково до основного раціону споживали досліджувану мінеральну кормову добавку “B-SAFE” у різних дозах.

Інноваційна кормова добавка “B-SAFE” – це комбінація сульфату міді та цеоліту, що є альтернативою антибіотичним стимуляторам росту. Вона підсилює травний захист у тварин, запобігає діареям, поліпшуючи флору кишечника та знижуючи патогенну мікрофлору. Це своєю чергою гарантує поліпшення зоотехнічних показників, коефіцієнту конверсії та середньодобових приростів.

**Таблиця 1**

Схема досліді свиней на відгодівлі

| Група          | Тривалість періоду, діб |          | Кількість голів у групі | Умови годівлі                         |
|----------------|-------------------------|----------|-------------------------|---------------------------------------|
|                | Зрівняльний             | Основний |                         |                                       |
| 1 – контрольна | 15                      | 72       | 12                      | ОР (повнораціонний комбікорм)         |
| 2 – дослідна   | 15                      | 72       | 12                      | ОР + 0,5 кг “B-SAFE” на 1т комбікорму |
| 3 – дослідна   | 15                      | 72       | 12                      | ОР + 1 кг “B-SAFE” на 1т комбікорму   |
| 4 – дослідна   | 15                      | 72       | 12                      | ОР + 2 кг “B-SAFE” на 1т комбікорму   |

Для контрольного забою було відібрано по 4 голови кабанців з кожної групи.

Обробку даних проводили біометрично за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA). Статистичну вірогідність результатів досліді визначали за критерієм Ст’юдента та враховували достовірність:  $P \leq 0,05$ ;  $P \leq 0,01$ ,  $P \leq 0,001$  (Rudenko et al., 2012).

## Результати та їх обговорення

За результатами досліді встановлено, що додаткове використання мінеральної добавки “B-SAFE” у годівлі свиней на відгодівлі збільшує живу масу тіла у 109 діб в 2-й групі на 12,6 % ( $P < 0,01$ ) проти контрольних аналогів (табл. 2).

У 150 діб за споживання досліджуваної добавки підвищується жива маса свиней у 2-й групі на 5,9 % ( $P < 0,05$ ), у 3-й на 8,8 % ( $P < 0,01$ ) та у 4-й на 10,0 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольним значенням.

Застосування мінеральної добавки збільшує середньодобовий приріст у 2-й дослідній групі свиней на 7,9 % ( $P < 0,05$ ), у 3-й на 12,5 % ( $P < 0,01$ ) та у 4-й 13,9 % ( $P < 0,001$ ) щодо контролю.

За дії кормової добавки “B-SAFE” у свиней підвищується абсолютний приріст у 2-й групі на 8,0 % ( $P < 0,001$ ), у 3-й на 12,6 % ( $P < 0,001$ ) та у 4-й 14,0 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольними ровесниками (табл. 3).

Використання у годівлі свиней мінеральної добавки зменшує витрати корму на 1 кг приросту (табл. 4).

**Таблиця 2**Динаміка живої маси тіла свиней на відгодівлі, кг ( $M \pm m$ ,  $n = 12$ )

| Показник                                                               | Група          |               |                 |                 |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|
|                                                                        | 1 – контрольна | 2 – дослідна  | 3 – дослідна    | 4 – дослідна    |
| Жива маса в період згодовування “Гроуера”, кг/гол.: початок – 78 діб   | 30,8 ± 0,28    | 31,2 ± 0,25   | 30,9 ± 0,72     | 31,1 ± 0,93     |
| Жива маса в період згодовування “Фінішера”, кг/гол.: початок – 109 діб | 67,3 ± 2,14    | 71,6 ± 0,96   | 72,5 ± 0,94     | 75,8 ± 1,02**   |
| Завершення дослідів – 150 діб                                          | 102,5 ± 1,05   | 108,6 ± 1,76* | 111,6 ± 1,14*** | 112,8 ± 1,64*** |

**Таблиця 3**Прирости свиней на відгодівлі ( $M \pm m$ ,  $n = 12$ )

| Приріст            | Група          |                 |                  |                   |
|--------------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                    | 1 – контрольна | 2 – дослідна    | 3 – дослідна     | 4 – дослідна      |
| Середньодобовий, г | 995,8 ± 32,03  | 1075,0 ± 22,84* | 1120,8 ± 24,18** | 1134,7 ± 25,96*** |
| Абсолютний, кг     | 71,7 ± 1,27    | 77,4 ± 0,62***  | 80,7 ± 0,84***   | 81,7 ± 0,78***    |
| Відносний, %       | 108,0 ± 2,14   | 111,0 ± 0,78**  | 113,0 ± 0,76*    | 114,0 ± 1,21*     |

**Таблиця 4**

Витрати корму свиней на відгодівлі

| Група          | Витрати кормів, кг |               |                |               | на 1 кг приросту |               |
|----------------|--------------------|---------------|----------------|---------------|------------------|---------------|
|                | за період дослідів |               | на одну голову |               |                  |               |
|                | всього             | ± до контролю | всього         | ± до контролю | всього           | ± до контролю |
| 1 – контрольна | 2839,2             | -             | 236,6          | -             | 3,3              | -             |
| 2 – дослідна   | 2971,2             | +132,0        | 247,6          | +11           | 3,2              | +0,1          |
| 3 – дослідна   | 3002,4             | +163,2        | 250,2          | +13,6         | 3,1              | -0,2          |
| 4 – дослідна   | 3136,8             | +297,6        | 261,4          | +24,8         | 3,2              | +0,1          |

Встановлено, що додаткове згодовування кормової добавки “B-SAFE” свиням на відгодівлі знижує витрати корму на 1 кг приросту в 2-й та 4-й групі на 3,0 %, а у 3-й на 6,0 % проти контрольного показника.

Аналогічні дослідів проводили інші науковці, які встановлювали позитивний вплив мінеральної добавки на продуктивність, прирости та витрати корму свинями (Ma et al., 2015; Capps et al., 2020; Chudak et al., 2021). У своїх дослідів Novhorodska & Fabiianska (2017) дійшли висновку, що згодовування свиням мінеральної кормової добавки підвищує їх продуктивність природним шляхом.

Одержані результати дослідів узгоджуються з даними іноземних вчених, які вивчали вплив мінеральних кормових добавок на прирости та витрати корму свинями (Feldpausch et al., 2018; Kim et al., 2024). Відомо, що Мідь як мікроелемент у раціоні свиней необхідна для оптимального росту свиней (Hill, 2022). Декілька досліджень показали вплив кормових добавок з Міді на живу масу, прирости та показники крові свиней (Pérez et al., 2011; Carpenter et al., 2019). Крім того, додавання Си до раціону поліпшило прирости поросят на дорощуванні та відгодівлі (Zhao et al., 2014; Menegat et al., 2018).

Таким чином, застосування у годівлі свиней мінеральних кормових добавок сприяє збільшенню продуктивності свиней та зменшенню витрат корму на одиницю продукції, що є альтернативою використання антибіотиків.

## Висновки

Використання у годівлі свиней мінеральної кормової добавки збільшує живу масу в 4-й групі на 10,0 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольними аналогами. Крім того, за дії мінеральної добавки “B-SAFE” у 4-й групі свиней підвищується середньодобовий приріст на 13,9 % ( $P < 0,001$ ) та абсолютний на 14,0 % ( $P < 0,001$ ) проти контролю. Зафіксовано, що за додаткового споживання кормової добавки з Міді свиням на відгодівлі зменшуються витрати корму на 1 кг приросту в 3-й групі на 6,0 % щодо контрольного значення.

## Відомості про конфлікт інтересів

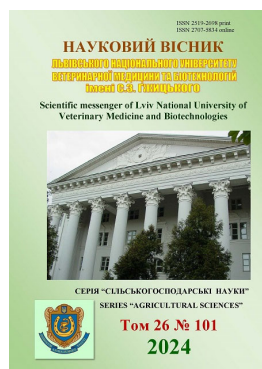
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

## References

- Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Kupchuk, I. M., & Vuhliar, V. S. (2022). Vykorystannia kormovykh dobavok i kombikormiv novoho pokolinnia u hodivli svynei ta ptytsi: monohrafiia [The use of feed additives and new generation compound feed in pig and poultry feeding: monograph]. Vinnytsia: TOV “TVORY” (in Ukrainian).
- Capps, K. M., Raghavendra, G., Amachawadi, M., Menegat, B., Woodworth, J. C., Perryman, K., Tokach, M. D., Dritz, S. S., DeRouchey, J. M., Goodband, R. D., Bai, J., Apley, M. D., Lubbers, B. V., & Nagaraja T. G. (2020). Impact of added copper, alone or in combi-



- nation with chlortetracycline, on growth performance and antimicrobial resistance of fecal enterococci of weaned piglets. *Journal of Animal Science*, 98(3), skaa003. DOI: 10.1093/jas/skaa003.
- Carpenter, C. B., Woodworth, J. C., DeRouchey, J. M., Tokach, D. M., Goodband, D. R., Dritz, S. S., Wu, F., & Usry L. J. (2019). Effects of increasing copper from tri-basic copper chloride or a copper-methionine chelate on growth performance of nursery pigs. *Translational Animal Science*, 3(1), 369–376. DOI: 10.1093/tas/txy091.
- Chudak, R. A. (2020). The state of protein and mineral metabolism of crossbred pigs for the action of betaine. *Slovak international scientific journal*, 45(1), 50–52.
- Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Ushakov, V. M., & Babkov, Ya. I. (2021). Vplyv kormovykh dobavok ta kombikormiv na produktyvnist ta yakist miasa u svynei: monohrafiia. [The effect of feed additives and compound feed on productivity and quality of meat in pigs: monograph]. Vinnytsia: RVV VNAU (in Ukrainian).
- Feldpausch, J. A., Amachawadi, R. G., Tokach, M. D., Scott, H. M., Dritz, S. S., Goodband, R. D., Woodworth, J. C., & DeRouchey, J. M. (2018). Effects of dietary chlortetracycline, *Origanum* essential oil, and pharmacological Cu and Zn on growth performance of nursery pigs. *Translational Animal Science*, 2(1), 62–73. DOI: 10.1093/tas/txx004.
- Hastad, C. W., Dritz, S. S., Nelssen, J. L., Tokach, M. D., & Goodband, R. D. (2001). Evaluation of different copper sources as a growth promoter in swine finishing diets. Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Manhattan, KS. *Swine Day*, 111–117.
- Hill, G. M. (2022). Minerals and mineral utilization in swine. *Sustainable swine nutrition*, 229–244. DOI: 10.1002/9781118491454.ch7.
- Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, I. (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnystvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. *Ahrarna Nauka: Kyiv, Ukrainian* (in Ukrainian).
- Khabinets, I., & Novhorodska, N. (2024). Biological availability of mineral elements. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26(100), 57–62. DOI: 10.32718/nvlvet-a10008.
- Kim, B., Jeong, J. Y., Park, S. H., Jung, H., & Kim, M. (2022). Effects of dietary copper sources and levels on growth performance, copper digestibility, fecal and serum mineral characteristics in growing pigs. *Journal of Animal Science and Technology*, 64(5), 885–896. DOI: 10.5187/jast.2022.e48.
- Kim, T., Woodworth, J. C., Tokach, M. D., DeRouchey, J. M., Goodband, R. D., Gebhardt, J. T., Van de Ligt, C. P., & Wall, E. H. (2024). PSVI-9 Effect of botanical extracts in diets with nutritional or pharmacological levels of copper and zinc on growth performance and fecal dry matter in nursery pigs. *Journal of Animal Science*, 102(2), 324–325. DOI: 10.1093/jas/skae102.369.
- Ma, Y. L., Zanton, G. I., Zhao, J., Wedekind, K., Escobar, J., & Vazquez-Añón, M. (2015). Multitrial analysis of the effects of copper level and source on performance in nursery pigs. *Journal of animal science*, 93(2), 606–614. DOI: 10.2527/jas.2014-7796.
- Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Menegat, M. B., Woodworth J. C., Dritz S.S., Amachawadi, R. G., Nagaraja, T. G., Capps, K., Tokach, M. D., DeRouchey, J. M., & Goodband, R. D. (2018) 223 Impact of Added Copper and Chlortetracycline on Growth Performance of Nursery Pigs. *Journal of Animal Science*, 96(2), 118–119. DOI: 10.1093/jas/sky073.220.
- Novhorodska, N. V., & Fabianska, O. L. (2017). Vplyv riznykh doz tsynku i marhantsiu na produktyvnist molodniaku svynei. [The effect of different doses of zinc and manganese on the productivity of young pigs]. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*, 1(95), 60–66 (in Ukrainian).
- Novhorodska, N. V., Lotka, H. I., Bondar, A. M., Pohrebna, V. P., & Yefimchuk, S. M. (2011). Balans zaliza ta midi u molodniaku svynei za riznykh premiksiv u povnoratsionnykh kombikormakh [Balance of iron and copper in young pigs with different premixes in complete feeds]. *Vinnytskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet*, 6(46), 53–56 (in Ukrainian).
- Pérez, V. G., Waguespack, A. M., Bidner, T. D., Southern, L. L., Fakler, T. M., Ward, T. L., Steidinger, M., & Pettigrew, J. E. (2011). Additivity of effects from dietary copper and zinc on growth performance and fecal microbiota of pigs after weaning. *Journal of Animal Science*, 89(2), 414–425. DOI: 10.2527/jas.2010-2839.
- Poberezhets, J., Ohorodnichuk, G., & Kachanov I. (2023). Productivity and slaughter performance of pigs using a mineral feed additive. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25(99), 73–77. DOI: 10.32718/nvlvet-a9912.
- Rudenko, V. M. (2012). *Matematychna statystyka*. Center for Educational Literature: Kyiv, Ukrainian, 234–245 (in Ukrainian).
- Tishchenko, O., Gutyj, B., Kalinichenko, H., Kepkalo, I., Kuzmenko, M., & Makhno, K. (2024). Efficiency of growing and fattening of hybrid pigs of English origin under dry and combined systems of their feeding. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 26(100), 214–223. DOI: 10.32718/nvlvet-a10034.
- Verbelchuk, T., Verbelchuk, S., Kovalchuk, I., Kovalchuk, I., Vasiliev, R., & Klim, V. (2021). Balance of ferum and copper in the organs of pigs when using non-traditional natural additives. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 2(45), 77–82. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.11.
- Zhao, J., Allee, G., Gerlemann, G., Ma, L., Gracia, M. I., Parker, D., Vazquez-Anon, M., & Harrell, R. J. (2014). Effects of a chelated copper as growth promoter on performance and carcass traits in pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 965–973. DOI: 10.5713/ajas.2013.13416.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10111

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.2.034.06

## The influence of growth retardation of heifers to yearling age on the milk productivity of cows

Yu. P. Polupan<sup>✉</sup>, S. V. Pryima

*Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS, Kyiv, Ukraine*

### Article info

Received 04.07.2024

Received in revised form

05.08.2024

Accepted 06.08.2024

**Polupan, Yu. P., & Pryima, S. V. (2024). The influence of growth retardation of heifers to yearling age on the milk productivity of cows. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 67–74. doi: 10.32718/nvlvet-a10111**

*Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS, Pogrebnyaka Str., 1, Chubynske, Kiev region, 08321, Ukraine.  
Tel.: +38-050-669-52-22  
E-mail: yupolupan@ukr.net*

The purpose of the research was to analyze the impact of growth delays in repair heifers in different periods of the first year of rearing on the compensatory growth of heifers and subsequent productivity of cows. The research was carried out in the herd of the breeding farm “Agrofirma “Svitanok” LLC of the Mariinsky district of the Donetsk region, based on information on the growth, reproductive ability and milk productivity of 1126 cows of the Ukrainian Red and Black-and-White Dairy and Holstein breeds with a dated first calving during the years 2007–2020. Animals without growth retardation were included in the control group, and animals with growth retardation at the age of 0–3, 3–6, 6–9, and 9–12 months, respectively, were included in the four experimental groups. Average daily weight gain of heifers of less than 500 g was considered growth retardation. It was established that despite catching up in growth intensity during the first year of growing, heifers in groups with growth retardation do not have the necessary live weight for insemination in the optimal period (15–16 months), and are characterized by a correspondingly older (by 3.5...15.5 %) age of first calving, lower milk yield by 3.1...21.3 %, milk fat by 3.6...21.0 % and by 3.3...23.9 % – protein in 305 days of the first lactation. Losses in milk productivity continue in subsequent lactations by 8.8...18.5 % in milk yield, 9.1...21.7 % in milk fat output, and by 9.2...22.0 % in milk protein. Growth retardation during the period of intensive puberty at the age of six to twelve months has the most negative effect on productive characteristics. Therefore, growth retardation of repair heifers during the first year of breeding should be avoided. Heifers with the greatest growth retardation are not advisable to leave for herd repair.

**Key words:** dairy cattle, heifer, live weight, growth retardation, compensatory growth, milk productivity, reproductive ability.

## Вплив затримок росту телиць до річного віку на молочну продуктивність корів

Ю. П. Полупан<sup>✉</sup>, С. В. Прийма

*Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Україна*

Метою досліджень був аналіз впливу затримок росту ремонтних телиць у різні періоди першого року вирощування на компенсаторний ріст телиць і подальшу продуктивність корів. Дослідження проведено у стаді племінного заводу ТОВ “Агрофірма “Світанок” Мар’їнського району Донецької області за інформацією про ріст, відтворювальну здатність та молочну продуктивність 1126 корів українських червоної та чорно-рябої молочних і голштинської порід з датованим першим отеленням впродовж 2007–2020 років. До контрольної групи включено тварин без затримки росту, до чотирьох дослідних – із затримкою росту у віці відповідно 0–3, 3–6, 6–9 і 9–12 місяців. Затримкою росту вважали середньодобові прирости живої маси телиць менше 500 г. Встановлено, що попри надолуження у інтенсивності росту впродовж першого року вирощування, телиці у групах із затримками росту не мають необхідної живої маси для осіменіння в оптимальний період (15–16 місяців), та характеризуються відповідно старшим (на 3,5...15,5 %) віком першого отелення, нижчим на 3,1...21,3 % надоем, на 3,6...21,0 % – виходом молочного жиру і на

3,3...23,9 % – білка за 305 днів першої лактації. Втрати молочної продуктивності зберігаються і в наступні лактації на 8,8...18,5 % за надоєм, 9,1...21,7 % – за виходом молочного жиру і на 9,2...22,0 % – молочного білка. Найбільш негативний вплив на продуктивні ознаки має затримка росту в період інтенсивного статевого дозрівання у віці від шести до дванадцяти місяців. Отже, варто уникати затримок росту ремонтних телиць впродовж першого року вирощування. Телиць із найбільшими затримками росту недоцільно залишати для ремонту стада.

**Ключові слова:** молочна худоба, телиця, жива маса, затримка росту, компенсаторний ріст, молочна продуктивність, відтворювальна здатність.

## Вступ

Виробництво високоякісних ремонтних телиць з мінімальними витратами є одним із багатьох завдань, що стоять перед молочною фермою 21 століття (Heinrichs, 1993; Boulton et al., 2017). Витрати на ремонт стада часто складають від 15 до 20 % від загальної собівартості виробництва молока і є другими за величиною витратами після витрат на корм для дійного стада (Heinrichs, 1993; Tozer & Heinrichs, 2001). З огляду на зазначене молочним фермерам доводиться задовольняти потреби своїх дійних стад у ремонті з мінімальними витратами, щоб підтримувати прибутковість ферми. На вартість вирощування ремонтного молодняку найістотніший вплив справляють частка ремонту стада і вік першого отелення (Tozer & Heinrichs, 2001). Збільшення частки витрат на вирощування ремонтних телиць зумовлюється так само скороченням тривалості господарського використання корів. Так у дослідженнях (Brickell & Wathes, 2011) з 468 підконтрольних телиць місячного віку у 18 стадах голштинської породи у Великобританії лише 55 % отелились втретє. Впродовж вирощування вибуло 11,3 % телиць, впродовж першої лактації – 19,0 % корів, другої – 23,5 %.

Сільськогосподарські підприємства часто вкладають значні суми в підвищення генетичного потенціалу корів, але низькі темпи росту телиць на деяких етапах росту обмежують ступінь його реалізації (Bazeley et al., 2016). Вирощування телиць є найбільш прямим доказом їх продуктивності протягом усього процесу вирощування від народження до отелення (Bach & Ahedo, 2008). Щоб досягти оптимальної продуктивності протягом усього життя, важливо, щоб ремонтні телиці залишалися здоровими, досягали цільових темпів росту та були добре вирощеними до першого отелення (Le Cozler et al., 2008).

Переважає більшість досліджень засвідчують сприятливий вплив інтенсивного вирощування ремонтних телиць на вік першого отелення і молочну продуктивність корів (Shamay et al., 2005; Brickell et al., 2009; Brickell & Wathes, 2011; Beggs & Jagoe, 2013; Khmelnychiy & Loboda, 2015; Gelsinger et al., 2016; Chester-Jones et al., 2017; Sklyarenko, 2018; Martin et al., 2018; Shulyar et al., 2020; Klymkovetsky, 2020; 2021; Vedmedenko, 2021; Fedorovych et al., 2021; Admin et al., 2022; Priyma & Polupan, 2024). Тобто більшість досліджень не виявляють шкідливого впливу високого рівня годівлі на продуктивність первісток у телиць з високою плеємінною цінністю (Chester-Jones et al., 2017). Натомість, погано вирощені телиці потребують більше витрат на плідне осіменіння, мають пізніший вік отелення і мають вищу ймовірність передчасного вибракування зі стада (Wathes et al., 2008).

Більшість дослідників рекомендують інтенсивність вирощування ремонтних телиць на рівні середньодобових приростів живої маси понад 700 (Antonenko, 2020; Klymkovetsky, 2020; Fedorovych et al., 2021), часом понад 800 г за добу (Vedmedenko, 2021; Admin et al., 2022). Оптимальна фертильність і максимальна продуктивність в першу лактацію були пов'язані з віком першого отелення від 24 до 25 місяців. Проте, тварини з першим отеленням у 22–23 місяці характеризуються найкращими загальними надоями та виживанням впродовж перших 5 років (Wathes et al., 2008).

При дослідженні впливу інтенсивності вирощування телиць на подальшу молочну продуктивність корів частіше виділяють періоди до і після статевого дозрівання (Le Cozler et al., 2008). Більшість дослідників (Swanson, 1960; Little & Kay, 1979; Valentine et al., 1987; Troccon & Petit, 1989; Sejrnsen, 1994; Hohenboken et al., 1995; Sejrnsen & Purup, 1997; Van Amburgh et al., 1998; Lammers et al., 1999; Sejrnsen et al., 2000; Zanton & Heinrichs, 2005; Le Cozler et al., 2008; Heinrichs et al., 2017) повідомляють про криволінійне зниження продуктивності корів за першу, часом і подальші лактації (на 10–40%) за інтенсивного вирощування ремонтних телиць у період алометричної фази росту молочної залози у препубертатний період. Серією дослідів доведено, що високі темпи росту телиць у цей період зумовлюють відкладання жиру у вимені та зниження частки паренхіми (Swanson, 1960; Sejrnsen et al., 1982; Troccon & Petit, 1989; Sejrnsen, 1994; Sejrnsen & Purup, 1997; Van Amburgh et al., 1998; Sejrnsen et al., 2000; Dobos et al., 2000; Silva et al., 2002; Zanton & Heinrichs, 2005; Davis Rincker et al., 2008). Зокрема у дослідженнях Sejrnsen et al. (1982) за підвищення середньодобових приростів телиць у препубертатний період (від 175 до 300 кг живої маси) на рівні 1218 г (годілля досхочу) порівняно з групою телиць з обмеженою годівлею (613 г середньодобового приросту) спостерігалось зниження маси секреторної тканини молочної залози на 23 % і вмісту дезоксирибонуклеїнової кислоти на 32 %. У дослідженнях Harrison et al. (1983) молочні залози корів за середньодобового приросту у препубертатний період вирощування до 740 г важили на 39 % більше і містили на 68 % більше секреторної тканини, ніж у аналогів з інтенсивністю вирощування 1100 г на добу.

Разом з тим, дослідженнями Daniels et al. (2009) встановлено, що зміна норми приросту від 650 до 950 г/добу, що досягається згодовуванням різної кількості одного і того ж раціону, не впливала на складність розвитку паренхіми молочних залоз телиць, забитих від 100 до 350 кг маси тіла. Отже, гіпотеза про те, що висока швидкість приросту сама по собі погіршить ступінь або складність розвитку протоки, не була підтверджена даними. Дослідження (Capuco et al.,



1995; Van Amburgh et al., 1998; Dobos et al., 2000) так само не підтверджують негативний вплив інтенсивного росту телиць у препубертатний період на молочну продуктивність первісток.

У дослідженнях Sejrson et al. (1982, 2000) за підвищення інтенсивності вирощування телиць після статевого дозрівання різниці у рості секреторної тканини молочної залози не відмічено. Про відсутність негативного впливу підвищеного рівня вирощування телиць у постпубертатний період та під час першої тільності на формування молочної залози та молочну продуктивність первісток так само повідомляють Harrison et al. (1983), Valentine et al. (1987), Abeni et al. (2000), Lohakare et al., (2012). У дослідженнях Davis and Willett (1938) взагалі не спостерігалось кореляції росту від народження до двох років живої маси, висоти в холці та обхвату грудей з молочною продуктивністю як за першу лактацію, так і у середньому за життя.

На різних етапах вирощування худоби можливі стреси, захворювання, зміна складу раціону, поживної цінності кормів, що позначається на швидкості росту телиць (Klymkovetsky et al., 2020; Klymkovetsky, 2022; Polupan et al., 2023). В подальшому, за рахунок компенсаторних механізмів тварини можуть до початку репродуктивного використання досягти бажаного розвитку (Busenko & Golub, 2010; Karapuz & Karapuz, 2010; Polupan et al., 2023). Низкою експериментів доведено, що перемінна (сходо-ступінчаста) схема годівлі телиць у перший рік вирощування (чергування періодів недогодівлі та годівлі вище норми) може навіть сприяти підвищенню ефективності вирощування і подальшої молочної продуктивності корів на 6–21 % (Park et al., 1987; 1989; Choi et al., 1997; Park et al., 1998; Ford & Park, 2001).

Проте, за законом Чирвінського – Малігонова у період затримки росту можуть потерпати внутрішні органи, які у цей період розвиваються найбільш інтенсивно (Klymkovetsky, 2020). Компенсація затримки росту може бути неповною, що не дозволить повною мірою реалізувати генетичний потенціал продуктивності. Так, у дослідженнях (Klymkovetsky et al., 2020) встановлено, що затримки росту телиць у ранньому віці компенсуються повільніше. За умов компенсації живої маси до початку репродуктивного використання затримки росту не впливають на молочну продуктивність первісток, проте зменшуються тривалість господарського використання і довічна продуктивність корів. Теоретично, телиці, які відставали в рості, можуть мати гіршу продуктивність в подальшому, що було підтверджено у наших попередніх дослідженнях (Polupan et al., 2023).

Отже, напрацьовано велику кількість інформації щодо впливу швидкості росту тварин та затримок розвитку на їх подальшу продуктивність і відтворювальну здатність. Але досі відсутня єдина думка щодо подальшої продуктивності корів за різної інтенсивності та після затримок росту телиць в різні періоди вирощування, що зумовлює необхідність проведення подальших досліджень (Lohakare et al., 2012).

## Мета дослідження

Мета дослідження полягала в аналізі впливу затримок росту ремонтних телиць у різні періоди першого року вирощування на компенсаторний ріст телиць і подальшу продуктивність корів.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено у стаді племінного заводу ТОВ “Агрофірма “Світанок” Мар’їнського району Донецької області. Для аналізу використано електронну інформаційну базу СУМС “Інтесел Орсек” станом на листопад 2021 року.

До ретроспективного статистичного дослідження залучено інформацію про ріст і молочну продуктивність 1126 корів українських червоної та чорно-рябої молочних і голштинської порід, які від народження перебували у цьому стаді та з датованим першим отеленням впродовж 2007–2020 років. З підконтрольного поголів’я сформовано п’ять груп. До контрольної групи включено тварин без затримки росту, до чотирьох дослідних – із затримкою росту у віці відповідно 0–3, 3–6, 6–9 і 9–12 місяців. Затримкою росту телиць вважали середньодобові прирости живої маси за відповідний тримісячний період менше 500 г.

Ріст тварин оцінений за їхньою живою масою у віці 6, 12 і 18 місяців ( $kg$ ) та її середньодобовими приростами ( $g$ ) за тримісячні періоди від народження до річного віку. Молочну продуктивність оцінювали за надоем ( $kg$ ), вмістом (%) у молоці та виходом ( $kg$ ) жиру і білка за 305 днів від першої до п’ятої лактацій, відтворювальну здатність – за віком першого отелення, тривалістю сервіс-періоду і коефіцієнтом відтворювальної здатності.

Обчислення здійснювали методами математичної статистики і біометрії (Osadcha & Shanaieva-Tsymbal, 2022) засобами програмного пакета “STATISTICA-12.0” на ПК (Fetisov, 2018). Достовірність результатів порівнювали з трьома стандартними рівнями статистичної значущості з їх позначенням <sup>1</sup> –  $P < 0,05$ , <sup>2</sup> –  $P < 0,01$  і <sup>3</sup> –  $P < 0,001$ .

## Результати досліджень

Порівнянням групових середніх встановлено достовірний негативний вплив затримок росту телиць у різні тримісячні періоди першого року постнатального онтогенезу на середньодобові прирости і середню живу масу до півторарічного віку (табл. 1). За величиною середньодобового приросту телиці із затримкою росту саме у період її настання найбільше поступали контрольній групі. У тварин із затримкою росту від народження до 3 місяців середньодобовий приріст у цей період був нижчим за групу без затримок росту на 245 г або 37,1 %, у 3–6 місяців – на 389 г або 49,3 %, у 6–9 місяців – на 316 г або 46,3 % і у 9–12 місяців – на 334 г або 52,2 % за найвищого рівня статистичної значущості ( $P < 0,001$ ) в усіх випадках.



Таблиця 1

Ріст і продуктивність корів із затримкою росту у різні періоди впродовж першого року вирощування

| Ознака                                                     |                                      | Група корів:                        |                            |                           |                            | без затримки<br>росту |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|
|                                                            |                                      | із затримкою роста у віці, місяців: |                            |                           |                            |                       |
|                                                            |                                      | 0–3                                 | 3–6                        | 6–9                       | 9–12                       |                       |
| Ураховано корів                                            |                                      | 138                                 | 52                         | 136                       | 150                        | 650                   |
| Середньодобовий приріст живої<br>маси (г) у віці, місяців: | 0–3                                  | 416 ± 6,3 <sup>3</sup>              | 662 ± 13,5                 | 651 ± 8,1                 | 638 ± 6,3 <sup>2</sup>     | 661 ± 4,0             |
|                                                            | 3–6                                  | 766 ± 13,4                          | 400 ± 10,3 <sup>3</sup>    | 779 ± 13,5                | 776 ± 11,3                 | 789 ± 2,6             |
|                                                            | 6–9                                  | 807 ± 16,8 <sup>3</sup>             | 765 ± 28,8 <sup>2</sup>    | 366 ± 9,9 <sup>3</sup>    | 699 ± 12,8                 | 682 ± 2,6             |
|                                                            | 9–12                                 | 861 ± 18,8 <sup>3</sup>             | 934 ± 40,9 <sup>3</sup>    | 800 ± 22,9 <sup>3</sup>   | 306 ± 11,5 <sup>3</sup>    | 640 ± 3,0             |
|                                                            | 12–18                                | 754 ± 14,7 <sup>3</sup>             | 636 ± 26,5 <sup>1</sup>    | 644 ± 18,2 <sup>3</sup>   | 597 ± 14,2                 | 569 ± 3,5             |
| Жива маса (кг) у віці, місяців:                            | 3                                    | 75,4 ± 0,58 <sup>3</sup>            | 97,2 ± 1,29                | 96,4 ± 0,84               | 95,5 ± 0,63 <sup>3</sup>   | 98,1 ± 0,39           |
|                                                            | 6                                    | 145,3 ± 1,48 <sup>3</sup>           | 133,7 ± 1,56 <sup>3</sup>  | 167,5 ± 1,48              | 166,3 ± 1,30 <sup>1</sup>  | 170,1 ± 0,72          |
|                                                            | 9                                    | 218,9 ± 2,31 <sup>3</sup>           | 203,5 ± 3,03 <sup>3</sup>  | 200,9 ± 1,73 <sup>3</sup> | 230,1 ± 1,84 <sup>3</sup>  | 242,7 ± 0,99          |
|                                                            | 12                                   | 297,5 ± 3,01 <sup>3</sup>           | 288,8 ± 5,77 <sup>3</sup>  | 273,9 ± 2,78 <sup>3</sup> | 257,9 ± 1,88 <sup>3</sup>  | 326,2 ± 1,34          |
|                                                            | 15                                   | 373,5 ± 3,66 <sup>3</sup>           | 352,3 ± 7,27 <sup>3</sup>  | 337,5 ± 4,07 <sup>3</sup> | 312,0 ± 2,93 <sup>3</sup>  | 398,3 ± 1,56          |
|                                                            | 18                                   | 434,8 ± 3,98 <sup>3</sup>           | 402,9 ± 8,64 <sup>3</sup>  | 391,4 ± 4,91 <sup>3</sup> | 366,7 ± 3,42 <sup>3</sup>  | 453,6 ± 1,86          |
| Перша<br>лактация:                                         | ураховано корів                      | 110                                 | 41                         | 104                       | 135                        | 519                   |
|                                                            | вік отелення, днів                   | 776 ± 7,0 <sup>3</sup>              | 817 ± 14,8 <sup>3</sup>    | 826 ± 8,3 <sup>3</sup>    | 866 ± 7,1 <sup>3</sup>     | 750 ± 3,2             |
|                                                            | тривалість сервіс-періоду, днів      | 166 ± 11,6                          | 136 ± 10,5                 | 159 ± 10,0                | 135 ± 8,3                  | 151 ± 4,5             |
|                                                            | коефіцієнт відтворювальної здатності | 0,871 ± 0,018                       | 0,900 ± 0,022              | 0,873 ± 0,018             | 0,925 ± 0,016 <sup>1</sup> | 0,889 ± 0,008         |
|                                                            | надій, кг                            | 6537 ± 138,5                        | 6060 ± 199,9 <sup>2</sup>  | 5597 ± 113,3 <sup>3</sup> | 5309 ± 89,5 <sup>3</sup>   | 6746 ± 62,2           |
|                                                            | молочний %                           | 3,76 ± 0,008 <sup>1</sup>           | 3,77 ± 0,015               | 3,77 ± 0,013              | 3,81 ± 0,023               | 3,78 ± 0,004          |
|                                                            | жир: кг                              | 245,9 ± 5,27                        | 228,6 ± 7,82 <sup>2</sup>  | 210,8 ± 4,30 <sup>3</sup> | 201,6 ± 3,21 <sup>3</sup>  | 255,1 ± 2,37          |
|                                                            | молочний %                           | 3,18 ± 0,005                        | 3,16 ± 0,012 <sup>2</sup>  | 3,12 ± 0,008 <sup>3</sup> | 3,09 ± 0,005 <sup>3</sup>  | 3,19 ± 0,003          |
| За 305 днів другої<br>лактатії, кг:                        | білок: кг                            | 208,3 ± 4,57                        | 192,3 ± 6,80 <sup>2</sup>  | 175,2 ± 3,69 <sup>3</sup> | 164,0 ± 2,83 <sup>3</sup>  | 215,4 ± 2,07          |
|                                                            | ураховано корів                      | 74                                  | 30                         | 87                        | 114                        | 356                   |
|                                                            | надій                                | 7563 ± 195,3                        | 6397 ± 218,8 <sup>3</sup>  | 6416 ± 143,7 <sup>3</sup> | 6017 ± 126,1 <sup>3</sup>  | 7599 ± 95,3           |
|                                                            | молочний жир                         | 285,9 ± 7,63                        | 238,0 ± 8,53 <sup>3</sup>  | 238,4 ± 5,62 <sup>3</sup> | 224,6 ± 4,69 <sup>3</sup>  | 287,0 ± 3,72          |
| За 305 днів третьої лак-<br>тації, кг:                     | молочний білок                       | 241,3 ± 6,46                        | 200,9 ± 7,27 <sup>3</sup>  | 201,0 ± 4,81 <sup>3</sup> | 187,3 ± 4,09 <sup>3</sup>  | 243,3 ± 3,20          |
|                                                            | ураховано корів                      | 43                                  | 20                         | 66                        | 81                         | 193                   |
|                                                            | надій                                | 7403 ± 315,9 <sup>1</sup>           | 6482 ± 303,8 <sup>3</sup>  | 6978 ± 217,0 <sup>3</sup> | 6616 ± 139,2 <sup>3</sup>  | 8119 ± 124,4          |
|                                                            | молочний жир                         | 278,7 ± 12,30 <sup>1</sup>          | 240,2 ± 11,75 <sup>3</sup> | 259,5 ± 8,44 <sup>3</sup> | 246,9 ± 5,42 <sup>3</sup>  | 306,7 ± 4,91          |
| За 305 днів четвертої<br>лактатії, кг:                     | молочний білок                       | 236,1 ± 10,49 <sup>1</sup>          | 202,8 ± 10,30 <sup>3</sup> | 219,0 ± 7,26 <sup>3</sup> | 208,1 ± 4,63 <sup>3</sup>  | 260,2 ± 4,19          |
|                                                            | ураховано корів                      | 19                                  | 9                          | 50                        | 59                         | 92                    |
|                                                            | надій                                | 7532 ± 404,7                        | 7139 ± 497,9               | 7086 ± 238,4 <sup>2</sup> | 6827 ± 197,6 <sup>3</sup>  | 7954 ± 182,7          |
|                                                            | молочний жир                         | 285,6 ± 16,01                       | 266,7 ± 20,00              | 263,8 ± 9,50 <sup>2</sup> | 253,9 ± 7,76 <sup>3</sup>  | 299,8 ± 7,09          |
| За 305 днів п'ятої<br>лактатії, кг:                        | молочний білок                       | 241,4 ± 13,61                       | 226,8 ± 17,00              | 223,1 ± 8,02 <sup>2</sup> | 214,6 ± 6,63 <sup>3</sup>  | 254,3 ± 6,06          |
|                                                            | ураховано корів                      | 7                                   | 6                          | 28                        | 36                         | 41                    |
|                                                            | надій                                | 7880 ± 559,0                        | 6292 ± 919,0               | 6987 ± 289,4              | 7229 ± 235,3               | 7594 ± 291,1          |
|                                                            | молочний жир                         | 298,6 ± 24,26                       | 233,7 ± 35,15              | 263,4 ± 11,37             | 270,6 ± 9,17               | 285,9 ± 11,27         |
|                                                            | молочний білок                       | 251,1 ± 19,13                       | 198,8 ± 30,30              | 222,8 ± 9,64              | 228,6 ± 7,90               | 243,2 ± 9,59          |

Практично в усіх групах із затримкою росту за середньодобовими приростами у період 0–3 та 3–6 місяців спостерігаються дещо нижча інтенсивність росту порівняно з телицями контрольної групи. Проте, у переважній більшості випадків після затримки росту спостерігається підвищення інтенсивності росту порівняно з контрольною групою. Тобто відбувається, до певної міри, компенсаторний ріст. Телиці із затримкою росту переважали контрольну групу за середньодобовими приростами у 6–9 місяців на 17–125 г або 2,5–18,3%, у 9–12 місяців на 160–294 г або 25,0–45,9%, у 12–18 місяців на 28–185 г або 5,0–32,5% (табл. 1). Як наслідок, відносно відставання тварин із затримками росту від аналогів контрольної групи за живою масою скорочується. Проте, навіть у півторарічному віці не настає повної компенсації живої маси тварин дослідних груп. Відставання порівняно з аналогами контрольної групи у живій масі телиць (нетелей) за затримки росту до трьох місяців складає 18,8 ± 4,39 кг ( $t_d = 4,28$ ,  $P < 0,001$ ), у 3–6 місяців –

50,7 ± 8,84 кг ( $t_d = 5,74$ ,  $P < 0,001$ ), у 6–9 місяців – 62,2 ± 5,25 кг ( $t_d = 11,85$ ,  $P < 0,001$ ) і у 9–12 місяців – 86,9 ± 3,89 кг ( $t_d = 22,34$ ,  $P < 0,001$ ).

Отже, попри досить високий середньодобовий приріст живої маси телиць в різні вікові періоди, окрім критичних, що у багатьох випадках перевищував такий у тварин контрольної групи, надолуження інтенсивності росту не забезпечує досягнення необхідної живої маси телиць для осіменіння в оптимальний період (15–16 місяців) порівняно з групою без затримки росту.

Затримка росту телиць у досліджувані вікові періоди має закономірне продовження у вигляді старшого на 26–116 днів віку першого отелення, порівняно з аналогами контрольної групи ( $P < 0,001$ ). Результати дослідження свідчать, що затримка росту з кожним наступним віковим періодом більше впливає на вік першого отелення з найбільш пізнім у віці 28,9 місяців у групи тварин із затримкою росту в 9–12 місяців.

Разом з тим, первістки дослідних груп із затрим-

кою росту у 3–6 та 9–12 місяців відзначаються коротшим на 15 та 16 днів сервіс-періодом, отже кращим відповідно на  $0,011 \pm 0,023$  ( $P > 0,1$ ) і  $0,036 \pm 0,018$  ( $P < 0,05$ ) коефіцієнтом відтворювальної здатності за низького ступеня достовірності. Такі результати можна пояснити більш істотним впливом на відтворну здатність тварин паратипових (технологічних) ніж генетичних чинників та інтенсивності вирощування у перший рік постнатального онтогенезу. Це також пояснюється певним біологічним антагонізмом молочної продуктивності та відтворювальної здатності корів (Hansen et al., 1983; Albarrán-Portillo & Pollott, 2013; Fedorovych et al., 2021).

Попри старший вік отелення первістки досліджуваних груп із затримками росту у різні періоди вирощування до року у більшості груп достовірно поступаються аналогам контрольної групи за надоем і виходом молочного жиру і білка за 305 днів лактації (табл. 1). Найбільше зниження молочної продуктивності спостерігається за затримки росту у період інтенсивного статевго дозрівання (від 6 до 12 місяців). Так, у групі первісток із затримкою росту від 3 до 6 місяців зниження надою порівняно з контрольною групою сягає  $686 \pm 209,4$  кг або на 10,2% ( $t_d = 3,28$ ,  $P < 0,01$ ), від 6 до 9 місяців – на  $1149 \pm 129,3$  кг або 17,0% ( $t_d = 8,89$ ,  $P < 0,001$ ), а у віці від 9 до 12 місяців – на  $1437 \pm 109,0$  кг або 21,3% ( $t_d = 13,18$ ,  $P < 0,001$ ). За виходом молочного жиру зниження продуктивності складало відповідно  $26,5 \pm 8,17$  кг або на 10,5% ( $t_d = 3,24$ ,  $P < 0,01$ ),  $44,3 \pm 4,91$  кг або на 17,4% ( $t_d = 9,02$ ,  $P < 0,001$ ) і  $53,5 \pm 3,99$  кг або на 21,0% ( $t_d = 13,41$ ,  $P < 0,001$ ), білка –  $23,1 \pm 7,11$  кг або на 10,7% ( $t_d = 3,25$ ,  $P < 0,01$ ),  $40,2 \pm 4,23$  кг або на 18,7% ( $t_d = 9,50$ ,  $P < 0,001$ ) та  $51,4 \pm 3,51$  кг або на 23,9% ( $t_d = 14,64$ ,  $P < 0,001$ ). Масова частка білка в молоці корів із затримкою росту була достовірно нижчою за контрольну групу на 0,01–0,1 %.

Негативний вплив затримок росту за різні періоди вирощування телиць до 12-місячного віку у всіх досліджених групах виявляє пролонговану дію на надій за другу лактацію. Корови другої лактації із затримкою росту у період 0–3 місяців майже компенсували відставання від контрольної групи та мали недостовірне зниження надою лише на 36 кг. Проте корови із затримкою росту у віці 3–6 місяців мали зниження надою порівняно з контрольною групою на  $1202 \pm 238,7$  кг або на 15,8% ( $t_d = 5,04$ ,  $P < 0,001$ ), у віці від 6 до 9 місяців – на  $1183 \pm 172,4$  кг або 15,6% ( $t_d = 6,86$ ,  $P < 0,001$ ). А найбільше зниження продуктивності за другу лактацію (на  $1582 \pm 158,1$  кг або 20,8%,  $t_d = 10,01$ ,  $P < 0,001$ ) відбулося у тварин при затримці росту у віці від 9 до 12 місяців. За виходом молочного жиру зниження продуктивності за другу лактацію у групі з затримкою росту у віці 3–6 місяців складало  $49,0 \pm 9,31$  кг або 17,1% ( $t_d = 5,26$ ,  $P < 0,001$ ), у 6–9 місяців –  $48,6 \pm 6,74$  кг або 16,9% ( $t_d = 7,21$ ,  $P < 0,001$ ) і у віці 9–12 місяців –  $62,4 \pm 5,99$  кг або 21,7% ( $t_d = 10,42$ ,  $P < 0,001$ ), білка – відповідно  $42,4 \pm 7,94$  кг або 17,4% ( $t_d = 5,34$ ,  $P < 0,001$ ),  $42,3 \pm 5,78$  кг або 17,4% ( $t_d = 7,32$ ,  $P < 0,001$ ) і  $56,0 \pm 5,19$  кг або 22,9% ( $t_d = 10,79$ ,  $P < 0,001$ ).

Продуктивні показники досліджуваних корів від-

повідних груп за 305 днів третьої лактації зберігають попередні тенденції. За затримки росту у віці 0–3 місяців зниження надою порівняно з контрольною групою сягає  $716 \pm 339,5$  кг або 8,8% ( $t_d = 2,11$ ,  $P < 0,05$ ), від 3 до 6 місяців –  $1637 \pm 328,3$  кг або 20,2% ( $t_d = 4,99$ ,  $P < 0,001$ ), від 6 до 9 місяців –  $1141 \pm 250,1$  кг або 14,0 % ( $t_d = 4,56$ ,  $P < 0,001$ ) і у віці від 9 до 12 місяців –  $1503 \pm 186,7$  кг або 18,5% ( $t_d = 8,05$ ,  $P < 0,001$ ). Зниження продуктивності за виходом молочного жиру за третю лактацію складо відповідно  $28,0 \pm 13,24$  кг або 9,1% ( $t_d = 2,11$ ,  $P < 0,05$ ),  $66,5 \pm 12,73$  кг або 21,7% ( $t_d = 5,22$ ,  $P < 0,001$ ),  $47,2 \pm 9,76$  кг або 15,4 % ( $t_d = 4,84$ ,  $P < 0,001$ ) і  $59,8 \pm 7,31$  кг або 19,5 % ( $t_d = 8,18$ ,  $P < 0,001$ ), за виходом молочного білка –  $24,1 \pm 11,30$  кг або 9,3% ( $t_d = 2,13$ ,  $P < 0,05$ ),  $57,4 \pm 11,12$  кг або 22,0% ( $t_d = 5,16$ ,  $P < 0,001$ ),  $41,2 \pm 8,38$  кг або 15,8 % ( $t_d = 4,92$ ,  $P < 0,001$ ) і  $52,1 \pm 6,24$  кг або 20,0 % ( $t_d = 8,35$ ,  $P < 0,001$ ).

Втрата молочної продуктивності корів через затримки росту у різні тримісячні періоди першого року постнатального онтогенезу за четверту лактацію дещо знижується і становить від 422 до 1127 кг за надоем, від 14,2 до 45,9 кг за виходом молочного жиру і від 12,9 до 39,7 кг за виходом молочного білка за достовірної різниці лише у групах із затримками лише у період інтенсивного статевго дозрівання (6–12 місяців).

За п'яту лактацію втрата молочної продуктивності за затримок росту від народження до 3 місяців повністю компенсується. За затримок росту в періоди від 3 місяців до року втрата продуктивності за п'яту лактацію знижується до 365–1302 кг за надоем, 15,3–52,2 кг – за виходом молочного жиру і 14,6–44,4 кг – білка. З огляду на істотне зниження підконтрольного поголів'я через вибуття зі стада, різниця виявилась недостовірною. Так, п'яту лактацію закінчили 6,4 % корів першої дослідної групи, 14,6 % – другої, 26,9 % – третьої, 26,7 % – четвертої та лише 7,9 % корів контрольної групи.

## Обговорення

Порівнянням групових середніх встановлено негативний вплив затримок росту телиць в усі тримісячні періоди першого року постнатального розвитку. Механізми компенсаторного росту не забезпечують повного відновлення живої маси телиць навіть у півторарічному віці. Наслідком є старший вік плідного парування і першого отелення за зниження молочної продуктивності до четвертої – п'ятої лактації. Отже, нашими дослідженнями не підтверджено ефективність перемінної (сходово-ступінчастої) схеми у перший рік вирощування телиць (Park et al., 1987; 1989; Choi et al., 1997, Park et al., 1998; Ford & Park, 2001). Як і у наших попередніх дослідженнях у стаді української чорно-рябої та голштинської порід племзаводу “Тереزینه” (Polupan et al., 2023) затримки росту телиць спричиняють пролонговане на тривалий період зниження подальшої молочної продуктивності корів. Про негативний вплив затримок росту телиць на тривалість господарського використання і довічний надій корів повідомляють так само А. А. Климковецький та

ін. (Klymkovetsky et al., 2020; Klymkovetsky, 2022).

Раніше нами було встановлено істотний достовірний кореляційний зв'язок інтенсивності росту живої маси телиць з молочною продуктивністю первісток (Polupan & Pryma, 2024; Priyma & Polupan, 2024), який виявляє найтіснішу співвідносну мінливість (40,5–52,4 %) у віці інтенсивного статевго дозрівання від 6 до 12 місяців. Певно цим пояснюється виявлений нами найбільший рівень зниження молочної продуктивності за затримки росту телиць саме у зазначений період.

Як зазначалось, дослідженнями багатьох авторів (Swanson, 1960; Little & Kay, 1979; Sejrsen et al., 1982; Valentine et al., 1987; Troccon & Petit, 1989; Hohenboken et al., 1995; Sejrsen & Purup, 1997; Van Amburgh et al., 1998; Lammers et al., 1999; Sejrsen et al., 2000; Zanton & Heinrichs, 2005; Le Cozler et al., 2008; Heinrichs et al., 2017) встановлено негативний вплив підвищеної інтенсивності росту телиць у період алометричної фази росту молочної залози у препубертатний період (до завершення статевго дозрівання) на подальшу молочну продуктивність корів. Нашими дослідженнями доведено не менший негативний вплив низьких приростів живої маси (затримок росту) телиць у цей період. Це підтверджує висновки за нашими попередніми дослідженнями (Polupan et al., 2023) у стадії племзаводу “Терезине” на тваринах голштинської та української чорно-рябої молочної породи.

Отже, впродовж першого року вирощування ремонтних телиць варто уникати затримок росту. Особливу увагу слід приділяти інтенсивному вирощуванню ремонтних телиць у період інтенсивного статевго дозрівання у віці від шести до дванадцяти місяців. Телиць із найбільшими затримками росту, особливо у період інтенсивного статевго дозрівання, варто переводити з числа ремонтних у групу відгодівлі.

## Висновки

Затримки у рості телиць у різні тримісячні періоди першого року постнатального розвитку повною мірою не компенсуються навіть у півторарічному віці. Це зумовлює більш пізній (на 26–116 днів) вік першого отелення і спричиняє зниження подальшої молочної продуктивності корів первісток (у середньому на 935 кг за надоем, на 35,7 кг – за виходом молочного жиру і на 27,5 кг – білка) з пролонгованою дією аж до п'ятої лактації. Найбільш негативний вплив на продуктивні ознаки має затримка росту в період інтенсивного статевго дозрівання у віці від шести до дванадцяти місяців. Телиць із найбільшими затримками росту варто переводити з числа ремонтних у групу відгодівлі.

## Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

## References

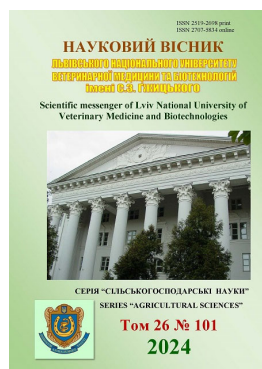
- Abeni, F., Calamari, L., Stefanini, L., & Pirlo, G. (2000). Effects of daily gain in pre- and postpubertal replacement dairy heifers on body condition score, body size, metabolic profile, and future milk production. *Journal of Dairy Science*, 83(7), 1468–1478. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75019-3.
- Admin, O. E., Admin, N. G., & Rudenko, E. V. (2022). Produktivnist pervistok za riznykh umov yikh vyroshchuvannya ta utrymannia. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Kyiv, 64, 5–15. DOI: 10.31073/abg.64.01 (in Ukrainian).
- Albarrán-Portillo, B., & Pollott, G. E. (2013). The relationship between fertility and lactation characteristics in Holstein cows on United Kingdom commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 635–646. DOI: 10.3168/jds.2012-5632.
- Antonenko, S. F. (2020). Vplyv intensyvnosti vyroshchuvannya telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody v rizni vikovi periody na maibutniu molochnu produktivnist. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Kyiv, 59, 17–25. DOI: 10.31073/abg.59.02 (in Ukrainian).
- Bach, A., & Ahedo, J. (2008). Record keeping and economics of dairy heifers. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 117–138. DOI: 10.1016/j.cvfa.2007.10.001.
- Bazeley, K. J., Barrett, D. C., Williams, P. D., & Reyher, K. K. (2016). Measuring the growth rate of UK dairy heifers to improve future productivity. *The Veterinary Journal*, 212, 9–14. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.10.043.
- Beggs, D., & Jagoe, S. (2013). A guide to growing more productive heifers. *Dairy Australia*, 13.
- Boulton, A. C., Rushton, J., & Wathes, D. C. (2017). An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *Animal*, 11(8), 1372–1380. DOI: 10.1017/S1751731117000064.
- Brickell, J. S., & Wathes, D. C. (2011). A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 94(4), 1831–1838. DOI: 10.3168/jds.2010-3710.
- Brickell, J. S., McGowan, M. M., & Wathes, D. C. (2009). Effect of management factors and blood metabolites during the rearing period on growth in dairy heifers on UK farms. *Domestic Animal Endocrinology*, 36(2), 67–81. DOI: 10.1016/j.domaniend.2008.10.005.
- Busenko, O. T., & Golub, N. D. (2010). Rozvytok simianykyv u buhaysiv za umovy pereminnoho rezhymu hodivli. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 86–89 (in Ukrainian).
- Capuco, A. V., Smith, J. J., Waldo, D. R., & Rexroad, Jr C. E. (1995). Influence of prepubertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 78(12), 2709–2725. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76902-8.
- Chester-Jones, H., Heins, B. J., Ziegler, D., Schimek, D., Schuling, S., Ziegler, B., Ondarza, M. B., Sniffen, C. J., & Broadwater, N. (2017). Relationships between early-life growth, intake, and birth season with first-lactation performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 3697–3704. DOI: 10.3168/jds.2016-12229.
- Choi, Y. J., Han, I. K., Woo, J. H., Lee, H. J., Jang, K., Myung, K. H., & Kim Y. S. (1997). Compensatory growth in dairy heifers: The effect of a compensatory growth pattern on growth rate and lactation performance.



- mance. *Journal of Dairy Science*, 80(3), 519–524. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)75965-4.
- Daniels, K. M., McGilliard, M. L., Meyer, M. J., Van Amburgh, M. E., Capuco, A. V., & Akers, R. M. (2009). Effects of body weight and nutrition on histological mammary development in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 92(2), 499–505. DOI: 10.3168/jds.2008-1007.
- Davis Rincker, L. E., Weber Nielsen, M. S., Chapin, L. T., Liesman, J. S., Daniels, K. M., Akers, R. M., & VandeHaar, M. J. (2008). Effects of feeding prepubertal heifers a high-energy diet for three, six, or twelve weeks on mammary growth and composition. *Journal of Dairy Science*, 91(5), 1926–1935. DOI: 10.3168/jds.2006-211.
- Davis, H. P., & Willett, E. L. (1938). Relation between rate of growth and milk and fat production. *J. Dairy Sci*, 21(10), 637–642. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(38)93013-9.
- Dobos, R. C., Nandra, K. S., Riley, K., Fulkerson, W. J., Lean, I. J., & Kell, R. C. (2000). The effect of dietary protein level during the pre-pubertal period of growth on mammary gland development and subsequent milk production in Friesian heifers. *Livestock Production Science*, 63(3), 235–243. DOI: 10.1016/S0301-6226(99)00137-2.
- Fedorovych, Ye. I., Fedorovych, V. V., Bodnar, P. V., Fyl, S. I., Dymchuk, A. V., & Orikhivskiy, T. V. (2021). Spivvidnosna minlyvist fenotypovykh oznak ta pokazny-kiv molochnoi produktyvnosti koriv. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Silskohospodarski nauky*, 23(95), 101–107. DOI: 10.32718/nvltet-a9515 (in Ukrainian).
- Fetisov, V. S. (2018). Paket statystychnoho analizu danykh STATISTICA. Nizhyn: NDU im. M. Hoholia, 144 (in Ukrainian).
- Ford, J. A., & Jr, Park, C. S. (2001). Nutritionally directed compensatory growth enhances heifer development and lactation potential. *Journal of Dairy Science*, 84(7), 1669–1678. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74602-4.
- Gelsinger, S. L., Heinrichs, A. J., & Jones, C. M. (2016). A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 6206–6214. DOI: 10.3168/jds.2015-10744.
- Hansen, L. B., Freeman, A. E., & Berger, P. J. (1983). Yield and fertility relationships in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 66(2), 293–305. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(83)81789-5.
- Harrison, R. D., Reynolds, I. P., & Little, W. (1983). A quantitative analysis of mammary glands of dairy heifers reared at different rates of live weight gain. *Journal of Dairy Research*, 50(4), 405–412. DOI: 10.1017/S0022029900032635.
- Heinrichs, A. J. (1993). Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *Journal of Dairy Science*, 76(10), 3179–3187. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77656-0.
- Heinrichs, A. J., Zanton, G. I., Lascano, G. J., & Jones, C. M. (2017). A 100-year review: A century of dairy heifer research. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10173–10188. DOI: 10.3168/jds.2017-12998.
- Hohenboken, W. D., Foldager, J., Jensen, J., Madsen, H., & Andersen, B. B. (1995). Breed and nutritional effects and interactions on energy intake, production and efficiency of nutrient utilization in young bulls, heifers and lactating cows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 45(2), 92–98. DOI: 10.1080/09064709509415836.
- Karapuz, V. D., & Karapuz, V. V. (2010). Vidhodivelni i zabiini yakosti syvnei zalezno vid intensyvnosti rostu i metodu rozvedennia. *Tavriiskyi naukovi visnyk. Kherson*, 72, 70–75 (in Ukrainian).
- Khmelnichiy, L. M., & Loboda, V. P. (2015). Vplyv populiatsiino-henetychnykh ta paratypovykh chynnykiv na oznaky molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: "Tvarynnystvo"*, 2(27), 27–31 (in Ukrainian).
- Klymkovetsky, A. A. (2021). Formuvannia dovichnoi produktyvnosti koriv zalezno vid zhyvoi masy telyts riznoho viku. *Animal science and food technology*, 12(4), 18–25. DOI: 10.31548/animal2021.04.002 (in Ukrainian).
- Klymkovetsky, A. A. (2022). Rannii ontohenetychni rozvytok i dovichna produktyvnist khudoby ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. Kyiv: NUBiP Ukrainy (in Ukrainian).
- Klymkovetsky, A. A., Nosevych, D. K., & Chumachenko, I. P. (2020). Vplyv zatrymok rostu v rannomu ontohenezi telyts na produktyvnist molochnykh koriv. *Animal science and food technology*, 11(2), 28–37. DOI: 10.31548/animal2020.02.028 (in Ukrainian).
- Klymkovetsky, A. A. (2020). Zviazok shvydkosti rostu telyts kyivskoho zavodskoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody z dovichnoiu produktyvnistiu koriv. *Animal science and food technology*, 11(4), 32–44. DOI: 10.31548/animal2020.04.032 (in Ukrainian).
- Lammers, B. P., Heinrichs, A. J., & Kensing, R. S. (1999). The effects of accelerated growth rates and estrogen implants in prepubertal Holstein heifers on estimates of mammary development and subsequent reproduction and milk production. *Journal of Dairy Science*, 82(8), 1753–1764. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75406-8.
- Le Cozler, Y., Lollivier, V., Lacasse, P., & Disenhaus, C. (2008). Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review. *Animal*, 2(9), 1393–1404. DOI: 10.1017/S1751731108002498.
- Little, W., & Kay, R. M. (1979). The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. *Animal Production*, 29(1), 131–142. DOI: 10.1017/S0003356100012228.
- Lohakare, J. D., Südekum, K-H., & Pattanaik, A. K. (2012). Nutrition-induced changes of growth from birth to first calving and its impact on mammary development and first-lactation milk yield in dairy heifers: A review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, 25(9), 1338–1350. DOI: 10.5713/ajas.2012.12282.
- Martin, N. P., Hickson, R. E., de Clifford, R. P., Tulley, W., Lopez-Villalobos, N., & Back, P. J. (2018). Production benefits from meeting liveweight targets in dairy heifers. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 63(2), 220–232. DOI: 10.1080/00288233.2018.1548491.
- Osadcha, Yu. V., & Shanaieva-Tsymbal, L. O. (2022). Mathematical methods in biology. Kyiv, 584.
- Park, C. S., Danielson, R. B., Kreft, B. S., Kim, S. H., Moon, Y. S., & Keller, W. L. (1998). Nutritionally directed compensatory growth and effects on lactation potential of



- developing heifers. *Journal of Dairy Science*, 81(1), 243–249. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75572-9.
- Park, C. S., Erickson, G. M., Choi, Y. J., & Marx, G. D. (1987). Effect of compensatory growth on regulation of growth and lactation: Response of dairy heifers to a stair-step growth pattern. *Journal of Animal Science*, 64(6), 1751–1758. DOI: 10.2527/jas1987.6461751x.
- Park, C. S., Baik, M. G., Keller, W. L., Berg, I. E., & Erickson, G. M. (1989). Role of compensatory growth in lactation: a stair-step nutrient regimen modulates differentiation and lactation of bovine mammary gland. *Growth Dev. Aging*, 53(4), 159–166.
- Polupan, Y. P., & Pryima, S. V. (2024). Spivvidnosna minlyvist rostu telyts ta eksterieru pervistok z molochnoi produktyvnosti koriv. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 5, 31–41. DOI: 10.31073/agrovisnyk202405-04 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu., Stavetska, R., Melnyk, Yu., & Siryak, V. (2023). Influence of growth retardation of heifers on the development, production, duration and efficiency of productive lifespan of dairy cows. *Veterinarija ir Zootekhnika*, 81(2), 36–43. URL: <https://vetzoo.lsmuni.lt/data/vols/2023/8102/pdf/polupan.pdf>.
- Priyma, S. V., & Polupan, Y. P. (2024). The relationship of the growth of heifers and the exterior of first-calf heifers with their milk productivity. *Horyzonty rozvytku silskohospodarskoho vyrobnytstva ta pererobky v Ukraini: materialy Vseukrainskoi nauko-vo-praktychnoi konferentsii do dnia pamiati doktora silskohospodarskykh nauk, profesora, akademika Pelykha Viktora Hryhorovycha*. Kropyvnytskyi, 111–114 (in Ukrainian).
- Sejrsen, K. (1994). Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53, 103–111. DOI: 10.1079/PNS19940014.
- Sejrsen, K., & Purup, S. (1997). Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. *Journal of Animal Science*, 75(3), 828–835. DOI: 10.2527/1997.753828x.
- Sejrsen, K., Huber, J. T., Tucker, H. A., & Akers, R. M. (1982). Influence of Nutrition on Mammary development in pre- and postpubertal heifers. *Journal of Dairy Science*, 65(5), 793–800. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(82)82268-6.
- Sejrsen, K., Purup, S., Vestergaard, M., & Foldager, J. (2000). High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domestic Animal Endocrinology*, 19, 93–104. DOI: 10.1016/S0739-7240(00)00070-9.
- Shamay, A., Werner, D., Moallem, U., Barash, H., & Bruckental, I. (2005). Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 88(4), 1460–1469. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72814-9.
- Shulyar, A. L., Shulyar, A. L., Tkachuk, V. P., & Andriychuk, V. F. (2020). Zalezhnist molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody vid zhyvoi masy u protsesi yikh vyroshchuvannia. *Tavriiskyi naukoyi visnyk. Seria: silskohospodarski nauky*. Kherson: Vydavnychiy dim "Helvetyka", 114, 224–230. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.114.27 (in Ukrainian).
- Silva, L. F. P., VandeHaar, M. J., Whitlock, B. K., Radcliff, R. P., & Tucker, H. A. (2002). Short communication: Relationship between body growth and mammary development in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 85(10), 2600–2602. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74344-0.
- Sklyarenko, Yu. I. (2018). Vplyv intensyvnosti rozvytku telyts na yikh podalshi hospodarsky korysni oznaky. *Naukovo-tekhichniy biuletyn Instytutu tvarynnystva Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk*, 119, 134–141. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntb\\_2018\\_119\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntb_2018_119_20) (in Ukrainian).
- Swanson, E. W. (1960). Effect of rapid growth with fattening of dairy heifers on their lactational ability. *Journal of Dairy Science*, 43(3), 377–387. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(60)90172-7.
- Tozer, P. R., & Heinrichs, A. J. (2001). What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. *J. Dairy Sci*, 84(8), 1836–1844. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74623-1.
- Trocon, J. L., & Petit, M. (1989). Croissance des ge'nisses de renouvellement et performances ultérieures. *INRA Productions Animales*, 2(1), 55–64. DOI: 10.20870/productions-animales.1989.2.1.4400.
- Valentine, S. C., Dobos, R. C., Lewis, P. A., Bartsch, B. D., & Wickes, R. B. (1987). Effect of liveweight gain before or during pregnancy on mammary gland development and subsequent milk production of Australian Holstein-Friesian heifers. *Aust. J. Exp. Agric*, 27, 195–204.
- Van Amburgh, M. E., Galton, D. M., Bauman, D. E., Everett, R. W., Fox, D. G., Chase, L. E., & Erb, H. N. (1998). Effects of Three Prepubertal Body Growth Rates on Performance of Holstein Heifers During First Lactation. *Journal of Dairy Science*, 81(2), 527–538. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75604-8.
- Vedmedenko, O. V. (2021). Shvydkist rostu telyts ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody yak peredumova vysokoi produktyvnosti. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seria: silskohospodarski nauky*. Kherson: Vydavnychiy dim "Helvetyka", 120, 169–175. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.120.22 (in Ukrainian).
- Wathes, D. C., Brickell, J. S., Bourne, N. E., Swalia, A., & Cheng, Z. (2008). Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal*, 2(8), 1135–1143. DOI: 10.1017/S1751731108002322.
- Zanton, G. I., & Heinrichs, A. J. (2005). Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *Journal of Dairy Science*, 88(11), 3860–3867. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73071-X.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10112  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.082.265:637.12.04

## The effect of high temperatures on the technological milk properties of cows different breeds

O. V. Borshch, A. P. Korol, A. D. Tsebro, O. O. Borshch<sup>✉</sup>, Yu. O. Mashkin, P. I. Kuzmenko,  
S. V. Tkachenko

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 08.07.2024

Received in revised form  
12.08.2024

Accepted 13.08.2024

Bila Tserkva National Agrarian  
University, pl. 8/1 Soborna, 09117,  
Bila Tserkva, Ukraine.  
Tel.: +38-099-477-09-82  
E-mail: borshcha@outlook.com

**Borshch, O. V., Korol, A. P., Tsebro, A. D., Borshch, O. O., Mashkin, Yu. O., Kuzmenko, P. I., & Tkachenko, S. V. (2024). The effect of high temperatures on the technological milk properties of cows different breeds. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 75–79. doi: 10.32718/nvlvet-a10112**

Currently, interbreeding has become quite widely used in global dairy farming, which improves reproductive characteristics, resistance and health indicators, duration of productive use, and quality composition of milk in individuals of the first generation. The purpose of this work was to compare the qualitative composition of milk and its suitability for processing into cheese in cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed and their crossbreeds with the Montbeliarde breed. The research was carried out at the enterprise "Azorel" LLC, Vinnytsia District, Vinnytsia Region (49°57'01"N, 28°47'09"E). The farm keeps cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed and crossbreeds of the first generation obtained as a result of crossing with the Montbeliarde breed. Two groups of (pure-bred and cross-breed) analogue cows were formed with the number of 17 cows each in the 2nd-3rd months of lactation. Research was conducted during July 2021 during the period of high temperature load (average daily air temperature was +23.2 °C). It was established that during the study, the temperature-humidity index (THI) was in the acceptable range (70.5) during the period from 08.00 to 10.00, and 71.6–78.8 from 10.00 to 22.00, which is a sign of moderate heat stress. The average daily temperature and relative humidity during these hours were 23–32 °C and 37–64 %, respectively. In general, long-term high-temperature loads became a significant stress factor, which affected both the productive characteristics of animals of both groups, as well as the syrumability and physicochemical properties of milk. The interbreeding of the Ukrainian red-spotted breed with the Montbeliarde breed had a positive effect on the indicators of nutrients in milk, such as the content of fat, protein, lactose, as well as on the suitability of milk for processing into cheese. Local first-born cows had higher indicators of the theoretically possible output of rennet cheese and the energy value of milk. In addition, milk samples from crossbreeds were characterized by a shorter coagulation phase and a higher class of rennet clot characteristics.

**Key words:** dairy cows, temperature, humidity, heat stress, cheese yield, productivity.

## Вплив високих температур на технологічні властивості молока корів різних порід

О. В. Борщ, А. П. Король, А. Д. Цебро, О. О. Борщ<sup>✉</sup>, Ю. О. Машкін, П. І. Кузьменко, С. В. Ткаченко

Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна

Наразі у світовому молочному скотарстві досить широкого застосування набуло міжпородне схрещування, котре в особин першого покоління поліпшує відтворні ознаки, показники резистентності і здоров'я, тривалості продуктивного використання та якісний склад молока. Метою цієї роботи було порівняння якісного складу молока та його придатності до переробки на сир у корів української червоно-рябої молочної породи та їхніх помісей з монбельярдською породою. Дослідження проводили на підприємстві ТОВ "Azorel" Вінницького району Вінницької області (49°57'01"пн.ш., 28°47'09"сх.д.). У господарстві утримують корів української

червоно-рябої молочної породи і помісей першого покоління, отриманих в результаті схрещування з монбельярдською породою. Було сформовано дві групи (чистопородних та помісних) корів-аналогів з чисельністю по 17 голів у кожній на 2–3-му місяцях лактації. Дослідження проводились упродовж липня 2021 року в період високотемпературного навантаження (середня добова температура повітря становила +23,2 °C). Встановлено, що упродовж дослідження в період з 08.00 до 10.00 години температурно-вологісний індекс (ТВІ) був у допустимому діапазоні (70,5), а в період з 10.00 до 22.00 становив 71,6–78,8, що є ознакою помірного теплового стресу. Значення середньої добової температури та відносної вологості повітря у ці години становили 23–32 °C та 37–64 % відповідно. Загалом тривалі високотемпературні навантаження стали суттєвим стрес-фактором, котрий вплинув як на продуктивні ознаки тварин обох груп, так і на сиропридатність та фізико-хімічні властивості молока. Міжпородне схрещування української червоно-рябої породи з монбельярдською позитивно вплинуло на показники поживних речовин у молоці корів-помісей, таких як вміст жиру, білка, лактози, а також на придатність молока до переробки на сир. Помісні корови-первістки мали вищі показники теоретично можливого виходу сичужного сиру та енергетичної цінності молока. Крім того, проби молока від помісей відзначались короткою фазою коагуляції та вищим класом за характеристиками сичужного згустку.

**Ключові слова:** молочні корови, температура, вологість, тепловий стрес, вихід сиру, продуктивність.

## Вступ

За останні роки популяризація міжпородного схрещування у молочному скотарстві зростає внаслідок поліпшення відтворних ознак, здоров'я, тривалості продуктивного довголіття та якісного складу молока у корів помісей першого покоління. Цьому також сприяє і зміна ціноутворення при реалізації молока (WHO, 2007; Amalfitano et al., 2020; Ruban et al., 2020).

Голштинська порода є основною молочною породою в усьому світі завдяки своїй здатності виробляти велику кількість молока, але при цьому в корів часто виникають проблеми з відтворенням та тривалістю продуктивного довголіття (Borshch et al., 2018; Borshch et al., 2022). Широкої популярності при схрещуванні з голштинською (або голштинізованою) худобою набули породи так званої “червоної групи”, такі як: монбельярдська, шведська червона, айрширська, датська червона та норвезька червона (Benak et al., 2020).

Наразі кросбридинг поширений у багатьох країнах світу. Так, наприклад, у 2018 році у стадах Нової Зеландії налічувалось близько 50 % помісної (F<sub>1</sub>) молочної худоби. У США за останні 10 років кількість помісних корів зросла більш ніж у 9 разів (Berry, 2021) і зараз вони становлять до 12 % від загального поголів'я великої рогатої худоби (Puppel et al., 2017). Більшість попередніх досліджень зі схрещування молочної худоби були зосереджені на відтворних ознаках (Borshch et al., 2021), тривалості господарського використання, екстер'єрних ознаках (Ruban et al., 2022), а також продуктивності та якісному складу молока (Borshch et al., 2019).

Сир традиційно є основним молочним продуктом у багатьох країнах світу. Понад 36 % світового молока переробляється на сир і сирні продукти. Упродовж останніх десятиліть ця частка зросла на 23 % (Benak et al., 2020).

Виробництво сиру є основною галуззю переробки молока у багатьох Європейських країнах, наприклад в Італії 75 % молока використовується для виробництва сиру. Технологічні та сироробні властивості молока стають все більш важливими ознаками для молочної промисловості, оскільки якість молока має вирішальне значення для оптимального виходу сиру. Однак вплив помісного схрещування на технологічні властивості молока вивчено наразі недостатньо.

## Мета дослідження

Метою цієї роботи було порівняння якісного складу молока та його придатності до переробки на сир у корів української червоно-рябої молочної (УЧЕРМ) породи та їхніх помісей з монбельярдською породою.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на підприємстві ТОВ “Azorel” Вінницького району Вінницької області (49°57'01"пн.ш., 28°47'09"сх.д.). У господарстві утримують корів української червоно-рябої молочної породи і помісей першого покоління, отриманих в результаті схрещування з монбельярдською породою. Було сформовано дві групи (чистопородних та помісних) корів-аналогів з чисельністю по 17 голів у кожній на 2–3-му місяцях лактації. Показник середньої продуктивності – 22,70 кг/добу. На фермі застосовують безприв'язне утримання корів на глибокій довго-незмінюваній підстилці. Тварин утримують у легкосбірному приміщенні (параметри приміщення Довжина × Ширина × Висота: 76×12×6 м). До приміщення примкнутий вигульно-кормовий майданчик з груповими напувалками та зоною відпочинку. У господарстві корів доять двічі на добу, з 06:00 до 08:00 та з 16:00 до 18:00. Облік молочної продуктивності дослідних корів проводили за добовими та місячними надоями. Доїння відбувається у доїльному залі місткістю 2×6 на установці “Тандем” (Брацлав, Україна).

Корів годують загальнозмішаним раціоном (табл. 1). Роздавання кормів відбувається двічі на добу: о 09.00 та 19.00.

**Таблиця 1**

Склад раціону дійних корів

| Інгредієнти        | Кількість, кг |
|--------------------|---------------|
| Сіно люцерни       | 1             |
| Ячмінна солома     | 2             |
| Кукурудзяний силос | 17,5          |
| Сінаж бобовий      | 10,5          |
| Меляса             | 1,2           |
| Комбікорм*         | 1             |

*Примітка.* Склад комбікорму: 23 % кукурудза, 20 % пшениця, 18 % ячмінь, 15 % горох, 5 % овес, 5 % пшеничні висівки, 5 % макуха соняшникова, 5 % соєвий шрот, 2 % фосфати, 1 % NaCl, 1 % премікс

Дослідження проводились упродовж липня 2021 року в період високотемпературного навантаження (середня добова температура повітря становила +23,2 °С). Погодинне значення температури та відносної вологості повітря визначали за даними стаціонарної погодної станції MISOL WN-5300CA (КНР).

Температурно-вологісний індекс (ТВІ) розраховували згідно з загальноприйнятою методикою NRC, 1971:

$$TBI = (1,8 \times T + 32) - (0,55 - 0,0055 \times BB) \times (1,8 \times T - 26,8),$$

де ТВІ – температурно-вологісний індекс; Т – температура повітря, °С; BB – відносна вологість повітря, %.

ТВІ розподіляється на 3 категорії: 1) 66–71 – допустима; 2) 72–79 – помірна; 3) 80 і більше – небезпечна.

Зразки молока об'ємом 200 мл відбиралися під час ранкового та вечірнього доїнь від кожної корови упродовж 2-х суміжних діб. Зразки зберігалися у холодильнику за температури 4 °С без додавання консервантів протягом 14 годин. Вміст жиру, білка, лактози, а також густину та температуру замерзання молока визначали за допомогою молочного аналізатора (Milkotester Lactomat Rapid S, Болгарія).

Сиропродатність молока оцінювали за швидкістю утворення згустку під дією сичужного фермента, а його якість – за сичужно-бродильною пробою. Фіксувався час від моменту додавання сичужного фермента до завершення згортання молока. Завершення згортання визначали як момент утворення щільного згустку, який не випадає з пробірки під час її перевертання.

Сичужно-бродильну пробу проводили таким чином: у пробірки наливали 30 мл молока, додавали по 1 мл 0,5 % розчину сичужного ферменту, ретельно перемішували і поміщали у водяну баню за температури 38 °С на 12 годин. Після цього пробірки виймали з бані і оглядали. Якість молока оцінювали за характеристиками утвореного згустку.

До I класу зараховували згустки з такими ознаками: гладка поверхня, пружність на дотик, відсутність вічок на поздовжньому розрізі, згусток плаває в прозорій сироватці. До II класу належали згустки, які були м'які на дотик, з одиничними

вічками (1–10) та розірвані. До III класу зараховували згустки з численними вічками, губчасті, м'які на дотик, які спливали догори або утворювали замість згустку пластівчасту масу.

Енергетичну цінність 1 кг молока та надою за лактацію (або період досліджень) загалом визначали за методикою NRC, 2001:

$$EC (Mcal/kg) = 0,0929 \text{ жир, \%} + 0,0547 \text{ білок, \%} + 0,0395 \text{ лактоза, \%},$$

де EC – енергетична цінність 1 кг молока, Mcal/kg.

Теоретично можливий вихід сичужного сиру визначали за методикою Brito et al., 2002:

$$Y = 1,037 + 1,433PM + 1,71FM,$$

де Y – теоретично можливий вихід сичужного сиру, кг/100 кг молока; PM – вміст білка у молоці, г/100 г молока; FM – вміст жиру у молоці, г/100 г молока.

Матеріали досліджень обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного (M), середньоквадратичної похибки (m) та достовірності різниці між порівнюваними показниками (P). Вірогідність отриманих результатів і різницю між показниками розраховували за формулою:

$$t_d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

де:  $t_d$  – критерій вірогідності за Ст'юдентом;  $M_1$  і  $M_2$  – середнє арифметичне значення вимірюваних параметрів;  $\pm m$  – статистична помилка середньої арифметичної величини параметрів.

Для показу вірогідності в таблицях прийнято умовні позначення  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ , які в роботі відповідно позначені зірочками (\*, \*\*).

## Результати та їх обговорення

Встановлено, що упродовж дослідження у період з 08.00 до 10.00 години ТВІ був у допустимому діапазоні (70,5), а у період з 10.00 до 22.00 становив 71,6–78,8, що є ознакою помірного теплового стресу (рис. 1). Значення середньої добової температури та відносної вологості повітря у ці години становили 23–32 °С та 37–64 % відповідно.

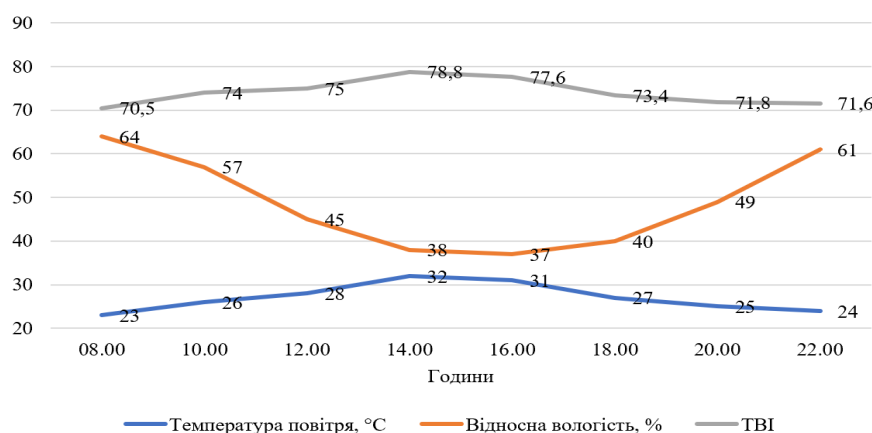


Рис. 1. Динаміка температури, відносної вологості та ТВІ у період з 08.00 до 22.00 упродовж досліджень



Упродовж високотемпературного періоду продуктивність знизилася в обох групах корів: на 1,63 кг у групі чистопородних та на 1,23 кг у групі помісних корів (табл. 2). Щодо вмісту жиру і білка в молоці, то в високотемпературний період у групі чистопородних корів ці показники знизились на 0,02 %, а вміст лактози лишився на такому ж рівні, як і в термонеутральний період. У групі помісних корів показники вмісту

жиру, білка і лактози знизились на 0,01; 0,02 та 0,02 % відповідно.

Проте помісні корови суттєво переважали чистопородних за вмістом жиру та білка в молоці. Вміст жиру та білка у молоці помісній УЧеРМ та монбельярдських корів був на 0,13 % і 0,16 % вищим відповідно, ніж у чистопородних корів.

Таблиця 2

Надій, склад та технологічні властивості молока корів різних порід

| Показники                                                  | Порода, породність       |                            |                          |                            |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                                                            | УЧеРМ                    |                            | УЧеРМ × Монбельярдська   |                            |
|                                                            | термо-нейтральний період | високотемпературний період | термо-нейтральний період | високотемпературний період |
| Середній добовий надій, кг                                 | 23,20 ± 0,46             | 21,57 ± 0,39**             | 21,67 ± 0,58             | 20,44 ± 0,45*              |
| Вміст жиру, %                                              | 4,04 ± 0,01              | 4,02 ± 0,01*               | 4,16 ± 0,02              | 4,15 ± 0,03                |
| Вміст білка, %                                             | 3,13 ± 0,04              | 3,11 ± 0,04                | 3,29 ± 0,04              | 3,27 ± 0,04                |
| Вміст лактози, %                                           | 4,40 ± 0,02              | 4,40 ± 0,02                | 4,47 ± 0,01              | 4,45 ± 0,01*               |
| Енергетична цінність 1 кг молока, Мкал/кг                  | 0,716 ± 0,0004           | 0,715 ± 0,0003*            | 0,741 ± 0,0012           | 0,738 ± 0,0011             |
| Теоретично можливий вихід сичужного сиру, кг/100 кг молока | 12,41 ± 0,05             | 12,36 ± 0,03               | 12,84 ± 0,08             | 12,81 ± 0,11               |

Примітка: \* – P < 0,05; \*\* – P < 0,01 порівняно з термонеутральним періодом

Лактоза в молоці помісних корів також була вищою на 0,08 % порівняно з чистопородними аналогами. Кількість молочного жиру та білка впливає на енергетичну цінність 1 кг молока та потенційний вихід сичужного сиру. За цими показниками помісі УЧеРМ та монбельярдських корів перевершували чистопородних аналогів на 0,023 Мкал/кг та 0,45 кг відповідно.

Численні дослідження підтверджують вплив породи на вміст поживних речовин у молоці (Puppel et al., 2017; Benak et al., 2020). Різні породи корів також відрізняються за технологічними властивостями мо-

лока, такими як тривалість сичужного згортання, фази гелеутворення, розмір і кількість жирових кульок, константи молочного жиру та склад його фракцій. Такі важливі показники, як вміст білка, сичужне згортання та якість сичужного згустку, визначаються передусім породою корів. Тривалість фази коагуляції молока в період високотемпературного навантаження дещо збільшилася в обох групах корів: на 0,18 хв у чистопородних та на 0,14 хв у помісній (табл. 3). Загалом тривалість фази коагуляції в період високотемпературного навантаження у групі помісних корів була на 1,06 хв коротшою, ніж у групі чистопородних.

Таблиця 3

Сиропридатність та фізико-хімічні властивості молока корів різних порід

| Показники                                      | Порода, породність       |                            |                          |                            |
|------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                                                | УЧеРМ                    |                            | УЧеРМ × Монбельярдська   |                            |
|                                                | термо-нейтральний період | високотемпературний період | термо-нейтральний період | високотемпературний період |
| Фаза коагуляції, хв                            | 12,56 ± 0,191            | 12,74 ± 0,272              | 11,54 ± 0,208            | 11,68 ± 0,233              |
| Температура замерзання, °C                     | -0,555 ± 0,0022          | -0,553 ± 0,0026            | -0,553 ± 0,0019          | -0,552 ± 0,0030            |
| Густина, г/см <sup>3</sup>                     | 1,0267 ± 0,001           | 1,0259 ± 0,002             | 1,0282 ± 0,002           | 1,0287 ± 0,003             |
| Характеристика сичужного згустку за класом, %: |                          |                            |                          |                            |
|                                                | I                        | 81                         | 85                       | 89                         |
|                                                | II                       | 19                         | 15                       | 11                         |

Показники кріоскопічного числа (температури замерзання) та густини молока мають велике значення у технології приготування молочних продуктів. У досліджуваних зразках молока ці показники відповідали вимогам, що ставляться до сировини для сироваріння. Встановлені породні відмінності розглянутих показників мали тенденційний характер і були статистично незначущими. При проведенні сичужно-бродильної

проби згустки зараховували до I або II класу. Із 20 досліджуваних зразків молока корів породи УЧеРМ 14 (85 %) зачислили до I класу, а 3 (15 %) – до II класу; 15 (89 %) зразків молока корів помісній УЧеРМ та швіцької порід відповідали I класу, а 2 (11 %) – II класу. Молока III класу за якістю сичужного згустку в піддослідних корів виявлено не було.

## Висновки

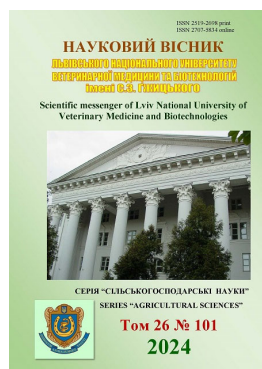
Тривалі високотемпературні навантаження стали суттєвим стрес-фактором, котрий вплинув як на продуктивні ознаки тварин обох груп, так і на сиропридатність та фізико-хімічні властивості молока. Міжпородне схрещування української червоно-рябої породи з монбельярдською позитивно вплинуло на показники поживних речовин у молоці, такі як вміст жиру, білка, лактози, а також на придатність молока до переробки на сир. Помісні корови-первістки мали вищі показники теоретично можливого виходу сичужного сиру та енергетичної цінності молока. Крім того, проби молока від помісей вирізнялися коротшою фазою коагуляції та вищим класом за характеристиками сичужного згустку.

## Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

## References

- Amalfitano, N., Stocco, G., Maurmayr, A., Pegolo, S., Cecchinato, A., & Bittante, G. (2020). Quantitative and qualitative detailed milk protein profiles of 6 cattle breeds: Sources of variation and contribution of protein genetic variants. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11190–11208. DOI: 10.3168/jds.2020-18497.
- Benak, S., Bobić, T., Bilandžija, K., Stainer, Z., Aračić, A., Gregić, M., Eman, D., & Gantner, V. (2020). The differences in production of Holstein Friesian and Holstein Friesian x Norwegian Red F1 crossbreeds. *Mljekarstvo*, 70(4), 284–291. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2020.0406.
- Berry, D. P. (2021). Invited review: Beef-on-dairy – The generation of crossbred beef × dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 3789–3819. DOI: 10.3168/jds.2020-19519.
- Borshch, A. A., Borshch, A. V., Lutsenko, M. M., Merzlov, S. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2018). Amino acid and mineral composition of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 43(3), 238–246. DOI: 10.14710/jitaa.43.3.238-246.
- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 25(1), 117–123. URL: <https://agrojournal.org/25/01-16.pdf>.
- Borshch, O. O., Ruban, S., Borshch, O. V., Malina, V., Fedorchenko, M., Kosior, L., & Korol-Bezpal, L. (2021). Productivity, milk composition and reasons for leaving the herds of Ukrainian local cows and their crossbreeds with Brown Swiss and Montbeliarde breeds during five lactations. *Roczniki Naukowe Zoo-techniki*, 48(2), 205–216. URL: [https://rnz.iz.edu.pl/files/RNZ\\_2021\\_48\\_2\\_art06.pdf](https://rnz.iz.edu.pl/files/RNZ_2021_48_2_art06.pdf).
- Borshch, O. O., Ruban, S., Borshch, O. V., Kosior, L., Fedorchenko, M., Bondarenko, L., & Bilkevich, V. (2022). Composition and cheese suitability of milk from local Ukrainian cows and their crossbreedings with Montbeliarde breed. *Agronomy Research*, 20(3), 494–501. DOI: 10.15159/AR.22.058.
- Brito, C., Niklitschek, L., Molina, L. H., & Molin, I. (2002). Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean Gouda cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 55(1), 32–39. DOI: 10.1046/j.1364-727X.2001.00035.x.
- NRC (1971). A guide to environmental research on animals. Washington (DC). National Academy of Science. 374 p.
- NRC (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National. Academy Press, 2101 Constitution Avenue, N.W., Lockbox 285, Washington. pp. 13–28.
- Puppel, K., Bogusz, E., Gołbiewski, M., Nałecz-Tarwacka, T., Kuczyńska, B., Słosarz, J., Budzinski, A., Solarczyk, P., Kunowska-Słosarz, M., & Przysucha, T. (2017). Effect of Dairy Cow Crossbreeding on Selected Performance Traits and Quality of Milk in First Generation Crossbreeds. *Journal of Food Science*, 83(1), 229–236. DOI: 10.1111/1750-3841.13988.
- Ruban, S., Borshch, O. O., Borshch, O. V., Orischuk, O., Balatskiy, Y., Fedorchenko, M., Kachan, A., & Zlochevskiy, M. (2020). The impact of high temperatures on respiration rate, breathing condition and productivity of dairy cows in different production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 38(1), 61–72. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20203167447>.
- Ruban, S., Danshyn, V., Matvieiev, M., Borshch, O. O., Borshch, O. V., & Korol-Bezpal, L. (2022). Characteristics of Lactation Curve and Reproduction in Dairy Cattle. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 70(6), 373–381. DOI: 10.11118/actaun.2022.028.
- WHO (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. WHO Technical Report Series 935. Geneva, Switzerland: WHO Press.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10113

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4:636.087.7

## Indicators of productivity of pigs for different contents of the enzyme preparation “Celozym”

O. V. Voitsitskyi, N. V. Novgorodskaya✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 08.07.2024

Received in revised form

12.08.2024

Accepted 13.08.2024

**Voitsitskyi, O. V., & Novgorodskaya, N. V. (2024). Indicators of productivity of pigs for different contents of the enzyme preparation “Celozym”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 80–84. doi: 10.32718/nvlvet-a10113**

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21008, Ukraine.  
Tel.: +38-096-662-15-23  
E-mail: [nadia.novgorodskaya@gmail.com](mailto:nadia.novgorodskaya@gmail.com)

Breeding animals in modern industrial conditions with intensive technologies places a high demand on keeping animals. Combining the biological features of the animal organism with the technological process makes it possible to obtain high productivity while reducing the cost of livestock products obtained from them. Feeding is important in animal husbandry, only with optimal feeding, animals will have good health and be highly productive with minimal costs for the products obtained. In this regard, it is necessary to improve the technology of feed preparation and the use of various feed additives. Currently, enzyme preparations are widely used as a feed additive in animal feeding both in Ukraine and abroad. Enzyme preparations are added either to complete feed or to the composition of the diet. We experimented with introducing the enzyme preparation “Celozym” into the pigs' diet. This drug was administered at several stages of growing animals, for this purpose a comparative period was conducted, and all indicators were compared relative to the control group, which remained without the effect of this drug. The experiment was conducted at the agricultural enterprise “Ukraine” of Vinnitsia district, Vinnitsia region. It was established that using the enzyme preparation “Tselozym” as part of compound feed increased the productivity of the young pigs of the experimental groups compared to the control counterparts. Still, the highest indicators were obtained when 0.6 kg/t of the enzyme preparation was added to the compound feed. The introduction of the enzyme drug “Celozym” into the diet of fattening pigs increases the intensity of growth and fattening of young pigs, reduces feed costs per unit of production.

**Key words:** enzyme preparation “Celozym”, feeding, pigs, productivity, growth, live weight.

## Показники продуктивності свиней за різного вмісту ферментного препарату “Целозим”

О. В. Войцицький, Н. В. Новгородська✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Вирощування тварин у сучасних промислових умовах з інтенсивними технологіями висуває високі вимоги до утримання тварин. Тільки поєднання біологічних особливостей організму тварин з технологічним процесом дає можливість отримати високу продуктивність при зниженні вартості отримуваної від них тваринницької продукції. Важливе значення у тваринництві має годівля, тільки при оптимальній годівлі тварини матимуть добре здоров'я і будуть високопродуктивні за мінімальних витрат на продукцію, що отримується. У зв'язку з цим необхідно поліпшувати технологію підготовки кормів, застосовувати різні кормові добавки. В даний час як кормова добавка у годівлі тварин широко застосовуються ферментні препарати як в Україні, так і за кордоном. Ферментні препарати вносяться або до повнораціонних комбікормів, або до складу раціону. Нами проведено експеримент щодо введення в раціон свиней ферментного препарату “Целозим”. Даний препарат вводили на кількох етапах вирощування тварин, для цього проводили порівняльний період, і всі показники порівнювали щодо контрольної групи, яка залишалася без дії цього препарату. Дослід проводили в господарстві СТОВ “Україна” Вінницького району, Вінницької області. Встановлено, що за використання ферментного препарату “Целозим” у складі комбікорму продуктивність молодяку свиней дослідних груп була вищою порівняно з

контрольними аналогами, але найвищі показники були при додаванні до комбікорму 0,6 кг/т ферментного препарату. Введення в раціон свиней на відгодівлі ферментного препарату “Целозим” підвищує інтенсивність росту і відгодівлі молодяку свиней, знижує витрати корму на одиницю продукції.

**Ключові слова:** ферментний препарат “Целозим”, годівля, свині, продуктивність приріст, жива маса.

## Вступ

У вітчизняному свинарстві основу комбікормів складають зернові інгредієнти. У нашій країні за рівнем вмісту зернових інгредієнтів у раціонах ця м'ясна галузь зрівнялася із птахівництвом, частка зерна в раціонах свиней на промислових комплексах становить близько 90–95 %.

Збільшення виробництва продуктів тваринництва значною мірою залежить не тільки від стану кормової бази господарства, а й від раціонального використання кормових ресурсів. Відомо, що повноцінність раціону можна забезпечити комбінуванням кормів та введенням у нього біологічно активних речовин та ферментів (Li & Patience, 2017).

Одним із основних перспективних напрямів у технології годівлі свиней та розвитку галузі є використання ферментних препаратів. Ферменти – це специфічні білки, що виконують у живому організмі роль біологічних каталізаторів. Ферменти, на відміну гормонів і біостимуляторів, діють не на організм тварин, а на компоненти корму в шлунково-кишковому тракті, вони не накопичуються в організмі та продуктах тваринництва.

Всі хімічні процеси в живій природі протікають за участю каталізаторів, що специфічно діють, їх називають ферментами або ензимами. Каталізатори – це речовини, що прискорюють хімічні реакції. Вони не входять до складу кінцевих продуктів хімічних перетворень, не витрачаються і після завершення реакції залишаються в організмі в колишньому обсязі (Lindberg, 2014).

Ферменти регулюють всі біохімічні процеси, забезпечуючи різні види обміну речовин. Причому кожен фермент каталізує лише певні хімічні процеси. В даний час відомо про близько 1800 ферментів (а насправді їх набагато більше). Важливою особливістю є те, що вони в сотні тисяч і мільйони разів прискорюють хімічні реакції, не змінюючи кінцевих продуктів і водночас зберігаючи свою активність (Passos et al., 2015). Ферменти здебільшого дуже специфічні, діють вибірково на певні речовини (субстрати) чи групи речовин.

Нині у годівлі сільськогосподарських тварин широко застосовуються ферментні препарати. Збагачення кормових раціонів ферментами значно підвищує засвоєння кормів та знижує їх витрати на одиницю продукції, дозволяє частково замінювати дорогі та дефіцитні корми тваринного походження більш дешевими рослинними, а також підвищити продуктивність тварин при одночасному покращенні якості отриманої продукції (Yi et al., 2013; Novgorodskaya & Fabiianska, 2022; Voitsitskiy & Novgorodskaya, 2023).

В основних зернових компонентах комбікормів – ячмені, пшениці, вівсі, тритикалі, житі, а також у продуктах їх переробки – висівках, поряд з поживни-

ми речовинами, що легко засвоюються, містяться некрохмальні полісахариди (НКП). Нестача в організмі тварин та птиці ферментів, що руйнують НКП, ускладнює доступ ендогенних ферментів травного тракту до поживних речовин усередині рослинних клітин, що знижує ефективність використання енергії та амінокислот. У кишківнику сільськогосподарських тварин та птиці водорозчинні НКП утворюють в'язку масу, яка ускладнює всмоктування поживних речовин, погіршує конверсію корму, збільшує масу та вологість калу чи посліду, знижує кількість та якість продукції. Застосування екзогенних ферментів, що дозволяють руйнувати клітинні стінки рослинних кормів та гідролізувати великі молекули некрохмалистих полісахаридів, сприяє подоланню фізіологічних причин, що обмежують ефективність використання зерна в комбікормах, поліпшує перетравність поживних речовин та їх всмоктування у кишківнику.

Харчові інгредієнти, що входять до раціону свиней, особливо рослинні злаки, містять велику кількість некрохмальних полісахаридів (NSP) (Adeola & Cowieson, 2011; Recharla et al., 2019). Ці NSP є важливою частиною рослинних інгредієнтів (10–75 %), і більшість із них складається з арабіноксиланів, целюлози та β-глюканів (Choct, 2015). Однак NSP погано метаболізуються свинями, оскільки їм не вистачає специфічних ендогенних ферментів для їх розкладання (Jha & Berrocoso, 2015).

Зерно злаків і супутні добавки, які використовуються в кормах для нежуйних тварин, містять фракції некрохмальних полісахаридів (NSP), такі як арабіноксилани, целюлоза та β-глюкани, які структурно пов'язані з клітинною стінкою і не розщеплюються ендогенним шляхом, травними ферментами тварин (Kiarie et al., 2016; Kiarie et al., 2021). Крім того, фітат, антипоживна сполука, присутня в зернах злаків і побічних продуктах, лише частково доступна для нежуйних тварин через обмежену ендогенну фітазну активність у їхньому тонкому кишківнику (Dersjant-Li et al., 2015).

Отже, фітат знижує біодоступність основних мінералів (наприклад, P, Ca, Zn і Na), амінокислот і вуглеводів. Як результат – неефективність перетравлення цих антипоживних сполук призвела до розробки та застосування технології екзогенних кормових ферментів (Aranda-Aguirre et al., 2021; Dal Pont et al., 2022).

Встановлено, що використання ферментного препарату “Лізоцим” у складі комбікорму у вигляді преміксу з розрахунку 2 кг на 1 тону преміксу підвищує молочну продуктивність свиноматки від 10 % до 20 % залежності від раціону; ріст і розвиток потомства в постембріональний період. Вага одного порося при відлученні в дослідних групах була на 2–2,5 кг більшою, ніж у контрольній. Введення в раціон свиней на відгодівлі ферментного препарату “Лізоцим” підвищує інтенсивність росту і відгодівлі молодяку сви-



ней, знижує витрати корму на одиницю продукції і дозволяє отримати додатковий дохід (Karunskyi & Nikolenko, 2016).

Кормові ферменти головним чином допомагають шляхом зміни профілю компонентів корму підвищити ефективність м'ясної продуктивності у свинарстві. Ферменти в основному використовуються, коли компоненти раціону містять порівняно високий рівень клітковини (Bedford, 2000).

Застосування екзогенних ферментів дає виробникам більше можливостей використовувати різні кормові компоненти в сумішах для свиней. У відлучених поросят активність амілази, протеази та ліпази обмежена, і зміни у ступені засвоюваності доданих ферментів можуть підвищити продуктивність і зменшити випадки кишкових розладів, викликаних неперетравленими поживними речовинами. При використанні раціонів, до складу яких входить кукурудзяно-соеві суміші, досліджено, що додавання сумішей целюлаз, геміцелюлаз і протеаз може поліпшити засвоюваність складних вуглеводів і білків із різноманітних зернових культур (Yordanova et al., 2022).

Додавання екзогенних ферментів у раціони свиней є альтернативним рішенням для збільшення харчової енергії та засвоюваності клітковини для поліпшення продуктивності свинарства за низької вартості виробництва та зменшення впливу на навколишнє середовище за рахунок меншого виділення азоту та фосфору. Стадія виробництва, склад раціону, джерело ферментів, і кількість доданих ферментів є факторами, які слід враховувати перед їх використанням (Aranda-

Aguirre et al., 2021).

## Мета дослідження

Вивчення впливу ферментного препарату вітчизняного виробництва “Целозим” у складі комбікормів на м'ясну продуктивність молодняку свиней.

## Матеріал і методи досліджень

Для досягнення поставленої мети на базі господарства СТОВ “Україна”, Вінницька область, Вінницький район, с. Тягун був проведений науково-господарський дослід.

Дослідження проводили на молодняку свиней великої білої породи. Було сформовано за принципом груп-аналогів чотири групи клінічно здорових підсвинків по 12 гол. у кожній. Дослідження проводили з урахуванням статі, віку, породи, походження та живої ваги. Свині всіх груп перебували в однакових умовах годівлі та утримання. Дослід тривав 110 діб і складався з двох періодів: зрівняльного (15 діб) і основного (95 діб).

Молодняку свиней контрольної групи протягом періоду вирощування згодовували комбікорми, збалансовані за основними поживними та біологічно активними речовинами. Тваринам дослідних груп в основний період у комбікорми додатково вводили різну кількість ферментного препарату “Целозим” згідно зі схемою дослідів (табл. 1).

**Таблиця 1**

Схема науково-господарського дослідів

| Група          | Кількість тварин у групі, гол. | Тривалість періоду, діб |          | Особливості годівлі в основний період дослідів |
|----------------|--------------------------------|-------------------------|----------|------------------------------------------------|
|                |                                | зрівняльний             | основний |                                                |
| 1 – контрольна | 12                             | 15                      | 95       | ОР*                                            |
| 2 – дослідна   | 12                             | 15                      | 95       | ОР + “Целозим” 0,2 кг/т комбікорму             |
| 3 – дослідна   | 12                             | 15                      | 95       | ОР + “Целозим” 0,4 кг/т комбікорму             |
| 4 – дослідна   | 12                             | 15                      | 95       | ОР + “Целозим” 0,6 кг/т комбікорму             |

Примітка: \*ОР – основний раціон (повнораціонний комбікорм)

Усі тварини отримували однакову норму комбікорму, до складу якого входило: 40 % пшениці, 35 % ячменю, 35 % кукурудзи. Для дослідів розробили рецепт комбікорму, що містить зернові культури (ячмінь, пшениця, кукурудза), вирощені безпосередньо у господарстві, та інші збагачувальні добавки. Дослідні партії комбікорму протягом дослідів готували безпосередньо в умовах господарства. З метою забезпечення рівномірного розподілу ферментів застосовували ступінчасте змішування препаратів у змішувачі. Поросятам контрольної групи згодовували повнораціонний комбікорм без ферментів, тваринам дослідних груп у період дорощування вводили в комбікорм досліджувальний ферментний препарат у дозах, зазначених у таблиці 1.

Раціони корегувалися щомісячно в міру збільшення живої маси свиней. Годівля тварин усіх груп в основний період дослідів нормувалась згідно з існуючими деталізованими кормовими нормами

(Svezhentsov et al., 2005; Ibatullin, 2007) з урахуванням живої маси, статі, віку, середньодобових приростів. Корм згодовували у сухому вигляді, напування молодняку здійснювалось із соскових поїлок, які були встановлені в клітці по одній на групу.

Облік живої маси, абсолютних та середньодобових приростів визначали шляхом зважування тварин до годівлі індивідуально наприкінці кожного місяця. Під час дослідів проводили облік з'їдених кормів та обраховували витрати комбікорму на 1 кг приросту свинини.

Статистичну обробку цифрового матеріалу проведено за допомогою персонального комп'ютера з програмним забезпеченням.

## Результати та їх обговорення

Важливим показником кормових властивостей будь-якого кормового засобу є його продуктивна дія.

Головним критерієм оцінки ефективності відгодівлі свиней є рівень середньодобових приростів та затрати кормів на одиницю приросту живої маси. Дослідження показали, що за використання в годівлі молодняку свиней різних доз ферментного препарату “Целозим” протягом основного періоду досліді одержано позитивний продуктивний ефект.

Як уже зазначалося вище, введення в комбікорм ферментного препарату справляло відповідний вплив

на продуктивність молодняку свиней. Оскільки в експерименті застосовувались повнораціонні комбікорми, на їхню частку в структурі раціонів припадало практично 100 %.

Аналіз показників динаміки живої маси піддослідних свиней свідчить про сприятливий вплив досліджуваних ферментів на інтенсивність росту тварин (табл. 2).

**Таблиця 2**

Динаміка живої маси піддослідних свиней (n = 12; M ± m)

| Показник                   | Група        |              |              |              |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | контрольна   |              | дослідна     |              |
|                            | 1            | 2            | 3            | 4            |
| Жива маса 1 підсвинка, кг: |              |              |              |              |
| на початку досліді         | 35,9 ± 0,43  | 35,5 ± 0,36  | 35,4 ± 0,32  | 35,6 ± 0,24  |
| в кінці досліді            | 110,3 ± 0,25 | 116,0 ± 0,37 | 119,2 ± 0,23 | 122,0 ± 0,21 |
| %                          | —            | +5,1         | +8,0         | +10,6        |
| Загальний приріст, кг      | 74,4 ± 1,78  | 80,5 ± 1,80  | 83,8 ± 0,51  | 86,4 ± 1,44  |
| Середньодобовий приріст, г | 783 ± 7,4    | 847 ± 8,2*   | 882 ± 9,3*** | 909 ± 3,1*** |
| %                          | —            | +8,1         | +12,6        | +16,0        |

Примітка. Вірогідність різниці: \* P < 0,05; \*\*\* P < 0,001

Так, при введенні в комбікорм піддослідних тварин 2-ї дослідної групи ферментного препарату “Целозим” 0,2 кг/т комбікорму середньодобові прирости їх не тільки не зменшилися порівняно з контрольними аналогами, а, навпаки, збільшилися на 64 г, або 8,1 %. Це зумовило підвищення живої маси кабанчиків цієї групи наприкінці досліді до 116 кг проти 110,3 кг у контролі. Різниця на користь 2-ї групи склала 5,7 кг. За 95 днів основного періоду досліді кабанчики 2-ї групи збільшили свою живу масу на 80,5 кг, що вище за контроль на 5,7 кг.

У тварин 2-ї дослідної групи зменшувалися витрати кормових одиниць на 1 кг приросту порівняно з контролем. Щодо тварин 3-ї і 4-ї дослідних груп молодняку свиней, у комбікорми для них було введено відповідно ферментного препарату 0,4 кг/т та 0,6 кг/т. Як свідчать дані продуктивності піддослідних тварин, свині 3-ї дослідної групи, яким у комбікорм було введено відповідно 0,4 кг/т ферментного препарату, хоча за інтенсивністю росту і перевершували контрольних аналогів (середньодобовий приріст живої маси у них був на 16,0 % вищий) та тварин 2-ї дослідної групи (середньодобовий приріст у них був вищий на 62 г, або 7,3 %), однак поступалися перед свинями 4-ї дослідної групи, яким у комбікорм було введено відповідно 0,6 кг/т ферментного препарату. Зокрема, середньодобовий приріст свиней 3-ї групи становив 882 г, що вище за контроль на 99 г, або 12,6 % (P < 0,001), але менше, ніж у тварин 4-ї групи, на 27 г, або 2,9 % (P < 0,001). Жива маса свиней 3-ї групи в кінці досліді перевищувала контроль на 8,9 кг, а 4-ї дослідної – на 11,7 кг. Неоднакова інтенсивність росту піддослідних свиней 3-ї групи порівняно з контролем зумовила різницю в загальному прирості живої маси на рівні 9,4 кг.

Щодо продуктивності молодняку свиней 4-ї дослідної групи, то вона була найвищою порівняно з усіма

дослідними групами. Так, при додаванні до комбікорму для свиней 4-ї дослідної групи 0,6 кг/т ферментного препарату середньодобові прирости їх не тільки не зменшилися порівняно з контрольними аналогами і тваринами 2-ї та дослідної групи, а, навпаки, збільшилися відповідно на 126 і 62 г, або 16,1 % (P < 0,001) і 7,3 % (P < 0,001). Це зумовило підвищення живої маси кабанчиків цієї групи наприкінці досліді до 122,0 кг проти 110,3 кг у контролі та 116,0 у тварин 2-ї дослідної групи. За 95 днів основного періоду досліді кабанчики 4-ї групи збільшили свою живу масу на 86,4 кг, що вище за контроль на 11,7 кг та на 6,0 кг щодо аналогічного показника у тварин 2-ї дослідної групи.

## Висновки

1. Проведені експериментальні дослідження з вивчення дії ферментного препарату “Целозим” дали підставу рекомендувати його при годівлі свиней у складі комбікорму з розрахунку 0,6 кг/т.

2. Введення в раціон свиней на відгодівлі ферментного препарату “Целозим” підвищує інтенсивність росту відгодівельного молодняку свиней, знижує витрати корму на отримання приросту живої маси та поліпшує конверсію корму.

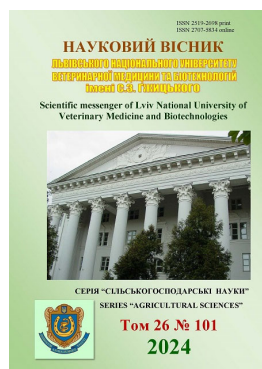
## Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

## References

Adeola, O., & Cowieson, A. J. (2011). Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of animal science*, 89(10), 3189–3218. DOI: 10.2527/jas.2010-3715.

- Aranda-Aguirre, E., Robles-Jimenez, L. E., Osorio-Avalos, J., Vargas-Bello-Pérez, E., & Gonzalez-Ronquillo, M. (2021). A systematic-review on the role of exogenous enzymes on the productive performance at weaning, growing and finishing in pigs. *Veterinary and animal science*, 14, 100195. DOI: 10.1016/j.vas.2021.100195.
- Bedford, M. R. (2000). Exogenous enzymes in monogastric nutrition—their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*, 86(1-2), 1–13. DOI: 10.1016/S0377-8401(00)00155-3.
- Choct, M. (2015). Feed non-starch polysaccharides for monogastric animals: Classification and function. *Animal Production Science*, 55(12), 1360–1366. DOI: 10.1071/AN15276.
- Dal Pont, G. C., Eyng, C., Bortoluzzi, C., & Kogut, M. H. (2022). Enzymes and Gut Health in Monogastric Animals: Effects Beyond Digestibility. In: Kogut, M.H., Zhang, G. (eds) *Gut Microbiota, Immunity, and Health in Production Animals. The Microbiomes of Humans, Animals, Plants, and the Environment*, vol 4. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-90303-9\_3.
- Dersjant-Li, Y., Awati, A., Schulze, H., & Partridge, G. (2015). Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *Journal of the science of food and agriculture*, 95(5), 878–896. DOI: 10.1002/jsfa.6998.
- Ibatullin, I. I. (2007). *Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn: pidruchnyk*. Vinnytsia: Nova Knyha (in Ukrainian).
- Jha, R., & Berrocso, J. D. (2015). Review: Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 9(9), 1441–1452. DOI: 10.1017/S1751731115000919.
- Karunskyi, O. I., Nikolenko, I. V. (2016). Pidvyshchennia produktyvnosti svynei na ratsionakh z fermentnym preparatom “Lizotsym”. *Zernovi produkty i kombikormy*, 61(1), 46–50 (in Ukrainian).
- Kiarie, E. G., Steelman, S., Martinez, M., & Livingston, K. (2021). Significance of single  $\beta$ -mannanase supplementation on performance and energy utilization in broiler chickens, laying hens, turkeys, sows, and nursery-finish pigs: a meta-analysis and systematic review. *Translational animal science*, 5(4), txab160. DOI: 10.1093/tas/txab160.
- Kiarie, E., Walsh, M. C., & Nyachoti, C. M. (2016). Performance, digestive function, and mucosal responses to selected feed additives for pigs. *Journal of Animal Science*, 94(3), 169–180. DOI: 10.2527/jas.2015-9835.
- Li, Q., & Patience, J. F. (2017). Factors involved in the regulation of feed and energy intake of pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 22–33. DOI: 10.1016/j.anifeeds.2016.01.001.
- Lindberg, J. E. (2014). Fiber effects in nutrition and gut health in pigs. *Journal of animal science and biotechnology*, 5(1), 15. DOI: 10.1186/2049-1891-5-15.
- Novgorodska, N., & Fabiianska, O. (2022). Use of enzyme preparations in pig feeding. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 70–75. DOI: 10.32718/nvlvet-a9712.
- Passos, A. A., Park, I., Ferket, P., von Heimendahl, E., & Kim, S. W. (2015). Effect of dietary supplementation of xylanase on apparent ileal digestibility of nutrients, viscosity of digesta, and intestinal morphology of growing pigs fed corn and soybean meal based diet. *Animal Nutrition*, 1(1), 19–23. DOI: 10.1016/j.aninu.2015.02.006.
- Rechlarla, N., Kim, D., Ramani, S., Song, M., Park, J., & Balasubramanian, B. (2019). Dietary multi-enzyme complex improves in vitro nutrient digestibility and hind gut microbial fermentation of pigs. *PloS one*, 14(5), e02117459. DOI: 10.1371/journal.pone.02117459.
- Svezhentsov, A. I., Kravtsiv, R. Y., & Pivtorak, Ya. I. (2005). *Normovana hodivlia svynei. Navchalnyi posibnyk*. Lviv (in Ukrainian).
- Voitsitskyi, O., & Novgorodska, N. (2023). Enzymes and their application in the diets of pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 77–82. DOI: 10.32718/nvlvet-a9813.
- Yi, J. Q., Piao, X. S., Li, Z. C., Zhang, H. Y., Chen, Y., Li, Q. Y., Liu, J. D., Zhang, Q., Ru, Y. J., & Dong, B. (2013). The effects of enzyme complex on performance, intestinal health and nutrient digestibility of weaned pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 26(8), 1181–1188. DOI: 10.5713/ajas.2013.13129.
- Yin, Y., Baidoo, S., Schulze, H., & Simmins, P. (2001). Effects of supplementing diets containing hullless barley varieties having different levels of non-starch polysaccharides with  $\beta$ -glucanase and xylanase on the physiological status of the gastrointestinal tract and nutrient digestibility of weaned pigs. *Livest Prod Sci.*, 71(2-3), 97–107. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00214-7.
- Yin, Y.-L., Baidoo, S., Jin, L., Liu Y, Schulze, H., & Simmins, P. (2001). The effect of different carbohydrase and protease supplementation on apparent (ileal and overall) digestibility of nutrients of five hullless barley varieties in young pigs. *Livest Prod Sci.*, 71(2-3), 109–120. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00215-9.
- Yordanova, G., Nedeva, R., & Kanev, D. (2022). Use of enzymes in pig breeding. A Review. *Zhivotnovadni Nauki*, 59(3), 3–8. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220288508>.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10114  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.27(477).034.082.2

## The influence of individual genetic and paratypic factors on the duration and efficiency of lifetime use of cows of Holstein and Ukrainian Black-and-White dairy breeds

Yu. M. Pavlenko<sup>✉</sup>, I. O. Kompanets

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

### Article info

Received 10.07.2024  
Received in revised form  
12.08.2024  
Accepted 13.08.2024

Sumy National Agrarian University,  
Gerasim Kondratiev Str., 160,  
Sumy, 40000, Ukraine.  
Tel.: +38-066-006-98-08  
E-mail: [jasjulia@ukr.net](mailto:jasjulia@ukr.net)

**Pavlenko, Yu. M., & Kompanets, I. O. (2024). The influence of individual genetic and paratypic factors on the duration and efficiency of lifetime use of cows of Holstein and Ukrainian Black-and-White dairy breeds. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 85–90. doi: 10.32718/nvlvet-a10114**

Scientific and production research was carried out in the herd of the private enterprise “Burynske” of the Pidlisniv branch in the Stepaniv territorial community of the Pidlisniv Starostat, which belongs to the company “Ukrlandfarming” for the breeding of Ukrainian Black-and-White dairy and Holstein breeds. Among the paratypic factors, influence of the age at first calving on longevity traits of Holstein cows was studied. Power of influence the age at first calving exerts a reliable ( $P < 0.001$ ), but not significant, pressure on life expectancy (14.4 %), productive use (11.9 %), lactation (18.4 %) and economic use coefficient (19.3 %). From the traits of lifetime productivity, the influence power of age at first calving has a 25.6 % effect on milk yield, 21.3 % on milk fat, and 11.8 % on milk yield per day of life ( $P < 0.001$ ). From the genetic factors, a relatively higher degree of influence on the phenotypic variability of investigated traits of the duration and efficiency of the lifelong use of Holstein cows is due to paternal origin (heritability). The phenotypic variability of the traits characterizing the life expectancy and use of cows in the test herd according to the strength of father influence differs by insignificant variability, from 26.1 % (by the coefficient of economic use) to 22.4 % (by life expectancy ( $P < 0.001$ )). Traits of lifetime productivity of Holstein cows occupy the highest proportion of phenotypic variability that is controlled by the parents' heredity, especially lifetime milk yield (39.7 %), milk fat (38.3 %), milk yield per day of productive use (37.4 %) and lactation (36.8 %) ( $P < 0.001$ ). The strength of influence of the father's line on longevity traits is not so significant compared to the parents themselves. It occupies a share in the total phenotypic variability of longevity traits in the 12.9–15.4 % range. However, it has a significantly higher effect on lifetime milk yield (22.9 %), lifetime milk fat yield (23.7 %), milk yield per day of productive use (26.7 %) and lactation (25.6 %) ( $P < 0.001$ ). The influence of the mother's line fades and, in general, for all longevity traits, ranges from 7.4 % in milk yield per day of lactation to 12.4 % in lifetime milk yield. The assessment of Ukrainian Black-and-White dairy cows for determining the influence of the age at first calving on longevity characteristics is similar to the values of Holstein cows. It varies from 12.6 % in terms of the duration of productive use to 18.7 % by coefficient of economic use. The age at the first calving of cows of the Ukrainian Black-and-White dairy breed reliably determines the variability of lifetime milk yield with a strength of 26.4 %, milk fat yield of 27.1 %, and milk yield for one day of life – 11.4 % ( $P < 0.05$ ). The power of the father's influence as a factor determining the indicators of his daughters' lifetime use varies from 30.3 %, according to the coefficient of economic use, to 26.6 % in terms of life duration. The power of the father's influence on the development of traits of lifetime productivity of his daughters amounts to 39.1 % in milk yield, 40.4% milk fat yield, 21.5 % milk yield per day of life, 37.7 % productive use, and 39.5 % lactation. Conditional blood of the Holstein breed cows has a slightly more significant effect on longevity traits. The share of its influence differs according to the traits that characterize the duration of use of cows with variability  $\eta^2 = 27.4$ –29.5 % and lifetime productivity, from  $\eta^2 = 15.3$  % ( $P < 0.01$ ) according to the lifetime fat content, to  $\eta^2 = 39.4$  % based on the trait per day of lactation ( $P < 0.001$ ).

**Key words:** Ukrainian Black-and-White dairy, Holstein, age of first calving, longevity traits.



# Вплив окремих генетичних та паратипових чинників на тривалість та ефективність довічного використання корів голштинської та української чорно-рябої молочної породи

Ю. М. Павленко<sup>✉</sup>, І. О. Компанець

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Науково-виробничі дослідження проведені на стаді господарства приватного підприємства “Буринське” Підліснівського відділення Степанівської територіальної громади Підліснівського старостату, яке належить компанії “Укрлендфармінг” з розведення української чорно-рябої молочної та голштинської порід. Із паратипових чинників досліджували вплив на ознаки довголіття голштинських корів вік при першому отеленні. Сила впливу віку при першому отеленні справляє достовірний ( $P < 0,001$ ), але незначний тиск на тривалість життя (14,4 %), продуктивного використання (11,9 %), лактування (18,4 %) та коефіцієнт господарського використання (19,3 %). Вік першого отелення справляє достовірний вплив на довічний надій з силою 25,6 %, на довічний молочний жир – 21,3 % та на надій на один день життя – 11,8 % ( $P < 0,001$ ). З генетичних чинників порівняно вищий ступінь впливу на фенотипову мінливість досліджуваних ознак тривалості та ефективності довічного використання корів голштинської породи справляє походження за батьком (успадковоюність). Фенотипова мінливість ознак, які характеризують тривалість життя та використання корів піддослідного стада за силою впливу батька, відрізняються незначною мінливістю – від 26,1 % (за коефіцієнтом господарського використання) до 22,4 % (за тривалістю життя ( $P < 0,001$ )). Ознаки довічної продуктивності корів голштинської породи займають найвищу частку фенотипової мінливості, яка контролюється спадковістю батьків, особливо за довічним надоєм (39,7 %), молочним жиром (38,3 %), надоєм на один день продуктивного використання (37,4 %) та лактування (36,8 %) ( $P < 0,001$ ). Сила впливу лінії батька на ознаки довголіття не така вже істотна порівняно з самими батьками і займає частку в загальній фенотиповій мінливості ознак тривалості використання у межах 12,9–15,4 %. Проте вона чинить значно вищий вплив на довічний надій (22,9 %), довічний вихід молочного жиру (23,7 %), на надій на один день продуктивного використання (26,7 %) та лактування (25,6 %) ( $P < 0,001$ ). Вплив лінії матері послаблюється і загалом за усіма ознаками довголіття становить від 7,4 за надоєм на один день лактування до 12,4 % – за довічним надоєм. Оцінка корів української чорно-рябої молочної породи з визначення сили впливу віку першого отелення на ознаки довголіття збігається за значеннями корів голштинської і становить з мінливістю від 12,6 % за тривалістю продуктивного використання до 18,7 % – за коефіцієнтом господарського використання. Вік першого отелення корів української чорно-рябої молочної породи достовірно обумовлює мінливість довічного надою з силою 26,4 %, вихід молочного жиру – 27,1 % та надою на один день життя – 11,4 % ( $P < 0,05$ ). Сила впливу батька як чинника, який обумовлює показники ознак довічного використання його дочок, складає з мінливістю від 30,3 % за коефіцієнтом господарського використання до 26,6 % за тривалістю життя. Сила впливу батька чинить на розвиток ознак довічної продуктивності своїх дочок і становить за надоєм 39,1 %, виходом молочного жиру – 40,4 %, надоєм на один день життя – 21,5, продуктивного використання – 37,7 та лактування – 39,5 %. Деяко істотніший вплив на ознаки довголіття справляє умовна кровність корів за голштинською породою. Частка її впливу відрізняється за ознаками, які характеризують тривалість використання корів з мінливістю  $\eta^2 = 27,4\text{--}29,5\%$  та довічну продуктивність – від  $\eta^2 = 15,3\%$  ( $P < 0,01$ ) за ознакою довічного вмісту жиру до  $\eta^2 = 39,4\%$  за ознакою на один день лактування ( $P < 0,001$ ).

**Ключові слова:** українська чорно-ряба молочна, голштинська, вік першого отелення, ознаки довголіття.

## Вступ

У біології сільськогосподарських тварин є природно закономірне явище, завдяки якому формування та рівень розвитку господарсько корисних ознак залежать від певного рівня впливу двох груп чинників – генотипових та паратипових. У зв'язку з цим є необхідність відокремлено визначати ступінь впливу будь-якого із цих чинників у загальній мінливості взятих для дослідження показників. Для цього використовують дисперсійний аналіз, головне призначення якого – встановити частку мінливості, зумовлену організованим фактором, що враховується у дослідженні, та ту частку мінливості, яка є результатом дії багатьох не врахованих у досліді факторів, що утворюють так звану випадкову, або залишкову, мінливість ознаки. Дисперсійний аналіз дозволяє визначити статистичну достовірність частки впливу факторів, що вивчаються (Polupan, 2013; 2014; Khmelnychy, 2014).

Серед групи середовищних чинників є низка основних систематичних, які зумовлюють фенотипову мінливість ознак довголіття. До них належить вплив року і сезону народження та отелення первісток, годівля, вік корови, тривалість сервіс- та міжотельного періодів тощо (Pelekhatyi et al., 1999; Polupan, 2013).

Генетична складова загальної фенотипової дисперсії ознак довголіття, як і будь-якої іншої кількісної ознаки, включає вплив породи, внутрішньопорідних генеалогічних і селекційних формувань (типи, лінії, родини тощо), умовної кровності за поліпшувальними породами, батьків (бугаїв-плідників), деяких інших чинників та їх поєднання (Khmelnychy & Boiko, 2010; Bratushka, 2013; Polupan, 2014; 2015; Khmelnychy, 2016; Khmelnychy & Vechorka, 2016; Babik et al., 2017; Babik, 2017; Khmelnychy & Vechorka, 2018; Khmelnychy & Bardash, 2019; Shuliar, 2019).

## Мета дослідження

Враховуючи, що продуктивне використання корів є досить складною інтегрованою ознакою, яка визначається сукупністю як генетичних, так і паратипових чинників, завдання досліджень розкласти ці чинники на складові у фенотиповій мінливості ознак довголіття. За умови визначення достовірної оцінки сили їхнього впливу буде створена можливість селекціонерам цілеспрямовано впливати на прояв тих чи інших ознак довголіття.

## Матеріал і методи досліджень

Науково-виробничі дослідження проведені на стаді господарства приватного підприємства “Буринське” Підліснівського відділення Степанівської територіальної громади Підліснівського старостату, яке належить компанії “Укрлендфармінг”.

Оцінку показників тривалості та ефективності довічного використання проводили за методикою Ю. П. Полупана (Polupan, 2010), зафіксувавши щодо кожної досліджуваної корови інформацію про дати народження ( $D_n$ ), першого отелення ( $D_{1om}$ ) і вибуття ( $D_e$ ). По кожній лактації ( $i = n$ ) враховували її тривалість ( $T_{li}$ ), надій ( $H_i$ ), вміст ( $\%Ж_d$ ) та вихід молочного жиру ( $МЖ_i$ ) за усю лактацію. Показники тривалості та селекційної ефективності довічного використання корів обчислювали за такими формулами: тривалість продуктивного використання (днів) –  $T_{ne} = D_e - D_{1om}$ ; довічний надій (кг) –  $H_d = \sum H_i$ ; довічний вихід молочного жиру (кг) –  $МЖ_d = \sum МЖ_i$ ; середній довічний вміст жиру в молоці (%) –  $\% Ж_d = МЖ_d \times 100 / H_d$ ; середній надій на 1 день продуктивного використання (кг) –  $H_{dзв} = H_d / T_{ne}$ ; кількість використаних лактацій (шт.) –  $K_{вл} = \sum K_{вл}$ . Коефіцієнт господарського використання (%) визначали за формулою, рекомендованою М. С. Пелехатим зі співавторам (Pelekhatyi et al., 1999) –  $K_{зв} = (Ж - K) / Ж \times 100$ , де:  $Ж$  – тривалість життя корови, днів;  $K$  – вік корови при першому отеленні, днів.

Силу впливу ( $\eta_x^2$ ) генотипових та паратипових чинників на господарсько корисні ознаки вивчали методом однофакторного дисперсійного комплексу

через співвідношення факторіальної дисперсії до загальної. Показники досліджень опрацьовували біометричними методами на ПК у середовищі Microsoft Office Excel за використання програмного забезпечення за формулами, описаними В. І. Ладикою, Л. М. Хмельничим, М. Г. Поводом та ін. (Ladyka et al., 2023). Надійність отриманих даних оцінювали шляхом обчислення критеріїв надійності Фішера (F). Рівень достовірності класифікували порівняно зі значеннями стандартних критеріїв. Результати експериментальних досліджень вважали значущими для першого при  $P < 0,05$  (<sup>1</sup>), другого  $P < 0,01$  (<sup>2</sup>) та для третього  $P < 0,001$  (<sup>3</sup>) порогу ймовірності.

## Результати та їх обговорення

У наших дослідженнях, за обчисленням показників сили впливу методом однофакторного дисперсійного аналізу, виявлено залежність рівня ознак тривалості використання та довічної продуктивності корів голштинської породи від окремих паратипових та генетичних чинників (табл. 1).

Із паратипових чинників досліджували вплив на ознаки довголіття корів вік при першому отеленні. Сила впливу віку при першому отеленні справляє достовірний ( $P < 0,001$ ), але незначний тиск на тривалість життя (14,4 %), продуктивного використання (11,9 %), лактування (18,4 %) та коефіцієнт господарського використання (19,3 %). Із ознак довічної продуктивності сила впливу віку першого отелення справляє на надій 25,6 %, на молочний жир – 21,3 % та на надій на один день життя – 11,8 % ( $P < 0,001$ ).

Таблиця 1

Вплив окремих генетичних та паратипових чинників на тривалість та ефективність довічного використання корів голштинської породи

| Показник                   |                       | Сила впливу ( $\eta_x^2$ ) організованого фактору та критерій достовірності Фішера ( $F$ ) |      |                    |      |                    |      |                    |      |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
|                            |                       | вік першого отелення                                                                       |      | батько             |      | лінія батька       |      | лінія матері       |      |
| Число ступенів свободи     | факторіальне загальне | 8                                                                                          | $F$  | 26                 | $F$  | 10                 | $F$  | 12                 | $F$  |
| 601                        |                       |                                                                                            |      |                    |      |                    |      |                    |      |
| Тривалість, днів: життя    |                       | 0,144 <sup>3</sup>                                                                         | 8,27 | 0,224 <sup>3</sup> | 13,6 | 0,154 <sup>3</sup> | 7,32 | 0,077 <sup>1</sup> | 2,25 |
| Продуктивного використання |                       | 0,119 <sup>3</sup>                                                                         | 9,12 | 0,233 <sup>3</sup> | 12,8 | 0,137 <sup>3</sup> | 6,91 | 0,082 <sup>1</sup> | 2,14 |
| лактуювання                |                       | 0,181 <sup>3</sup>                                                                         | 9,94 | 0,257 <sup>3</sup> | 15,7 | 0,129 <sup>3</sup> | 5,33 | 0,108 <sup>2</sup> | 2,87 |
| КТВ                        |                       | 0,193 <sup>3</sup>                                                                         | 8,48 | 0,261 <sup>3</sup> | 16,4 | 0,133 <sup>3</sup> | 5,74 | 0,111 <sup>2</sup> | 2,72 |
| Довічна продуктивність:    |                       |                                                                                            |      |                    |      |                    |      |                    |      |
| надою, кг                  |                       | 0,256 <sup>3</sup>                                                                         | 7,55 | 0,397 <sup>3</sup> | 17,3 | 0,229 <sup>3</sup> | 9,5  | 0,124 <sup>1</sup> | 2,45 |
| вмісту жиру, %             |                       | 0,007                                                                                      | 1,63 | 0,075 <sup>1</sup> | 2,52 | 0,044              | 1,81 | 0,093 <sup>1</sup> | 2,47 |
| молочного жиру, кг         |                       | 0,213 <sup>3</sup>                                                                         | 8,81 | 0,383 <sup>3</sup> | 18,5 | 0,237              | 10,4 | 0,114 <sup>1</sup> | 2,55 |
| Надій, кг:                 |                       |                                                                                            |      |                    |      |                    |      |                    |      |
| на один день життя         |                       | 0,118 <sup>3</sup>                                                                         | 5,93 | 0,208 <sup>3</sup> | 16,4 | 0,255 <sup>3</sup> | 8,55 | 0,088 <sup>1</sup> | 2,16 |
| продуктивного використання |                       | 0,069 <sup>1</sup>                                                                         | 2,06 | 0,374 <sup>3</sup> | 17,2 | 0,267 <sup>3</sup> | 10,5 | 0,092 <sup>1</sup> | 2,67 |
| лактуювання                |                       | 0,074 <sup>1</sup>                                                                         | 2,12 | 0,368 <sup>3</sup> | 16,7 | 0,256 <sup>3</sup> | 9,31 | 0,074 <sup>1</sup> | 2,56 |

З генетичних чинників порівняно вищий ступінь впливу на фенотипову мінливість досліджуваних ознак тривалості та ефективності довічного використання корів голштинської породи справляє походження за батьком (успадковуваність). Фенотипова мінливість ознак, які характеризують тривалість життя та використання корів піддослідного стада за силою впливу батька, відрізняються незначною мінливістю – від 26,1% (за коефіцієнтом господарського викорис-

тання) до 22,4% (за тривалістю життя ( $P < 0,001$ )). Ознаки довічної продуктивності корів голштинської породи займають найвищу частку фенотипової мінливості, яка контролюється спадковістю батьків, особливо за довічним надоем (39,7 %), молочним жиром (38,3 %), надоем на один день продуктивного використання (37,4 %) та лактування (36,8 %) ( $P < 0,001$ ).

Сила впливу лінії батька на ознаки довголіття не така вже істотна порівняно з самими батьками і зай-

має частку в загальній фенотиповій мінливості ознак тривалості використання у межах 12,9–15,4 % ( $P < 0,001$ ). Проте вона чинить значно вищий вплив на довічний надій (22,9 %), довічний вихід молочного жиру (23,7 %), на надій на один день продуктивного використання (26,7 %) та лактування (25,6 %) ( $P < 0,001$ ). Вплив лінії матері послаблюється і загалом за усіма ознаками довголіття становить від 7,4 за надоем на один день лактування до 12,4 % – за довічним надоем ( $P < 0,05–0,01$ ).

Оцінка корів української чорно-рябої молочної породи з визначення сили впливу віку першого отелення на ознаки довголіття збігається за значеннями корів голштинської і становить з мінливістю від 12,6 % за тривалістю продуктивного використання до 18,7 % – за коефіцієнтом господарського використання ( $P < 0,001$ ) (табл. 2).

**Таблиця 2**

Вплив окремих генетичних та паратипових чинників на тривалість та ефективність довічного використання корів української чорно-рябої молочної породи

| Показник                   |                       | Сила впливу ( $\eta^2$ ) організованого фактору та критерій достовірності Фішера ( $F$ ) |      |                    |      |                    |      |                                      |      |
|----------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------------------------|------|
|                            |                       | вік першого отелення                                                                     |      | батько             |      | лінія батька       |      | умовна кровність корови за голштином |      |
| Число ступенів свободи     | факторіальне загальне | 8                                                                                        | $F$  | 15                 | $F$  | 6                  | $F$  | 28                                   | $F$  |
|                            |                       |                                                                                          |      |                    | 841  |                    |      |                                      |      |
| Тривалість, днів: життя    |                       | 0,157 <sup>3</sup>                                                                       | 18,4 | 0,266 <sup>3</sup> | 16,3 | 0,133 <sup>3</sup> | 6,32 | 0,289 <sup>3</sup>                   | 12,6 |
| Продуктивного використання |                       | 0,126 <sup>3</sup>                                                                       | 17,7 | 0,274 <sup>3</sup> | 18,5 | 0,125 <sup>3</sup> | 5,82 | 0,276 <sup>3</sup>                   | 11,4 |
| лакткування                |                       | 0,179 <sup>3</sup>                                                                       | 19,9 | 0,281 <sup>3</sup> | 19,4 | 0,144 <sup>3</sup> | 6,44 | 0,284 <sup>3</sup>                   | 12,3 |
| КГВ                        |                       | 0,187 <sup>3</sup>                                                                       | 20,2 | 0,303 <sup>3</sup> | 21,2 | 0,153 <sup>3</sup> | 7,39 | 0,295 <sup>3</sup>                   | 13,5 |
| Довічна продуктивність:    |                       |                                                                                          |      |                    |      |                    |      |                                      |      |
| надою, кг                  |                       | 0,264 <sup>3</sup>                                                                       | 17,6 | 0,391 <sup>3</sup> | 21,9 | 0,233 <sup>3</sup> | 8,52 | 0,324 <sup>3</sup>                   | 15,7 |
| вмісту жиру, %             |                       | 0,007                                                                                    | 1,83 | 0,098 <sup>2</sup> | 2,32 | 0,067 <sup>1</sup> | 2,31 | 0,068 <sup>2</sup>                   | 2,44 |
| молочного жиру, кг         |                       | 0,271 <sup>3</sup>                                                                       | 18,5 | 0,404 <sup>3</sup> | 23,6 | 0,248 <sup>3</sup> | 12,2 | 0,344 <sup>3</sup>                   | 14,8 |
| Надій, кг:                 |                       |                                                                                          |      |                    |      |                    |      |                                      |      |
| на один день життя         |                       | 0,114 <sup>2</sup>                                                                       | 2,93 | 0,215 <sup>3</sup> | 18,3 | 0,237 <sup>3</sup> | 9,21 | 0,225 <sup>3</sup>                   | 12,8 |
| продуктивного використання |                       | 0,069 <sup>1</sup>                                                                       | 2,46 | 0,377 <sup>3</sup> | 20,5 | 0,225 <sup>3</sup> | 7,44 | 0,386 <sup>3</sup>                   | 13,6 |
| лакткування                |                       | 0,074 <sup>1</sup>                                                                       | 2,32 | 0,395 <sup>3</sup> | 19,8 | 0,215 <sup>3</sup> | 7,88 | 0,394 <sup>3</sup>                   | 12,5 |

Про необхідність у процесі закріплення за стадом бугаїв-плідників враховування їхньої належності до лінії свідчать результати встановленої сили впливу лінії батька на розвиток ознак довголіття, хоча із меншою, але достовірною інтенсивністю, за ознакою тривалості життя ( $\eta^2 = 13,3$  %), продуктивного використання ( $\eta^2 = 12,5$  %), лактування ( $\eta^2 = 14,4$  %) та коефіцієнтом господарського використання ( $\eta^2 = 15,3$  %) ( $P < 0,001$ ).

Факторіальна дисперсія у загальній мінливості ознак довічної продуктивності лінії батька достатня за рівнем і достовірністю для ефективної селекції за використання лінійного розведення. Сила впливу фактору лінії батька корів української чорно-рябої молочної породи на довічний надій становить 23,3 та молочний жир – 24,8 %, на надій на один день життя – 23,7, продуктивного використання – 22,5 та лактування – 21,5 % ( $P < 0,001$ ).

Дещо істотніший порівняно з лінійною належністю, але на рівні батька, справляє вплив на ознаки довголіття умовна кровність корів за голштинською породою. Частка її впливу відрізняється, за достовірного рівня за ознаками, які характеризують тривалість

Вік першого отелення корів української чорно-рябої молочної породи достовірно обумовлює мінливість довічного надою з силою 26,4 %, вихід молочного жиру – 27,1 % ( $P < 0,001$ ) та надою на один день життя – 11,4 % ( $P < 0,05$ ). Сила впливу батька як чинника, який обумовлює показники ознак довічного використання його дочок, складає з мінливістю від 30,3 % за коефіцієнтом господарського використання до 26,6 % за тривалістю життя ( $P < 0,001$ ).

З високою достовірністю, за критерієм Фішера ( $P < 0,001$ ), сила впливу батька чинить на розвиток ознак довічної продуктивності своїх дочок і становить за надоем 39,1 %, виходом молочного жиру – 40,4 %, надоем на один день життя – 21,5, продуктивного використання – 37,7 та лактування – 39,5 %.

використання корів з мінливістю  $\eta^2 = 27,4–29,5$  % та довічну продуктивність, від  $\eta^2 = 15,3$  % ( $P < 0,01$ ) за ознакою довічного вмісту жиру, до  $\eta^2 = 39,4$  % за ознакою на один день лактування ( $P < 0,001$ ).

Результати досліджень за використання дисперсійного аналізу з вивчення сили впливу генетичних факторів на ознаки довголіття кореспондуються з дослідженнями українських науковців.

Зокрема Ю. П. Полупаном (Polupan, 2013) із генетичних чинників порівняно вищий ступінь впливу на фенотипову мінливість досліджуваних ознак тривалості та ефективності довічного використання корів української чорно-рябої молочної породи справляє походження за батьком від 6,4 % за довічним вмістом жиру, до 37,0 % на один день господарського використання та лактування. Такий вплив логічно знижується за генетичними чинниками лінійної належності ( $\eta^2 = 2,1–30,0$  %), умовної кровності за поліпшувальною породою ( $\eta^2 = 1,0–27,0$  %), залишаючись при цьому у більшості випадків на високому рівні достовірності.

За результатами досліджень корів української бу-рої молочної породи Ю. І. Склиаренком (Skliarenko,

2018) встановлено, що сила впливу батька як фактора, що обумовлює показники довічного використання його дочок, становили на тривалість життя – 30,7 %, господарського використання – 33,4 %, кількість днів лактації – 30,2 %, довічний надій – 25,7 %, надій на 1 день життя – 20,5 %, надій на 1 день лактування – 31,6 %. Сила впливу лінійної належності була дещо нижчою і становила днів життя корів – 11,5 %, господарського використання – 11,5 %, кількість днів лактації – 9,7 %, довічний надій – 9,7 %, надій на 1 день життя – 10,5 % та на 1 день лактування – 19,9.

Н. П. Бабік зі співавторами (Babik et al., 2017), вивчаючи тривалість та ефективність довічного використання корів голштинської, української чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід залежно від країни походження їхнього батька, встановили, що сила впливу батька разом по усіх породах становила за тривалістю використання 9,5–14,1 % та довічної продуктивності від 8,6 % за кількістю використаних лактацій за життя, до 36,5 % за середнім вмістом жиру у молоці.

В іншому дослідженні корів голштинської породи (Pelekhatyi et al., 1999) отримано достатньо високий вплив походження за батьком на показники тривалості та ефективності довічного використання, який склав 51,6–55,2 %. Сила впливу лінії батька, залежно від показника, перебувала в межах 16,5–19,0 %, лінії матері – в межах 10,3–11,4 %.

## Висновки

Виявлений достовірний вплив на ознаки довголіття походження за батьком голштинської (20,8–39,7 %) та української чорно-рябої молочної (21,5–40,4 %) порід дає підстави очікувати достатньої ефективності селекційного поліпшення корів за тривалістю та ефективністю довічного використання у результаті раціонального підбору плідників.

Встановлений достатній рівень впливу лінії батька на довічні показники тривалості використання й довічної молочної продуктивності голштинської (12,9–26,7%) та української чорно-рябої молочної (12,5–24,8 %) порід засвідчує важливість використання лінійного розведення в селекційному процесі з удосконалення молочних порід за ознаками довголіття.

## Відомості про конфлікт інтересів

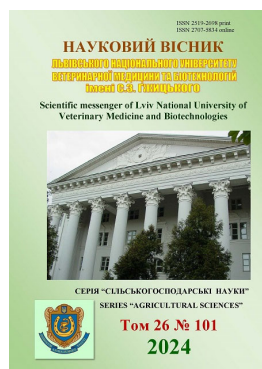
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

## References

- Babik, N. P. (2017). Vplyv henotypovykh chynnykiv na tryvalist i efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv holshtynskoi porody [Influence of genotypic factors on the duration and efficiency of the lifetime use of Holstein cows]. *Animal Breeding and Genetics*, 53, 61–69. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt\\_2017\\_53\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2017_53_10) (in Ukrainian).
- Babik, N. P., Fedorovych, Ye. I., & Fedorovych, V. V. (2017). Tryvalist ta efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv molochnykh porid zalezno vid krainy pokhodzhennia yikh batka [Duration and efficiency of lifetime use of dairy cows depending on their sire's country of origin]. *Animal Breeding and Genetics*, 54, 19–29. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt\\_2017\\_54\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2017_54_5) (in Ukrainian).
- Bratushka, R. V. (2013). Vplyv viku pershoho otelennia na efektyvnist hospodarskoho vykorystannia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Influence of the first calving age on the efficiency of cows economic use of Ukrainian Black-and-White dairy breed]. *Animal Breeding and Genetics*, 47, 119–125 (in Ukrainian).
- Khmelnychyi, L. M. (2014). Praktykum z selektsii silskohospodarskykh tvaryn. Laboratorno-praktychni zaniattia dlia studentiv dennoi ta zaochnoi form navchannia zi spetsialnosti 8.09010201 “Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnytstva” OKR “mahistr” [Workshop on breeding farm animals. Laboratory-practical classes for full-time and part-time students majoring in 8.09010201 “Technology of production and processing of livestock products” EQL “Master”]. Sumy: Publisher: PE Lytovchenko Ye. B. (in Ukrainian).
- Khmelnychyi, L. M. (2016). Problema efektyvnoho dovolittia ta dovichnoi produktyvnosti molochnykh koriv v aspekti yikhnoi zalezhnosti vid spadkovykh ta paratypovykh chynnykiv [The problem of effective longevity and lifetime productivity of dairy cows in terms of their dependence on hereditary and paratypic factors]. *Bulletin of Sumy NAU. The series: “Livestock”*, 7(30), 13–31. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2016\\_7\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2016_7_3) (in Ukrainian).
- Khmelnychyi, L. M. (2022). Poshuk predyktoriv dovolittia dlia koriv molochnoi khudoby [Finding longevity predictors for dairy cows]. *Production and Processing technology of Animal husbandry products. Collection of Scientific works*, 1(170), 20–37. DOI: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-20-37 (in Ukrainian).
- Khmelnychyi, L. M., & Bardash, D. O. (2019). Pokaznyky dovolittia koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody zalezno vid chastky spadkovosti holshtynskoi porody [Longevity indicators of Ukrainian Red-and-White dairy cows depending on the heredity share of Holstein breed]. *Scientific Bulletin of Sumy NAU. The series: “Livestock”*, 4(39), 13–19. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2019.4.2 (in Ukrainian).
- Khmelnychyi, L. M., & Boiko, Yu. M. (2010). Efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv riznoi liniinoi nalezhnosti ukrainskoi buroi molochnoi porody [Effectiveness of cows lifetime use for different lineal affiliation of the Ukrainian brown dairy breed]. *Scientific Bulletin of Sumy NAU. The series: “Livestock”*, 10(18), 9–12 (in Ukrainian).
- Khmelnychyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2016). Vplyv buhaiv-plidnykiv na produktyvne dovolittia koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Influence of sires on the cows productive longevity of Ukrainian Red-and-White dairy breed]. *Science and technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of Agro-Industrial complex. Dnipro*, 4(1), 267–273 (in Ukrainian).



- Khmelnychyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2018). Vplyv chastky spadkovosti holshtynskoyi porody ta metodiv pidboru na hospodarsky korysni oznaky koriv molochnoyi khudoby [Influence the heredity share of Holstein breed and selection methods on economically useful traits of dairy cattle cows]. *Animal Breeding and Genetics*, 55, 135–142. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt\\_2018\\_55\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2018_55_21) (in Ukrainian).
- Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., & Povod, M. H. (2023). Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktii tvarynnystva: pidruchnyk dlia aspirantiv [Production and processing technology of animal husbandry products: a textbook for graduate students]. Edited by V. I. Ladyka, and L. M. Khmelnychyi. Odesa: Oldi+ (in Ukrainian).
- Mazur, N. P., Fedorovych, Ye. I., & Fedorovych, V. V. (2019). Formuvannia vysokoproduktyvnoho molochnoho stada z tryvalym hospodarskym vykorystanniam [Formation of a highly productive dairy herd with long-term economic use]. Scientific and methodological recommendations. Lviv: Institute of Animal Biology of NAAS (in Ukrainian).
- Pelekhatyi, M. S., Shypota, N. M., Volkivska, Z. O., & Fedorenko, T. V. (1999). Vidtvoriuvalna zdattist chorno-riabykh koriv riznoho pokhodzhennia i henotypiv v umovakh Ukrainiskoho Polissia. [Reproductive ability of Black-and-White cows of different origin and genotypes in the conditions of Ukrainian Polissya]. International research and production conference “Breeding-genetic and biotechnological methods for consolidation of newly created breeds and types of farm animals”. Kyiv: Agrarian Science, 180–182 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P. (2010). Metodyka otsinky selektsiinoi efektyvnosti dovichnoho vykorystannia koriv molochnykh porid. [Assessment method of the selection efficiency of dairy cows’ lifetime use]. Methodology of scientific research on breeding, genetics and biotechnology in animal husbandry. Materials of the scientific-theoretical Conference dedicated to the memory of Academician V. P. Burkat (Chubynske, February 25, 2010). Kyiv: Agrarian science, 93–95 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P. (2013). Ontohenetychni ta selektsiini zakonomirnosti formuvannia hospodarsky korysnykh oznak molochnoi khudoby [Ontogenetic and selection regularities in formation of economically useful traits of dairy cattle]. Doctor's thesis of Agricultural sciences: 06.02.01. Institute of Animal Breeding and Genetics NAAS. Chubynske (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P. (2014). Efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv riznykh krain selektsii [Efficiency of lifetime use of cows from different countries of selection]. Bulletin of the Sumy NAU. The series: “Livestock”, 2/2(25), 14–20. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2014\\_2%282%29\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2014_2%282%29_4) (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P. (2014). Efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv: do metodyky hrupuvannia i vplyv umovnoyi krovnosti [Efficiency of lifetime use of cows: to the grouping method and influence of conditional blood]. *Animal Breeding and Genetics*. Kyiv: Agrarian Science, 48, 98–113. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt\\_2014\\_48\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2014_48_16) (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P. (2015). Henetychna determinatsiia tryvalosti ta efektyvnosti dovichnoho vykorystannia chorno-riaboi molochnoi khudoby [Genetic determination of the duration and effectiveness of lifetime use of Black-and-White dairy cattle]. *Animal Breeding and Genetics*. Interdepartmental thematic scientific collection. Kyiv: Agrarian science, 49, 120–133. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt\\_2015\\_49\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2015_49_22) (in Ukrainian).
- Shuliar, A. L. (2019). Produktivne dovolittia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody zalezho vid spadkovykh faktoriv [Productive longevity of Ukrainian Black-and-White dairy cows depending on hereditary factors] *Animal Breeding and Genetics*, 57, 152–158. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt\\_2019\\_57\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rgt_2019_57_20) (in Ukrainian).
- Skliarenko, Yu. I. (2018). Efektyvnist dovichnoho vykorystannia koriv zalezho vid henotypovykh faktoriv [Effectiveness of lifetime use of cows depending on genotypic factors]. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 2, 103–105. DOI: 10.31210/visnyk2018.02.16 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10115  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 638.145.3

## Correlations between economically useful traits of bees of different breeding crosses of the Carpathian breed

M. S. Stetsyshyn<sup>1</sup>, V. V. Fedorovych<sup>2</sup>, Ye. I. Fedorovych<sup>2✉</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V.Zubets NAAS, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*Institute of animal biology NAAS, Lviv, Ukraine*

### Article info

Received 12.07.2024

Received in revised form

13.08.2024

Accepted 14.08.2024

*Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS, Pogrebnyaka Str., 1, Chubynske, Kiev region, 08321, Ukraine.*

*Institute of Animal Biology NAAS, Vasyl Stus Str., 38, Lviv, 79034, Ukraine.  
Tel.: +38-032-270-23-89  
E-mail: logir@ukr.net*

**Stetsyshyn, M. S., Fedorovych, V. V., & Fedorovych, Ye. I. (2024). Correlations between economically useful traits of bees of different breeding crosses of the Carpathian breed. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 91–95. doi: 10.32718/nvlvet-a10115**

Establishing correlations between bee breeding traits is of great theoretical and practical importance for the beekeeping industry. With the help of correlation coefficients, breeders can randomly select a desired trait, considering how it is related to other breeding traits. This, in turn, makes it possible to predict the productive qualities of bees. Therefore, our research aimed to study the relative variability of economically valuable traits of bees of different breeding crosses of the Carpathian breed. The studies were conducted on bees of different genealogical formations of the Carpathian breed in private apiaries in Navariya village, Lviv region. For experimental studies, 6 groups of 10 bee colonies were formed in each group: I – the control group – bees of the Carpathian population of the Vuchkovsky type; II – inbred group ♀ microline '915' x ♂ microline '915'; III – breeding cross ♀ microline 'Sto' x ♂ microline '915'; IV – breeding cross ♀ type 'Vuchkovsky' x ♂ microline '915'; V – breeding cross ♀ microline '67' x ♂ microline '915'; VI – breeding cross ♀ microline '07' x ♂ microline '915'. To determine the presence, direction, and degree of relationships between economically beneficial traits of bees, we used correlation analysis using the software package STATISTICA 6.1. The results of our research indicate that there are multidirectional and different strengths of relationships between bee breeding traits. Correlation coefficients between honey productivity and bee colony strength ranged from -0.16 to +0.45, queen egg production from -0.03 to +0.68, hygienic behavior of bees from -0.22 to +0.47, flight activity of bees from -0.04 to +0.36, proboscis length from -0.21 to +0.85, forewing length – in the range of -0.05 to +0.44, feather productivity – in the range of 0.03 to +0.18, wax productivity – in the range of -0.02 to +0.39 and propolis productivity – in the range of -0.06 to +0.55. Relationships between wax productivity and wax mirror length, depending on the cross, ranged from -0.51 to +0.32, wax mirror width – from -0.24 to +0.50, bee colony strength – from -0.43 to +0.55, number of closed brood – from -0.27 to +0.34, propolis productivity – from -0.08 to +0.50 and feather productivity – from -0.10 to +0.32. Multidirectional and different strengths of correlations were observed between the hygienic behavior of bees and their propolis productivity and pollen collection activity, as well as between the flight activity of bees and propolis productivity and pollen collection activity. Thus, the relationships between the economically beneficial traits of bees of the controlled breeding crosses of the Carpathian breed were multivector and ranged from weak to high and reliable to unreliable.

**Key words:** Carpathian bee breed, breeding crosses, economically useful traits, correlations.

## Кореляційні зв'язки між господарськи корисними ознаками бджіл різних селекційних кросів карпатської породи

М. С. Стецишин<sup>1</sup>, В. В. Федорович<sup>2</sup>, Є. І. Федорович<sup>2✉</sup>

<sup>1</sup>*Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Київська область, Україна*

<sup>2</sup>*Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна*

Важливе теоретичне й практичне значення для галузі бджільництва має встановлення зв'язків між селекційними ознаками бджіл. За допомогою коефіцієнтів кореляції селекціонери можуть здійснювати побічну селекцію за якоюсь бажаною ознакою, враховуючи, яким чином вона пов'язана з іншими селекційними ознаками. Це своєю чергою дозволяє прогнозувати продуктивні якості бджіл. Тому метою наших досліджень було вивчити співвідносну мінливість господарськи корисних ознак бджіл різних селекційних кросів карпатської породи. Дослідження проведені на бджолах різних генеалогічних формувань карпатської породи у приватних пасіках в с. Наварія Львівської області. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано 6 груп по 10 бджолосімей у кожній: I – контрольна група – бджоли карпатської популяції тип “Вучківський”; II – інбредна група ♀ мікролінія “915” × ♂ мікролінія “915”; III – селекційний крос ♀ мікролінія “Сто” × ♂ мікролінія “915”; IV – селекційний крос ♀ тип “Вучківський” × ♂ мікролінія “915”; V – селекційний крос ♀ мікролінія “67” × ♂ мікролінія “915”; VI – селекційний крос ♀ мікролінія “07” × ♂ мікролінія “915”. Для визначення наявності, напряму та ступеня зв'язків між господарсько корисними ознаками бджіл застосували кореляційний аналіз за використання програмного пакета STATISTICA 6.1. Результати наших досліджень свідчать, що між селекційними ознаками бджіл існують різноспрямовані та різної сили зв'язки. Коефіцієнти кореляції між медовою продуктивністю та силою бджолосімей – у межах  $-0,16 - +0,45$ , яйценосністю бджоломаток – в межах  $-0,03 - +0,68$ , гігієнічною поведінкою бджіл – в межах  $-0,22 - +0,47$ , льотною активністю бджіл – в межах  $-0,04 - +0,36$ , довжиною хоботка – в межах  $-0,21 - +0,85$ , довжиною переднього крила – в межах  $-0,05 - +0,44$ , перговою продуктивністю – в межах  $0,03 - +0,18$ , восковою продуктивністю – в межах  $-0,02 - +0,39$  та прополісною продуктивністю – в межах  $-0,06 - +0,55$ . Зв'язки між восковою продуктивністю та довжиною воскового дзеркала, залежно від кросу коливалися від межах  $-0,51$  до  $+0,32$ , шириною воскового дзеркала – від  $-0,24$  до  $+0,50$ , силою бджолосімей – від  $-0,43$  до  $+0,55$ , кількістю закритого розплоду – від  $-0,27$  до  $+0,34$ , прополісною продуктивністю – від  $-0,08$  до  $+0,50$  та перговою продуктивністю – від  $-0,10$  до  $+0,32$ . Різностямовані та різної сили зв'язки спостерігалися між гігієнічною поведінкою бджіл та їхньою прополісною продуктивністю і пилковозбиральною діяльністю, а також між льотною активністю бджіл та прополісною продуктивністю і пилковозбиральною діяльністю бджіл. Таким чином, зв'язки між господарсько корисними ознаками бджіл підконтрольних селекційних кросів карпатської породи були різновекторними і коливалися від слабких до високих та від достовірних до невірних.

**Ключові слова:** карпатська порода бджіл, селекційні кроси, господарсько корисні ознаки, кореляційні зв'язки.

## Вступ

Карпатські бджоли з давніх-давен привертати увагу дослідників. Не зменшився інтерес до них і в наш час. Основним напрямом сучасного розвитку галузі бджільництва в Україні та підвищення продуктивності медоносних бджіл є використання чистопородних особин, добре пристосованих до місцевих умов клімату й медозбору (Tkachuk et al., 2020; Savchuk & Lishchuk, 2023; Yarovets et al., 2024; Pochukalin, 2024). Важливими господарсько корисними ознаками бджіл є одержання від них меду, воску, пилку, перги, маточного молочка, прополісу та іншої продукції.

Історично склалося, що місцеві бджоли впродовж тривалого часу диференціювалися на велику кількість локальних популяцій з унікальними ознаками (Savchuk & Lishchuk, 2023). Саме тому виникає потреба вивчення господарсько корисних ознак бджіл різних селекційних кросів карпатської породи. При цьому важливе теоретичне й практичне значення для галузі має встановлення зв'язків між селекційними ознаками бджіл (Papp et al., 2023). За допомогою коефіцієнтів кореляції селекціонери можуть здійснювати побічну селекцію за якоюсь бажаною ознакою, враховуючи, яким чином вона пов'язана з іншими селекційними ознаками (Hrechka, 2015). Це своєю чергою дозволяє прогнозувати продуктивні якості бджіл.

## Мета дослідження

З огляду на вищенаведене, метою наших досліджень було вивчити співвідносну мінливість господарсько корисних ознак бджіл різних селекційних кросів карпатської породи.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на бджолах різних генеалогічних формувань карпатського підвиду у приватних пасіках в с. Наварія Львівської області. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано 6 груп по 10 бджолосімей у кожній: I – контрольна група – бджоли карпатської популяції тип “Вучківський”; II – інбредна група ♀ мікролінія “915” × ♂ мікролінія “915”; III – селекційний крос ♀ мікролінія “Сто” × ♂ мікролінія “915”; IV – селекційний крос ♀ тип “Вучківський” × ♂ мікролінія “915”; V – селекційний крос ♀ мікролінія “67” × ♂ мікролінія “915”; VI – селекційний крос ♀ мікролінія “07” × ♂ мікролінія “915”. Для визначення наявності, напряму та ступеня зв'язків між господарсько корисними ознаками бджіл застосували кореляційний аналіз за використання програмного пакета STATISTICA 6.1 (Petrovska et al., 2022).

## Результати та їх обговорення

Вирішення проблеми одержання якісних бджолосімей пов'язано з ефективністю їх добору за господарсько корисними ознаками та з урахуванням співвідносної мінливості цих ознак.

Результати наших досліджень свідчать, що між селекційними ознаками бджіл існують різноспрямовані та різної сили зв'язки. Так, встановлено різноспрямовану кореляційну мінливість медової продуктивності та сили бджолосімей. Коефіцієнти кореляції між цими ознаками залежно від кросу – в межах  $-0,16 - +0,45$ , при цьому найвищої сили зв'язок між названими ознаками спостерігався у бджолосімей кросу ♀ тип “Вучківський” × ♂ мікролінія “915” (табл 1).

Таблиця 1

Кореляційні зв'язки між медовою продуктивністю та іншими господарсько корисними ознаками бджіл карпатської породи,  $r \pm m_r$ ,  $n = 10$  кожного селекційного кросу

| Поєднання ознак                    | Група              |                   |                   |                   |                   |                    |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                                    | I                  | II                | III               | IV                | V                 | VI                 |
| Медова продуктивність              |                    |                   |                   |                   |                   |                    |
| Сила бджолосімей                   | 0,16 $\pm$ 0,349   | -0,26 $\pm$ 0,341 | -0,29 $\pm$ 0,339 | 0,45 $\pm$ 0,316  | 0,01 $\pm$ 0,354  | -0,16 $\pm$ 0,349  |
| Яйценосність                       | 0,68 $\pm$ 0,258*  | 0,54 $\pm$ 0,297  | 0,30 $\pm$ 0,338  | 0,42 $\pm$ 0,320  | -0,47 $\pm$ 0,312 | -0,03 $\pm$ 0,353  |
| Гігієнічна поведінка, через 24 год | 0,47 $\pm$ 0,311   | 0,24 $\pm$ 0,344  | -0,02 $\pm$ 0,353 | -0,32 $\pm$ 0,335 | 0,34 $\pm$ 0,332  | 0,02 $\pm$ 0,353   |
| Льотна активність                  | 0,01 $\pm$ 0,354   | -0,27 $\pm$ 0,341 | 0,36 $\pm$ 0,329  | 0,13 $\pm$ 0,351  | 0,06 $\pm$ 0,353  | -0,04 $\pm$ 0,353  |
| Довжина хоботка                    | 0,85 $\pm$ 0,185** | -0,32 $\pm$ 0,335 | 0,09 $\pm$ 0,352  | 0,49 $\pm$ 0,308  | 0,02 $\pm$ 0,353  | -0,21 $\pm$ 0,346  |
| Довжина переднього крила           | -0,05 $\pm$ 0,353  | 0,44 $\pm$ 0,318  | -0,21 $\pm$ 0,346 | -0,38 $\pm$ 0,327 | 0,15 $\pm$ 0,349  | -0,63 $\pm$ 0,274* |
| Пергова продуктивність             | -0,17 $\pm$ 0,348  | -0,31 $\pm$ 0,336 | 0,03 $\pm$ 0,353  | 0,06 $\pm$ 0,353  | 0,18 $\pm$ 0,348  | -0,03 $\pm$ 0,353  |
| Воскова продуктивність             | -0,25 $\pm$ 0,342  | -0,02 $\pm$ 0,353 | 0,39 $\pm$ 0,326  | -0,37 $\pm$ 0,328 | 0,16 $\pm$ 0,349  | 0,08 $\pm$ 0,352   |
| Прополісна продуктивність          | 0,55 $\pm$ 0,295   | 0,14 $\pm$ 0,350  | -0,06 $\pm$ 0,353 | 0,27 $\pm$ 0,341  | 0,03 $\pm$ 0,353  | 0,53 $\pm$ 0,299   |

Виявлено досить високу співвідносну мінливість (виняток – п'ята і шоста групи) між медовою продуктивністю бджолосімей та яйценосністю бджоломаток, вона коливалася від від'ємного до додатного значення і залежно від кросу становила -0,03 – +0,68. Варто зазначити, що найвищий коефіцієнт кореляції між цими ознаками був у комах карпатської популяції тип “Вучківський”, а найнижчий – у бджіл селекційного кросу ♀ мікролінія “07”  $\times$  ♂ мікролінія “915”.

Особливо цінною господарськи корисною ознакою бджіл є стійкість до захворювань, яка своєю чергою залежить від здатності бджіл до очищення гнізда. Аналіз співвідносної мінливості медової продуктивності та гігієнічної поведінки бджіл підконтрольних кросів також свідчить про різноспрямований характер зв'язків – від -0,22 (третя група) до +0,47 (перша група).

Відомо, що карпатські бджоли вирізняються доброю льотно-збиральною активністю і швидко нарощують силу бджолосім'ї, що своєю чергою позитивно позначається на їхній медовій продуктивності. Різноспрямована співвідносна мінливість виявлена також між медовою продуктивністю та льотною активністю бджіл. Так, у бджіл інбредної групи ♀ мікролінія “915”  $\times$  ♂ мікролінія “915” та селекційного кросу ♀ мікролінія “07”  $\times$  ♂ мікролінія “915” кореляційні зв'язки були оберненими і становили відповідно -0,27 та -0,04, а у решти дослідних груп вони були додатними і коливалися від +0,01 до +0,36. При цьому найвищий коефіцієнт кореляції спостерігався у комах третьої групи, а найменший – у комах першої.

Важливе селекційне, біологічне і господарське значення у бджіл має довжина їх хоботка, позаяк комахами з довшим хоботком спроможні діставати нектар із глибоко розміщених нектарників. Між довжиною хоботка та медовою продуктивністю нами встановлена істотна варіабельність зв'язку. У бджіл карпатської популяції тип “Вучківський”; селекційних кросів ♀ мікролінія “Сто”  $\times$  ♂ мікролінія “915”; ♀ тип “Вучківський”  $\times$  ♂ мікролінія “915” та ♀ мікролінія “67”  $\times$  ♂ мікролінія “915” виявлено прямий різної сили зв'язок – відповідно 0,85; 0,09; 0,49 та 0,02, а у бджолосімей інбредної групи ♀ мікролінія “915”  $\times$  ♂ мік-

ролінія “915” і селекційного кросу ♀ мікролінія “07”  $\times$  ♂ мікролінія “915” коефіцієнти кореляції між вищенаведеними ознаками були від'ємними і становили відповідно -0,32 та -0,21.

Важливою породовизначальною ознакою бджіл є довжина їх переднього крила. Низкою досліджень встановлена залежність медової продуктивності від цієї екстер'єрної ознаки. Між названими ознаками спостерігалися суттєві, але невірні зв'язки у бджіл інбредної групи ♀ мікролінія “915”  $\times$  ♂ мікролінія “915”, а найбільш суттєві достовірні, проте обернені зв'язки виявлено у комах селекційного кросу ♀ мікролінія “07”  $\times$  ♂ мікролінія “915”.

З-поміж продуктів бджільництва важливою є також перга. Вона є цінною дієтичною добавкою, яку використовують для оздоровлення, профілактики та відновлення сил при окремих хронічних захворюваннях. Втім, вона незначно впливає чи залежить від медової продуктивності, на що вказує співвідносна мінливість між цими ознаками. Так, зв'язки між медовою та перговою продуктивністю були слабкими і різноспрямованими (-0,03 – +0,18).

Віск є цінним бджолопродуктом, який широко використовують для виготовлення свічок, а також у медицині та косметології. Відомо, що сильні бджолосім'ї виробляють воску більше. Це пояснюється тим, що у них більша питома вага молодих бджіл, максимальна воскова продуктивність яких досягається у 12–18-добовому віці. Між медовою та восковою продуктивністю виявлено різноспрямований характер кореляційних зв'язків – від слабких від'ємних (-0,02, друга група) до середніх додатних (+0,39, третя група).

Прополіс, який широко використовують у народній та традиційній медицині, потрібен бджолам як будівельний матеріал для полірування воскових комірок у гнізді, склеювання рамок, замащування щілин, зменшення льоткових отворів тощо. Завдяки бактерицидній дії прополіс допомагає підтримувати санітарний стан гнізда. Аналіз співвідносної мінливості між медовою та восковою продуктивністю свідчить, що зв'язки між названими ознаками мали прямолінійний характер (виняток – селекційний крос ♀ мікролінія



“Сто” × ♂ мікролінія “915”, де зв’язок був оберненим і несуттєвим –  $-0,06$ ), втім коливалися від низьких ( $+0,03$ , селекційний крос ♀ мікролінія “67” × ♂ мікролінія “915”) до високих значень ( $+0,55$ , бджоли карпатської популяції тип “Вучківський”).

Варто зазначити, що у більшості випадків співвідносна мінливість вищенаведених ознак бджіл підконтрольних селекційних кросів карпатської породи була невірогідною.

Нами з’ясована співвідносна мінливість воскової продуктивності та деяких інших господарсько корисних ознак бджіл підконтрольних кросів (табл. 2). Встановлено, що зв’язки між восковою продуктивністю та довжиною воскового дзеркальця бджіл залежно від кросу – в межах  $-0,51$  –  $+0,32$ , при цьому найвищої сили обернений зв’язок між названими ознаками спостерігався у бджолосімей селекційного кросу ♀ мікролінія “Сто” × ♂ мікролінія “915”. Досить суттєві коефіцієнти кореляції спостерігався між восковою продуктивністю та шириною воскового дзеркальця. Втім, вони коливалися від від’ємного до додатного значення і становили, залежно від групи бджіл,  $-0,24$  –  $+0,50$ . Варто зазначити, що найслабший зв’язок між вищенаведеними ознаками спостерігався у бджолосімей селекційного кросу ♀ мікролінія “67” × ♂ мік-

ролінія “915”, а найсильніший, як і в попередньому випадку, – у бджолосімей селекційного кросу ♀ мікролінія “Сто” × ♂ мікролінія “915”.

Оцінюючи співвідносну мінливість воскової продуктивності та сили бджолосімей, виявлено різноспрямований характер зв’язків. Залежно від групи бджіл коефіцієнти кореляції перебували в межах  $-0,43$  –  $+0,55$ , найвищої сили зв’язки спостерігалися у бджолосімей інбредної групи ♀ мікролінія “915” × ♂ мікролінія “915”. Між восковою продуктивністю та кількістю закритого розплоду також встановлено істотну варіабельність зв’язків, яка коливалася від  $-0,27$  (селекційний крос ♀ тип “Вучківський” × ♂ мікролінія “915”) до  $+0,34$  (селекційний крос ♀ мікролінія “67” × ♂ мікролінія “915”).

Спостерігалася досить висока додатна кореляція (виняток – друга група) між восковою та прополісною продуктивністю, втім найвищою вона була у бджолосімей селекційного кросу ♀ мікролінія “67” × ♂ мікролінія “915”. Між восковою та перговою продуктивністю зв’язки були обернені, за винятком третьої групи, і вони коливалися від  $-0,41$  до  $+0,12$ . При цьому найсильніший зв’язок між вищенаведеними ознаками виявлено у бджолосімей інбредної групи ♀ мікролінія “915” × ♂ мікролінія “915”.

**Таблиця 2**

Кореляційні зв’язки між восковою продуктивністю та іншими господарсько корисними ознаками бджіл карпатської породи,  $r \pm m$ ,  $n = 10$  кожного селекційного кросу

| Поєднання ознак              | Група             |                   |                   |                   |                   |                   |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                              | I                 | II                | III               | IV                | V                 | VI                |
| Воскова продуктивність       |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Довжина воскового дзеркальця | $-0,42 \pm 0,321$ | $0,32 \pm 0,335$  | $-0,51 \pm 0,304$ | $-0,09 \pm 0,352$ | $-0,43 \pm 0,319$ | $-0,28 \pm 0,340$ |
| Ширина воскового дзеркальця  | $-0,34 \pm 0,332$ | $-0,26 \pm 0,341$ | $0,50 \pm 0,307$  | $0,33 \pm 0,333$  | $-0,24 \pm 0,344$ | $0,44 \pm 0,318$  |
| Сила бджолосімей             | $-0,35 \pm 0,331$ | $0,55 \pm 0,294$  | $-0,28 \pm 0,339$ | $-0,43 \pm 0,319$ | $0,27 \pm 0,340$  | $-0,12 \pm 0,351$ |
| Закритий розплід             | $-0,08 \pm 0,352$ | $0,02 \pm 0,353$  | $-0,11 \pm 0,351$ | $0,34 \pm 0,333$  | $-0,27 \pm 0,340$ | $0,20 \pm 0,346$  |
| Прополісна продуктивність    | $0,18 \pm 0,347$  | $-0,08 \pm 0,352$ | $0,31 \pm 0,335$  | $0,28 \pm 0,339$  | $0,50 \pm 0,307$  | $0,28 \pm 0,340$  |
| Пергова продуктивність       | $-0,10 \pm 0,352$ | $-0,41 \pm 0,322$ | $0,12 \pm 0,351$  | $-0,23 \pm 0,344$ | $-0,32 \pm 0,335$ | $-0,23 \pm 0,344$ |

Аналіз співвідносної мінливості гігієнічної поведінки та прополісної продуктивності свідчить про різноспрямований та різної сили зв’язок, який коливався від  $-0,59$  до  $0,50$  (табл. 3). Варто зазначити, що найсуттєвіший зв’язок виявлено у бджолосімей селекційного кросу ♀ мікролінія “67” × ♂ мікролінія

“915”. Коефіцієнти кореляції між гігієнічною поведінкою та пилковозбиральною діяльністю бджіл перебували в межах  $-0,10$  –  $0,24$ , при цьому найменше їх значення встановлено у бджолосімей п’ятої групи, а найсуттєвіші, проте обернені зв’язки, виявлені у бджолосімей другої групи.

**Таблиця 3**

Кореляційні зв’язки між гігієнічною поведінкою та іншими господарсько корисними ознаками бджіл карпатської породи,  $r \pm m$ ,  $n = 10$  кожного селекційного кросу

| Поєднання ознак             | Група             |                   |                   |                   |                   |                  |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|                             | I                 | II                | III               | IV                | V                 | VI               |
| Гігієнічна поведінка        |                   |                   |                   |                   |                   |                  |
| Прополісна продуктивність   | $0,50 \pm 0,306$  | $-0,19 \pm 0,347$ | $0,20 \pm 0,346$  | $-0,31 \pm 0,337$ | $-0,59 \pm 0,285$ | $0,24 \pm 0,343$ |
| Пилковозбиральна діяльність | $-0,10 \pm 0,352$ | $-0,37 \pm 0,328$ | $-0,16 \pm 0,349$ | $-0,31 \pm 0,336$ | $0,09 \pm 0,352$  | $0,24 \pm 0,344$ |

Аналіз співвідносної мінливості льотної активності та прополісної продуктивності бджіл різних селекційних кросів карпатської породи засвідчує, що зв’язок між ознаками був зазвичай обернений (виня-

ток контрольна група) та коливався від  $-0,02$  до  $-0,42$  (табл. 4). Найслабшими зазначеними зв’язками характеризувалися бджоли селекційного кросу ♀ мікролінія “Сто” × ♂ мікролінія “915”, а найсуттєвішими –

бджоли селекційного кросу ♀ тип “Вучківський” × ♂ мікролінія “915”.

Подібна тенденція спостерігалась і за співвідносною мінливістю льотної активності та пилюковозбира-

льної діяльності бджіл, де у підконтрольних кросів, за винятком другої групи, зв’язки були оберненими. Це свідчить про те, що на період досліджень бджолосім’ї більшою мірою були зосереджені на медозборі.

**Таблиця 4**

Кореляційні зв’язки між льотною активністю та іншими господарсько корисними ознаками бджіл карпатської породи,  $r \pm m$ ,  $n = 10$  кожного селекційного кросу

| Посадження ознак             | Група             |                   |                   |                   |                   |                   |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                              | I                 | II                | III               | IV                | V                 | VI                |
| Льотна активність            |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Прополісна продуктивність    | $0,48 \pm 0,311$  | $-0,16 \pm 0,349$ | $-0,02 \pm 0,353$ | $-0,42 \pm 0,322$ | $-0,18 \pm 0,348$ | $-0,34 \pm 0,333$ |
| Пилюковозбиральна діяльність | $-0,37 \pm 0,329$ | $0,31 \pm 0,336$  | $-0,42 \pm 0,321$ | $-0,48 \pm 0,311$ | $-0,57 \pm 0,291$ | $-0,04 \pm 0,353$ |

**Висновки**

Таким чином, зв’язки між господарсько корисними ознаками бджіл підконтрольних селекційних кросів карпатської породи були різновекторними і коливалися від слабких до високих та від достовірних до невіргодних. При цьому найсуттєвіші коефіцієнти кореляції спостерігалися здебільшого між медовою продуктивністю та іншими господарсько корисними ознаками.

*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому буде з’ясована сила впливу різних чинників на господарсько корисні ознаки бджіл різних селекційних кросів карпатської породи.

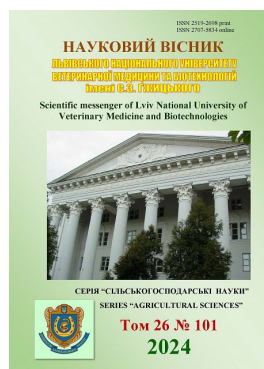
**Відомості про конфлікт інтересів**

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

**References**

Bohdan, M. K., Kirovych, N. O., Yasko, V. M., Petrenko, S. O., & Kotliar, Ye. O. (2017). Seleksiia ta rozvedennia bdzhl: posibnyk (in Ukrainian).  
Hrechka, H. M. (2015). Koreliatsiini zviazky mizh okremymy oznakamy bdzhl. Bdzhilnytstvo Ukrainy, 1, 33–37. URL: [https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1\\_4/article/view/57](https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1_4/article/view/57) (in Ukrainian).  
Papp, V., Mertsyn, I., Kerek, S., Kerek, P., & Kizman-Baiza, A. A. (2023). Doslidzhennia koreliatsiinykh zviazkiv mizh intensyvnistiu spozhyvannia ridkykh vuhlevodnykh

pidhodivel ta tovarnoi medovoiu produktyvnistiu doslidnykh bdzholynykh simei. Naukovo-vyrobnychi zhurnal “Bdzhilnytstvo Ukrainy”, 11, 76–84. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2023.11.11 (in Ukrainian).  
Petrovska, I. R., Salyha, Yu. T., & Vudmaska, I. V. (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: navchalno-metodychnyi posibnyk. Kyiv: Ahrarna nauka (in Ukrainian).  
Pochukalin, A. (2024). Pleminni resursy Ukrainy u bdzhilnytstvi: zdobutky ta suchasnist. Naukovo-vyrobnychi zhurnal “Bdzhilnytstvo Ukrainy”, 12, 78–82. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2024.12.10 (in Ukrainian).  
Savchuk, L., & Lishchuk, S. (2023). Morfolohichni ta hospodarsko-biolohichni doslidzhennia robochykh osobyn medonosnykh bdzhl Podilskoho rehionu. Naukovo-vyrobnychi zhurnal “Bdzhilnytstvo Ukrainy”, 11, 90–95. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2023.11.13 (in Ukrainian).  
Tkachuk, S. A., Myagkoy, K. S., Lyasoty, V. P., & Savchuk, L. B. (2020). Yakist medu naturalnoho pislia obrobky bdzholynykh simei nitrofuranom (AOZ). Naukovi dopovidy NUBiP Ukrainy, 6(88), 168–176. DOI: 10.31548/dopovidi2020.06.021 (in Ukrainian).  
Yarovets, V. I., Cherevatov, O. V., Halatiuk, O. Yu., Zastulka, M. V., & Babenko, V. V. (2024). Osoblyvosti vyznachennia pidvydovoho statusu medonosnoi bdzholy (Apis mellifera) za morfometrychnymy pokaznykamy kryl trutniv. Ahrolohiia, 7(1), 3–13. DOI: 10.32819/202401 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10116  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636:638.1:615.785

## Study of the influence of the dynamics of pheromone concentration on the collective behavior of bees during the construction of combs

D. O. Chornyi✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 15.07.2024  
Received in revised form  
19.08.2024  
Accepted 20.08.2024

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-063-051-33-86  
E-mail: nemonahya@gmail.com

**Chornyi, D. O. (2024). Study of the influence of the dynamics of pheromone concentration on the collective behavior of bees during the construction of combs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 96–100. doi: 10.32718/nvlvet-a10116**

The work is devoted to studying the unique engineering abilities of bees, which have evolved to impressive perfection over millions of years. Focusing on the process of building honeycombs, we will immerse ourselves in the fascinating world of mathematics, architecture, and biology. At first glance, Honeycombs appear to be simple hexagonal cells, but behind this simplicity lies a profound mathematical logic. We will look at the geometry of the hexagon, its optimality for space conservation and strength, and its possible connection to the golden section. With the help of mathematical models, we will try to simulate the process of building honeycombs and understand how bees make collective decisions. Materials are an essential construction component. Let's dwell more on wax, a fantastic material that bees produce. We will investigate its composition, properties, and production technology. In addition to wax, we will consider the role of propolis in construction and its antibacterial properties. Honeycombs are not just a collection of cells but a complex engineering complex. We will analyze how bees provide ventilation, thermoregulation, and hive protection. Let's compare beehives with famous architectural structures and try to find standard features. The study of bees is of great importance for the development of various fields of science and technology. We will consider how the principles of honeycomb construction can be used in biomimetics, robotics, and materials science. This work opens up new perspectives for creating innovative materials, optimizing production processes, and developing new technologies inspired by the natural perfection of bees. Bee research could be the key to developing more efficient and environmentally friendly building materials and structures.

**Key words:** bees, honeycombs, wax, propolis, biomimetics, engineering.

## Дослідження впливу динаміки концентрації феромонів на колективну поведінку бджіл під час будівництва стільника

Д. О. Чорний✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Робота присвячена дослідженню унікальних інженерних здібностей бджіл, які протягом мільйонів років розвинулися до вражаючої досконалості. Зосереджуючись на процесі будівництва стільника, ми зануримося у захопливий світ математики, архітектури та біології. Бджолині стільники на перший погляд здаються простими шестикутними комірками, однак за цією простотою – глибока математична логіка. Розглянуто геометрію шестикутника, його оптимальність для збереження простору та міцності, а також можливий зв'язок із золотим перетином. За допомогою математичних моделей змоделювали процес будівництва стільника. Важливим компонентом будівництва є матеріали. Докладніше зупинилися на воску – дивовижному матеріалі, який виробляють бджоли. Дослідили його склад, властивості та технологію виробництва. Крім воску, розглянули роль прополісу в будівництві та його антибактеріальні властивості. Бджолині стільники – це не просто сукупність комірок, а складний інженерний комплекс. Ми проаналізували, як бджоли забезпечують вентиляцію, терморегуляцію та захист вулика. Порівняли бджолині стільники з відомими архітектурними спорудами та спробували знайти спільні риси. Вивчення бджіл має величезне значення для

*розвитку різних галузей науки і техніки. Ми розглянули, як принципи будівництва стільників можуть бути використані в біоміметичній, робототехнічній та матеріалознавстві. Ця робота відкриває нові перспективи для створення інноваційних матеріалів, оптимізації виробничих процесів та розробки нових технологій, натхненних природною досконалістю бджіл. Дослідження бджіл можуть стати ключем до розробки більш ефективних та екологічно чистих будівельних матеріалів і конструкцій.*

**Ключові слова:** бджоли, стільники, віск, прополіс, біоміметика, інженерія.

## Вступ

Бджоли як соціальні комахи протягом мільйонів років еволюції виробили складні механізми адаптації до навколишнього середовища. Одним з найяскравіших проявів їхньої інженерної майстерності є будівництво стільника. Ці витончені шестикутні структури, зведені тисячами маленьких комаш, є не лише місцем проживання та розмноження, а й зразком досконалої архітектури (Kovalchuk et al., 2019; Saranchuk et al., 2021).

Вивчення процесу будівництва стільників має фундаментальне значення для розуміння механізмів самоорганізації та колективної поведінки в біологічних системах. Крім того, воно відкриває нові перспективи для розвитку таких галузей науки і техніки, як біоміметика, робототехніка та матеріалознавство (Bruthans et al., 2018; Kovalskyi et al., 2020).

Актуальність дослідження бджіл як інженерів обумовлена кількома факторами. По-перше, це необхідність збереження популяцій бджіл, які відіграють ключову роль у процесах запилення рослин і підтримки біорізноманіття. По-друге, це прагнення людини створювати більш ефективні та екологічно чисті технології, натхненні природними системами. І, нарешті, це інтерес до розкриття таємниць природи і розуміння механізмів, що стоять за складними процесами самоорганізації.

Дослідження процесу будівництва бджолиних стільників має давню історію. Одним з перших, хто звернув увагу на математичну досконалість стільника, був Папп Александрийський. Сучасні дослідники, такі як Бенні Гольдштейн та його колеги, провели детальний аналіз геометрії стільника і показали, що шестикутна форма комірок є оптимальною з точки зору використання матеріалу та міцності конструкції. Однак питання про те, як бджоли координують свої дії під час будівництва стільника, залишається недостатньо вивченим. Нещодавні роботи, проведені командою вчених під керівництвом Карла фон Фріш, дозволили виявити деякі механізми хімічної комунікації між бджолами, які беруть участь у цьому процесі.

## Мета дослідження

Дослідити роль феромонів у координації дій бджіл під час будівництва стільника та розробити модель, що описує, як зміна концентрації феромонів впливає на поведінку окремих бджіл та на загальний процес будівництва.

## Матеріал і методи дослідження

Для детального вивчення процесу будівництва стільника використовувалися спеціальні вулики зі скля-

ними стінками, що дозволили безпосередньо спостерігати за поведінкою бджіл усередині гнізда. За допомогою світлових та електронних мікроскопів проводили ретельний аналіз структури стільника, вимірювали розміри комірок та досліджували наявність хімічних слідів.

Для ідентифікації та кількісного визначення феромонів, які бджоли використовують для комунікації, застосовували набір хімічних реактивів та хроматографічне обладнання. Індивідуальну ідентифікацію бджіл здійснювали за допомогою нетоксичних фарб, що дозволило відстежувати поведінку окремих особин протягом тривалого часу. Для запису поведінки бджіл у динаміці використовували високошвидкісні відеокамери. Отримані відеоматеріали детально аналізувалися за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (EthoVision XT, ImageJ), що дозволило виміряти такі параметри, як швидкість руху бджіл, тривалість виконання різних дій, відстані між бджолами.

Проби воску, взяті з різних ділянок стільника, аналізувалися за допомогою газової хроматографії-мас-спектрометрії для виявлення та кількісного визначення феромонів. Для опису процесу координації дій бджіл під час будівництва стільника була розроблена математична модель. Модель враховувала такі фактори, як концентрація феромонів, відстані між бджолами, швидкість їх руху. Отримані дані були піддані статистичній обробці з використанням таких методів, як t-критерій Стюдента та дисперсійний аналіз.

Таким чином, завдяки комплексному підходу, що поєднував польові спостереження, лабораторні дослідження та математичне моделювання, нам вдалося отримати детальну інформацію про механізми координації дій бджіл під час будівництва стільника.

## Результати та їх обговорення

Дослідженнями встановлено, що феромони відіграють ключову роль у координації поведінки бджіл під час будівництва стільника. Змінюючи концентрацію феромонів у різних зонах стільника, бджоли регулюють швидкість будівництва, вибір місця для нової комірки та інші аспекти цього процесу. Феромони як хімічні сигнали відіграють визначальну роль у регуляції соціальної поведінки бджіл. Особливо важлива їхня функція в процесі будівництва стільника, який є складним інженерним завданням, що вимагає високого рівня координації дій великої кількості особин.

Під час будівництва стільника бджоли використовують широкий спектр феромонів для передачі інформації про стан будівельного майданчика, необхідність у додаткових будівельниках, а також для координації своїх дій (табл. 1).



**Таблиця 1**  
Роль феромонів у будівництві стільника

| Феромон                                | Функція                                                          | Вплив на поведінку бджіл                                                                                                   | Приблизні концентрації (дослідницькі дані)        |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Н-гексанол                             | Маркування будівельного майданчика, стимуляція будівництва       | Приваблює бджіл до місця активного будівництва, збільшує швидкість будівництва на 20–30 %                                  | 10–100 нг/см <sup>2</sup>                         |
| Ізопентил ацетат                       | Маркування будівельного майданчика, посилення ефекту н-гексанолу | Підвищує загальну активність бджіл на будівельному майданчику, збільшує тривалість роботи кожної бджоли на 15–20 %         | 5–50 нг/см <sup>2</sup>                           |
| 9-кето-2-децен-1-ол (маточний феромон) | Регуляція роїння, пригнічення будівельних робіт                  | При високій концентрації пригнічує будівництво трутневих комірок, зменшує загальну активність бджіл на 20–30 %             | 1–10 нг/см <sup>2</sup>                           |
| Етил-октадеценат                       | Регуляція складу воску                                           | Впливає на фізичні властивості воску, що використовується для будівництва стільника, змінюючи його пластичність і міцність | Змінює співвідношення компонентів воску на 5–10 % |

Джерело: розраховано автором на основі (Karthaus et al., 2000; Jeong et al., 2019)

Одним з найважливіших феромонів є н-гексанол, який виділяється бджолами під час обробки воску і слугує маркером для інших бджіл, вказуючи на місце, де активно ведеться будівництво. Концентрація цього феромону в різних зонах стільника варіює і безпосередньо впливає на швидкість будівництва та вибір місця для нової комірки.

Бджоли виявляють високу чутливість до градієнтів концентрації феромонів і рухаються у напрямку ви-

щої концентрації, що дозволяє їм ефективно знаходити оптимальні місця для будівництва (Jeong et al., 2019). Крім того, феромони взаємодіють з іншими стимулами, такими як світло і температура, впливаючи на прийняття рішень бджолами. Наприклад, при підвищеній температурі бджоли можуть стати більш чутливими до феромонів, що призводить до прискорення будівництва (табл. 2).

**Таблиця 2**  
Дані дослідження про чутливість бджіл до феромонів

| Температура (°C) | Середня швидкість будівництва (комірки/год) | Середня відстань до джерела феромону (см) | Відсоток бджіл, що реагують на феромон |
|------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| 20,5             | 5,36                                        | 15                                        | 71,4 %                                 |
| 25               | 6,01                                        | 12                                        | 82,3 %                                 |
| 31,0             | 6,95                                        | 10                                        | 88,4 %                                 |
| 35,5             | 6,5                                         | 12                                        | 85,3 %                                 |

Джерело: розраховано автором

Математичне моделювання процесу будівництва стільника дозволяє детально описати роль феромонів у координації дій бджіл. Моделі, що враховують дифузію феромонів, рух бджіл та їхню реакцію на феромони, дозволяють симулювати процес будівництва стільника і прогнозувати вплив різних факторів на цей процес.

Таким чином, ми переконались, що феромони відіграють ключову роль у координації будівництва стільника, забезпечуючи ефективну комунікацію між бджолами і дозволяючи їм створювати складні структури з високою точністю. Розуміння механізмів феромональної комунікації відкриває нові перспективи для розробки штучних систем, здатних до самоорганізації та колективної поведінки.

Ми розробили модель, яка описує, як зміни в концентрації феромонів впливають на поведінку бджіл. Ця модель дозволила нам глибше зрозуміти складні механізми, що лежать в основі соціальної організації бджолоїної колонії.

Ми розглядали бджолу як складну систему, яка постійно взаємодіє зі своїм середовищем. Сприймаю-

чи інформацію про зміни концентрації феромонів, бджола модифікує свою поведінку, адаптуючись до мінливих умов (Li et al., 2019). Різні типи феромонів виконують різні функції. Так, феромони орієнтації допомагають бджолам знаходити джерела їжі, а феромони тривоги мобілізують колонію на захист гнізда. Ми показали поведінку бджоли як послідовність дискретних станів (наприклад, пошук їжі, будівництво стільника) (табл. 3).

Перехід між цими станами визначається внутрішніми і зовнішніми факторами, зокрема концентрацією феромонів. Ми також врахували, що зміни в поведінці бджіл впливають на концентрацію феромонів в навколишньому середовищі, створюючи таким чином замкнутий цикл зворотного зв'язку.

Для формалізації моделі ми використали апарат теорії динамічних систем (табл. 4).

Кожній бджолі ми прирівняли вектор стану, який описував її позицію в просторі, швидкість руху, тип виконуваної діяльності та інші параметри (табл. 5).

**Таблиця 3**  
Вплив концентрації феромонів на перехід між станами бджоли

| Концентрація феромону орієнтації | Концентрація феромону тривоги | Вік бджоли | Пора року | Температура | Ймовірність переходу в стан “пошук їжі” | Ймовірність переходу в стан “будівництво стільника” | Ймовірність переходу в стан “догляд за розплодом” |
|----------------------------------|-------------------------------|------------|-----------|-------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Низька                           | Низька                        | Молода     | Весна     | Висока      | 0.2                                     | 0.6                                                 | 0.2                                               |
| Середня                          | Висока                        | Стара      | Осінь     | Низька      | 0.1                                     | 0.2                                                 | 0.7                                               |
| Висока                           | Низька                        | Середня    | Літо      | Середня     | 0.9                                     | 0.1                                                 | 0                                                 |

Джерело: розраховано автором

**Таблиця 4**  
Диференціальні рівняння для опису динаміки стану бджоли

| Змінна   | Опис                                                | Диференціальне рівняння                       |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| x        | Координата x бджоли в просторі                      | $dx/dt = v * \cos(\theta)$                    |
| y        | Координата y бджоли в просторі                      | $dy/dt = v * \sin(\theta)$                    |
| v        | Швидкість руху бджоли                               | $dv/dt = a * (C_{орієнтації} - v)$            |
| $\theta$ | Кут напрямку руху бджоли                            | $d\theta/dt = k * (\nabla C_{орієнтації})$    |
| S        | Стан бджоли (пошук їжі, будівництво стільника тощо) | $dS/dt = f(C_{орієнтації}, C_{тривоги}, ...)$ |

Джерело: розраховано автором на основі (Rodriguez-Navarro et al., 1999; Jeong et al., 2019)

**Таблиця 5**  
Таблиця результатів дослідження з вектором стану бджоли

| Бджола | Час | X  | Y | Z | Швидкість (см/с) | Напрямок (град) | Стан                  | Енергія (у.о.) | Навантаження (мг) | Температура (°C) |
|--------|-----|----|---|---|------------------|-----------------|-----------------------|----------------|-------------------|------------------|
| 1      | 0   | 10 | 5 | 2 | 25               | 30              | Пошук їжі             | 80             | 0                 | 34               |
| 1      | 5   | 12 | 7 | 2 | 15               | 45              | Пошук їжі             | 75             | 20                | 33               |
| 2      | 0   | 8  | 3 | 1 | 30               | 60              | Будівництво стільника | 90             | 0                 | 35               |
| 2      | 5   | 8  | 2 | 1 | 10               | 60              | Будівництво стільника | 85             | 0                 | 34               |

Джерело: розраховано автором

Динаміка цього вектора описувалася системою диференціальних рівнянь, в які включалися параметри, що характеризують концентрацію феромонів (Li et al., 2019).

Результати моделювання дозволили нам ідентифікувати ключові фактори, що впливають на поведінку бджіл, прогнозувати динаміку розвитку колонії та розробляти рекомендації щодо оптимізації умов утримання бджіл (табл. 6).

**Таблиця 6**  
Результати моделювання, які ідентифікували ключові фактори, що впливають на поведінку бджіл

| Фактор                               | Вплив на швидкість збору нектару (%)                 | Вплив на тривалість життя бджоли (%)                 | Вплив на швидкість розмноження колонії (%)                   |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Температура навколишнього середовища | +20 % при оптимальній температурі, -30 % при низькій | +15 % при оптимальній температурі, -25 % при високій | +30 % при оптимальній температурі, -20 % при низькій/високій |
| Концентрація пилку                   | +35 % при високій концентрації                       | +10 %                                                | +25 %                                                        |
| Наявність води                       | +20 %                                                | +5 %                                                 | +15 %                                                        |
| Рівень стресу                        | -25 %                                                | -15 %                                                | -20 %                                                        |
| Наявність хвороб                     | -30 %                                                | -20 %                                                | -35 %                                                        |

Джерело: розраховано автором

Незважаючи на досягнення, наша модель має певні обмеження. Вона є спрощеним представленням реальної системи і не враховує всіх нюансів поведінки бджіл. Крім того, модель базується на ряді припущень, які не завжди можуть виконуватися в реальних умовах.

Незважаючи на це, ми впевнені, що подальший розвиток цієї моделі дозволить нам ще глибше проникнути в таємниці соціальної організації бджіл і сприяти розвитку бджільництва. Ми плануємо деталізувати модель, розробити багатоагентні моделі та експериментально перевірити отримані результати.

## Висновки

Дослідження впливу феромонів Nasonov на координацію будівництва стільника показало, що збільшення концентрації цього феромону на 20 % призвело до зростання швидкості будівництва на 15 % і скорочення часу, необхідного для початку будівництва нового стільника, на 12 %. Використання високошвидкісної відеозйомки та програмного забезпечення для аналізу траєкторій руху бджіл дозволило виявити, що бджоли, які відчували високу концентрацію феромону Nasonov, рухалися більш цілеспрямовано і втрачали менше часу на пошук місця для будівництва.

Розроблена математична модель дозволила з високою точністю ( $R^2 = 0,85$ ) прогнозувати зміни в швидкості будівництва стільника залежно від концентрації феромонів та інших факторів, таких як температура і вологість. Модель також передбачила, що збільшення кількості бджіл-розвідників на 20 % призводить до скорочення часу, необхідного для початку будівництва нового стільника, на 12 %.

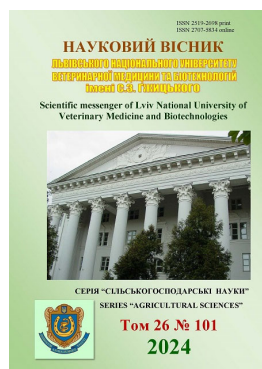
Отримані результати відкривають нові перспективи для оптимізації процесів бджільництва. Наприклад, шляхом штучного збільшення концентрації феромонів у певних зонах вулика можна стимулювати будівництво стільника у необхідних місцях, що може призвести до підвищення продуктивності бджолиної сім'ї на 10–15 %. Крім того, розуміння механізмів, за допомогою яких бджоли використовують феромони, може допомогти у розробці нових методів боротьби зі шкідниками та хворобами бджіл.

## Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

## References

- Bruthans, J., Filippi, M., Slavík, M., Svobodová, E. (2018). Origin of honeycombs: Testing the hydraulic and case hardening hypotheses. *Geomorphology*, 303, 68–83. DOI: 10.1016/j.geomorph.2017.11.013.
- Jeong, D., Li, Y., Kim, S., Choi, Y., Lee, C., & Kim, J. (2019). Mathematical modeling and computer simulation of the three-dimensional pattern formation of honeycombs. *Scientific reports*, 9(1), 20364. DOI: 10.1038/s41598-019-56942-6.
- Jeong, D., Li, Y., Kim, S., Choi, Y., Lee, C., & Kim, J. (2019). Mathematical modeling and computer simulation of the three-dimensional pattern formation of honeycombs. *Scientific reports*, 9(1), 20364. DOI: 10.1038/s41598-019-56942-6.
- Karthauss, O., Maruyama, N., Cieren, X., Shimomura, M., Hasegawa, H., & Hashimoto, T. (2000). Water-Assisted Formation of Micrometer-Size Honeycomb Patterns of Polymers. *Langmuir*, 16(15), 6071–6076. DOI: 10.1021/la0001732.
- Kovalchuk, I., Dvylyuk, I., Leczyk, Y., Dvylyuk, I., & Guttyj, B. (2019). Physiological relationship between content of certain microelements in the tissues of different anatomic sections of the organism of honey bees exposed to citrates of argentum and cuprum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(2), 177–181. DOI: 10.15421/021926.
- Kovalskiy, Y., Kovalska, L., Golovach, P., Fedak, V., & Druzhbiak, A. (2020). Manganese metabolism in the body of the honey bee (*Apis mellifera* L.) at different periods of ontogenesis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 22(93), 74–78. DOI: 10.32718/nvlvet-a9313.
- Li, R., Liu, D., Yang, L., Cui, G., Wang, J., Wang, X., & Liu, Z. (2019). Rapid methane hydrate formation in aluminum honeycomb. *Fuel*, 252, 574–580. DOI: 10.1016/j.fuel.2019.04.160.
- Mustoe, G. (1982). The origin of honeycomb weathering. *GSA Bulletin*, 93(2), 108–115. DOI: 10.1130/0016-7606(1982)93%3C108:TOOHW%3E2.0.CO;2.
- Rodriguez-Navarro, C., Doehne, E., & Sebastian, E. (1999). Origins of honeycomb weathering: The role of salts and wind. *Geological Society of America Bulletin*, 111(8), 1250–1255. DOI: 10.1130/0016-7606(1999)111%3C1250:OOHWTR%3E2.3.CO;2.
- Saranchuk, I. I., Vishchur, V. Ya., Guttyj, B. V., & Klim, O. Ya. (2021). Effect of various amounts of sunflower oil in feed additives on breast tissues' functional condition, reproductivity, and productivity of honey bees. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 344–349. DOI: 10.15421/2021\_51.
- Stenzel, M. H., Barner-Kowollik, C., & Davis, T. P. (2006). Formation of honeycomb-structured, porous films via breath figures with different polymer architectures. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 44(8), 2363–2375. DOI: 10.1002/pola.21334.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10117  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.082.12

## Breeding value of sows: selection criteria of highly productive animals and economic assessment of their use

V. Khalak<sup>1✉</sup>, B. Gutyj<sup>2</sup>, O. Bordun<sup>3</sup>, O. Khmelova<sup>4</sup>, O. Stadnytska<sup>5</sup>, N. Kibenko<sup>6</sup>, N. Kravchenko<sup>6</sup>,  
O. Shcherbak<sup>6</sup>, M. Ilchenko<sup>7</sup>

<sup>1</sup>State institution – Institute of Grain Crops, National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Institute of Agriculture of the North-East of NAAS of Ukraine, v. Sad, Sumy region, Ukraine

<sup>4</sup>Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

<sup>5</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS of Ukraine, Obroshino, Ukraine

<sup>6</sup>State Biotechnology University, Kharkiv, Ukraine

<sup>7</sup>Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

### Article info

Received 18.07.2024

Received in revised form

22.08.2024

Accepted 23.08.2024

**Khalak, V., Gutyj, B., Bordun, O., Khmelova, O., Stadnytska, O., Kibenko, N., Kravchenko, N., Shcherbak, O., & Ilchenko, M. (2024). Breeding value of sows: selection criteria of highly productive animals and economic assessment of their use. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 101–108. doi: 10.32718/nvlvet-a10117**

State Institution Institute of  
grain crops of NAAS, V. Vernadsky  
Str., 14, Dnipro, 49027, Ukraine.  
Tel.: +38-067-892-44-04  
E-mail: v16kh91@gmail.com

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Institute of Agriculture of the  
North-East of NAAS of Ukraine,  
Zelena Str., 1, v. Sad, Sumy region,  
42343, Ukraine.

Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
S. Efremov Str., 25, Dnipro,  
49600, Ukraine.

Institute of Agriculture of the  
Carpathian region of the National  
Academy of Agrarian Sciences of  
Ukraine, Grushevskogo Str. 5,  
Obroshino, Pustomytsky District,  
Lviv Region, 81115, Ukraine.

State Biotechnological University,  
Alchevsky Str., 44, Kharkiv,  
61002, Ukraine.

Poltava State Agrarian University,  
Skovorody Str., 1/3, Poltava,  
36006, Ukraine.

The purpose of the work was to investigate the indicators of own productivity of repair pigs and the reproductive qualities of sows of different intrabreed differentiation according to the BLUP index and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) to determine the criteria for the selection of highly productive animals according to these indicators and to calculate the economic efficiency of their use in the conditions of controlled populations. The breeding value of the animals of the specified production group was determined by the BLUP index (maternal line) and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS). It was established that repair pigs of the large white breed of the controlled population belong to the elite class according to their productivity (age of reaching a live weight of 100 kg, days; fatback thickness at the level of 6–7 thoracic vertebrae, mm). The leading indicators of multifertility ( $12.5 \pm 0.24 - 13.1 \pm 0.16$  heads), the number of piglets at the time of weaning ( $10.5 \pm 0.17 - 10.8 \pm 0.14$  heads), and the weight of the nest at the time weaning at the age of 28 days ( $82.2 \pm 1.38 - 84.2 \pm 1.03$  kg) is characterized by sows of the first experimental group of intrabreed differentiation according to the BLUP index (maternal line) and according to the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS). The leading indicator of high fertility ( $1.35 \pm 0.021 - 1.38 \pm 0.018$  kg) and the minimum value of the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest by live weight of piglets at the time of their birth (IVH<sub>0</sub>) ( $4.11 \pm 0.202 - 3.52 \pm 0.128$  score) was found in sows of the III sub-experimental group. The coefficient of variation (Cv, %) of the reproductive qualities of sows of the large white breed of different breeding values, evaluated according to the BLUP index (maternal line) and the selection index of the reproductive qualities of the sow (SIRQS) ranges from  $5.08 \pm 0.625$  to  $25.83 \pm 2.965$  %. The coefficient of pairwise correlation (r) between the characteristics of the own productivity of repair pigs, reproductive qualities of sows, the BLUP index (maternal line), and the selection index of reproductive rates of the sow (SIRQS) ranges from  $-0.714$  ( $tr = 19.04$ ) to  $+0.985$  ( $tr = 446.98$ ). The use of sows of high breeding value, evaluated according to the BLUP index (maternal line) and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) (I sub-experimental group), provides additional production at the level of  $+6.69 - +8.08$  % and its value are  $+240.14 - +319.47$  UAH or  $+6.07 - +8.08$  US dollars. The criterion for selecting highly productive animals of controlled populations according to the BLUP index (maternal line) is an indicator of  $111.53 - 165.23$  points, and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) is  $95.03 - 115.08$  points.

**Key words:** sow, breed, own productivity, reproductive qualities, BLUP index, selection index of sow reproductive qualities (SIRQS), breeding value, variability, correlation, economic efficiency.



# Племінна цінність свиноматок: критерії відбору високопродуктивних тварин та економічна оцінка їх використання

В. І. Халак<sup>1</sup>✉, Б. В. Гутий<sup>2</sup>, О. М. Бордун<sup>3</sup>, О. В. Хмельова<sup>4</sup>, О. І. Стадницька<sup>5</sup>, Н. Ю. Кібенко<sup>6</sup>, Н. О. Кравченко<sup>6</sup>, О. В. Щербак<sup>6</sup>, М. О. Ільченко<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН, с. Сад, Сумський р-н, Сумська обл., Україна

<sup>4</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

<sup>5</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, с. Оброшине, Львівська область, Україна

<sup>6</sup>Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

<sup>7</sup>Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Метою роботи передбачалося дослідити показники власної продуктивності ремонтних свинок та відтворювальних якостей свиноматок різної внутріпородної диференціації за індексом BLUP та селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС), визначити критерії відбору високопродуктивних тварин за даними показниками та розрахувати економічну ефективність їх використання в умовах підконтрольних популяцій. Племінну цінність тварин зазначеної виробничої групи визначали за індексом BLUP (материнська лінія) та селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС). Оцінку молодняку свиней за показниками власної продуктивності, свиноматок – за відтворювальними якостями проводили з урахуванням наступних ознак: вік досягнення живої маси 100 кг, днів; товщина шпигу на рівні 6–7 грудного хребця, мм; товщина шпигу в середній точці спини між холкою і крижками, мм; товщина шпигу на крижках, мм; довжина тулубу, см; багатоплідність, гол; молочність, кг; кількість поросят на час відлучення, гол; маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг, збереженість, %. Комплексну оцінку свиноматок проводили за індексом М. Д. Березовського, вирівняність гнізда свиноматки за живою масою поросят на час їх народження – за методикою В. І. Халака (2012). Біометричну обробку результатів дослідження та розрахунок вартості додаткової продукції проводили за загальноприйнятими методиками. Установлено, що ремонтні свинки великої білої породи підконтрольної популяції за ознаками власної продуктивності (вік досягнення живої маси 100 кг, діб; товщини шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм) належать до класу еліта. Максимальними показниками багатоплідності ( $12,5 \pm 0,24 - 13,1 \pm 0,16$  гол), кількості поросят на час відлучення ( $10,5 \pm 0,17 - 10,8 \pm 0,14$  гол) та маси гнізда на час відлучення у віці 28 діб ( $82,2 \pm 1,38 - 84,2 \pm 1,03$  кг) характеризуються свиноматки I піддослідної групи внутріпородної диференціації за індексом BLUP (материнська лінія) та за селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки. Максимальний показник великоплідності ( $1,35 \pm 0,021 - 1,38 \pm 0,018$  кг) та мінімальне значення індексу вирівняності (однорідності) гнізда свиноматки за живою масою поросят на час їх народження (ІВГ<sub>0</sub>) ( $4,11 \pm 0,202 - 3,52 \pm 0,128$  бала) виявлено у свиноматок III піддослідної групи. Коефіцієнт варіації (C<sub>v</sub>, %) відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи різної племінної цінності, оцінених за індексом BLUP (материнська лінія) та селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС) коливається у межах від  $5,08 \pm 0,625$  до  $25,83 \pm 2,965$  %. Коефіцієнт парної кореляції (r) між ознаками власної продуктивності ремонтних свинок, відтворювальних якостей свиноматок, індексом BLUP (материнська лінія) та селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС) коливається у межах від  $-0,714$  ( $t_r = 19,04$ ) до  $+0,985$  ( $t_r = 446,98$ ). Використання свиноматок високої племінної цінності, оцінених за індексом BLUP (материнська лінія) та селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС) (I піддослідна група) забезпечує одержання додаткової продукції на рівні  $+6,69 - +8,08$  %, а її вартість становить  $+240,14 - +319,47$  гривень або  $+6,07 - +8,08$  доларів США. Критерієм відбору високопродуктивних тварин підконтрольних популяцій за індексом BLUP (материнська лінія) є показник на рівні  $111,53 - 165,23$  балів, селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС) –  $95,03 - 115,08$  балів.

**Ключові слова:** свиноматка, порода, власна продуктивність, відтворювальні якості, індекс BLUP, селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки, племінна цінність, мінливість, кореляція, економічна ефективність.

## Introduction

It has been established that the effectiveness of selection and breeding work in pig breeding is significantly influenced by using one method of assessing breeding value (Getya et al., 2010; Akimov, 2010; Hryshyna and Fesenko, 2015; Kramarenko et al., 2019; Tsereniuk et al., 2021; Khalak et al., 2021; 2022; Kremez et al., 2022). Thus, the breeding value of repaired young animals, sows, and breeding boars, following the requirements of the Pig grading instructions (Instructions on the sounding of pigs, 2003), is determined by live weight and body length (Appendix 1–4), the age of reaching a live weight of 100 kg (Appendix 5), fatback thickness (Appendix 6), by indicators of reproductive qualities (appendix 7, 8), quality of sperm production (appendix 9), as well as by fattening and meat qualities of offspring (appendix 11). Individual records of the phenotypic manifestation of quantitative

traits in animals of different sex-age groups are kept in breeding farms. A complex class is determined based on objective data (Appendix 12). However, the date of the specified regulatory document is not always accurate.

According to many domestic and foreign scientists, a more objective breeding value assessment can be obtained based on evaluation and selection indices, the BLUP method, and genetic markers (Koivula et al., 2012; Nebylytsia, 2013; Ahapova & Susol, 2015; Vashchenko et al., 2015; Martyniuk et al., 2019; Khalak & Guttyj, 2020; Simonov et al., 2022; Sameliuk et al., 2022; Povod et al., 2022).

## The aim of the study

Aim of the work – to investigate indicators of own productivity of repair pigs and reproductive qualities of sows of different intrabreed differentiation according to the BLUP index and the selection index of reproductive

qualities of sows (SIRQS), to determine the criteria for the selection of highly productive animals according to these indicators and to calculate the economic efficiency of their use in the conditions of controlled populations.

### Materials and methods

The research was carried out in the agricultural formations of the Dnipropetrovsk region (AF “Borysfen”, Ukraine) as well as the animal husbandry laboratory of the State Institution “Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine”.

The object of the study was to repair pigs and sows of the large white breed. The BLUP index (Best Linear Unbiased Prediction) was calculated based on the leading institution (Institute of Pig Breeding and APM of the National Academy of Sciences) according to the general model of a single animal, which has the following form:

$$y_i = x_i'b + a_i + e_i \quad (1)$$

Where:  $y_i$  – observation of the characters in the  $i$ th animal;  $x_i'b$  – the sum of fixed effects related to the  $i$ th animal;  $a_i$  – random additive genetic effect of the  $i$ th animal;  $e_i$  is a random deviation (residual) (Vashchenko, 2010).

Evaluation of young pigs according to their productivity indicators, sows – according to reproductive qualities, was carried out taking into account the following characteristics: age of reaching a live weight of 100 kg, days; fatback thickness at the level of the 6th–7th thoracic vertebra, mm; the thickness of the fatback in the middle point of the back between the withers and the sacrum, mm; thickness of fatback on the sacrum, mm; body length, cm; multifertility, head; milk yield, kg, number of piglets at the time of weaning, heads; nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg, survival of piglets before weaning, %.

An ultrasonic device renko lean meater digital back-fatback idic, S/N 46080 (USA), was used to measure the thickness of the peak.

The selection index of reproductive qualities of the sow (2) and the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest according to the live weight of the piglets at the time of their birth (3) were calculated according to the following formulas:

$$SIRQS = (6 \times X_1) + \left[ 9.34 \times \left( \frac{X_2}{X_3} \right) \right] \quad (2)$$

where: SIRQS – selection index of reproductive qualities of the sow, score;  $X_1$  – multifertility, hd.;  $X_2$  – weight of the nest of piglets at weaning, kg;  $X_3$  – age at weaning, days (Tsereniuk et al., 2010);

$$IVH_0 = \frac{n}{2.5 - \left( \frac{x_{\max} - x_{\min}}{X} \right)} \quad (3)$$

where:  $IVH_0$  is the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest by the live weight of piglets at the time of their birth, score;  $n$  – multifertility, head; 2.5 – the maximum indicator of live weight of one piglet at the time of birth, kg;  $x_{\max}$  – the live weight of the piglet with the leading indicator in the nest at the time of delivery, kg;  $x_{\min}$  – the live weight of the piglet with the minimum indicator in the nest at the time of delivery, kg;  $X$  is the average live weight of piglets in the nest at the time of delivery (sow fertility), kg (Khalak, 2015);

The feeding and keeping conditions of the sows of the experimental groups were identical and corresponded to zootechnical standards.

The calculation of the value of additional products and biometric indicators (Kovalenko et al., 2010) was carried out according to generally accepted methods using the programmable module “Data Analysis” in Microsoft Excel.

The strength of correlations between features was determined by the Chaddock scale (Sidorova et al., 2003) (Table 1).

**Table 1**

Chaddock's scale for grading the strength of correlation

| The value of the correlation coefficient | Correlation strength |
|------------------------------------------|----------------------|
| 0.1–0.3                                  | Weak                 |
| 0.3–0.5                                  | Moderate             |
| 0.5–0.7                                  | Moderate             |
| 0.7–0.9                                  | High                 |
| 0.9–0.99                                 | Very high            |

### Results and discussion

It was established that the age of reaching a live weight of 100 kg of repair pigs ( $N = 171$ ) is  $192.7 \pm 0.85$  days, the thickness of fatback at the level of 6–7 thoracic vertebra is  $22.5 \pm 0.28$  mm, the thickness of fatback at the middle point the back between the withers and the sacrum is  $17.7 \pm 0.23$  mm, the thickness of the fatback on the sacrum is  $18.5 \pm 0.26$  mm, the length of the trunk is  $116.4 \pm 0.26$  cm. The fertility of sows ( $N = 171$ ) is  $10.6 \pm 0.09$  head, and the weight of the nest at the time of weaning at the age of 28 days – is  $76.7 \pm 0.74$  kg. The BLUP index (maternal line) in sows of the controlled population is equal to  $97.68 \pm 1.531$  points, and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) is  $85.31 \pm 1.107$  points. The indicator “preservation of piglets until weaning at 28 days” ranges from 71.4 to 100 %.

The coefficient of variability of the signs of own productivity of repair pigs and reproductive qualities of sows ranges from 2.98 to 19.80 % (Table 2).

The analysis of data on the reproductive qualities of sows taking into account their intrabreed differentiation according to the BLUP index (maternal line), shows that the difference between the animals of the I and III sub-experimental groups in terms of multifertility is 4.1 piglets per farrowing ( $td = 9.76$ ,  $P < 0.001$ ), the number of piglets at the time of weaning – 2.4 heads ( $td = 9.23$ ,  $P < 0.001$ ), the weight of the nest at the time of weaning at the age of 28 days – 12.0 kg ( $td = 5.40$ ,  $P < 0.001$ ), the selection index reproductive qualities of the sow (SIRQS) – 28.04 points ( $td = 9.73$ ,  $P < 0.001$ ) (Table 3).

In terms of high fertility, the difference between sows in favor of animals of the III group is 0.17 kg ( $td = 7.39$ ,  $P < 0.001$ ), the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest according to the live weight of piglets at the time of their birth ( $IVH_0$ ) is 2.21 score ( $td = 9.20$ ;  $P < 0.001$ ). This shows that sows with the minimum number of piglets at the time of their birth and the leading indicators of live weight are characterized by greater nest homogeneity in terms of the live weight of piglets at the time of their birth. The maximum rate of survival of pig-

lets to weaning at the age of 28 days ( $96.4 \pm 1.13$  %) was also found in sows of the III sub-experimental group.

Taking into account the intrabreed differentiation of animals according to the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS), it was established that the difference between the animals of the I and III sub-experimental groups

in terms of multifertility is equal to 5.6 piglets per farrowing ( $td = 18.42$ ,  $P < 0.001$ ), the number of piglets per weaning time – 3.8 heads ( $td = 18.09$ ,  $P < 0.001$ ), nest weight at the time of weaning at the age of 28 days – 18.8 kg ( $td = 10.74$ ,  $P < 0.001$ ), BLUP index (maternal line) – 36.52 points ( $td = 9.38$ ,  $P < 0.001$ ) (Table 4).

**Table 2**

Indicators of the variability of indicators of the level of adaptation and reproductive qualities of sows of the large white breed,  $N = 171$

| Indicators, units of measurement                                                                    | Biometric indicators    |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|
|                                                                                                     | $\sigma \pm S_{\sigma}$ | $Cv \pm Sc_v, \%$ |
| Age of reaching 100 kg live weight, days                                                            | $11.24 \pm 0.607$       | $5.83 \pm 0.315$  |
| The thickness of the fatback at the level of the 6th-7th thoracic vertebra, mm                      | $3.70 \pm 0.200$        | $16.45 \pm 0.906$ |
| The thickness of the fatback in the middle point of the back between the withers and the sacrum, mm | $3.02 \pm 0.163$        | $17.08 \pm 0.923$ |
| The thickness of the fatback on the sacrum, mm                                                      | $3.42 \pm 0.184$        | $18.41 \pm 0.995$ |
| Body length, cm                                                                                     | $3.46 \pm 0.187$        | $2.98 \pm 0.161$  |
| Multifertility, ch                                                                                  | $2.10 \pm 0.113$        | $19.80 \pm 1.070$ |
| Fertility, kg                                                                                       | $0.10 \pm 0.005$        | $8.73 \pm 0.472$  |
| Number of piglets at the time of weaning, head                                                      | $1.22 \pm 0.065$        | $12.70 \pm 0.686$ |
| Nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg                                        | $9.70 \pm 0.524$        | $12.67 \pm 0.685$ |

**Table 3**

Reproductive qualities of sows of the large white breed of different breeding values, evaluated by the BLUP index (maternal line)

| Indicators, units of measurement                                     | Biometric indicators                      | Gradations of the BLUP index (maternal line) |                   |                   |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                      |                                           | 111.53–165.23                                | 88.00–110.62      | 53.42–84.08       |
|                                                                      |                                           | group                                        |                   |                   |
|                                                                      |                                           | I                                            | II                | III               |
|                                                                      | n                                         | 33                                           | 100               | 38                |
| Multifertility, heads                                                | $X \pm Sx$                                | $12.5 \pm 0.24$                              | $10.8 \pm 0.14$   | $8.4 \pm 0.35$    |
|                                                                      | $\sigma \pm S_{\sigma}$                   | $1.39 \pm 0.171$                             | $1.47 \pm 0.103$  | $2.17 \pm 0.249$  |
|                                                                      | $Cv \pm Sc_v, \%$                         | $11.12 \pm 1.369$                            | $13.61 \pm 0.962$ | $25.83 \pm 2.965$ |
|                                                                      | heads                                     | 31                                           | 56                | 7                 |
| The number of sows of the “elite” class                              | %                                         | 93,93                                        | 56,0              | 18,42             |
|                                                                      | $X \pm Sx$                                | $1.18 \pm 0.011$                             | $1.23 \pm 0.008$  | $1.35 \pm 0.021$  |
|                                                                      | $\sigma \pm S_{\sigma}$                   | $0.06 \pm 0.007$                             | $0.08 \pm 0.005$  | $0.13 \pm 0.014$  |
|                                                                      | $Cv \pm Sc_v, \%$                         | $5.08 \pm 0.625$                             | $6.50 \pm 0.459$  | $9.62 \pm 1.104$  |
| IVH <sub>0</sub> , point                                             | $X \pm Sx$                                | $6.32 \pm 0.143$                             | $5.46 \pm 0.099$  | $4.11 \pm 0.202$  |
|                                                                      | $\sigma \pm S_{\sigma}$                   | $0.82 \pm 0.100$                             | $0.99 \pm 0.070$  | $1.24 \pm 0.141$  |
|                                                                      | $Cv \pm Sc_v, \%$                         | $12.97 \pm 1.597$                            | $18.13 \pm 1.282$ | $30.17 \pm 3.463$ |
|                                                                      | heads                                     | 10.5 ± 0.17                                  | 9.7 ± 0.10        | 8.1 ± 0.20        |
| Number of piglets at the time of weaning, heads                      | $\sigma \pm S_{\sigma}$                   | $1.03 \pm 0.126$                             | $1.05 \pm 0.074$  | $1.24 \pm 0.142$  |
|                                                                      | $Cv \pm Sc_v, \%$                         | $9.80 \pm 1.206$                             | $10.82 \pm 0.765$ | $14.09 \pm 1.617$ |
| Weight of the nest at the time of weaning, at the age of 28 days, kg | $X \pm Sx$                                | $82.2 \pm 1.38$                              | $77.2 \pm 0.84$   | $70.2 \pm 1.75$   |
|                                                                      | $\sigma \pm S_{\sigma}$                   | $7.93 \pm 0.976$                             | $8.43 \pm 0.596$  | $10.78 \pm 1.237$ |
|                                                                      | $Cv \pm Sc_v, \%$                         | $9.64 \pm 1.187$                             | $10.91 \pm 0.771$ | $15.35 \pm 1.762$ |
|                                                                      | Preservation of piglets until weaning, %. | 84.0 ± 1.55                                  | 89.8 ± 0.89       | 96.4 ± 1.13       |
| A selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) score | lim                                       | 81.48–115.08                                 | 59.47–113.05      | 40.54–94.05       |
|                                                                      | $X \pm Sx$                                | $98.10 \pm 1.596$                            | $86.88 \pm 1.024$ | $70.06 \pm 2.40$  |
|                                                                      | $\sigma \pm S_{\sigma}$                   | $9.17 \pm 1.129$                             | $10.24 \pm 0.724$ | $14.79 \pm 1.698$ |
|                                                                      | $Cv \pm Sc_v, \%$                         | $9.34 \pm 1.150$                             | $11.78 \pm 0.833$ | $21.11 \pm 2.423$ |

The maximum indicator of high fertility ( $1.38 \pm 0.018$  kg) and the minimum value of the index of sow nest alignment (homogeneity) according to the live weight of piglets at the time of their birth (IVH<sub>0</sub>) ( $3.52 \pm 0.128$  points) were found in sows of the III sub-experimental group.

The coefficient of variation ( $Cv, \%$ ) of the reproductive qualities of sows of the large white breed of different breeding value, assessed by the BLUP index (maternal line) and the selection index of the reproductive qualities

of the sow (SIRQS) ranges from  $5.08 \pm 0.625$  to  $25.83 \pm 2.965$  %.

The results of the calculation of the pairwise correlation coefficients between the characteristics of the own productivity of repair pigs, the reproductive qualities of sows, the BLUP index (maternal line), and the selection index of the reproductive qualities of the sow (SIRQS) are shown in Table 5.

**Table 4**

Reproductive qualities of sows of the large white breed of different breeding values, evaluated by the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS), score

| Indicators, units of measurement                                     | Biometric indicators   | Gradations of the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS), score |                   |                   |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                      |                        | 95.03–115.08                                                                          | 76.27–94.94       | 40.54–75.61       |
|                                                                      |                        | <i>Group</i>                                                                          |                   |                   |
|                                                                      |                        | I                                                                                     | II                | III               |
|                                                                      | n                      | 38                                                                                    | 99                | 34                |
| Multifertility, heads                                                | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 13.1 $\pm$ 0.16                                                                       | 10.7 $\pm$ 0.08   | 7.5 $\pm$ 0.26    |
|                                                                      | $\sigma \pm S\sigma$   | 0.99 $\pm$ 0.113                                                                      | 0.88 $\pm$ 0.062  | 1.52 $\pm$ 0.184  |
|                                                                      | $Cv \pm Scv, \%$       | 7.55 $\pm$ 0.866                                                                      | 8.22 $\pm$ 0.584  | 20.26 $\pm$ 2.458 |
| The number of sows of the “elite” class                              | <i>heads</i>           | 38                                                                                    | 56                | 0                 |
|                                                                      | <i>%</i>               | 100,0                                                                                 | 56,56             | 0                 |
|                                                                      |                        |                                                                                       |                   |                   |
| Fertility, kg                                                        | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 1.17 $\pm$ 0.010                                                                      | 1.22 $\pm$ 0.078  | 1.38 $\pm$ 0.018  |
|                                                                      | $\sigma \pm S\sigma$   | 0.07 $\pm$ 0.008                                                                      | 0.07 $\pm$ 0.004  | 0.10 $\pm$ 0.012  |
|                                                                      | $Cv \pm Scv, \%$       | 5.98 $\pm$ 0.686                                                                      | 5.73 $\pm$ 0.407  | 7.24 $\pm$ 0.878  |
| IVH <sub>0</sub> , point                                             | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 6.70 $\pm$ 0.135                                                                      | 5.42 $\pm$ 0.063  | 3.52 $\pm$ 0.128  |
|                                                                      | $\sigma \pm S\sigma$   | 0.83 $\pm$ 0.095                                                                      | 0.63 $\pm$ 0.044  | 0.75 $\pm$ 0.091  |
|                                                                      | $Cv \pm Scv, \%$       | 12.38 $\pm$ 1.421                                                                     | 11.62 $\pm$ 0.825 | 21.30 $\pm$ 2.584 |
| Number of piglets at the time of weaning, head                       | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 10.8 $\pm$ 0.14                                                                       | 9.7 $\pm$ 0.08    | 7.0 $\pm$ 0.17    |
|                                                                      | $\sigma \pm S\sigma$   | 0.86 $\pm$ 0.098                                                                      | 0.86 $\pm$ 0.061  | 1.02 $\pm$ 0.123  |
|                                                                      | $Cv \pm Scv, \%$       | 7.96 $\pm$ 0.913                                                                      | 8.86 $\pm$ 0.629  | 14.57 $\pm$ 1.768 |
| Weight of the nest at the time of weaning, at the age of 28 days, kg | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 84.2 $\pm$ 1.03                                                                       | 77.6 $\pm$ 0.76   | 65.4 $\pm$ 1.42   |
|                                                                      | $\sigma \pm S\sigma$   | 6.37 $\pm$ 0.731                                                                      | 7.61 $\pm$ 0.540  | 8.28 $\pm$ 1.004  |
|                                                                      | $Cv \pm Scv, \%$       | 7.56 $\pm$ 0.867                                                                      | 9.80 $\pm$ 0.696  | 12.66 $\pm$ 1.536 |
| Preservation of piglets until weaning, %                             | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 82.4 $\pm$ 1.18                                                                       | 90.6 $\pm$ 0.86   | 93.3 $\pm$ 1.00   |
|                                                                      | <i>lim</i>             | 90.47–165.23                                                                          | 56.61–146.90      | 53.42–106.78      |
|                                                                      |                        |                                                                                       |                   |                   |
| BLUP index (maternal line), score                                    | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | 115.17 $\pm$ 2.914                                                                    | 97.51 $\pm$ 1.600 | 78.65 $\pm$ 2.579 |
|                                                                      | $\sigma \pm S\sigma$   | 17.96 $\pm$ 2.061                                                                     | 15.92 $\pm$ 1.131 | 15.04 $\pm$ 1.825 |
|                                                                      | $Cv \pm Scv, \%$       | 15.59 $\pm$ 1.789                                                                     | 16.32 $\pm$ 1.159 | 19.12 $\pm$ 2.320 |

**Table 5**

Coefficient of pairwise correlation between features of own performance of repair pigs, reproductive qualities of sows, BLUP index (maternal line), and selection index of reproductive qualities of sows (SIRQS)

| Feature                                                                     |          | Biometric indicators   |           | Correlation strength |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------|-----------|----------------------|
| <i>x</i>                                                                    | <i>y</i> | $r \pm Sr$             | <i>tr</i> |                      |
| <i>BLUP index (maternal line), score</i>                                    | 1        | -0.113 $\pm$ 0.0755    | 1.49      | Weak                 |
|                                                                             | 2        | 0.040 $\pm$ 0.0764     | 0.53      | -                    |
|                                                                             | 3        | -0.379 $\pm$ 0.0655*** | 5.79      | Moderate             |
|                                                                             | 4        | -0.228 $\pm$ 0.0725**  | 3.14      | Weak                 |
|                                                                             | 5        | -0.296 $\pm$ 0.0698*** | 4.24      | Weak                 |
|                                                                             | 6        | 0.665 $\pm$ 0.0427***  | 15.56     | Noticeable           |
|                                                                             | 7        | -0.514 $\pm$ 0.0563*** | 9.13      | Noticeable           |
|                                                                             | 8        | 0.614 $\pm$ 0.0477***  | 12.87     | Noticeable           |
|                                                                             | 9        | 0.478 $\pm$ 0.0590***  | 8.10      | Moderate             |
|                                                                             | 10       | 0.424 $\pm$ 0.0628***  | 6.75      | Moderate             |
|                                                                             | 11       | 0.445 $\pm$ 0.0614***  | 7.25      | Moderate             |
| <i>A selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) score</i> | 1        | -0.158 $\pm$ 0.0746*   | 2.11      | Weak                 |
|                                                                             | 2        | -0.010 $\pm$ 0.0765    | 0.13      | -                    |
|                                                                             | 3        | 0.040 $\pm$ 0.0764     | 0.52      | -                    |
|                                                                             | 4        | -0.070 $\pm$ 0.0761    | 0.92      | -                    |
|                                                                             | 5        | 0.018 $\pm$ 0.0765     | 0.23      | -                    |
|                                                                             | 6        | 0.985 $\pm$ 0.0022***  | 446.98    | Very high            |
|                                                                             | 7        | -0.714 $\pm$ 0.0375*** | 19.04     | High                 |
|                                                                             | 8        | 0.933 $\pm$ 0.0099***  | 93.95     | Very high            |
|                                                                             | 9        | 0.757 $\pm$ 0.0327***  | 23.13     | High                 |
|                                                                             | 10       | 0.681 $\pm$ 0.041***   | 16.60     | Noticeable           |
|                                                                             | 11       | -0.576 $\pm$ 0.0511*** | 11.27     | Noticeable           |

Notes: 1 – age of reaching 100 kg live weight, days; 2 – body length, cm; 3 – fatback thickness at the level of 6–7 thoracic vertebrae, mm; 4 – fatback thickness on the sacrum, mm; 5 - fatback thickness in the middle point of the back, mm; 6 – fertility, hd.; 7 – high fertility, kg; 8 – index of evenness (homogeneity) of the sow's nest according to the live weight of piglets at the time of their birth (IVG<sub>0</sub>), score; 9 – the number of piglets at the time of weaning, heads; 10 – nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg; 11 – preservation, %; \*\* – P < 0.01, \*\*\* – P < 0.001



Studies have shown that the correlation coefficient ranges from  $-0.714$  ( $tr = 19.04$ ) to  $+0.985$  ( $tr = 446.98$ ). The number of reliable correlations between the signs of own productivity of repair sows, reproductive qualities of sows, and the BLUP index (maternal line), and therefore the selection index of reproductive qualities of the sow

(SIRQS) is 81.81 and 63.63%, respectively.

The results of calculating the economic efficiency of using sows of different breeding values, assessed by the BLUP method (maternal line) and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS), are shown in Table 6.

**Table 6**

The economic efficiency of using sows of different breeding values, evaluated by the BLUP method (maternal line) and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS)

| Group                                                                                                           | n   | Nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg | Increase in additional products, % | Cost of additional products, UAH / USD / head.* |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| General selection                                                                                               | 171 | $76.7 \pm 0.74$                                              | -                                  | -                                               |
| <i>intrabreed differentiation according to the BLUP index (maternal line)</i>                                   |     |                                                              |                                    |                                                 |
| III                                                                                                             | 38  | $70.2 \pm 1.75$                                              | -8.47                              | -304.03 / -7.69                                 |
| II                                                                                                              | 100 | $77.2 \pm 0.84$                                              | +0.50                              | +17.94 / +0.45                                  |
| I                                                                                                               | 33  | $82.2 \pm 1.38$                                              | +6.69                              | +240.14 / +6.07                                 |
| <i>intrabreed differentiation according to the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS)</i> |     |                                                              |                                    |                                                 |
| III                                                                                                             | 34  | $65.4 \pm 1.42$                                              | -14.73                             | -528.74 / -13.38                                |
| II                                                                                                              | 99  | $77.6 \pm 0.76$                                              | +1.15                              | +41.27 / +1.04                                  |
| I                                                                                                               | 38  | $84.2 \pm 1.03$                                              | +8.90                              | +319.47 / +8.08                                 |

Note: \* – the average selling price of young pigs to processing enterprises is 62.4 UA hryvnias or 1.57 US dollars per 1 kg of live weight

Calculations of the economic efficiency of the research results show that the maximum increase in additional production was obtained from sows of the first experimental group of intrabreed differentiation according to the BLUP index (maternal line) (+6.69 %). According to the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) (+8.90 %): it costs +240.14 – +319.47 UAH or +6.07 – +8.08 US dollars, obtained from 1 animal for one farrowing.

## Conclusions

It was established that repair pigs of the large white breed of the controlled population belong to the elite class according to their productivity (age of reaching a live weight of 100 kg, days; fatback thickness at the level of 6–7 thoracic vertebrae, mm).

The maximum indicators of multiple fertility ( $12.5 \pm 0.24 - 13.1 \pm 0.16$  heads), the number of piglets at the time of weaning ( $10.5 \pm 0.17 - 10.8 \pm 0.14$  heads), and nest weight at the time of weaning at the age of 28 days ( $82.2 \pm 1.38 - 84.2 \pm 1.03$  kg) sows of the first experimental group of intrabreed differentiation were characterized by the BLUP index (maternal line) and by the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS). The maximum indicator of high fertility ( $1.35 \pm 0.021 - 1.38 \pm 0.018$  kg) and the minimum value of the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest by live weight of piglets at the time of their birth (IVH<sub>0</sub>) ( $4.11 \pm 0.202 - 3.52 \pm 0.128$  score) was found in sows of the III sub-experimental group.

The coefficient of variation (Cv, %) of the reproductive qualities of sows of the large white breed of different breeding value, assessed by the BLUP index (maternal line) and the selection index of the reproductive qualities of the sow (SIRQS) ranges from  $5.08 \pm 0.625$  to  $25.83 \pm 2.965$  %.

The coefficient of pairwise correlation (r) between the characteristics of own productivity of repair pigs, reproductive qualities of sows, the BLUP index (maternal line), and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) ranges from  $-0.714$  ( $tr = 19.04$ ) to  $+0.985$  ( $tr = 446.98$ ).

The use of sows of high breeding value, evaluated according to the BLUP index (maternal line) and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) (I sub-experimental group), provides additional production at the level of +6.69 – +8.08 %, and its value is +240.14 – +319.47 UAH or +6.07 – +8.08 US dollars

The criterion for selecting highly productive animals of controlled populations according to the BLUP index (maternal line) is an indicator of 111.53–165.23 points, and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) is 95.03–115.08 points.

## Conflict of interest

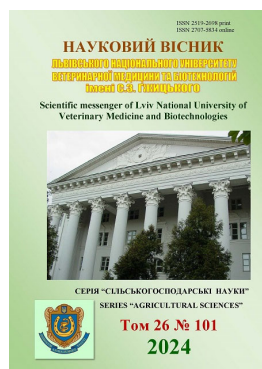
The authors declare no conflict of interest.

## References

- Ahapova, Ye. M., & Susol, R. L. (2015). Generalization of the breeding and technological bases of the creation and practical use of the promising genotype of pigs of the Odesa region. Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region, 2(2), 63–70.
- Akimov, O. V. (2010). Intensity of growth of purebred and purebred young pigs. Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region, 1(52), 131–135.
- Getya, A., Nagy, I., Berezovskyy, M., Kodak, O., Farkas, J., & Szaby, C. (2010). Estimation of genetic trend for the back fatback depth of pigs of Large White breed in two Ukrainian pedigree 12 farm. Proceeding of the 18th International Symposium "Animal Science Days". 21–24 Sept. Kaposvar, 214.

- Hryshyna, L. P., & Fesenko, O. H. (2015). The efficiency of using a specialized type of pig for crossbreeding and hybridization. *Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2(84), 40–47.
- Instructions on the sounding of pigs; Instructions for keeping pedigree records in pig breeding. Kyiv: “Kyiv University”, 2003. 64 p.
- Khalak, V. I. (2015). Mathematical models for determining the alignment of the nest of sows and their zootechnical assessment. *Bioresources and nature management*, 7(1-2), 103–109.
- Khalak, V. I., Gutyj, B. V., Il'chenko, M. O., & Smyslov, S. U. (2021). Variability and associative relationship of some biochemical indicators of blood serum and physical-chemical properties of Large White breed stores' muscle tissue. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 152–157. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.18.
- Khalak, V., & Gutyj, B. (2020). Signs of reproductive qualities of sows of different types of adaptation, their variability and correlation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 22(92), 35–41. DOI: 10.32718/nvlvet-a9207.
- Khalak, V., Bankovska, I., & Gutyj, B. (2022). Pig biology: serum enzymes and their correlation with physicochemical properties and chemical composition of muscle tissue. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 92–98. DOI: 10.32718/nvlvet-a9716.
- Khalak, V., Dudchak, I., Gutyj, B., Stadnytska, O., Vakulik, V., Pundiak, T., Zmiia, M., Slepokura, O., Bordun, O., & Smyslov, S. (2021). Some biochemical indicators of serum, fattening, and meat quality of young pigs of different classes of distribution according to the Sazer-Fredin index. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(7), 6–13. DOI: 10.15421/2021\_236.
- Khalak, V., Gutyj, B., & Bordun, O. (2022). Innovative methods of evaluation of sows by indicators of reproductive qualities and criteria for their selection by some multicomponent mathematical models. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 70–77. DOI: 10.32718/nvlvet-a9609.
- Khalak, V., Gutyj, B., & Denysiuk, O. (2022). Some parameters of the interior and productivity of young beef cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 131–138. DOI: 10.32718/nvlvet-a9618.
- Khalak, V., Gutyj, B., Bordun, O., Stadnytska, O., & Ilchenko, M. (2021). The biochemical indicators of blood serum and their relationship with fattening and meat qualities of young swine of different inbreed differentiation according to the sazer-fredin index. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXIV(2), 70–75. URL: [https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2021/issue\\_2/Art9.pdf](https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2021/issue_2/Art9.pdf).
- Khalak, V., Gutyj, B., Il'chenko, M., Shostya, A., Usenko, S., & Petulko, P. (2022). Efficiency of using some polycomponent mathematical models of selection indices for evaluation of young pigs for fattening and meat qualities. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 197–204. DOI: 10.31210/visnyk2022.02.23.
- Khalak, V., Gutyj, B., Stadnytska, O., Shuvar, I., Balkovskiy, V., Korpita, H., Shuvar, A., & Bordun, O. (2021). Breeding value and productivity of sows of the Large White breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 319–324. DOI: 10.15421/2021\_48.
- Koivula, M., Strandén, I., Su, G., & Mäntysaari, E. (2012). Different methods to calculate genomic predictions – Comparisons of BLUP at the single nucleotide polymorphism level (SNP-BLUP), BLUP at the individual level (G-BLUP), and the onestep approach (H-BLUP). *Journal of dairy science*, 95(7), 4065–4073. DOI: 10.3168/jds.2011-4874.
- Kovalenko, V. P., Khalak, V. I., Nezhlukchenko, T. I., & Papakina, N. S. (2010). Biometric analysis of the variability of traits of agricultural animals and poultry. Educational manual on the genetics of agricultural animals. Kherson: Oldi.
- Kramarenko, S., Lugovoy, S., Lykhach, A., Kramarenko, A., Lykhach, V., & Slobodanyk, A. (2019). Effect of genetic and non-genetic factors on the reproduction traits in Ukrainian Meat sows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(90), 3–8. DOI: 10.32718/nvlvet-a9001.
- Kremez, M., Povod, M., Mykhalko, O., Susol, R., Trybrat, R., Onishenko, L., Kravchenko, O., Verbelchuk, T., & Sherbyna, O. (2022). Reproductive characteristics of pigs of Irish selection and manifestation of different forms of heterosis by different methods of breeding in modern conditions of industrial pork production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 78–88. DOI: 10.32718/nvlvet-a9610.
- Martyniuk, I. M., Tsereniuk, O. M., & Akimov, O. V. (2019). Fertility and multiple fertility of sows depending on the frequency of insemination in different seasons. *Scientific and technical bulletin of the Animal Husbandry Institute of the National Academy of Sciences*, 121, 156–162. DOI: 10.32900/2312-8402-2019-121-156-162.
- Nebylytsia, M. S. (2013). Evaluation of pigs by the BLUP method in breeding farms of the Cherkasy region. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 110–113.
- Povod, M., Mykhalko, O., Gutyj, B., Mironenko, O., Verbelchuk, S., Koberniuk, V., & Tkachuk, O. (2022). Dependence of the microclimate parameters of the pig house on different frequency of manure pits emptying and outdoor temperature. *Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”*, 22(4), 603–616. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22\\_4/Art65.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22_4/Art65.pdf).
- Povod, M., Mykhalko, O., Povochnikov, M., Gutyj, B., Koberniuk, V., Shuplyk, V., Ievstafieva, Y., & Buchkovska, V. (2022). Efficiency of using high-protein sunflower meal instead of soybean meal in feeding of growing piglets. *Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”*, 22(4), 595–602. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22\\_4/Art64.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22_4/Art64.pdf).

- Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Gutyj, B., Borshchenko, V., & Koberniuk, V. (2023). Productivity of sows, growth of piglets and fattening qualities of pigs at different durations of the suckling period. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*, 23(1), 649–658. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23\\_1/Art68.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art68.pdf).
- Sameliuk, Y., Kaplaushenko, A., Nedorezaniuk, N., Ostretsova, L., Diakova, F. & Gutyj, B. (2022). Prospects for the search for new biologically active compounds among the derivatives of the heterocyclic system of 1,2,4-triazole. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy* 42 (3), 175–186. DOI: 10.52794/hujpharm.1019625.
- Sidorova, A. V., Leonova, N. V., Masich, L. A., Skorobagatova, N. V. & Shamileva, L. L. (2003). *Practicum on the theory of statistics*. Donetsk: Donetsk National University.
- Simonov, M., Stronskyi, I., Salata, V., Stronskyi, Y., Kladnytska, L., Kukhtyn, M., Tomchuk, V., Kozytska, T., & Tokarchuk, T. (2022). The effect of transportation and pre-slaughter detention on quality of pig meat. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 80–91. DOI: 10.5219/1699.
- Tsereniuk, O. M., Akimov, O. V., Babich, M., & Kropivets-Domanska, K. (2021). Analysis of the reproductive qualities of Landrace and Welsh pigs in subjects of the breeding business of Ukraine. *Scientific and technical bulletin of the Animal Husbandry Institute of the National Academy of Sciences*, 125, 227–237. DOI: 10.32900/2312-8402-2021-125-227-237.
- Tsereniuk, O. M., Khvatov, F. I., & Stryzhak, T. A. (2010). Effectiveness of breeding and evaluation indices of maternal productivity of pigs. *Scientific and technical bulletin of the National Academy of Sciences*, 102, 173–183.
- Vashchenko, P. A., Balatsky, V. N., & Pochernyaev, K. F. (2015). Using the BLUP model with the inclusion of DNA markers to evaluate pigs. *Zootechnical science of Belarus: Collection of scientific papers. Zhodino*, 50(1), 43–50.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10118  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 637.5:665.221

## The fatty acid composition of lamb makes it a valuable raw material for the meat processing industry

L. P. Mykolaichuk<sup>1</sup>, O. V. Lesnovskay<sup>1</sup>, R. A. Sanzhara<sup>1</sup>, O. M. Pokhyl<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, D. O. Dochkin<sup>1</sup>,  
R. V. Mylostyvyi<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 22.07.2024

Received in revised form

26.08.2024

Accepted 27.08.2024

**Mykolaichuk, L. P., Lesnovskay, O. V., Sanzhara, R. A., Pokhyl, O. M., Gutyj, B. V., Dochkin, D. O., & Mylostyvyi, R. V. (2024). The fatty acid composition of lamb makes it a valuable raw material for the meat processing industry. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 26(101), 109–112. doi: 10.32718/nvlvet-a10118**

Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
S. Efremov Str., 25, Dnipro,  
49600, Ukraine.  
Tel.: +38-097-280-88-19  
E-mail: mylostyvyi.r.v@dsau.dp.ua

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Lamb holds a significant position in the food industry due to its nutritional properties and diverse flavour profiles. It serves as a source of high-quality protein, vitamins, and minerals, making it a valuable food product. In recent years, there has been a growing interest in the fatty acid composition of meat, particularly concerning their impact on human health. The primary aim of this study was to evaluate the fatty acid composition of lamb meat produced from the crossbreeding of Romanov sheep with Hisar rams. To achieve this, the research involved producing ram lambs of two genotypes: Romanov × Romanov (control group) and Romanov × Hisar (experimental group). The fatty acid profiles of the meat were analysed using gas chromatography following standard extraction and methylation procedures. The study revealed that the meat of crossbred lambs contains a higher level of unsaturated fatty acids compared to purebred lambs. Specifically, the crossbred lambs showed an increase in oleic acid by 1.79 % (24.59 % vs. 22.80 %), linoleic acid by 0.54 % (3.63 % vs. 3.09 %), and gondoic acid by 0.32 % (0.76 % vs. 0.44 %) ( $P < 0.05$ ). This enhancement contributes to improved meat quality. Among saturated fatty acids, the content of palmitic acid increased by 0.85 % (24.20 % vs. 23.35 %), while stearic acid rose by 0.34 % (21.55 % vs. 21.21 %) in crossbred lambs. The ratio of saturated to unsaturated fatty acids in the control group was 1.66, indicating a predominance of saturated fatty acids, whereas in the experimental group, this ratio was 1.55, suggesting an improvement in favour of unsaturated fatty acids. Moreover, the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids was 3.75 in the control group and 3.50 in the experimental group. Although both values are within the normal range, the slight decrease in the experimental group indicates a better balance between these fatty acids, which may be beneficial for health. These results highlight the significance of selective breeding strategies for enhancing the nutritional value of meat, which is crucial for both producers and consumers. Future research could focus on further optimising crossbreeding methods to increase the beneficial fatty acid profiles in lamb meat, exploring the impact of different diets on fatty acid composition, and assessing consumer preferences related to meat quality attributes.

**Key words:** crossbreeding of sheep, lamb meat, fatty acids, omega-6/omega-3 ratio, meat quality.

### Introduction

Lamb meat is highly valued for its nutritional properties, particularly its unique fatty acid profile, which plays a key role in human health. The fatty acid composition of lamb meat is influenced by several factors, including breed, diet, and environmental conditions (Skliarov et al., 2020). Recent research has shown that genetic factors, such as breed, have a

significant impact on the concentration of saturated (SFA), monounsaturated (MUFA), and polyunsaturated fatty acids (PUFA) in lamb meat, which in turn affects the meat's nutritional and organoleptic qualities (Lu et al., 2022).

Breed-specific differences are particularly important when optimizing lamb meat production for both local and global markets (Fernandez-Turren et al., 2020; Ding et al., 2024). Studies over the past five years have highlighted



the role of traditional and indigenous breeds in maintaining a higher PUFA content compared to commercial breeds, which are often selected for faster growth and higher carcass yield. For example, [Merican et al. \(2022\)](#) reported that native Mediterranean breeds exhibit a higher concentration of omega-3 fatty acids compared to crossbred or intensively reared lambs. Similar findings have been observed in breeds from other regions, where local adaptation to grazing systems leads to differences in intramuscular fat composition ([Ke et al., 2023](#)).

Moreover, the growing demand for high-quality, sustainable meat products has brought attention to the importance of breed selection in lamb farming. With increasing consumer awareness of the health benefits of omega-3 and omega-6 fatty acids, breeds that naturally produce meat with a favourable fatty acid profile are becoming more attractive for niche markets. Recent studies support this trend, suggesting that certain breeds are better suited for producing healthier meat products without compromising on yield or meat quality ([Skliarov et al., 2021](#); [Ponnampalam et al., 2024](#)).

Studies have confirmed that an effective method for increasing lamb production volumes, as well as improving its quality indicators, is the use of two-breed and three-breed commercial crossbreeding of ewes of different breeds with rams of intensive meat breeds. Crossbred animals, produced as a result of such crossbreeding, generally show higher meat performance due to the heterosis effect compared to their purebred counterparts ([Vargas Jurado et al., 2022](#)). Additionally, crossbred young animals tend to grow more intensively, and their live weight is usually greater ([Esfandyari et al., 2015](#); [Assan et al., 2024](#)).

### The aim of the study

Thus, the study of the fatty acid composition of meat of Romanov lambs and meat of lambs obtained from crossing the Romanov breed with the Hisar breed was the aim of our research.

### Materials and Methods

The study on the crossbreeding of Romanov ewes with Hisar breed rams was conducted at Terra Rich LLC in the Pology district, Zaporizhzhia region. Ram lambs of two genotypes were produced: Romanov × Romanov (control group) and Romanov × Hisar (experimental group). Meat productivity was evaluated through the control slaughter of 8-month-old ram lambs (five from each group), following standard procedures ([Pokhyl & Mykolajchuk, 2020](#)).

The fatty acid composition of muscle tissue was determined using gas chromatography, based on the methodology described by [Mylostyvyi et al. \(2021\)](#). Lipids were extracted using a chloroform-methanol solution (2:1, v/v), followed by methylation of the fatty acids to form fatty acid methyl esters (FAMES). FAMES were analyzed using gas chromatography (GC) with a flame ionization detector (FID) on a DB-23 capillary

column. The injector and detector were set to 250°C, with the column temperature programmed to rise from 130°C to 230°C at 2°C per minute, using helium as the carrier gas. Fatty acids were identified by comparing retention times with known standards, and their concentrations were calculated from peak areas. This method enabled the identification and quantification of saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids.

### Results

When evaluating the nutritional value of meat, a crucial indicator is the fatty acid composition of its lipid fraction. Fat affects the energy value and taste properties of meat, contributing to its tenderness and juiciness. At the same time, the quality of fat depends on the ratio of individual fatty acids and the degree of their saturation. Disruption of the optimal ratio between saturated and unsaturated fatty acids leads to metabolic changes, which subsequently deteriorate the quality of the product.

The presence and ratio of fatty acids in muscle tissue primarily determine the flavour and aroma of the meat and significantly influence its organoleptic properties and technological qualities as a raw material. The results of the fatty acid composition analysis of muscle tissue from ram lambs of different genotypes are presented in [Table 1](#).

The analysis of the fatty acid composition shows that the amount of unsaturated fatty acids in the meat of crossbred lambs exceeds that of Romanov purebred lambs by 3.25 %. Additionally, the meat of the crossbred lambs contains 1.79 %, 0.54 %, and 0.32 % more oleic, linoleic, and gondoic acids ( $P < 0.05$ ), respectively. The increased content of unsaturated fatty acids indicates an improvement in the meat quality of the crossbred lambs.

Among the saturated fatty acids, the major components in both genotypes were stearic and palmitic acids, which play a key role in meat consistency. Their content in crossbred lambs was 21.55 % and 24.20 %, compared to 21.21 % and 23.35 % in purebred Romanov lambs. Crossbreeding Romanov ewes with Hisar breed rams resulted in an increase in palmitic acid content by 0.85 % ( $P < 0.05$ ) and stearic acid content by 0.34 %. This crossbreeding approach contributed to an overall improvement in the quality of meat in the crossbred lambs.

The results indicate that the ratio of saturated to unsaturated fatty acids in the control group was approximately 1.66, reflecting a higher content of saturated fatty acids compared to unsaturated ones. In contrast, the experimental group exhibited a ratio of 1.55, suggesting a slight improvement in favour of unsaturated fatty acids. This lower ratio in the experimental group may indicate an enhancement in meat quality, as unsaturated fatty acids are generally regarded as more beneficial for health. Regarding the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids, it was 3.72 in the control group and 3.50 in the experimental group. Although both values are low, indicating a dominance of omega-6 fatty acids, the slight increase in the experimental group suggests a better balance between these fatty acids.

**Table 1**

Fatty acid composition of the muscle tissue of lambs of different genotypes, %

| Fatty acid                       | Group        |               |
|----------------------------------|--------------|---------------|
|                                  | control      | experimental  |
| Unsaturated fatty acids          |              |               |
| Myristoleic acid (C14:1)         | 0.19 ± 0.01  | 0.20 ± 0.02   |
| Palmitoleic acid (C16:1)         | 1.58 ± 0.17  | 1.92 ± 0.21   |
| Heptadecenoic acid (C17:1)       | 0.57 ± 0.05  | 0.61 ± 0.07   |
| Oleic acid (C18:1)               | 22.80 ± 0.19 | 24.59 ± 0.23* |
| Linoleic acid (C18:2 ω6)         | 3.09 ± 0.10  | 3.63 ± 0.12*  |
| Linolenic acid (C18:3 ω3)        | 0.78 ± 0.07  | 0.97 ± 0.09   |
| Arachidonic acid (C20:4 ω6)      | 0.40 ± 0.06  | 0.40 ± 0.05   |
| Eicosapentaenoic acid (C20:5 ω3) | 0.20 ± 0.01  | 0.23 ± 0.02   |
| Eicosadienoic acid (C20:2 ω6)    | 0.16 ± 0.01  | 0.17 ± 0.01   |
| Gondoic acid (C20:1 ω9)          | 0.44 ± 0.06  | 0.76 ± 0.09*  |
| Erucic acid (C22:1 ω9)           | 0.11 ± 0.03  | 0.09 ± 0.02   |
| Total unsaturated FA             | 30.32        | 33.57         |
| Saturated fatty acids            |              |               |
| Arachidic acid (C20:0)           | 0.22 ± 0.04  | 0.20 ± 0.03   |
| Capric acid (C10:0)              | 0.17 ± 0.06  | 0.19 ± 0.10   |
| Lauric acid (C12:0)              | 0.36 ± 0.11  | 0.38 ± 0.13   |
| Myristic acid (C14:0)            | 2.29 ± 0.07  | 2.51 ± 0.11*  |
| Pentadecanoic acid (C15:0)       | 0.67 ± 0.09  | 0.77 ± 0.10   |
| Palmitic acid (C16:0)            | 23.35 ± 0.13 | 24.20 ± 0.16* |
| Margaric acid (C17:0)            | 2.19 ± 0.13  | 2.37 ± 0.14   |
| Stearic acid (C18:0)             | 21.21 ± 0.24 | 21.55 ± 0.26  |
| Total saturated FA               | 50.46        | 52.17         |

Note: \* P < 0.05

An optimal ratio of omega-3 to omega-6 is essential for human health, as excess omega-6 can contribute to inflammatory processes. Therefore, the findings suggest that crossbreeding Romanov ewes with Hisar breed rams can lead to improved meat quality by increasing the proportion of unsaturated fatty acids and improving the omega-6 to omega-3 ratio.

## Discussion

The results of this study demonstrate significant differences in the fatty acid composition of meat from Romanov lambs compared to crossbred lambs obtained from the Romanov and Hisar breeds. The increased concentration of unsaturated fatty acids in the meat of crossbred lambs (30.32 % in the control group versus 33.57 % in the experimental group) indicates an enhancement in the nutritional quality of the meat. This finding aligns with recent research emphasizing the health benefits associated with higher levels of unsaturated fatty acids, particularly oleic, linoleic, and gondoic acids, which have been shown to improve cardiovascular health and reduce inflammation (Kim et al., 2023; Jackson et al., 2024).

Moreover, the ratio of saturated to unsaturated fatty acids is a critical aspect of meat quality. The observed ratios of 1.66 for the control group and 1.55 for the experimental group suggest a shift towards a healthier profile in the crossbred lambs, where a lower ratio is often associated with better nutritional quality (Belhaj et al., 2020). These findings are supported by recent studies that indicate the importance of breed selection in enhancing meat quality traits, specifically in relation to fatty acid composition (Zhou et al., 2022).

The omega-6 to omega-3 fatty acid ratio also reflects the nutritional potential of the meat. The slight decrease from 3.72 in the control group to 3.50 in the experimental group is noteworthy, considering that a lower ratio between these fatty acids is beneficial for reducing the risk of chronic diseases associated with excessive omega-6 consumption (Jackson et al., 2024). While both ratios are still considered low, the trend towards improvement is promising and suggests that crossbreeding may help address the growing consumer demand for healthier meat options.

In addition, the improvement in the fatty acid profile as a result of crossbreeding can be attributed to the genetic diversity introduced by incorporating the Hisar breed. This aligns with previous research that highlights the benefits of hybrid vigour and the positive impacts of crossbreeding on growth performance and meat quality (Wang et al., 2021; Song et al., 2022). The findings support the hypothesis that selective breeding strategies can play a pivotal role in enhancing the overall quality of lamb meat.

Overall, the study underscores the importance of fatty acid composition in determining the nutritional value of lamb meat and suggests that crossbreeding Romanov ewes with Hisar breed rams may yield not only higher quantities but also improved quality of meat, making it a valuable strategy for lamb producers looking to meet evolving market demands.

## Conclusion

The study of the fatty acid composition of Romanov lambs and hybrids with Hisar breed sheep demonstrated that the meat of the hybrids has a higher content of

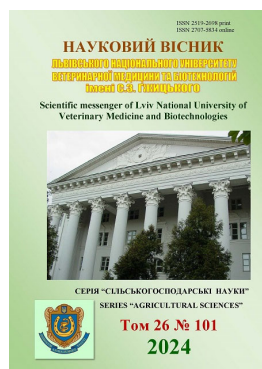
unsaturated fatty acids, enhancing its nutritional properties. The hybrid group exhibited a more favourable saturated-to-unsaturated fatty acid ratio, indicating a healthier fat profile. Additionally, there was a slight improvement in the omega-6 to omega-3 fatty acid ratio, which further contributes to the meat's nutritional quality. These findings underscore the significance of genetic selection and crossbreeding in improving the quality characteristics of meat products, meeting the growing demand for healthier and more nutritious options in the meat industry. Therefore, developing effective breeding strategies could significantly enhance the competitiveness of meat producers in the market.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

### References

- Assan, N., Muteyo, E., Masama, E., Mafigu, T., & Mujati, T. (2024). Crossbreeding and its implication for small-scale animal agriculture in Africa: Outcomes, both positive and negative, and future prospects. *Advances in Modern Agriculture*, 5(2), 2362. DOI: 10.54517/ama.v5i2.2362.
- Belhaj, K., Mansouri, F., Benmoumen, A., Sindic, M., Fauconnier, M.-L., Boukharta, M., Serghini, C. H., & Elamrani, A. (2020). Fatty acids, health lipid indices, and cholesterol content of sheep meat of three breeds from Moroccan pastures. *Archives Animal Breeding*, 63(2), 471–482. DOI: 10.5194/aab-63-471-2020.
- Ding, W., Lu, Y., Xu, B., Chen, P., Li, A., Jian, F., Yu, G., & Huang, S. (2024). Meat of Sheep: Insights into Mutton Evaluation, Nutritive Value, Influential Factors, and Interventions. *Agriculture*, 14(7), 1060. DOI: 10.3390/agriculture14071060.
- Esfandyari, H., Sørensen, A. C., & Bijma, P. (2015). Maximizing crossbred performance through purebred genomic selection. *Genetics Selection Evolution*, 47(1), 16. DOI: 10.1186/s12711-015-0099-3.
- Fernandez-Turren, G., Repetto, J. L., Arroyo, J. M., Pérez-Ruchel, A., & Cajarville, C. (2020). Lamb Fattening Under Intensive Pasture-Based Systems: A Review. *Animals*, 10(3), 382. DOI: 10.3390/ani10030382.
- Jackson, K. H., Harris, W. S., Belury, M. A., Kris-Etherton, P. M., & Calder, P. C. (2024). Beneficial effects of linoleic acid on cardiometabolic health: an update. *Lipids in Health and Disease*, 23(1), 296. DOI: 10.1186/s12944-024-02246-2.
- Ke, T., Zhao, M., Zhang, X., Cheng, Y., Sun, Y., Wang, P., Ren, C., Cheng, X., Zhang, Z., & Huang, Y. (2023). Review of Feeding Systems Affecting Production, Carcass Attributes, and Meat Quality of Ovine and Caprine Species. *Life*, 13(5), 1215. DOI: 10.3390/life13051215.
- Kim, K. H., Kim, Y., & Seo, K. W. (2023). Efficacy of monounsaturated fatty acids in reducing risk of the cardiovascular diseases, cancer, inflammation, and insulin resistance: a narrative review. *Annals of Clinical Nutrition and Metabolism*, 15(1), 2–7. DOI: 10.15747/acnm.2023.15.1.2.
- Lu, Z., Yue, Y., Shi, H., Zhang, J., Liu, T., Liu, J., & Yang, B. (2022). Effects of Sheep Sires on Muscle Fiber Characteristics, Fatty Acid Composition and Volatile Flavor Compounds in F1 Crossbred Lambs. *Foods*, 11(24), 4076. DOI: 10.3390/foods11244076.
- Mercan, L., Cam, M. A., Olfaz, M., Kirikci, K., Tufekci, H., & Kilic, U. (2022). Fatty acid profile and sensory properties of lamb meat from males of five indigenous breeds. *Archives Animal Breeding*, 65(3), 341–352. DOI: 10.5194/aab-65-341-2022.
- Mylostyvyi, R., Sejian, V., Izhboldina, O., Kalinichenko, O., Karlova, L., Lesnovskaya, O., Begma, N., Marenkov, O., Lykhach, V., Midyk, S., Cherniy, N., Gutyj, B., & Hoffmann, G. (2021). Changes in the Spectrum of Free Fatty Acids in Blood Serum of Dairy Cows during a Prolonged Summer Heat Wave. *Animals*, 11(12), 3391. DOI: 10.3390/ani11123391.
- Pokhryl, V. I., & Mykolajchuk, L. P. (2020). Meat productivity of young sheep animals of different origin. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(1), 26–30. DOI: 10.32819/2020.81005.
- Ponnampalam, E., Priyashantha, H., Vidanarachchi, J., Kiani, A., & Holman, B. (2024). Effects of Nutritional Factors on Fat Content, Fatty Acid Composition, and Sensorial Properties of Meat and Milk from Domesticated Ruminants: An Overview. *Animals*, 14(6), 840. DOI: 10.3390/ani14060840.
- Skliarov, P. M., Fedorenko, S. Y., Onyshchenko, O. V., Pasternak, A. M., Lieshchova, M. A., Bilyi, D. D., Vakulyk, V. V., Antonenko, P. P., & Mylostyvyi, R. V. (2021). The effectiveness of ozone therapy in goats with mastitis. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 9(1), 24–29. DOI: 10.32819/2021.91004.
- Sklyarov, P., Fedorenko, S., Naumenko, S., Antonenko, P., Zazharskyi, V., Mylostyvyi, R., & Zazharska, N. (2020). Oxidant/Antioxidant Balance in Cows and Sheep in Antenatal Pathology. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(5), 26–28. DOI: 10.15421/2020\_201.
- Song, Y., Zhang, Q., Shi, J., Fu, L., & Cheng, S. (2022). Screening of Genes Related to Growth, Development and Meat Quality of Sahan Crossbred F1 Sheep Based on RNA-Seq Technology. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. DOI: 10.3389/fvets.2022.831519.
- Vargas Jurado, N., Notter, D. R., Taylor, J. B., Brown, D. J., Mousel, M. R., & Lewis, R. M. (2022). Model definition for genetic evaluation of purebred and crossbred lambs including heterosis. *Journal of Animal Science*, 100(6), skac188. DOI: 10.1093/jas/skac188.
- Wang, B., Wang, Z., Chen, Y., Liu, X., Liu, K., Zhang, Y., & Luo, H. (2021). Carcass Traits, Meat Quality, and Volatile Compounds of Lamb Meat from Different Restricted Grazing Time and Indoor Supplementary Feeding Systems. *Foods*, 10(11), 2822. DOI: 10.3390/foods10112822.
- Zhou, M., Zhu, Z., Sun, H.-Z., Zhao, K., Dugan, M. E. R., Bruce, H., Fitzsimmons, C., Li, C., & Guan, L. L. (2022). Breed dependent regulatory mechanisms of beneficial and non-beneficial fatty acid profiles in subcutaneous adipose tissue in cattle with divergent feed efficiency. *Scientific Reports*, 12(1), 4612. DOI: 10.1038/s41598-022-08572-8.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10119  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 639.311:615

## Efficiency of using experimental feeds with different levels of nutritional value in carp feeding

L. Y. Shtynda, Yu. V. Loboiko<sup>✉</sup>, V. V. Senechyn

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 24.07.2024  
Received in revised form  
26.08.2024  
Accepted 27.08.2024

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-552-07-04  
E-mail: llobojko@ukr.net

**Shtynda, L. Y., Loboiko, Yu. V., & Senechyn, V. V. (2024). Efficiency of using experimental feeds with different levels of nutritional value in carp feeding. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 113–118. doi: 10.32718/nvlvet-a10119**

This article presents a study of carp farming technology using feeds with different nutritional levels. In Ukrainian aquaculture, the most significant results in fish farming are associated with the development of feeding technology. The experimental part of the research was carried out at the PJSC “Lviv Regional Production Fish Plant” production facilities during the 2023 growing season. The object of study was the Ukrainian scaly carp (*Cyprinus carpio*). Two feeding ponds (№ 1, № 2) were used for the experiment, where carp were reared in polyculture with variegated (white) silver carp. Fish in control pond №1 were fed fish feed of recipe 110–1, and fish in experimental pond № 2 were fed experimental feed. At the same time, a hydrochemical analysis was conducted in the ponds, and the amount and biomass of the natural feed base (phyto-, zooplankton, and zoobenthos) was determined. As for the main hydrochemical parameters, oxygen content, oxidizability, and pH did not exceed the normative values. According to the research results, the indicators of phytoplankton development in the experimental ponds varied from 0.2 to 510.8 million cells/dm<sup>3</sup>, biomass – 0.08–42.5 mg/dm<sup>3</sup>. Indicators of zooplankton development in the experimental ponds varied within the following range: by number – 85.5–580.5 thousand specimens/m<sup>3</sup>, by biomass – 3.0–14.5 g/m<sup>3</sup>. The average seasonal biomass of zooplankton for the growing season was 8.6 g/m<sup>3</sup>, which is within the normal range for the ponds of the studied region. The average seasonal indicators of zoobenthos abundance in the experimental ponds were 245.1–325.8 specimens/m<sup>2</sup>, and biomass was 1.7–2.2 g/m<sup>2</sup>. For feeding the carp of the control group, the farm used fish feed from recipe 110–1. The experimental feed for carp was a floating feed with a high protein content, which is ideal for carp breeding and allows significant increases in their live weight. To experiment, 2 feeding ponds, № 1 and № 2, were used, with a stocking density of 3.5 thousand fish per hectare. The carp yield in polyculture was 82.0–84.0 %, with an average weight of 520 and 545 grams, respectively. The fish productivity of carp in pond № 1 was 1492.4 kg/ha with a feed consumption of 4.1 units. In pond № 2 – 1602.3 with a feed consumption of 3.6 units. Studies conducted in experimental ponds have shown that using carp planting material with an average weight of 35 g allows for a two-year growing cycle in the conditions of the second zone of fish farming to obtain commercial carp with an average weight of 530 g without reducing fish production. At the same time, a more significant weight of carp was obtained in pond № 2, where the fish were fed with experimental feed.

**Key words:** carp, fish feed, fish productivity, hydrochemistry, zooplankton, zoobenthos.

## Ефективність використання експериментальних кормів з різним рівнем поживності при годівлі коропа

Л. Й. Штинда, Ю. В. Лобойко<sup>✉</sup>, В. В. Сенечин

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна



Ця стаття презентує дослідження технології вирощування коропа з використанням кормів з різним рівнем поживності. В аквакультурі України найбільші значущі результати у вирощуванні риби пов'язані з розробленням технології годівлі. Експериментальну частину досліджень виконано на виробничих потужностях ПрАТ “Львівський обласний виробничий рибний комбінат” упродовж вегетаційного періоду 2023 року. Об'єктом досліджень послужив український лускатий короп (Cyprinus carpio). Для проведення експерименту було використано два нагульні стави (№ 1, № 2), де проводили вирощування коропа у полікультурі зі строка-тим (білим) товстолобом. Рибам контрольного ставу № 1 згодовували рибний комбікорм рецепту 110-1, дослідного ставу № 2 – експериментальний корм. Водночас було проведено гідрохімічний аналіз у ставах і встановлено кількість та біомасу природної кормової бази (фіто-, зоопланктону та зообентосу). Стосовно основних гідрохімічних показників: вмісту кисню, окиснюваності, рН вони не перевищували нормативних величин. За результатами досліджень – показники розвитку фітопланктону у дослідних ставах змінювались у межах: за чисельністю від 0,2 до 510,8 млн кл./дм<sup>3</sup>, за біомасою – 0,08–42,5 мг/дм<sup>3</sup>. Показники розвитку зоопланктону в експериментальних ставах змінювались у межах: за чисельністю – 85,5–580,5 тис. екз./м<sup>3</sup>, за біомасою – 3,0–14,5 г/м<sup>3</sup>. Середньосезонна біомаса зоопланктону за вегетаційний сезон складала 8,6 г/м<sup>3</sup>, що є в межах норми для ставів досліджуваного регіону. Середньосезонні показники чисельності зообентосу в експериментальних ставах складала 245,1–325,8 екз./м<sup>2</sup>, біомаса – 1,7–2,2 г/м<sup>2</sup>. Для годівлі коропа контрольної групи в господарстві використовували рибний комбікорм рецепту 110-1. Експериментальним кормом для коропа слугував плаваючий корм з підвищеним вмістом білка, який ідеально підходить для розведення коропових риб та дозволяє одержувати великі прирости їх живої маси. Для проведення експерименту було використано 2 нагульні стави № 1 та № 2 за щільності зариблення від 3,5 тис. екз./га. Вихід риби при вирощуванні у полікультурі за коропом становив 82,0–84,0 %, середньою масою 520 та 545 грамів відповідно. Рибопродуктивність за коропом у ставі № 1 становила 1492,4 кг/га при затратах корму 4,1 одиниці. У ставі № 2 – 1602,3 при затратах корму 3,6 одиниці. Дослідження, проведені на експериментальних ставах, показали, що використання посадкового матеріалу коропа середньою масою 35 г дозволяє при дворічному циклі вирощування в умовах другої зони рибництва отримувати без зниження рибопродукції товарного коропа середньою масою 530 г. При цьому більша наважка коропа була отримана в ставі № 2, де рибам згодовували експериментальний корм.

**Ключові слова:** короп, рибний комбікорм, рибопродуктивність, гідрохімія, зоопланктон, зообентос.

## Вступ

Риба як компонент харчового ланцюга має важливе значення як для людини, так і для водних екосистем. Біологічна цінність риби не менша, ніж м'яса худоби та птиці, але риба є легкозасвоюваною їжею. Вона є джерелом повноцінного тваринного білка, жирів, вітамінів та мікроелементів. Для збалансованого харчування людині необхідно споживати щонайменше 14–16 кілограм риби на рік. Але сьогодні риба становить дуже низьку частку в раціоні харчування населення України, що до певної міри зумовлено недостатнім розвитком рибного господарства. Україна має великий потенціал для розвитку аквакультури (Hrytsyniak & Gurbyk, 2017; Senechyn et al., 2022).

За даними Державного агентства рибного господарства України, в розпорядженні нашої держави до російського вторгнення і захоплення українських територій, налічувалось понад 108 668 000 гектарів внутрішніх водойм, придатних для аквакультури (у тому числі 84 607 000 гектарів ставків та 23 986 000 гектарів водосховищ), а потенціал лише прісноводної аквакультури оцінюється в 98 170 000 тонн риби (Dvoretzkiy et al., 2016).

Частка аквакультури в структурі рибогосподарського комплексу України на сьогодні є дуже низькою. Слабкий розвиток аквакультури в нашій країні зумовлений низкою економічних та внутрішньогалузевих чинників. Відсутній ефективний економічний механізм управління галуззю рибництва, а зовнішній інвестиційний потік у цю сферу – мізерний. Особливо гостро ці проблеми стоять на регіональному рівні. В останні роки галузь аквакультури активно розвивається в усьому світі, середньорічні темпи зростання становлять близько 11 %. За прогнозами окремих аналітиків, масштаби аквакультури незабаром перевищать обсяги вилову риби у світовому океані (Burhaz et al., 2021; Shcherbatiuk, 2021).

Оцінюючи потенціал розвитку різних напрямків аквакультури в Україні, необхідно враховувати особ-

ливості місцевого ґрунту, клімату і води, а також зміну ставлення до землі та природних ресурсів як до власності, що має ціну і відображається у собівартості продукції (Shtynda et al., 2023; Goralskyi et al., 2024).

**Актуальність теми:** удосконалення технології годівлі та вирощування коропових риб постійно є у полі зору науковців, які працюють в галузі аквакультури. Вони вдосконалюють існуючі та виводять нові види водних організмів з корисними для людини ознаками, ведуть постійний пошук нових кормів і сировини для них, розробляють інноваційні методи вирощування риби в різних регіонах з метою зниження собівартості рибної продукції і таким чином – підвищення продуктивності аквакультури.

Потреба поглибленого вивчення одного з вищезазначених питань, а саме використання нових вітчизняних кормів при вирощуванні коропа в рибницьких господарствах Львівської області, стала передумовою для проведення нашого дослідження.

## Мета дослідження

Метою даної роботи є дослідження технологічних процесів вирощування та годівлі товарного коропа в нагульних ставах і пошук оптимальних методів його інтенсифікації за рахунок підвищення вмісту поживних речовин у кормах. Для досягнення поставленої мети необхідно дослідити хімічний склад і природну кормову базу води ставів; проаналізувати приріст живої маси, рибогосподарські та економічні показники при годівлі риб з різним вмістом поживних речовин.

## Матеріал і методи досліджень

Експериментальну частину досліджень виконано на виробничих потужностях ПрАТ “Львівський обласний виробничий рибний комбінат” упродовж вегетаційного періоду 2023 року. Матеріалом для дослідження були дволітки лускатого коропа, яким згодо-

ували корми різного складу та з різним вмістом поживних речовин.

Основні рибогосподарські дослідження були проведені за методиками, загальноприйнятими в рибицтві. У дослідях враховували щільність посадки, приріст, виживаність риб під час експерименту, витрати кормів та рибопродуктивність (Ivanovych et al., 2011; Ievtushenko, 2013).

Об'єктом досліджень послужив український лускатий короп (*Cyprinus carpio*). Для проведення експерименту було використано два нагульні стави (№ 1, № 2), де проводили вирощування коропа у полікультурі зі строкатим (білим) товстолобом. Рибам контрольного ставу № 1 згодовували рибний комбікорм рецепту 110–1, дослідного ставу № 2 – експериментальний корм.

Контроль фізико-хімічних показників води здійснювали кожного місяця протягом всього експериментального періоду згідно із загальноприйнятими в рибицтві методиками. Відповідність результатів аналізів встановлювали за державним стандартом СОУ-05.01.-37-385:2006. “Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми” (SOU 05.01-37-385:2006).

Також щодобово здійснювався контроль температурного та кисневого режиму за допомогою автоматичного термооксиметра. При проведенні гідробіологічних досліджень проби відбирали згідно із загальноприйнятою в гідробіології методики (Krazhan, 2011; Holubenko & Tarasenko, 2023).

Хімічний склад кормів визначали за схемою зоотехнічного аналізу корму (Lavryniuk & Burlaka, 2016).

Добовий раціон визначали залежно від маси риби та температури води ставів відповідно до рекомендацій виробника корму.

## Результати та їх обговорення

Спостереження за хімічним складом води нагульних ставів та природною кормовою базою проводили впродовж всього періоду вирощування товарної риби. Порівняння показників мінерального складу води дослідних ставів показало, що за основними даними вони перебували в межах нормативних значень. Оскільки впродовж вегетаційного періоду не виявляли будь-яких суттєвих факторів, які б зумовлювали погіршення загального екологічного стану водойм, що можна пов'язувати з різним темпом розвитку водної рослинності в період прогріву та літньої стагнації водної маси ставів і впливом інтенсифікаційних заходів, що проводяться. Що стосується проаналізованих процесів, найбільший інтерес становить динаміка таких показників, як вміст мінерального азоту та фосфору фосфатного. Мінеральний азот у воді ставів був представлений основними неорганічними формами з чисельним переважанням нітратів. Нітриту в ставах спостерігалися у мінімальних кількостях. Такий розподіл може пояснюватись різним рівнем продукування органічної речовини та її участю у наступних реакціях денітрифікації.

В середині вегетаційного сезону вміст азотних сполук знижувався, що свідчить про повноту перебігу процесів нітрифікації при залученні ресурсів розчиненого кисню. Сполуки мінерального фосфору, поряд з мінеральним азотом, є основними, що лімітують розвиток первинних продуцентів. Зокрема, спостерігалось незначне зростання концентрації біогенних елементів (сполуки азоту і фосфору) до завершення вегетаційного сезону, що пояснюється процесами відмирання органічної речовини (насамперед фітопланктону) та накопиченням у воді продуктів життєдіяльності риб і залишків корму. Стосовно основних показників: вмісту кисню, окиснюваності, рН вони не перевищували нормативних величин (табл. 1).

**Таблиця 1**

Хімічні показники води нагульних ставів

| Показники                                            | ГДК ОСТ<br>15.372-87 | Став № 1      | Став № 2      |
|------------------------------------------------------|----------------------|---------------|---------------|
| pH                                                   | 6,5–8,5              | 6,4 – 7,6     | 6,4 – 7,8     |
| O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>                  | 5–8                  | 4,2 – 6,4     | 4,0 – 7,2     |
| Окиснюваність перманганатна, мг О/дм <sup>3</sup>    | до 15                | 11,8 – 14,2   | 12,1 – 14,2   |
| Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>                     | 1,8–3,5              | 2,0 – 3,2     | 2,1 – 3,2     |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>  | до 1,0               | 0,4 – 0,8     | 0,6 – 0,8     |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>  | до 0,1               | 0,06 – 0,08   | 0,07 – 0,09   |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>  | до 3,0               | 1,4 – 2,6     | 1,9 – 2,8     |
| PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , мг P/дм <sup>3</sup> | до 0,5               | 0,1 – 0,4     | 0,3 – 0,5     |
| Загальна твердість, мг-екв/дм <sup>3</sup>           | 2,0–6,0              | 2,2 – 4,9     | 2,8 – 5,4     |
| Σ Загальна мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>         | 300–1000             | 387,5 – 485,5 | 395,2 – 484,5 |

У фітопланктоні нагульних ставів найбільшою кількістю видів представлені зелені, діатомові, евгленові, синьозелені водорості. Найбільш численними виявилися роди: *Scenedesmus* Meyen, *Euglena* Ehrb., *Pediastrum* Meyen, *Peridinium* Ehrb, *Oscillatoria* Vauch.

За результатами досліджень – показники розвитку фітопланктону в дослідних ставах змінювались у межах: за чисельністю від 0,2 до 510,8 млн кл./дм<sup>3</sup>, за

біомасою – 0,08–42,5 мг/дм<sup>3</sup>. Встановлено зростання значень показників від початку до кінця періоду вирощування риби.

Протягом вегетаційного сезону реєстрували одне незначне “цвітіння” води, серед причин якого було зростання у ставах вмісту біогенних елементів та алохтонної органічної речовини. Підвищення інтенсивності розвитку фітопланктону пояснювалося та-

кож змінами процесів мінералізації органічних речовин мікроорганізмами протягом року, оскільки як для фітопланктону, так і для бактеріопланктону ставків характерним є поступове зростання чисельності до кінця вегетаційного періоду з максимальним розвитком у серпні–вересні, що підтверджується зростанням кількості органічної речовини у воді в цей же період.

Середньосезонні значення фітопланктону склали: за чисельністю – 42,5–170,8 млн кл/дм<sup>3</sup>, за біомасою – 4,7–14,6 мг/дм<sup>3</sup>.

При дослідженні зоопланктону в нагульних ставках протягом досліджуваного періоду зареєстровано 52 види.

У травні домінуючими групами зоопланктону ставів були гіллястовусі рачки та наупліальні стадії веслоногих. Комплекс найбільш чисельних видів представлений в основному пелагобійонтами *Brachionus calyciflorus*, *B. falcatus*, *Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris* і евритопними (*Bosmina longirostris* і *Daphnia magna*) рачками. Достатньо високі значення біомаси для травня встановлено внаслідок розвитку великорозмірних дафній у кінці травня – на початку червня.

Короткочасний розвиток *D. magna* відбувався за належних трофічних і температурних умов. У цей період за сприятливого температурного режиму водойми удобрювалися органічними добривами, що спричинило зростання кількості органічних речовин у воді та стимулювання розвитку *D. magna* через достатню кількість кормових ресурсів.

Склад зоопланктону був ротаторно-кладоцерного характеру. Гідробіонти представлені в основному ставовими фітофільними та прибережно-фітофільними видами. В угрупованнях домінували *Daphnia magna*, *D. longispina*, *D. pulex*, *D. longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Diaptomus* sp. та незрілі стадії веслоногих рачків.

Розвиток зоопланктону у ставу визначали гіллястовусі рачки, які переважали як за чисельністю, так і за біомасою. Це, зокрема, *Bosmina longirostris*, *Daphnia magna*, *D. pulex*.

У середині червня встановлено зниження чисельності зоопланктону. Така ситуація виникла, очевидно, із кількох причин. Перехід від весни до літа характеризується депресією у розвитку зоопланктону, яка виявляється у зменшенні чисельності гіллястовусих рачків, зокрема великих дафній. Ще однією з причин зниження чисельності зоопланктону у червні є його активне виїдання рибою. Цим пояснюється зникнення дрібних представників виду *Bosmina longirostris* та інших гіллястовусих рачків зі складу зоопланктону.

Загалом виявлена у ставках природна кормова база була задовільною. Протягом усього вегетаційного сезону мінімальний показник біомаси не зменшувався нижче ніж 3,0 г/м<sup>3</sup>. Протягом усього періоду найбільший внесок у біомасу належав гіллястовусим рачкам, і лише у серпні, крім кладоцер, істотна частка біомаси зоопланктонів припадала на веслоногих ракоподібних. У ставу поряд з кладоцерами істотного розвитку досягли веслоногі рачки, хоча у загальній біомасі зоопланктону вони істотної ролі не відігравали. Мало б очікуватися більш значне зниження чисельності зоопланктону, особливо великорозмірних видів, за

рахунок виїдання рибами, але, очевидно, риби нагульних ставів шукали собі інший корм, зокрема більших за розмірами бентосних організмів.

Згідно із результатами досліджень, показники розвитку зоопланктону в експериментальних ставках змінювалися у межах: за чисельністю – 85,5–580,5 тис. екз./м<sup>3</sup>, за біомасою – 3,0–14,5 г/м<sup>3</sup>. Середньосезонна біомаса зоопланктону за вегетаційний сезон складала 8,6 г/м<sup>3</sup>, що є в межах норми для ставів досліджуваного регіону.

Основним природним кормом для коропа є бентосні організми, які в експериментальних водоймах становили від 22,8 до 642,4 екз./м<sup>2</sup> за чисельністю та 0,1–4,5 г/м<sup>2</sup> – за біомасою. Максимальні значення біомаси донних кормових організмів зафіксовано у червні – 4,2–4,5 г/м<sup>2</sup>. У цей період личинки хірономід становили близько 80 % від загальної кількості бентосних організмів. У подальшому показники бентосу поступово знижувались до мінімальних значень у серпні, що пов'язано з виїданням бентосних організмів дволітками коропа (табл. 2).

Середньосезонні показники чисельності зообентосу в експериментальних ставках склали 245,1–325,8 екз./м<sup>2</sup>, біомаси – 1,7–2,2 г/м<sup>2</sup>. Основу біомаси зообентосу у ставках формували личинки комарів родини Дзвінцеві (*Chironomidae*) (94 %).

**Таблиця 2**

Середньосезонні показники розвитку зообентосу у нагульних ставках

|                         | Став № 1            |                  | Став № 2            |                  |
|-------------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
|                         | екз./м <sup>2</sup> | г/м <sup>2</sup> | екз./м <sup>2</sup> | г/м <sup>2</sup> |
| Хірономіди              | 245,1               | 1,7              | 240,6               | 1,8              |
| Круглі черви, олігохети | 80,7                | 0,5              | 85,2                | 0,4              |

Для годівлі коропа контрольної групи в господарстві використовували рибний комбікорм рецепту 110–1, що складається з компонентів як рослинного, так і тваринного походження.

**Таблиця 3**

Відсотковий вміст поживних речовин корму за рецептом 110–1

| № з/п | Показники       | Відсоток (%) |
|-------|-----------------|--------------|
| 1     | Сирий протеїн   | 17,5         |
| 2     | Сирий жир       | 10,0         |
| 3     | Сира клітковина | 12,4         |
| 4     | БЕР             | 53,7         |
| 5     | Сира зола       | 6,4          |

Комбікорм за рецептом 110–1, який використовували в господарстві, розроблений для годування коропа різних вікових груп. До його складу згідно з рецептурою входять: пшениця, ячмінь, горох, макуха соняшникова, кормові дріжджі, кормова крейда, рибне борошно, сорбент, вітамінно-мінеральний комплекс.

Даний комбікорм дає змогу до певної міри оптимізувати хімічний склад раціону риб, оскільки містить вітаміни та мінеральні речовини.

Експериментальним кормом для коропа слугував плаваючий корм з підвищеним вмістом білка, який ідеально підходить для розведення коропових риб та дозволяє одержувати великі прирости їх живої маси. Компонентний склад і ефективність його використання, що доведена в практичних умовах рибних господарств нашого регіону, ставить його в категорію найкращих на сучасному ринку гранульованих кормів в Україні.

В процесі виробництва на сучасних кормових заводах сировина вітчизняного походження піддається складним технологічним процесам обробки, що дозволяє суттєво підвищити засвоєння рибами наявних в ній високоенергетичних компонентів. Досліджувані корм для риб не містить консервантів та штучних барвників, всі його складники природного походження, що запобігає змінам хімічного складу та забарвлення води ставів рибних господарств.

**Таблиця 4**

Відсотковий вміст поживних речовин експериментального корму

| № з/п | Показники       | Відсоток (%) |
|-------|-----------------|--------------|
| 1     | Сирий протеїн   | 42,0         |
| 2     | Сирий жир       | 12,0         |
| 3     | Сира клітковина | 4,0          |
| 4     | БЕР             | 34,7         |
| 5     | Сира зола       | 7,3          |

**Таблиця 5**

Вирощування товарної риби за дволітнього обороту

| Стави | Щільність посадки, тис. екз/га | Вихід з га |         |                 | Рибопродуктивність, кг/га | Затрати корму, од. |
|-------|--------------------------------|------------|---------|-----------------|---------------------------|--------------------|
|       |                                | %          | Тис.екз | Середня маса, г |                           |                    |
| № 1   | 3,5                            | 82,0       | 2,87    | 520             | 1492,4                    | 4,1                |
| № 2   | 3,5                            | 84,0       | 2,94    | 545             | 1602,3                    | 3,6                |

Варто зазначити, що кінцеві результати вирощування дволіток (маса, рибопродукція) значною мірою залежали від кормів, рівня розвитку природної кормової бази. Тому в тій самій групі ставків при однаковій інтенсифікації рибоводного процесу рибоводні показники можуть значно варіювати. Це пояснює вищі показники кінцевої маси риби, отримані у ставі № 2, де риbam згодовували експериментальний корм.

### Висновки

Порівняння показників мінерального складу води ставів показало, що за основними даними вони зберігаються в нормативних значеннях.

За результатами досліджень – показники розвитку фітопланктону в дослідних ставах змінювались у межах: за чисельністю від 0,2 до 510,8 млн кл./дм<sup>3</sup>, за біомасою – 0,08–42,5 мг/дм<sup>3</sup>. Показники розвитку зоопланктону в експериментальних ставах змінювались у межах: за чисельністю – 85,5–580,5 тис. екз./м<sup>3</sup>, за біомасою – 3,0–14,5 г/м<sup>3</sup>. Середньосезонні показники чисельності зообентосу у експериментальних ставах складали 245,1–325,8 екз./м<sup>2</sup>, біомаси – 1,7–2,2 г/м<sup>2</sup>.

До складу досліджуваного корму входять такі природні компоненти: м'ясне і рибне борошно, пшениця, олії та жири і продукти переробки таких олійних культур і круп, як соєві боби і ріпак, висушена кров, мінеральні речовини, вітаміни.

Даний рецепт складений з урахуванням потреб риб у поживних речовинах, прискорює темп їхнього росту, поліпшує імунітет, позитивно впливає на розмноження коропа: сприяє підвищенню кількості та якості ікри, допомагає повноцінному розвитку мальків.

Максимально тривалого ефекту від годівлі цим кормом при мінімальних затратах вдається досягти завдяки повільному розчиненню його у воді.

Для проведення експерименту було використано 2 нагульні стави: № 1 та № 2 за щільності зариблення від 3,5 тис. екз/га. Вихід риби при вирощуванні у полікультурі за коропом становив 82,0–84,0 % середньою масою 520 та 545 грам відповідно. Рибопродуктивність за коропом у ставі № 1 становила 1492,4 кг/га при затратах корму 4,1 од. У ставі № 2 – 1602,3 при затратах корму 3,6 од.

Дослідження, проведені на експериментальних ставах, показали, що використання посадкового матеріалу коропа середньою масою 35 г дозволяє при дворічному циклі вирощування в умовах другої зони рибництва отримувати без зниження рибопродукції товарного коропа середньою масою 530 г. При цьому більша наважка коропа була отримана в ставі № 2, де риbam згодовували експериментальний корм (табл. 5).

Для годівлі коропа контрольної та дослідної груп у господарстві використовували рибний комбікорм рецепту 110–1 та експериментальний корм. Дослідження, проведені на експериментальних ставах, показали, що використання кормів дозволяє отримувати товарного коропа середньою масою 530 г. При цьому більша наважка коропа була отримана в ставі № 2, де риbam згодовували експериментальний корм.

*Перспективи подальших досліджень.* У зв'язку з одержаними результатами виникає потреба дослідити вплив експериментального корму на фізіологічні показники коропових риб.

### Відомості про конфлікт інтересів

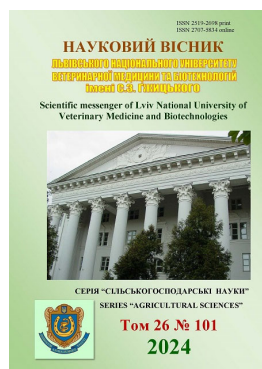
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

### References

Burhaz, M. I., Matvienko, T. I., Bezik, K. I., & Lichna, A. I. (2021). Evaluation of the state of industrial water bioresources in fish areas of Ukraine. *Ukrainian*



- Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 4(3), 68–75. DOI: 10.32718/ujvas4-3.12.
- Dvoretzkiy, A., Rozhkov, V., & Savenko, K. (2016). The use of compound feed of different composition when grown in commercial carp polyculture. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 4(1), 89–93. URL: <https://bulletin-biosafety.com/index.php/journal/article/view/70>.
- Goralskyi, L., Demus, N., Sokulskyi, I., Gutyj, B., Kolesnik, N., & Pavliuchenko, O. (2024). Peculiarities of the macro- and micromorphology of the liver of fish of the carp family (Cyprinidae) in a comparative aspect. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(114), 217–226. DOI: 10.32718/nvlvet11432.
- Holubenko, O., & Tarasenko, L. (2023). Monitoring of individual indicators of safety and quality of water and fish of Khadzhibey estuary. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(112), 206–211. DOI: 10.32718/nvlvet11232.
- Hrytsyniak, I., & Gurbyk, V. (2017). Assessment of market parameters of multiple age groups of the galician carp. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 19(74), 29–32. DOI: 10.15421/nvlvet7407.
- Ianinovych, Y. Ye., Hrytsyniak, I. I., & Hrynzhevskyi, M. V. (2011). *Stavova polikultura: monohrafiia*. Lviv : Spolom (in Ukrainian).
- Ievtushenko, M. Yu. (2013). *Metodyka doslidzen u rybnytstvi (Metodychnyi posibnyk)*. Kyiv (in Ukrainian).
- Krazhan, S. A. (2011). *Pryrodna kormova baza rybohospodarskykh vodoim*. Kherson: Oldi-plus (in Ukrainian).
- Lavryniuk, O. O., & Burlaka, V. A. (2016). *Zookhimichnyi analiz kormiv. Khimichnyi ta atomno-adsorbtsiyni analiz kormiv: Navchalnyi praktykum*. Zhytomyr (in Ukrainian).
- Senechyn, V., Oseredchuk, R., & Yakimova, E. (2022). Cultivation of commercial carp in fisheries LLC “Mykolaivska RMS” with use in its feeding feeds of the trademark “Reucher AQUA fish”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 53–57. DOI: 10.32718/nvlvet-a9709.
- Shcherbatiuk, N. V. (2021). *Vyroshchuvannia tovarnykh dvolitok koropa u stavakh prat «Khmelnyskrybhosp»*. *Vodni bioresursy ta akvakultura*, 187–196. DOI: 10.32851/wba.2021.2.16 (in Ukrainian).
- Shtynda, L., Loboiko, Y., & Barylo, B. (2023). Technological parameters of carp growing (Cyprinus carpio) at different stocking densities. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 3–8. DOI: 10.32718/nvlvet-a9901.
- SOU 05.01-37-385:2006. *Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy*. Kyiv : Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy, 2006. 15 p. (Standart Minahropolityky Ukrainy) (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10120  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.2:614.2+613.7-008.01:636.22/28.088

## Humoral and cellular components of the natural defense system in limousin cows of different breeding lines

M. P. Zelinka<sup>1</sup>, Ye. I. Fedorovych<sup>2✉</sup>, N. P. Mazur<sup>3</sup>, T. M. Suprovych<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>4</sup>Higher Education Institution Podillia State University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

### Article info

Received 29.07.2024

Received in revised form  
02.09.2024

Accepted 03.09.2024

Institute of Animal Breeding and  
Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS,  
Pogrebnyaka Str., 1, Chubynske,  
Kiev region, 08321, Ukraine.

Institute of Animal Biology NAAS,  
Vasyl Stus Str., 38, Lviv,  
79034, Ukraine.  
Tel.: +38-032-270-23-89  
E-mail: logir@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Higher Education Institution  
Podillia State University,  
Shevchenko, 12, Kamianets-  
Podilskyi, 32300, Ukraine.

**Zelinka, M. P., Fedorovych, Ye. I., Mazur, N. P., & Suprovych, T. M. (2024). Humoral and cellular components of the natural defense system in limousin cows of different breeding lines. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 119–123. doi: 10.32718/nvlvet-a10120**

The problem of animal resistance has recently become increasingly important as the genetic potential of newly developed dairy cattle breeds has increased, and the animals are highly susceptible to various diseases, metabolic disorders, and disruptions in general homeostasis. This contributes to a significant culling of cows, prevents their planned selection, and, in turn, slows down the pace of breeding work. The state of natural resistance in animals is determined by nonspecific protective factors of their organism, which depend on several factors: species, breed, physiological state, conditions of care, housing, feeding, individual and constitutional characteristics, etc. The research aimed to study the natural resistance of Limousin cows of different selections. The studies were conducted at Lvivske LLC, Lviv region, on Limousin cows of Hungarian, Polish, and Ukrainian breeding. The natural resistance of the controlled animals was studied by analyzing the complex cellular and humoral blood factors in the third month after calving, according to the methods described in the reference book Laboratory Research Methods in Biology, Animal Husbandry, and Veterinary Medicine. It was found that Limousin cows of domestic and imported breeding differed in terms of natural resistance. In particular, the phagocytic activity of blood neutrophils, the phagocytic index, the phagocytic number, and the lysozyme and bactericidal activity of blood serum were highest in cows of Ukrainian breeding. However, their superiority in these traits over Polish and Hungarian breeding animals was statistically insignificant in almost all cases. A slightly higher level of protective functions in animals of the Ukrainian Limousin breed is also indicated by a higher number of T-lymphocytes, including T-helper cells. On the other hand, the number of T-suppressors was lower in Ukrainian cows by 3.1 % and 1.4 %, respectively, compared to Hungarian and Polish breeding animals. The immunoregulatory index in the controlled cows, depending on their country of breeding, ranged from 1,85 to 2,74, with the highest value observed in domestically bred individuals and the lowest in animals imported from Poland.

**Key words:** cows, blood, natural resistance, breeding country.

## Гуморальна та клітинна ланки природного захисту організму корів різної селекції породи лімузин

М. П. Зелінка<sup>1</sup>, Є. І. Федорович<sup>2✉</sup>, Н. П. Мазур<sup>3</sup>, Т. М. Супрович<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Київська область, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>4</sup>Заклад вищої освіти “Подільський державний університет”, м. Кам’янець-Подільський, Україна

Проблема резистентності великої рогатої худоби останнім часом набуває все більшої актуальності, позаяк із підвищенням генетичного потенціалу в корів спостерігається висока схильність до різних захворювань, порушення обміну речовин і загального гомеостазу, що спричиняє вибракування тварин, не дає можливості проводити їх плановий добір, а це своєю чергою зменшує темпи селекційної роботи. Стан природної резистентності тварин визначають неспецифічні захисні фактори їхнього організму, які залежать від низки чинників: виду, породи, фізіологічного стану, умов догляду, утримання і годівлі, індивідуальних і конституціональних особливостей тощо. Метою досліджень було вивчити природну резистентність корів породи лімезин різної селекції. Дослідження проведені в умовах ТЗОВ “Львівське” Львівської області на коровах породи лімезин угорської, польської та української селекції. Природну резистентність підконтрольних тварин вивчали за комплексом клітинних і гуморальних факторів крові на третьому місяці після отелення за методиками, описаними в довіднику “Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині”. Встановлено, що корови породи лімезин вітчизняної та імпортової селекції відрізнялися за показниками природної резистентності. Зокрема, фагоцитарна активність нейтрофілів крові, фагоцитарний індекс та фагоцитарне число, лізоцимна та бактерицидна активність сироватки крові найвищими були у корів української селекції, втім їх перевага за цими ознаками над тваринами польської і угорської селекції майже у всіх випадках була невірогідною. Про децю вищий рівень захисних функцій організму у тварин породи лімезин української селекції свідчить також вища кількість Т-лімфоцитів, у тому числі Т-хелперів. Натомість кількість Т-супресорів, навпаки, нижчою була у корів української селекції відповідно на 3,1 та 1,4 % порівняно із тваринами угорської і польської селекції. Імунорегуляторний індекс у підконтрольних корів, залежно від країни їх селекції, перебував у межах 1,85–2,74, причому найвище його значення спостерігалось в особин вітчизняної селекції, а найнижче – у тварин, завезених з Польщі.

**Ключові слова:** корови, кров, природна резистентність, країна селекції.

## Вступ

У сучасних умовах промислового ведення галузі скотарства в селекційному процесі враховується значна кількість продуктивних, відтворювальних, технологічних та інших ознак, що вимагається загальною стратегією генетичного поліпшення існуючих порід, ліній і родин великої рогатої худоби, виведенням на їх основі нових, які б задовольняли найвищі вимоги сьогодення. Цілком зрозуміло, що найбільш повний прояв генетичного потенціалу господарськи корисних ознак спостерігається у конституціонально сильних, а відповідно стресостійких і високорезистентних особин (Fedorovych, 2014; Verbych & Medvid, 2021). Важливу роль у стійкості організму тварин до несприятливих умов чи захворювань відіграють гуморальні фактори захисту, зокрема фагоцитоз, лізоцим та ін. Стан природної резистентності тварин визначають неспецифічні захисні фактори їх організму, які залежать від низки чинників: виду, породи, фізіологічного стану, умов догляду, утримання і годівлі, індивідуальних і конституціональних особливостей тощо. (Kuziv, 2012; Fedorovych, 2014; Pal & Chakravarty, 2020; Mylostvyi et al., 2021; Sheiko, 2022).

Проблема резистентності тварин останнім часом набуває все більшої актуальності, позаяк із підвищенням генетичного потенціалу молочної худоби новостворених молочних порід тварини вирізняються високою схильністю до різних захворювань, порушенням обміну речовин і загального гомеостазу, що сприяє значному вибракуванню корів, не дає можливості проводити їх плановий добір, а це своєю чергою зменшує темпи селекційної роботи (Fedorovych et al., 2012).

Відомо, що добре пристосовані до певних умов розведення тварини є продуктивнішими, краще споживають та засвоюють корми та є стійкими до багатьох захворювань. Тому важливими є дослідження адаптаційних властивостей та придатності тварин до експлуатації в сучасних умовах ведення скотарства, а особливо імпортованих з інших країн.

## Мета дослідження

З огляду на зазначене, метою наших досліджень було вивчити природну резистентність корів породи лімезин різної селекції.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені в умовах ТЗОВ “Львівське” Львівської області на коровах породи лімезин угорської, польської та української селекції. Було сформовано, залежно від селекції, три групи тварин по 5 голів у кожній. Природну резистентність підконтрольних тварин вивчали за комплексом клітинних і гуморальних факторів крові на третьому місяці після отелення. Лізоцимну та бактерицидну активність сироватки крові (БАСК), фагоцитарну активність нейтрофілів крові, фагоцитарний індекс і фагоцитарне число, загальну кількість Т- і В-лімфоцитів та кількість Т-хелперів (Th-РУЛ) і Т-супресорів (Th-РУЛ) та імунорегуляторний індекс (ІРІ) визначали за методиками, описаними в довіднику “Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині” (Vilzlo et al., 2012).

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Достовірність (вірогідність) різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Стюдента (t) (Petrovska et al., 2022). Різницю  $P < 0,01$  (\*\*),  $P < 0,001$  (\*\*\*)

## Результати та їх обговорення

Інтенсифікація виробничих процесів у м'ясному скотарстві вимагає збільшення селекційних ознак, включаючи не лише ознаки молочної продуктивності, а й низку ознак, які характеризують стійкість тварин до стресів і захворювань. Оцінка адаптаційних особливостей тварин та їхньої природної резистентності, особливо у молодому віці, є важливою для добору

конституціонально сильних особин, які при забезпеченні їм належних умов догляду, утримання і годівлі повною мірою зможуть реалізувати свій генетичний потенціал.

Встановлено, що корови породи лімузин вітчизняної та імпортової селекції відрізнялися за показниками природної резистентності, що обумовлено імуногенетичними особливостями та впливом факторів навколишнього середовища.

Важливим фактором забезпечення структурного та імунного гомеостазу організму є процес фагоцитозу, який об'єднує різні клітинні реакції в напрямку розпізнавання об'єкта фагоцитозу, його знешкодження та видалення з організму. Зокрема, фагоцитарна активність нейтрофілів крові найвищою була у корів української селекції, дещо нижчою – у корів польської і найнижчою – у тварин угорської селекції (рис. 1).

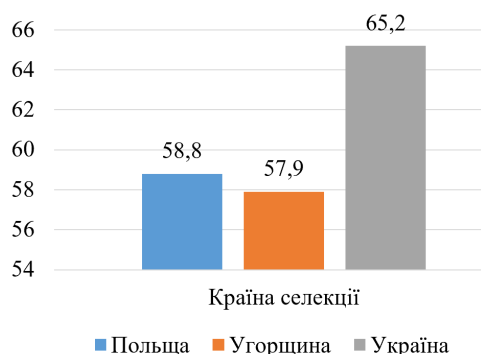


**Рис. 1.** Фагоцитарна активність нейтрофілів сироватки крові корів породи лімузин різних країн селекції, %

Лімузини вітчизняної селекції переважали тварин польської та угорської селекції за цією ознакою відповідно на 6,4 та 7,3 %, однак ця перевага була невірогідною.

**Таблиця 1**

Фагоцитарний індекс та фагоцитарне число сироватки крові корів породи лімузин різної селекції

| Показник                 | Країна селекції |                |              |
|--------------------------|-----------------|----------------|--------------|
|                          | Польща          | Угорщина       | Україна      |
| Фагоцитарний індекс, од. | 8,81 ± 0,12***  | 9,18 ± 0,41*** | 11,41 ± 0,21 |
| Фагоцитарне число, од.   | 4,62 ± 0,28     | 4,92 ± 0,23    | 5,48 ± 1,04  |

Дослідженнями встановлено високий рівень бактерицидної активності сироватки крові (БАСК), яка є інтегральним фактором природної резистентності гуморального типу і свідчить про здатність крові до самоочищення. У корів української селекції вона становила 71,9, а у тварин, завезених з Польщі та Угорщини, – 62,4 та 58 % відповідно. Різниця за бактерицидною активністю сироватки крові між коровами української та польської селекції становила 13,9 ( $P < 0,01$ ), а української та угорської – 9,5 % ( $P < 0,05$ ).

Суттєве значення для імунного статусу організму корів має кількісний вміст у їхній крові Т- і В-

Більш ширше уявлення щодо інтенсивності фагоцитозу можна отримати завдяки фагоцитарному індексу (ФІ) та фагоцитарному числу (ФЧ) (табл. 1). ФІ характеризує кількість захоплених мікроорганізмів одним активним фагоцитом, а ФЧ – загальну кількість мікроорганізмів, які піддалися фагоцитозу. Обидва показники були вищими також у корів української селекції: порівняно з особинами польської селекції – на 2,59 ( $P < 0,001$ ) та 0,86 у. о., а з тваринами угорської селекції – на 2,22 ( $P < 0,001$ ) та 0,56 у. о. відповідно.

Із фагоцитозом тісно пов'язана лізоцимна активність сироватки крові – один із найважливіших факторів природної резистентності організму гуморального типу. Лізоцим (протеолітичний фермент мурамідаза) постійно надходить у кров із зруйнованих лейкоцитів і спричиняє розщеплення полісахаридів, які входять у склад оболонки мікробних тіл і, крім того, активують захисні сили організму завдяки антимікробним та імуномодулювальним властивостям. Найвищою лізоцимною активністю сироватки крові вирізнялися корови української селекції (рис. 2). Дещо нижчим цей показник був у ровесниць польської (34,5 %) та угорської (32,8 %) селекції.

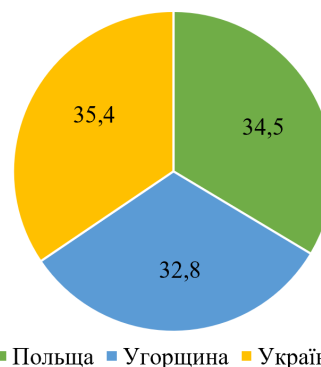


**Рис. 2.** Лізоцимна активність сироватки крові корів породи лімузин різних країн селекції, %

лімфоцитів як провідних імунокомпетентних клітин крові, що відображають рівень захисних сил організму тварин та стан специфічного імунітету. Процеси активації Т- і В-лімфоцитів тісно пов'язані між собою, позаяк В-лімфоцити виконують функцію презентації антигену, а Т-лімфоцити (а саме Т-хелпери) необхідні для нормальної активації В-лімфоцитів. Втім, при дослідженні імунного статусу організму важливе значення мають не лише Т-хелпери, а й Т-супресори, які являють собою основну популяцію імунорегуляторних клітин.



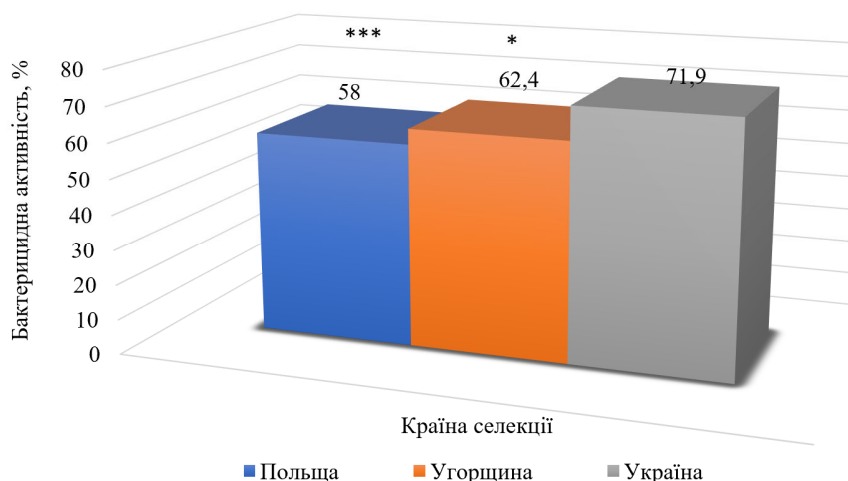


**Рис. 3.** Бактерицидна активність сироватки крові корів породи лімузин різних країн селекції, %

**Таблиця 2**

Кількість Т- та В-лімфоцитів у крові корів породи лімузин, %

| Показник       | Країна селекції |             |             |
|----------------|-----------------|-------------|-------------|
|                | Польща          | Угорщина    | Україна     |
| Т-лімфоцити    | 43,4 ± 1,25     | 41,8 ± 1,94 | 44,6 ± 1,08 |
| Т-хелпери, %   | 31,8 ± 1,17     | 32,4 ± 1,12 | 33,0 ± 1,16 |
| Т-супресори, % | 15,9 ± 1,02     | 14,2 ± 2,04 | 12,8 ± 1,34 |
| В-лімфоцити, % | 22,4 ± 0,79     | 22,0 ± 1,00 | 25,0 ± 1,84 |

Про вищий рівень захисних функцій організму у тварин породи лімузин української селекції свідчить дещо вища кількість Т-лімфоцитів (CD3+), в тому числі Т-хелперів (CD4+): порівняно з коровами польської селекції – на 1,2 та 1,2 %, а угорської – на 2,8 та 0,6 % відповідно за невірогідного рівня. Натомість кількість Т-супресорів (CD8+), навпаки, нижчою була у корів української селекції відповідно на 3,1 та 1,4 % порівняно із тваринами вищенаведених двох останніх груп.

Рівень гуморальної ланки імунітету тварин значно характеризує активність у їх крові В-лімфоцитів (CD19+), оскільки вони синтезують специфічні антитіла – імуноглобуліни. В-лімфоцити впливають також на активність деяких популяцій Т-лімфоцитів через участь у реакціях клітинного імунітету. Найвищою

кількістю В-лімфоцитів вирізнялися корови вітчизняної селекції (25,0 %). Їхня перевага за цим показником над тваринами польської селекції становила 0,89, а над тваринами угорської селекції – 3,0 %.

У клінічній практиці для оцінки загального стану імунної системи використовують імунорегуляторний індекс, тобто рівень співвідношення Т-хелперних клітин до Т-супресорів (CD4+/CD8+) у периферійній крові. Він є одним із показників, який найбільш об'єктивно характеризує напрям адаптаційних процесів. У підконтрольних корів, залежно від країни їх селекції, він перебував у межах 1,85–2,74 (рис. 4), причому найвище його значення спостерігалось у корів вітчизняної селекції, а найнижче – у тварин, завезених з Польщі.

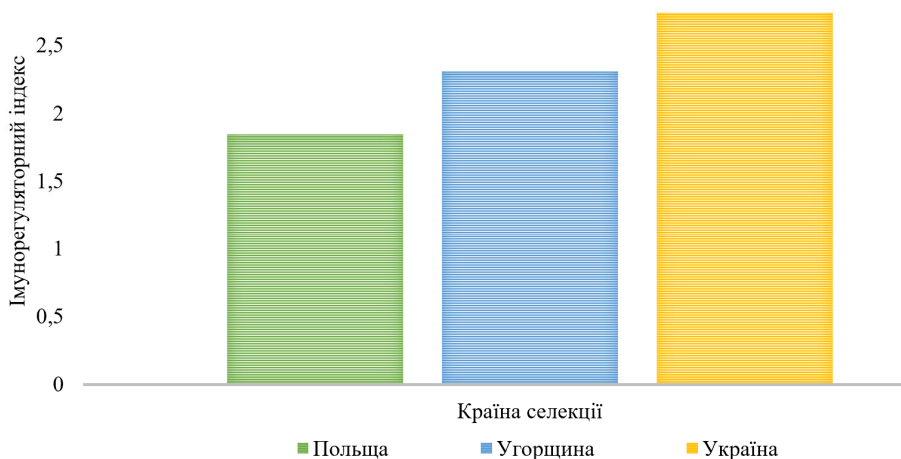


**Рис. 4.** Імунорегуляторний індекс корів породи лімузин різних країн селекції

## Висновки

Таким чином, встановлено, що природна резистентність корів породи лімузин залежала від країни їх селекції. З-поміж підконтрольних тварин найвищою резистентністю відзначалися особини вітчизняної селекції, що вказує на кращу їх адаптаційну здатність та пристосованість до місцевих умов розведення. У їх крові спостерігалися дещо вищі показники фагоцитарної, бактерицидної, лізоцимної активності, імунорегуляторного індексу та більша кількість Т- і В-лімфоцитів.

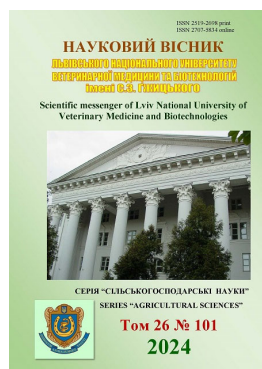
*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому плануємо дослідити морфологічні та біохімічні показники крові корів породи лімузин різної селекції та згідно зі шкалою В. Е. Чумаченка і співавт. визначити загальну комплексну оцінку природної резистентності піддослідних тварин.

## Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

## References

- Fedorovych, V. V. (2014). Pryrodna rezystentnist koriv kombinovanykh porid v umovakh zakhidnoho rehionu Ukrainy. Rozvedennia i henetyka tvaryn, 48, 136–143 (in Ukrainian).
- Fedorovych, Ye. I., Babik, N. P., & Muzyka, L. I. (2012). Pryrodna rezystentnist molodniaku porody limuzyn ta volynskoi miasnoi v umovakh Prykarpattia. Naukovyi visnyk LNUVMB im. S. Z. Hzytskoho, 14(3(53), 181–190. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2012\\_14\\_3%283%29\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2012_14_3%283%29_36) (in Ukrainian).
- Kuziv, M. I. (2012). Liniyny rist, morfolohichni i biokhimichni pokaznyky krovi ta pryrodna rezystentnist' telyts' ukrayins'koyi chorno-ryaboyi molochnoyi porody do richnoho viku. Biolohiya tvaryn – The animal biology, 14(1–2), 475–480. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv\\_2012\\_14\\_1-2\\_77](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2012_14_1-2_77) (in Ukrainian).
- Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Gutyj, B., & Izhboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, 9(4), 2134. DOI: 10.31893/jabb.21034.
- Pal, A., & Chakravarty, A. K. (2020). Disease resistance for different livestock species. Genetics and Breeding for Disease Resistance of Livestock, 271–296. DOI: 10.1016/B978-0-12-816406-8.00019-X.
- Petrovska, I. R., Salyha, Yu. T., & Vudmaska, I. V. (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidenniakh. Kyiv: Ahrarna nauka (in Ukrainian).
- Sheiko, I. (2022). Dynamika pryrodnoi rezystentnostiu tvaryn podilskoho zavodskoho typu ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznoho viku. Materi aly mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii Ahrarna osvita ta nauka: Dosiahnennia, rol, faktory rostu. Suchasnyi rozvytok tekhnolohii tvarynnystva. Innovatsiini pidkhody v kharchovykh tekhnolohiiakh. Bila Tserkva (in Ukrainian).
- Verbych, I. V., & Medvid, O. V. (2021). Pryrodna rezystentnist koriv podilskoho zavodskoho typu ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody riznykh henotypiv plemzavodu DP «DH «Pasichna» Khmelnytskoi oblasti. Suchasnyi rukh nauky: tezy dop. XII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii. Dnipro. T. 1. 493 s. (in Ukrainian).
- Vilzlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B. et al. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvi ta veterynarii medytsyni: dovidnyk; za red. V. V. Vlizla. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10121  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636:614.4:636.7

## Biosecurity of service dog environments

T. Farionik<sup>1</sup>✉, A. Kolechko<sup>1</sup>, N. Krempa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 01.08.2024

Received in revised form

02.09.2024

Accepted 03.09.2024

Vinnytsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnytsia, 21000, Ukraine  
Tel.: +38-067-997-52-42  
E-mail: farionik19@gmail.com

Stepan Gzhyskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

**Farionik, T., Kolechko, A., Krempa, N. (2024). Biosecurity of service dog environments. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 124–128. doi: 10.32718/nvlvet-a10121**

The relevance of this study is due to the lack of information space regarding potential biological threats when keeping service dogs and their management methods. The purpose of the work is to analyze and clarify the meaning of the terms “bioprotection and biosecurity”, outline the methods of ensuring biological protection and safety when working with service dogs, expand and generalize the understanding of this issue both in practical and theoretical-legal fields of implementation and implementation in practice. In the course of research and analysis of scientific literature, certain general conclusions were formed, which allow to better understand and distinguish specific practical and theoretical-legal components of ensuring biological protection and safety of service dog enclosures. Therefore, the biological management system should provide for and implement principles, rules, and recommendations, the implementation of which is intended to prevent penetration and the spread and release of potential carriers of biological hazards. It was established that to ensure the sanitary and hygienic well-being of the center for keeping service dogs, the “wind rose” principle should be taken into account. You should not neglect the generally accepted requirements for keeping primary documentation of animal records and preventive and curative features of their care, and stringent compliance with the prescriptions for deworming and vaccination of animals. Particular attention should be paid to preventive veterinary measures such as disinfection, namely disinfection of dishes for feeding and watering animals, premises for their taming and operation, disinsection, and derivatization, which, to a large extent, ensure a high level of internal biosafety and protection. Based on the research I conducted, I would like to draw attention to the need to clarify the regulatory and legal mechanisms for ensuring compliance and implementing the provisions of the current legislation of Ukraine and legal doctrine in the field of guaranteeing biological protection and safety.

**Key words:** dogs, biosafety, bioprotection, prevention of diseases, enclosures.

## Біозахист вольєрів службових собак

Т. В. Фаріонік<sup>1</sup>✉, А. В. Колечко<sup>1</sup>, Н. Ю. Кремпа<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Актуальність даного дослідження зумовлена дефіцитом наповненості інформаційного простору стосовно потенційних біологічних загроз при утриманні службових собак та методів керування ними. Мета роботи – аналіз та роз’яснення значення термінів “біозахист та біобезпека”, окреслення методів забезпечення біологічного захисту та безпеки при роботі зі службовими собаками, розширення та узагальнення розуміння даного питання як в практичному, так і теоретико-правовому полях виконання та імплементації їх в практику. В ході дослідження та аналізу наукової літератури, сформовано певні узагальнюючі висновки, які дозволяють в більшій мірі усвідомити та виокремити певні практичні та теоретико-правові складові забезпечення біологічного захисту та безпеки вольєрів службових собак. Відтак, системою біологічного менеджменту повинно бути передбачено та впроваджено виконання принципів, правил та рекомендацій, виконання яких призначені недопускати проникнення, унеможливити розповсюдження та вивільнення назовні ймовірних носіїв біологічних небезпек. Встановлено, що для забезпечення вимог санітарно-

гігієнічного благополуччя осередку з утримання службових собак, варто враховувати принцип “роза вітрів”. Не варто нехтувати загальноприйнятими вимогами щодо ведення первинної документації обліку тварин та профілактично-лікувальних особливостей їх обслуговування, зокрема чіткого дотримання приписів щодо проведення дегельмінтезації та вакцинації тварин. Особливої уваги варто приділяти таким профілактичним ветеринарним заходам, як дезінфекція, а саме дезінфекція посуду для годування та напування тварин, приміщень для їх утримання та експлуатації, дезінсекція та дератизація, які у великій мірі забезпечують високий рівень внутрішньої біобезпеки та біозахисту. На основі проведеного дослідження, хотілось би звернути увагу на необхідності роз’яснення нормативно-правових механізмів забезпечення дотримання та втілення в практику положень чинного законодавства України та правової доктрини у сфері забезпечення біологічного захисту та безпеки.

**Ключові слова:** собаки, біобезпека, біозахист, профілактика захворювань, вольєри.

## Вступ

Говорячи про біозахист та біобезпеку як терміни чи окремий напрямок науки, дати визначення та однозначно окреслити їх завдання, компетенції, межі впливу та етапи виконання й забезпечення досить складно, адже в розуміння цього терміну вкладено значення, що охоплює різні сфери життєдіяльності людини, включаючи стан захищеності особи, суспільства й держави, що виступають як сукупність потреб, реалізація яких забезпечує можливості розвитку (Serdiuk, 2008; Stehni et al., 2013; Kovalova et al., 2016; Renault et al., 2018; 2020; 2021).

Згідно тлумачення Д. М. Гродзинського: “Біобезпека – це забезпечення захисту біологічної різноманітності від потенційного ризику стосовно живих генетично змінених організмів, створюваних за допомогою сучасних біотехнологічних методів” (Hrodzynskyi, 2003; Zaporozhan et al., 2018), термін якої було запропоновано ще у далекому 1992 р. в додатковій угоді до Конвенції про біологічне розмаїття. (Konventsiiia..., 1992). У 2000 р. в Монреалі було прийнято “Картасхенський протокол із біобезпеки”, яким передбачено порядок проведення оцінки та регулювання біологічними ризиками, чітку регламентацію вимог до транспортування, імпорту, маркування продукції та сировини, отриманої з генетично змінених організмів, обмін відповідною науково-технічною, екологічною та правовою інформацією з метою запобігання можливих ризиків (Kartakhenskyi protokol..., 2000; Zakon Ukrainy vid 12.09.2002).

Варто пам’ятати, що біобезпека та біозахист взаємопов’язані та нерозривні, головним завданням яких є забезпечення відповідного ступеня захищеності об’єктів від ймовірного впливу біозагроз та ризиків, що виникають унаслідок інфекційних захворювань, біокатастроф, біотероризму, забруднення патогенами продуктів харчування та природних ресурсів. Відтак, біобезпекою називають ряд правил, рекомендацій та заходів, виконання яких призначені недопускати проникнення, попереджувати розповсюдження, зменшувати кількість та елімінацію впливу небезпечних агентів біологічного походження на здоров’я населення, тварин та стан довкілля. Біозахистом прийнято називати низку заходів, спрямованих на попередження та унеможливлення втрати, незаконного заволодіння або навмисного використання небезпечного біологічного матеріалу чи інформації.

До компетенцій біозахисту та біобезпеки (небезпеки) належать питання епідеміологічної, військової безпеки, відповідності лікарських засобів та продуктів харчування (ГМО), екологічна безпека, що супрово-

джується зміною екологічної рівноваги та появою нових, штучно створених чи природних, резервуарів інфекцій.

Не варто оминати увагою питання дотримання та забезпечення біобезпеки та біозахисту при утриманні службових собак, де найбільшим ризиком, пов’язаним із надходженням нових тварин, є занесення патогенів як в осередок їх вирощування, утримання та експлуатації, так і вивільнення небезпечних носіїв по-за межі їх перебування.

**Актуальність теми:** В ході аналізу останніх досліджень та наукових публікацій стосовно висвітлення проблематики біозахисту та біобезпеки, встановлено великий дефіцит інформації щодо теоретичних та практичних аспектів забезпечення їх дотримання та виконання в установах, які працюють із біологічним матеріалом, зокрема утриманням та вирощуванням службових собак. Відтак, з метою попередження та недопущення будь-яких біологічних загроз та ризиків, сформувалась потреба розширення інформаційно-просвітницького середовища, спрямованого на підвищення рівня освіченості та обізнаності в питаннях біобезпеки та біозахисту.

## Мета дослідження

Акцентовування уваги на аспектах забезпечення біологічного захисту та безпеки при роботі зі службовими собаками, розширення та узагальнення розуміння даного питання як в практичному, так і теоретико-правовому полях виконання.

## Матеріал і методи досліджень

Матеріалом досліджень слугували наукові медичні, біологічні та юридичні публікації, оприлюднені в базах даних наукових видань Вінницького НАУ, ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького, PubMed, Scopus, Web of Science та інших.

## Результати та їх обговорення

Говорячи про біозахист вольєрів службових собак, в першу чергу варто розкрити питання санітарно-гігієнічних вимоги до ділянок для будівництва розплідника чи кінологічного центру, у яких приміщення для собак необхідно обладнати на сухих піднесених місцях, досить віддалених від житлових і тваринницьких споруд, з обов’язковим вахуванням принципу “роза вітрів”, тобто векторну діаграму, що характеризує в метеорології та кліматології режим вітру в даному місці за певний період. Обов’язковою умовою



для захисту від вітру, опадів, сонця і пилу рекомендується наявність зелених насаджень ([Zasiekin & Poliakovskiy, 2011](#)), які добре захищають від сонця, створюють прохолоду та захищають від вітру. Приміщення для собак, зазвичай, будують з дерева, із цегли або залізобетонних блоків. Бічні стінки вигулів повинні бути дерев'яними, передня стінка і двері обладнують з міцної металевої сітки, щоб не могла прогризти собака. Підлога у вольєрах варто виконати з товстих, щільно підігнаних дошок, з невеликим нахилом у бік фасаду, який призначений для полегшення виконання санітарно-гігієнічного комплексу щодо прибирання, миття та дезінфекції. Перед вольєрами необхідно обладнати зацементовану канавку для стоку сечі, дощової і снігової води, а також надлишку дезінфікуючих розчинів ([Demchuk et al., 2006](#); [Kovalova et al., 2016](#)).

Лікар ветеринарної медицини, який обслуговує тварин, зокрема службових собак, відіграє ключову і надзвичайно важливу роль у подальших особливостях “біологічного добробуту” установи. Варто пам'ятати, що джерела походження тварин мають бути максимально перевіреними та обмеженими. Однією із складових успішного управління ймовірними ризиками та загрозами (хворобами) є наявність первинної документації та паспортів тварин, в яких чітко вписуються усі профілактичні маніпуляції чи лікування тварини. Згідно нормативних вимог, нові тварини повинні піддаватися огляду ветеринара до або під час прийому: невідповідний вакцинальний статус, наявність паразитів або симптоми інфекційної хвороби є факторами ризику, якими потрібно відповідним чином керувати. За необхідності забезпечити карантинування, профілактичні заходи або лікування нових тварин. Говорячи про утримання службових собак, варто пам'ятати, що карантин – це адміністративні та ветеринарно-санітарні заходи обмеження контактів інфікованої або підозрілої на інфікування тварини, що застосовуються для запобігання поширення деяких небезпечних інфекційних хвороб ([Novoselska et al., 2017](#); [Nakaz № 323, 2022](#)). Процес карантинування полягає в розділенні та унеможливленні контакту новопривезених та підозрілих тварин у повністю відокремленому місці. Карантин має виняткове значення в концепції біологічного менеджменту і його слід завжди вводити навіть для собак, які виглядають здоровими на момент надходження в установу, оскільки вони можуть інкубувати інфекційні захворювання ([Halatiuk & Tsybulchak, 2005](#); [Stehni et al., 2013](#); [Proskhvalennia Stratehii..., 2020](#)). На період карантину собака або група тварин перебувають під ретельним наглядом ветеринарного лікаря та персоналу, фіксуються будь-які ознаки прояву хвороби. Окрім очевидних ризиків, пов'язаних із прямим контактом між новопривезеними та іншими собаками установи, слід пам'ятати про непряму передачу захворювання через людей, транспортні засоби, матеріали, їжу та воду в результаті контакту з різними тваринами. Доступ має бути легким, закритим та недоступним для інших тварин. Коли доглядальники за тваринами відвідують карантинний будинок, вони повинні носити спеціальний одяг і взуття, а також мити та дезінфікувати руки

при вході та виході з закладу, з обов'язковим використанням дезкилимків. Необхідно також використовувати окреме обладнання для прибирання, інвентар для догляду, миски для їжі та напувалки, доступ до яких можуть мати лише собаки які знаходяться на карантині. Тривалість карантинного періоду не повинна бути меншою за найдовший інкубаційний період ймовірного захворювання, на яке проводиться скринінг. Для конкретних хвороб, таких як сказ, було доведено, що скринінг антитіл є дійсною альтернативою тривалим карантинним періодам (>6 місяців), тому тварин потрібно ізолювати лише до того часу, поки результати тесту не будуть негативними.

Говорячи про ризики порушення біологічної безпеки та методи біозахисту, слід зважати на те, що надзвичайно небезпечними чинниками є хвороби з транскордонним потенціалом. Тварин, призначених для ввезення на митну територію України, утримують на карантині у спеціально підготовлених для цього приміщеннях під наглядом державного ветеринарного інспектора країни-експортера відповідно до Вимог щодо ввезення на митну територію України живих тварин та їхнього репродуктивного матеріалу ([Nakaz Ministerstva ahrarynoi polityky..., 2019](#)).

Варто пам'ятати, що ризик занесення збудника інфекційного агента в установу можливий ще й шляхом передачі хвороб через біологічний матеріал, зокрема сперму. Поширеність захворювань собак репродуктивної системи добре відома (бруцельоз, герпесвірус собак, трансмісивна венерична саркома), відтак ризик їх передачі не лише через природне запліднення, а й під час штучного осіменіння варто брати до уваги і притримуватись превентивних методів їх виникнення.

Надзвичайно важливим у забезпеченні біозахисту вольєрів службових собак є імплементація в систему біологічного менеджменту програми боротьби як з нашкодливими паразитами, членистоногими комахами та кліщами, так і гризунами, яка ґрунтується на виконанні та дотриманні вимог санітарно-гігієнічного режиму установи, зокрема регулярного проведення дезінсекції та дератизації приміщень та прилеглих територій ([Zakon Ukrainy vid 31.05.2007](#)).

За утримання службових собак велику увагу варто приділити профілактиці інфекційних захворювань, а саме виборі найбільш підходящої програми вакцинації для кожної конкретної тварини, якою комплектується підрозділ залежно від її потреб, враховуючи необхідність для імунізації цуценят. Згідно рекомендацій виробників препаратів для імунізації, основні вакцини слід вводити вже у віці чотирьох тижнів, проте препарати, які реалізуються на території України, здебільшого використовуються з 8-тижневого віку. Дорослих особин рекомендується ревакцинувати через два тижні, а цуценят до двадцятижневого віку з двотижневими інтервалами.

Щодо профілактики глистних інвазій, таких як *Toxascaris canis*, *Toxascaris leonina*, *Uncinaria stenocephala*, *Trichuris vulpis*, її рекомендується проводити цуценят антигельмінтним препаратом широкого спектру дії вже з 2-тижневого віку і повторювати кожні 2 тижні до відлучення. Після цього цуценят необхідно щомісяця проводити дегельмін-

тизацію до досягнення ними 6 місячного віку. За потреби, дорослих собак слід лікувати щомісяця (ESCCAP, 2021). Варто зауважити, що саме превентивні заходи мають вирішальне значення в боротьбі з найпростішими, такими як *Cryptosporidium isospora*, *Giardia duodenalis*, особливо в собачих притулках і великих розплідниках (Raičević et al., 2021; Salavati et al., 2023; Lucas et al., 2023; Pacini et al., 2023). Для забезпечення найвищого ступеня ефективності вищеписаних дій, необхідно забезпечити ретельне систематичне видалення продуктів життєдіяльності тварин та очищення вольєрів із застосування дезінфекції. Як показує практика, медикаментозні методи лікування хоч ефективні та доступні, проте хронічні випадки зазвичай спричинені повторним зараженням (ESCCAP, 2021), які зазвичай відбуваються через згодовування собакам сирого м'яса та риби, укуси комах, що є проміжними господарями, шляхом обнюхування міток та екскрементів, вживання води із застійних калюж, контакт з іншими тваринами, не лише собаками.

Зазвичай принципи біобезпеки та біозахисту запроваджуються у тих установах, в яких працюють зі збудниками хвороб як людини, так і тварин. Окрім вищеписаних етапів біозахисту, що передбачає недопущення виникнення потенційних ризиків біоагроз та дотримання біологічної чистоти установ для утримання службових собак у вольєрах, технологією їх утримання передбачено процеси регулярного придбання, миття, дезінфекції, приміщень, інвентарю, посуду та вольєрів. Говорячи про вищевказані етапи виконання санітарно-гігієнічних вимог, особливо увагу приділяють гігієні годівлі та напування (Krempa et al., 2023).

### Висновки

Робота над опрацюванням матеріалів стосовно біозахисту вольєрів службових собак дозволила сформулювати певні висновки і узагальнити особливості його забезпечення. Встановлено, що під терміном “біозахист” слід розуміти певний комплекс дій та низку заходів, спрямованих на попередження та унеможливлення втрати, розповсюдження або навмисного використання небезпечного біологічного матеріалу.

Встановлено, що у системі біологічного захисту вольєрів для службових собак виділяють два напрями: зовнішній та внутрішній. До зовнішнього належить: нові тварини, обслуговуючий персонал, біологічний матеріал (сперма), шкідники, транспортні засоби. До внутрішнього ж належать хворі або умовно хворі тварини.

Біозахист є наріжним каменем контролю небезпечних інфекційних захворювань, головною причиною виникнення та розповсюдження яких є недостатня обізнаність спеціалістів, що працюють із собаками, в питаннях оцінки біологічними ризиками та управління ними. Відтак, ветеринар повинен бути готовий адаптувати загальні рекомендації до чинних практичних протоколів, оптимізувати впроваджені протоколи

та реагувати на динамічну зміну епізоотичного благополуччя установи.

**Перспективи подальших досліджень.** Питання біозахисту вольєрів собак охоплює не лише проблему забезпечення безпечних умов для службових собак, а й для собак, які перебувають на обліку та утриманні муніципальних служб. Відтак, в подальшій перспективі є опрацювання та висвітлення, з точки зору біобезпеки та біозахисту, питань стосовно виявлення, керування біологічними ризиками, етапів впровадження та дотримання заходів щодо їх забезпечення.

### Відомості про конфлікт інтересів

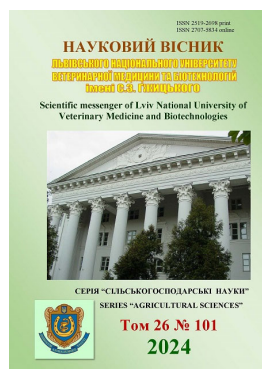
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

### References

- Andreichyn, M. A. (2018). *Biologichna bezpeka Ukrainy: monohrafiia / za zah. red. M. V. Velychka, V. H. Radchenka*. Kyiv: Nats. akad. SBU, 2016. 784 s. / M. A. Andreichyn. *Infektsiini khvoroby*, 1, 83–84. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/InfKhvor\\_2018\\_1\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/InfKhvor_2018_1_15) (in Ukrainian).
- Demchuk, M. V., Chornyi, M. V. Zakharenko, M. O., & Vysokos, M. P. (2006). *Hihiena tvaryn: Pidruchnyk*. Druhe vydannia. Kharkiv (in Ukrainian).
- ESCCAP (2021). *Malvern Hills Science Park, Geraldine Road, Malvern, Worcestershire, WR14 3SZ, United Kingdom*. URL: [https://www.esccap.org/uploads/docs/qo10p7ki\\_1136\\_ESCCAP\\_GL3\\_UA\\_v3\\_1p.pdf](https://www.esccap.org/uploads/docs/qo10p7ki_1136_ESCCAP_GL3_UA_v3_1p.pdf) (in Ukrainian).
- ESCCAP (2021). *Malvern Hills Science Park, Geraldine Road, Malvern, Worcestershire, WR14 3SZ, United Kingdom*. URL: [https://www.esccap.org/uploads/docs/4nf419fj\\_1088\\_ESCCAP\\_Guideline\\_GL1\\_UA\\_v3\\_1p.pdf](https://www.esccap.org/uploads/docs/4nf419fj_1088_ESCCAP_Guideline_GL1_UA_v3_1p.pdf) (in Ukrainian).
- Halatiuk, O. Ye., & Tsybulchak, L. M. (2005). *Epizootolohiia ta infektsiini khvoroby tvaryn. Metodichniy posibnyk: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchikh navchalnykh zakladiv. M-vo aharnoi polityky Ukrainy, Derzhavnyi ahroekolohichniy un-t. Zhytomyr: Vyd-vo Derzhavnogo ahroekolohichnoho un-t* (in Ukrainian).
- Hrodzynskyi, D. M. (2003). *Biobezpeka. Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy; NAN Ukrainy, NTSh. K.: Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrainy*. URL: <https://esu.com.ua/article-40999> (in Ukrainian).
- Kartakhenskyi protokol pro biobezpeku do Konventsii pro biologichne riznomanittia vid 29.01.2000 r. URL: [http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/995\\_935](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/995_935) (in Ukrainian).
- Karysheva, A. F. (2002). *Spetsialna epizootolohiia: pidruchnyk dlia studentiv vyshchikh ahrarykh zakladiv osvity III-IV rivniv akredytatsii zi spets. "Veterynarna medytsyna"*. Kyiv: Vyshecha osvita (in Ukrainian).
- Komisarenko, S. V. (2009). *Pro biologichni zahrozy i biozakhyt. Ukrainske slovo: internet-vydannia* (in Ukrainian).

- Konventsia pro okhoronu biolohichnoho riznomanittia vid 05.06.1992 r. [Elektronnyi resurs]. URL: [http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030](http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/995_030) (in Ukrainian).
- Kovalova, O. M., Lisnyi, V. M., Ambrosova, T. M., & Smyrnova, V. I. (2016). Osnovy bioetyky ta biobezpeky. K. : VSV Medytyna (in Ukrainian).
- Krempa, N., Kozenko, O., Gutyj, B., Popadiuk, S., & Ivakhiv, M. (2023). Sanitary, hygienic, and welfare aspects of keeping Pomeranian Spitz in a breeding private kennel. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(112), 168–174. DOI: 10.32718/nlvvet11227.
- Lucas, J. R., Ramos, D., Balcázar, S. S., & Santos, C. (2023). The Presence of Potentially Pathogenic Protozoa in Lettuce (*Lactuca sativa*) Sold in Markets in the Central Peruvian Andes. *International journal of environmental research and public health*, 20(2), 943. DOI: 10.3390/ijerph20020943.
- Nakaz 01.11.2016 № 1145. Pro zatverdzhennia Instruksii z orhanizatsii diialnosti kinolohichnykh pidrozdiliv Natsionalnoi politsii Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1544-16#Text> (in Ukrainian).
- Nakaz Ministerstva aharnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy vid 16 lystopada 2018 roku № 553, zareiestrovanykh u Ministerstvi yustyttsii Ukrainy 04 kvitnia 2019 roku za № 346/33317. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0346-19#Text> (in Ukrainian).
- Nakaz № 323. vid 31.05.2022. Pro zatverdzhennia deiakykh normatyvno-pravovykh aktiv shchodo karantynuvannia tvaryn ta tsentriv zboru tvaryn. Ministerstvo aharnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0698-22#Text> (in Ukrainian).
- Novoselska, L. P., Ivashchenko, T. H., Handziura, V. P., & Kulnych, O. P. (2017). Osnovy biobezpeky (ekolohichni skladnyk): navch. posib. K.: Instytut ekolohichnoho upravlinnia ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannia, (Biblioteka ekolohichnykh znan) (in Ukrainian).
- Pacini, M. I., Mazzei, M., Sgorbini, M., D'Alfonso, R., & Papini, R. A. (2023). A One-Year Retrospective Analysis of Viral and Parasitological Agents in Wildlife Animals Admitted to a First Aid Hospital. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(5), 931. DOI: 10.3390/ani13050931.
- Pro skhvalennia Stratehii zabezpechennia biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu za pryntsypom «iedyne zdorovia» na period do 2025 roku ta zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo yii realizatsii: rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 27 lystopada 2019 r. № 1416-r. Ofitsiyni visnyk Ukrainy. 2020. № 10. St. 405 (in Ukrainian).
- Raičević, J. G., Pavlović, I. N., & Galonja-Coghil, T. A. (2021). Canine intestinal parasites as a potential source of soil contamination in the public areas of Kruševac, Serbia. *Journal of infection in developing countries*, 15(1), 147–154. DOI: 10.3855/jidc.12694.
- Renault, V., Damiaans, B., Sarrazin, S., Humblet, M. F., Dewulf, J., & Saegerman, C. (2018). Biosecurity practices in Belgian cattle farming: Level of implementation, constraints and weaknesses. *Transboundary and emerging diseases*, 65(5), 1246–1261. DOI: 10.1111/tbed.12865.
- Renault, V., Humblet, M. F., Pham, P. N., & Saegerman, C. (2021). Biosecurity at Cattle Farms: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 10(10), 1315. DOI: 10.3390/pathogens10101315.
- Renault, V., Lomba, M., Delooz, L., Ribbens, S., Humblet, M. F., & Saegerman, C. (2020). Pilot study assessing the possible benefits of a higher level of implementation of biosecurity measures on farm productivity and health status in Belgian cattle farms. *Transboundary and emerging diseases*, 67(2), 769–777. DOI: 10.1111/tbed.13396.
- Salavati, A., Khalilzade-Houjaqan, M., Haddadmarandi, M., Arabkhazaeli, F., & Ahmad Madani, S. (2023). A Cross-Sectional Survey of Gastrointestinal Parasites in an Ornithological Garden. *Journal of avian medicine and surgery*, 36(4), 380–387. DOI: 10.1647/21-00031.
- Salyha, Yu. T., Luchka, I. V., Rosalovskyi, V. P. (2017). Osnovy biobezpeky dla naukovo-doslidnykh usa-nov biolohichnoho profilu. Lviv: Rastr (in Ukrainian).
- Serdiuk, A. M. (2008). Biolohichna bezpeka Ukrainy. Materialy Ukr. ekolohichnoho konhresu «Priorytety zbalansovanoho rozvytku Ukrainy» Vseukrainska ekolohichna liha: Kyiv, 193–198 (in Ukrainian).
- Stehni, B. T., Herilovych, A. P., & Ibatulin, I. I. (2013). Problemy biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu u veterynarnii medytyni ta biotekhnolohii. Kharkiv, «NTMT» (in Ukrainian).
- Ukaz Prezydenta Ukrainy (2009). Pro rishennia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 27 liutoho 2009 roku “Pro biolohichnu bezpeku Ukrainy”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/220/2009#Text> (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy vid 12.09.2002 r. № 152-IV. Pro pryednannia Ukrainy do Kartakhenskoho protokolu pro biobezpeku do Konventsii pro biolohichne riznomanittia. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/152-15> (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy vid 31.05.2007 № 1103-V “Pro derzhavnu systemu biobezpeky pry stvorenni, vyprovuvanni, transportuvanni ta vykorystanni henetychno modyfikovanykh orhanizmiv”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1103-16#Text> (in Ukrainian).
- Zaporozhan, V. M., Badiuk, M. I., & Andreichyn, M. A. (2018). Biobezpeka : prakt. Poradnyk. Odesa: ONMedU (in Ukrainian).
- Zasiekin, D. A., & Poliakovskyi, V. M. (2011). Sanitarni normy dla tvarynnitskykh ta pererobnykh pidpryemstv Ukrainy: Navchalno-normatyvnyi posibnyk. Kyiv (in Ukrainian).
- Zlenko, V. V., Piriatska, N. Ye., & Lytvynenko, M. I. (2015). Orhanizatsiia roboty ta zabezpechennia sanitarno-protyepidemicnoho rezhymu v laboratorno-diahnostychnykh ustanovakh riznoho profilu: navch. posibnyk; za red. O. I. Zaliubovskoi. Kharkiv: KhNMU (in Ukrainian).





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10122  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.2:636.084.52

## Intensity of raising repair heifers under different feeding conditions

Y. I. Pivtorak<sup>✉</sup>, N. M. Hordiyshuk, T. B. Nahirniak

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnology, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 01.08.2024  
Received in revised form  
02.09.2024  
Accepted 03.09.2024

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-050-522-86-23  
E-mail: yaroslavpivtorak@gmail.com

**Pivtorak, Y. I., Hordiyshuk, N. M., & Nahirniak, T. B. (2024). Intensity of raising repair heifers under different feeding conditions. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 129–134. doi: 10.32718/nvlvet-a10122**

The materials of the publication reflect the results of research conducted on repair heifers of the Simmental breed in the conditions of the farm “Pchany-Denkovich” of the Stryi district of the Lviv region. The basis of the research is the task of standardized feeding of repair heifers with the same type of rations throughout the year when replacing a portion of the concentrated mixture with hay-type mono-forage. The rations of experimental animals were balanced according to detailed norms. The study was conducted on three groups of heifers with ten heads each. The analysis of the obtained results showed that different conditions of energy nutrition of experimental animals, characterizing the level of metabolism in the animal's body according to indicators of the fractional content of glutathione in whole blood, had an ambiguous effect on the development of the general physiological state. This indicator plays an important role in redox processes in the body. In particular, it plays an active part in the synthesis of proteins and is also a part of certain glycolysis enzymes. The results showed a general tendency to increase the blood glutathione content; however, this increase did not occur in one constant direction but wave-like and depended on the conditions of the feeding factor, especially the second and third research groups. If during the period of growing heifers (at the age of 8–12 months), the concentration of total glutathione of all groups was relatively low (it ranged from 19.74 to 27.02 mg%), then under the conditions of the feeding factor of the experimental groups it was set to a higher level (34.47 mg%), which indicates a positive influence of feeding conditions, namely: the use of 30 % of hay-type monoforage in the structure of the diet. So, it should be noted that our research, to some extent, reveals the biochemical basis of the growth of repair heifers depending on the feeding conditions and shows that the proposed level is as close as possible to the optimal level for repairing the young Simmental breed. Animals of this breed have a high ability to grow organisms in favorable conditions to compensate for the lag in growth and development that occurred before the age of 6 months. The positive influence of the researched feed factor was also confirmed by indicators of the enzymatic activity of rumen microflora, especially cellulolytic and amylolytic bacteria, which ensured the active synthesis of nutrients necessary for the animal body and, first of all, microbial protein, which is known to be complete in terms of amino acids. Comparing inter-group digestibility indicators, it is necessary to note the high digestibility of nutrients in the heifers of the third group, in the structure of whose diet the share of nutritional replacement of compound fodder with mono fodder was 30 %, which was associated with high activity of cellulolytic microflora of the rumen. This, in turn, positively affected the intensity of growth and development of repair heifers. Therefore, the research recommends that the farm use the developed system of feeding and repairing young Simmental breeds.

**Key words:** repair heifers, growth intensity, microflora, glutathione, enzymatic activity, feeding level, digestibility, metabolic processes.

## Інтенсивність вирощування ремонтних телиць за різних умов годівлі

Я. І. Півторак<sup>✉</sup>, Н. М. Гордійчук, Т. Б. Нагірняк

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна



У публікації відображені результати досліджень, які проводились на ремонтних теличках симентальської породи в умовах фермерського господарства “Пчани-Денкович” Стрийського району Львівської області. В основу проведення досліджень покладено завдання нормованої годівлі ремонтних телиць за цілорічно однотипних раціонів при заміні частки концентрованої суміші на моно корм сінажного типу. Раціони піддослідних тварин були збалансовані за деталізованими нормами. Дослідження проводили на трьох групах телиць по 10 голів у кожній. Аналіз отриманих результатів показав, що різні умови енергетичного живлення піддослідних тварин, що характеризують рівень обміну речовин в організмі тварин за показниками фракційного вмісту глютаміону в цільній крові, неоднозначно впливали на розвиток загального фізіологічного стану. Цей показник відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах в організмі. Зокрема, бере активну участь у синтезі білків, а також входить до складу окремих ферментів гліколізу. Отримані результати показали загальну тенденцію підвищення вмісту глютаміону крові, проте це підвищення відбувалося не в одному незмінному напрямку, а хвилюподібно і залежало від умов годівельного фактора, особливо друга і третя дослідні групи. Якщо в період вирощування телиць (у віці 8–12 місяців) концентрація загального глютаміону всіх груп була порівняно низькою (вона коливалася в межах 19,74–27,02 мг%), то за умов годівельного фактору дослідних груп встановлюється на більш високий рівень (34,47 мг%), що вказує на позитивний вплив умов годівлі, а саме: використання в структурі раціону 30 % за поживністю моно корму сінажного типу. Отже, варто зазначити, що проведені нами дослідження деякою мірою розкривають біохімічну основу росту ремонтних телиць залежно від умов годівлі та свідчать, що запропонований рівень максимально близький до оптимального для ремонтного молодняку симентальської породи. Тварини цієї породи мають високу здатність ростучих організмів у сприятливих умовах компенсувати відставання в рості та розвитку, що відбувалося до віку 6 місяців. Позитивний вплив досліджуваного кормового фактору підтвердили і показники ферментативної активності мікрофлори рубця, особливо целюлозолітичних та амілолітичних бактерій, що забезпечило активний синтез необхідних для організму тварин поживних речовин і насамперед мікробіального білка, який, як відомо, є повноцінним в амінокислотному плані. Порівнюючи міжгрупові показники перетравності, варто підкреслити високу перетравність поживних речовин у телиць третьої групи, в структурі раціону яких частка заміни поживності комбікорму на моно корм складала 30 %, що було пов'язано з високою активністю целюлозолітичної мікрофлори рубця. Це своєю чергою позитивно позначилося на інтенсивності росту і розвитку ремонтних телиць. Отже, проведені дослідження дають підставу рекомендувати господарству використовувати розроблену систему годівлі ремонтного молодняку симентальської породи.

**Ключові слова:** ремонтні телиці, інтенсивність росту, мікрофлора, глютаміон, ферментативна активність, рівень годівлі, перетравність, обмінні процеси.

## Вступ

У практиці розробки питань спрямованого вирощування ремонтного молодняку великої рогатої худоби важливе значення має знання особливостей обміну в організмі тварин залежно від рівня годівлі (Mylostyvyi et al., 2021; 2023; Lozynskyi et al., 2023).

В літературних джерелах чимало даних щодо інтенсивності вирощування телиць, їхньої продуктивності (Hordychuk et al., 2018; Borshch et al., 2020). Проте такі дослідження, як оцінка вирощування теличок в окремі вікові періоди при застосуванні цілорічно однотипної годівлі на раціонах з використанням моно кормів викликають особливу зацікавленість науковців.

Теоретичні питання, пов'язані з організацією повноцінного нормованого живлення таких тварин, продовжують вивчатися (Pivtorak et al., 2021; Pivtorak & Mil, 2022; Bashchenko et al., 2023; Pivtorak et al., 2024), в чому і полягає їхня актуальність.

Спрямовання цих досліджень різноманітне, але всі вони спрямовані на пошуки нових альтернативних дешевих кормових засобів, які б здешевлювали вирощування ремонтного молодняку великої рогатої худоби.

Такі дослідження мають не тільки практичну цінність для визначення оптимального рівня вирощування телиць, а й теоретичну – для розкриття біохімічної основи компенсаторних функцій організму загалом.

Питання компенсації тимчасової затримки розвитку молодняку є найбільш складними і найменш розробленими в проблемі співіснування організму та середовища, їхнього взаємозв'язку.

## Мета дослідження

Метою досліджень було вивчення взаємозв'язку між організмом молодняку і кормом з метою вибору

раціонального їх співвідношення в раціоні (грубі, соковиті, концентровані), що забезпечує нормальний хід обмінних процесів та розвиток загального фізіологічного стану, оцінка якого проводилася за біохімічними показниками крові, що характеризують рівень обміну речовин в організмі тварин.

## Матеріали і методи досліджень

Для вирішення поставленого завдання було проведено експериментальну частину досліджень в умовах фермерського господарства “Пчани-Денкович” Стрийського району Львівської області на трьох групах ремонтних теличок симентальської породи по десять голів в кожній групі за схемою, що наведена у таблиці 1. Тривалість досліду 180 діб. Годівля піддослідних тварин проводилася відповідно до деталізованих норм потреби у поживних речовинах (Ibatullin & Kostenko, 2013) з урахуванням вимог цілорічно однотипних раціонів, які були збалансовані за вмістом сухої речовини, доступної енергії та протеїну, а також включенням до складу комбікорму солевомінерального преміксу.

Розроблена схема досліджень впроваджує практику використання цілорічно-однотипної годівлі ремонтного молодняку на раціонах сінажного типу, так званого моно корму. Отож, умови годівлі і утримання піддослідних тварин були однаковими і відрізнялися забезпеченістю поживними речовинами у відсотках.

Для вивчення біохімічних показників крові з трьох груп молодняку було відібрано по чотири тварини-аналоги. Кров для дослідження у піддослідних телиць брали з яремної вени вранці до першої годівлі 4 рази за період досліду. У цільній крові визначали глютаміон (загальний, відновлений, окислений).

За літературними даними, глютаміон завдяки своїй активній сульфгідрильній групі відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах в організмі тварин. Він

бере активну участь у синтезі білків, входить до складу деяких ферментів гліколізу та є донатором метилових груп. Встановлено також, що вміст глютатіону в крові, печінці та м'язевих клітинах тварин змінюється залежно від віку, годівлі, сезону року та при зміні функціонального стану організму.

Оцінку інтенсивності перебігу обмінних процесів в організмі піддослідних телиць визначали за показниками вмісту рубця, відбір якого проводили від тих же тварин.

Всі аналізи крові та вмісту рубця проводили в умовах сертифікованої лабораторії Львівського державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок.

**Таблиця 1**

Схема науково-виробничого досліду (n = 10)

| Групи піддослідних тварин | Тривалість досліду, діб | Структура раціонів інтенсивного періоду вирощування                                   |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 – контрольна            | 180                     | ОР – грубі (сіно – 20 %), соковиті (монокорм сінажного типу – 50 %, комбікорм – 30 %) |
| 2 – дослідна              | 180                     | ОР – заміна 20 % комбікорму за поживністю на монокорм                                 |
| 3 – дослідна              | 180                     | ОР – заміна 30 % комбікорму за поживністю на монокорм                                 |

### Результати та їх обговорення

Головною умовою проведення досліджень було дати оцінку системи вирощування ремонтних теличок в окремі вікові періоди при застосуванні цілорічно однотипної годівлі на раціонах з використанням монокорму сінажного типу. А також на основі аналізу отриманих результатів зробити рекомендації господарству, який рівень інтенсивного вирощування ремонтних телиць є найбільш оптимальний.

Дослідження вмісту глютатіону в крові піддослідних тварин за умов розробленої схеми годівлі наведено у таблиці 2.

Проведений аналіз отриманих результатів свідчить, що протягом дослідного періоду у тварин всіх груп з віком спостерігалася загальна тенденція – підвищений вміст глютатіону в крові. Проте це підвищення відбувається не в одному незмінному напрямі, а хвилеподібно шляхом періодичних падінь та підйомів. При цьому характер змін вмісту загального та відновленого глютатіону крові по групах тварин однаковий, тобто періоди їх підйому та падіння майже у всі періоди досліджень відбуваються синхронно. Зміни окисленого глютатіону мають в основному протилежний характер щодо перших двох форм. За невеликим винятком – зниження кислотного глютатіону супроводжується підвищенням загального і відновленого та навпаки.

**Таблиця 2**

Вміст глютатіону в крові піддослідних тварин, мг% ( $M \pm m$ , n = 4)

| Вік тварин, місяці    | Групи         |                |               |
|-----------------------|---------------|----------------|---------------|
|                       | 1             | 2              | 3             |
| Глютатіон загальний   |               |                |               |
| 6–9                   | 27,02 ± 3,49* | 26,10 ± 2,49   | 25,45 ± 3,67  |
| 11–12                 | 19,77 ± 3,83  | 19,73 ± 2,43   | 19,74 ± 2,40  |
| 15–16                 | 25,87 ± 2,53  | 31,67 ± 1,54*  | 29,86 ± 2,47  |
| 18–19                 | 30,92 ± 3,85  | 34,39 ± 3,83   | 34,47 ± 1,76* |
| Глютатіон відновлений |               |                |               |
| 6–9                   | 19,19 ± 3,11  | 23,12 ± 2,34** | 19,24 ± 3,70  |
| 11–12                 | 12,31 ± 2,41  | 13,30 ± 2,41   | 14,57 ± 3,05  |
| 15–16                 | 19,78 ± 2,29  | 25,34 ± 1,01** | 21,77 ± 1,48* |
| 18–19                 | 22,01 ± 3,08  | 27,79 ± 3,68   | 27,45 ± 1,88  |
| Глютатіон окислений   |               |                |               |
| 6–9                   | 3,33 ± 0,28   | 2,91 ± 0,29    | 6,21 ± 1,09** |
| 11–12                 | 7,41 ± 1,52*  | 6,33 ± 0,81    | 5,18 ± 0,96   |
| 15–16                 | 6,09 ± 0,36   | 6,31 ± 0,86    | 8,09 ± 2,31   |
| 18–19                 | 8,81 ± 1,40*  | 6,59 ± 1,10    | 7,02 ± 0,78   |

Примітка: в цій таблиці та в наступних різниця статистично вірогідна ( $P < 0,05$  \*,  $P < 0,01$  \*\*)

В період вирощування телиць (у віці 8–12 місяців) концентрація загального глютатіону в крові всіх трьох груп була порівняно низькою, вона коливалась в межах 19,74–27,02 мг%. В подальшому вміст його після періодичного підйому та падіння встановлюється на більш високому рівні (34,47 мг%) у третій групі, що вказує на позитивний вплив умов годівлі, зокрема

використання в структурі раціону 30 % за поживністю монокорму сінажного типу.

Що стосується відновленого та окисленого глютатіону, їхня кількість змінюється залежно від умов годівлі. Так, в період розвитку і до досягнення періоду осіменіння вміст відновленого глютатіону помітно підвищується у 2 і 3 групах піддослідних тварин. Дещо відмінна картина спостерігається щодо окисле-

ного глутатіону, особливо це стосується періоду росту тварин від 6 до 9-місячного віку. Виявлено зростання та нерівномірні хвилеподібні коливання в наступні періоди росту.

Отже, варто зауважити, що проведені нами дослідження деякою мірою розкривають біохімічну основу росту ремонтних телиць залежно від умов годівлі та свідчать, що запропонований рівень є максимально близький до оптимального для ремонтного молодняка

симентальської породи. Тварини цієї породи мають високу здатність організмів, що ростуть, у сприятливих умовах компенсувати відставання в рості та розвитку, що відбулося в ранньому віці (до 6 місяців).

Оцінку інтенсивності перебігу обмінних процесів в організмі ремонтних телиць було проведено за середніми показниками вмісту рубця, отриманого у різні періоди (6–9, 11–12 і 15–16 місяців) віку піддослідних тварин (табл. 3, 4).

**Таблиця 3**

Ферментативна активність вмісту рубця піддослідних теличок ( $M \pm m$ ,  $n = 4$ )

| Показники                                         | Групи            |                  |                  |
|---------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                   | 1                | 2                | 3                |
| Амілолітична активність, тис. ум. ам.од.          | 449,3 $\pm$ 24,7 | 420,1 $\pm$ 17,1 | 373,0 $\pm$ 16,5 |
| Целюлозолітична активність, % актив.              | 14,16 $\pm$ 0,86 | 16,33 $\pm$ 1,14 | 16,95 $\pm$ 1,22 |
| Протеолітична активність, екв тирозину в 100мл/хв | 3,61 $\pm$ 0,14  | 3,72 $\pm$ 0,20  | 3,88 $\pm$ 0,21  |
| pH                                                | 6,92 $\pm$ 0,12  | 7,31 $\pm$ 0,20  | 7,43 $\pm$ 0,11  |

Заміна частки зернових концентратів у раціонах піддослідних телиць на моно корм (зерно сінажного типу) дещо знижувало амілолітичну активність мікрофлори рубця (табл. 4). Протеолітична активність практично залишилася без змін, і на цьому фоні проявляється більш активно целюлозолітична активність, яка зростає за рахунок підвищеного рівня клітковини в раціоні другої та третьої груп піддослідних тварин. Це пояснюється різним оптимумом pH для існування і гідролітичною активністю целюлозолітичних та амілолітичних бактерій, тобто pH рубцевої рідини підвищувалося за рахунок кормового фактора, що позитивно вплинуло на гідролізуючу здатність відповід-

них ферментів, хоча протеолітичні мікроорганізми менш чутливі до зміни pH. Очевидно, це пов'язано з посиленням функціонування інших типів бактерій і стимулюванням їхньої протеолітичної активності.

Одним із вагомих чинників однотипної годівлі великої рогатої худоби є рівень ефективності засвоєння поживних речовин раціону. Як бачимо з даних таблиці 5, найбільша кількість білкового і аміного азоту та менша аміачного спостерігалась у вмісті рубця теличок при згодовуванні зерно-сінажного корму. Різниця щодо показників контрольної групи статистично вірогідна.

**Таблиця 4**

Деякі показники вмісту рубця піддослідних теличок ( $M \pm m$ ,  $n = 4$ )

| Показники            | Групи           |                   |                  |
|----------------------|-----------------|-------------------|------------------|
|                      | 1               | 2                 | 3                |
| Загальний азот, мг%  | 89,7 $\pm$ 2,86 | 106,7 $\pm$ 2,18  | 108,6 $\pm$ 3,02 |
| Білковий азот, мг%   | 68,6 $\pm$ 1,28 | 87,6 $\pm$ 3,02*  | 90,1 $\pm$ 3,10* |
| Залишковий азот, мг% | 21,1 $\pm$ 1,10 | 19,1 $\pm$ 1,28   | 18,5 $\pm$ 2,02  |
| Азот аміаку, мг%     | 7,24 $\pm$ 0,10 | 4,72 $\pm$ 0,11   | 4,80 $\pm$ 0,14  |
| Амінний азот, мг%    | 7,42 $\pm$ 0,60 | 10,12 $\pm$ 0,58* | 9,88 $\pm$ 0,62* |

**Таблиця 5**

Перетравність поживних речовин кормів, % ( $M \pm n$ ,  $n = 3$ )

| Показники          | Групи           |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                    | 1               | 2               | 3               |
| Суша речовина      | 70,4 $\pm$ 0,86 | 69,3 $\pm$ 0,66 | 70,5 $\pm$ 0,83 |
| Органічна речовина | 71,8 $\pm$ 1,08 | 71,9 $\pm$ 1,11 | 72,3 $\pm$ 0,77 |
| Сирий протеїн      | 66,8 $\pm$ 1,00 | 67,2 $\pm$ 0,93 | 76,1 $\pm$ 0,83 |
| Сирий жир          | 56,4 $\pm$ 1,02 | 56,8 $\pm$ 1,06 | 57,5 $\pm$ 0,77 |
| Сира клітковина    | 52,4 $\pm$ 1,11 | 52,6 $\pm$ 0,83 | 53,1 $\pm$ 0,84 |
| БЕР                | 78,6 $\pm$ 1,20 | 79,3 $\pm$ 0,77 | 79,2 $\pm$ 0,87 |

Отже, виходячи із хімічного складу вмісту рубця, можна припустити, що втрати в дослідних групах були найменшими. Азот аміаку в цих групах більш інтенсивно використовувався для синтезу амінокислот (амінний азот), а останні – для утворення більш цінних сполук білків мікрофлори, які перетравлюють-

ся в наступних відділах травного тракту – сичузі та тонкому відділі кишечника разом із протеїном кормів, який не зазнав дії мікробних ферментів у передшлунках тварин.

Отже, на ефективність використання сухої речовини і обмінної енергії загалом впливають як вік мо-

лодняку, так і тип раціону. При цьому найбільш ефективно тварини використовують суху речовину кормів раціону в період від 9 до 16 місяців за середнього рівня енергетичної забезпеченості.

Травлення у жуйних тварин має ту особливість, що в його перебігу бере участь численна мікрофлора, яка заселяє передшлунки. Завдяки ферментам мікроорганізмів рубця розщеплюються поживні речовини кормової маси до простіших сполук, які в подальшому використовуються для проміжного обміну речовин в організмі. Одночасно мікрофлора передшлунків синтезує необхідні для організму тварин речовини: мікробіальні білки, амінокислоти, вітаміни.

Одним із вагомих чинників високої продуктивності сільськогосподарських тварин загалом і жуйних зокрема є кількість спожитих кормів та рівень їх засвоєння або перетравність поживних речовин у шлунково-кишковому тракті.

У нашому експерименті з вивчення перетравності поживних речовин у спожитих піддослідними твари-

нами кормах виявлено, що всі корми поїдалися охоче, залишки були незначними і несуттєвими. Балансовий дослід проводився на трьох тваринах кожної з груп протягом семи діб у віці 15 місяців.

Дослідження показали, що використання раціонів запропонованої структури в годівлі ремонтних телиць по-різному позначилося на перетравності поживних речовин кормів. При цьому можна визначити два аспекти – віковий і годівельний. Порівнюючи міжгрупові показники перетравності, варто підкреслити високу перетравність безазотистих речовин, жиру і дещо протеїну, що пов'язано з біологічними особливостями росту. Найвищі показники перетравності поживних речовин мали телиці третьої групи, в структурі раціону яких частка заміни поживності комбікорму складала 30 %, що було пов'язано з високою активністю целюлозолітичної мікрофлори рубця. Це своєю чергою позитивно позначилося на інтенсивності росту ремонтних теличок (табл. 6).

**Таблиця 6**

Інтенсивність росту ремонтного молодняку ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ ) (обліковий період 180 діб)

| Показники                                 | Групи        |              |              |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                           | 1            | 2            | 3            |
| Середня жива маса на початок дослідів, кг | 185,3 ± 7,1  | 183 ± 6,3    | 184,5 ± 6,5  |
| На кінець дослідів, кг                    | 358,2 ± 15,2 | 355,3 ± 15,7 | 354,4 ± 15,6 |
| Приріст живої маси, всього: кг            | 172,9 ± 4,3  | 171,6 ± 4,1  | 169,9 ± 4,2  |
| Середньодобовий, г                        | 823,3 ± 7,22 | 817,1 ± 7,31 | 809,0 ± 7,02 |
| Затрати енергії, МДж на 1 кг приросту     | 9,8          | 9,5          | 9,4          |

Аналіз показав, що середньодобові прирости живої маси піддослідного молодняку за період дослідів в першій групі становили 823,3 г і були дещо вищими порівняно з другою та третьою дослідними групами (817,1–809,0 г).

Варто зазначити, що за фізіологічним станом розвитку тварини цих груп не відрізнялися. Затрати енергії на 1 кг приросту складала відповідно 9,8; 9,5 і 9,4 МДж та не перевищували розроблених економічних норм для ремонтного молодняку, що дозволяє стверджувати про позитивний ефект розробленої структури раціонів.

### Висновки

Проведені дослідження щодо оцінки продуктивної дії різних рівнів енергетичного живлення ремонтних телиць за використання цілорічно однотипних умов годівлі на загальний функціональний стан організму, біохімічні показники крові, вміст рубця, перетравність та інтенсивність росту дають підставу рекомендувати господарству використовувати розроблену структуру раціонів у годівлі ремонтного молодняку великої рогатої худоби.

### Відомості про конфлікт інтересів

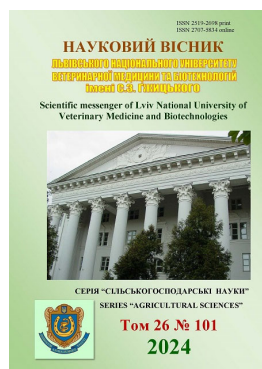
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Y. M., Lesyk, Y. V., Iskra, R. Y., & Guttyj, B. V. (2023). Peculiarities of growth and further productivity of purebred and crossbred cows. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 118–124. DOI: 10.15421/022318.
- Borshch, O. O., Guttyj, B. V., Sobolev, O. I., Borshch, O. V., Ruban, S. Yu., Bilkevich, V. V., Dutka, V. R., Chernenko, O. M., Zhelavskiy, M. M., & Nahimiak, T. B. (2020). Adaptation strategy of different cow genotypes to the voluntary milking system. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 145–150. DOI: 10.15421/2020\_23.
- Hordiychuk, N., Denkovich, B., Hordiychuk, L. (2018). Productive and technological qualities of Simmental cows depending on the index of general activity. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 20(89), 75–78. DOI: 10.32718/nvlvet8914.
- Ibatullin, I. I., & Kostenko, V. I. (2013). Norms, recommended rations and practical advice for feeding cattle: a guide. Zhytomyr.
- Lozynskiy, I., Guttyj, B., Ivashkiv, R., Ilchysyn, M., Martysuk, T., Todoruk, V., Dashkovskiy, O., Magrelo, N., SusH., Voroniak, V., & Vus, U. (2023). The state of the body's immune system of beef cows with signs of endotoxemia. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series:*



- Veterinary Sciences, 25(112), 78–82. DOI: 10.32718/nvlvet11213.
- Mil, O., Hordiychuk, N., Nahirniak, T., & Pivtorak, Y. (2023). Hematological indicators of bulls and their meat productivity depending on the structure of the ration. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 102–107. DOI: 10.32718/nvlvet-a9917.
- Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Cherniy, N., Leshchova, M., Skliarov, P., Gutyj, B., Kornienko, V., & Mylostyva D. (2022). Clinical significance of measuring fatty acids in biological fluids of dairy cows (in blood and milk) with a focus on heat stress. *Multidisciplinary Reviews*, 5(2), e2022011. DOI: 10.31893/multirev.2022011.
- Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Gutyj, B., Marenkov, O., & Kozyr, V. (2023). The relationship between warm weather and milk yield in holstein cows. *World Vet. J.*, 13(1), 134–143. DOI: 10.54203/scil.2023.wvj14.
- Mylostyvyi, R., Sejian, V., Izhboldina, O., Kalinichenko, O., Karlova, L., Lesnovskay, O., Begma, N., Marenkov, O., Lykhach, V., Midyk, S., Cherniy, N., Gutyj, B., & Hoffmann, G. (2021). Changes in the spectrum of free fatty acids in blood serum of dairy cows during a prolonged summer heat wave. *Animals*, 11(12), 3391. DOI: 10.3390/ani11123391.
- Pivtorak, Y., & Mil, O. (2022). Influence of feeding level on the formation of milk productivity of dry cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 139–143. DOI: 10.32718/nvlvet-a9619.
- Pivtorak, Y., Nahirniak, T., & Hordiychuk, L. (2024). The use of soybeans in the structure of the ration of high-yielding cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(100), 126–130. DOI: 10.32718/nvlvet-a10019.
- Pivtorak, Y., Salamakha, I., Holodiuk, I., Mil, O., & Denkovich, B. (2021). Formation of meat productivity of bulls depending on the level of feeding. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 23(95), 181–185. DOI: 10.32718/nvlvet-a9527.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10123

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 612.11:615.37:636.4

## Hematological and biochemical indicators of the blood of young piglets fed with the “Globigen Jump Start” feed additive

T. Ya. Prudyus✉

*Institute of Animal Biology of the National Academy of Sciences, Lviv, Ukraine*

### Article info

Received 05.08.2024

Received in revised form

09.09.2024

Accepted 10.09.2024

*Institute of Animal Biology NAAS,*

*V. Stusa Str., 38, Lviv,*

*79034, Ukraine.*

*Tel.: +38-067-322-22-58*

*E-mail: tarasvet126@gmail.com*

**Prudyus, T. Ya. (2024). Hematological and biochemical indicators of the blood of young piglets fed with the “Globigen Jump Start” feed additive. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 135–139. doi: 10.32718/nvlvet-a10123**

The article discusses the issue of increasing the adaptability of piglets in the postnatal period under the influence of the “Globigen Jump Start” feed additive in the conditions of intensive breeding technologies. The experiment aims to study the state of health of animals fed with the “Globigen Jump Start” feed additive. The research was carried out at the pig complex of LLC “Barkom”, village Dublyany, Sambirsky district, Lviv region. Clinically healthy piglets of early age, born from sows of RIS genetics of the Great White breed, which had 2–3 farrowing, were selected for the study. From the 5th day of life, piglets were fed pre-starter compound feed in loose form. For the experimental group, the feed additive “Globigen Jump Start” was introduced into the combined feed in 2 kg/t of finished feed. According to the research results, the growth of erythrocytes during the 5th, 14th, and 28th days of life was established by 8.54, 9.60, and 9.78 %, respectively, and on the 5th day of life, the hemoglobin level was significantly higher by 14.32 % ( $P > 0, 05$ ) than in piglets of the control group. In turn, this led to a probable increase in the average volume of erythrocytes by 6.53 % ( $P < 0.05$ ). The obtained data indicate a positive effect on hemoglobin synthesis and the oxygen transport function of the blood. The researched feed supplement also had an effect on the adaptive process of piglets, which was manifested in a probable increase in leukocytes on the 5th and 14th days – 49.13 % ( $P < 0.05$ ) and 28.64 % ( $P > 0.05$ ). According to the results of biochemical studies, a positive effect on the protein-synthesizing function of the liver was established, which was reflected in increased albumin by 28.66 % ( $P < 0.05$ ) in piglets of the experimental group on the 28th day of life. There was also a decrease in the activity of aspartate aminotransferase by 11.82 % ( $P < 0.05$ ) and alanine aminotransferase – by 12.89 % ( $P > 0.05$ ), and aminotransferases increased in the control group.

**Key words:** piglets, blood, erythrocytes, hemoglobin, leukocytes, ALT, AST, immunoglobulins.

## Гематологічні і біохімічні показники крові поросят раннього віку за згодовування кормової добавки “Глобіген Джамп Старт”

Т. Я. Прудиус✉

*Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна*

У статті розкривається питання підвищення адаптаційної здатності організму поросят у постнатальний період за дії кормової добавки “Глобіген Джамп Старт” в умовах інтенсивних технологій вирощування. Метою дослідження є дослідження стану здоров'я тварин за згодовування кормової добавки “Глобіген Джамп Старт”. Дослідження проведено на свиноматках ТОВ “Барком”, с. Дубляни Самбірський району Львівської області. Для дослідження було відібрано клінічно здорових поросят раннього віку, народжених від свиноматок генетики РІС породи велика біла, що мали 2–3 опороси. Поросятам з 5-ї доби життя згодовували престаєртерний комбікорм в розсипному вигляді. Для дослідної групи в комбікорм додатково вводили кормову добавку “Глобіген Джамп Старт” у кількості 2 кг/т готового корму. За результатами досліджень встановлено зростання еритроцитів упродовж 5, 14, 28 доби життя – 8,54, 9,60 і 9,78 % відповідно, а на 5 добу життя рівень гемоглобіну був вірогідно вищий 14,32 % ( $P > 0,05$ ), ніж у поросят контрольної групи. Своєю чергою це призвело до вірогідного зростання середнього об'єму еритроцита на 6,53 %

( $P < 0,05$ ). Отримані дані вказують на позитивний вплив синтезу гемоглобіну та киснево-транспортну функцію крові. Досліджувана кормова добавка мала вплив і на адаптивний процес поросят, що проявлявся у вірогідному збільшенні лейкоцитів на 5-, 14-у добу – 49,13 % ( $P < 0,05$ ) та 28,64 % ( $P > 0,05$ ). За результатами біохімічних досліджень встановлено позитивний вплив на протеїнсинтезвальну функцію печінки, що відображалось у збільшенні альбумінів 28,66 % ( $P < 0,05$ ) у поросят дослідної групи на 28-у добу життя. Також відбулося зниження активності аспаратамінотрансферази на 11,82 % ( $P < 0,05$ ) та аланінамінотрансферази – на 12,89 % ( $P > 0,05$ ), причому в контрольній групі відбувалося зростання амінотрансфераз.

**Ключові слова:** поросята, кров, еритроцити, гемоглобін, лейкоцити, АлАТ, АсАТ, імуноглобуліни.

## Вступ

Здоров'я та життєздатність поросят раннього віку є важливим критерієм в розвитку свинарства. Ці показники залежать від низки факторів, що обумовлені здоров'ям свиноматок, згодовування збалансованого та безпечного корму, а також дотримання технологічних вимог щодо вирощування тварин.

Ранній постнатальний період життя поросят характеризується інтенсивним розвитком речовин, активним ростом і становленням функціональних систем, зокрема імунної та метаболічної. Проте в цей час молоді тварини часто піддаються значному стресу, який може призвести до порушення гомеостазу, зниження імунітету та розвитку різних захворювань. Однією з головних проблем є ослаблена здатність протидіяти інфекції, оскільки імунна система поросят ще не є повністю сформованою. Зменшення негативного впливу навколишнього середовища на організм поросят призводить до пошуку нових імуномодуючих та стимулюючих засобів, що поліпшує здоров'я тварин у складних умовах (Bondarenko, 2020; Martyshuk et al., 2020; Han et al., 2021).

Дослідження крові поросят на гематологічні та біохімічні показники є одним із важливих аспектів що розкриває роботу організму, розвиток кровотворних органів, фізіологічний стан, інтенсивність обміну речовин (Levchenko et al., 2012).

Біохімічні та гематологічні показники крові є масою показників загального стану здоров'я та функціонування внутрішніх систем організму поросят. Дослідження цих параметрів дозволяє оцінити вплив кормових добавок на метаболізм, гомеостаз та здатність адаптуватися до умов зовнішнього середовища. Наприклад, рівень еритроцитів і гемоглобіну вказує на стан киснево-транспортної функції крові, а кількість лейкоцитів – на активність імунної системи. Зміни в біохімічних показниках, таких як активність ферментів, вміст білків та мінералів, відображають стан метаболізму та роботу захворювань інших органів.

## Мета дослідження

Мета дослідження вивчити з'ясувати вплив кормової добавки “Глобіген Джамп Старт”, збагаченої яєчними імуноглобулінами і кормовими дріжджами, на динаміку гематологічних і біохімічних показників поросят у критичні періоди раннього постнатального онтогенезу. Це дослідження дозволяє оцінити ефективність використання добавок для підвищення імунітету, покращення метаболізму та загального стану тварин у період після народження, коли їх організм особливо вразливий до стресу.

## Матеріали і методи досліджень

Дослідження проведено на свинокомплексі ТОВ “Барком”, с. Дубляни Самбірський району Львівської області. Для дослідження було відібрано клінічно здорових поросят раннього віку, народжених від свиноматок генетики РІС породи велика біла, що мали 2–3 опороси. Основним методичним прийомом експерименту був метод подібних груп (Vlizlo et al., 2012). Для дослідження, за принципом аналогів, поросят було сформовано дві групи контрольну ( $n = 116$ ) та дослідну ( $n = 117$ ). Тварини утримувались в одному боксі, за однакових умов. Поросят з 5-ї доби життя згодовували престартерний комбікорм в розсипному вигляді. Для дослідної групи в комбікорм додатково вводили кормову добавку “Глобіген Джамп Старт” у кількості 2 кг/т готового корму. Тривалість досліду – 28 діб від народження і до відлучення. Кормова добавка “Глобіген Джамп Старт” – це функціональний та стандартизований продукт на основі яєчного порошку. Він містить природні імуноглобуліни (IgY – “імуноглобуліни з жовтка”), змішані з дріжджами. IgY – це клітини імунної системи птахів, подібні до IgG у ссавців. Вони виконують головну функцію виявлення та нейтралізації шкідливих речовин в організмі. IgY отримуються неінвазивним процесом і є природними інгредієнтами з яєць. Немає зв'язку з кров'ю та побічними продуктами забою, а отже – і ризику перенесення хвороб тварин. Термостабільна, витримує температуру при грануляції 80 °С.

**Таблиця 1**

Схема досліджу

| Групи      | Кількість голів | Характер годівлі                     |
|------------|-----------------|--------------------------------------|
| Контрольна | 116             | Основний раціон (ОР)                 |
| Дослідна   | 117             | ОР + 2,0 кг/т “Глобіген Джамп Старт” |

Матеріалом для дослідження була кров тварин від контрольної та дослідної групи, яку відбирали з краниальної порожнистої вени у поросят раннього віку на 5-у, 14-у та 28-у добу. Кров досліджували на гематологічні та біохімічні показники. Протягом даного періоду визначали поведінку поросят, наявність проносів, споживання комбікорму, ріст та розвиток.

Отримані результати опрацьовували стандартними методами математичної статистики з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Статистичну вірогідність визначали за критерієм Стюдента.

### Результати та їх обговорення

За результатами проведених досліджень – загальна кількість еритроцитів у поросят дослідної групи, що споживали престаартерний корм із вмістом “Глобін Джамп Старт”, поступово збільшувалась упродовж усього підсисного періоду. На 5-, 14-, 28-у добу життя

у крові тварин дослідної групи кількість еритроцитів була більшою відповідно на 8,54, 9,60 і 9,78 %, ніж у тварин контрольної групи, проте різниці були невірні (табл. 2). Аналогічні зміни у крові поросят раннього віку дослідної групи встановлені щодо вмісту гемоглобіну та показника вмісту гемоглобіну в еритроциті. У тварин 5-добового віку вказаної групи вміст гемоглобіну у крові був більший на 14,32 % ( $P > 0,05$ ), а у 14-добових поросят – вірогідно більший середній об'єм еритроцита на 6,53 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з показниками у поросят контрольної групи.

Окрім цього, упродовж усього дослідного періоду у тварин дослідної групи виявляли поступове збільшення показника гематокриту порівняно з початковим періодом. У крові поросят 5-, 14- і 28-добового віку дослідної групи виявлено більшу величину цього показника відповідно на 9,89 % ( $P > 0,05$ ), 10,86 % ( $P < 0,05$ ) і 20,54 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з поросятами контрольної групи.

**Таблиця 2**

Морфологічні показники крові поросят-сисунів за згодовування кормової добавки “Глобін Джамп Старт” ( $M \pm m$ ;  $n = 5$ )

| Показники                          | Групи | Періоди дослідження |                   |                   |
|------------------------------------|-------|---------------------|-------------------|-------------------|
|                                    |       | 5-а доба життя      | 14-а доба життя   | 28-а доба життя   |
| Еритроцити, Т/л                    | К     | 4,45 $\pm$ 0,61     | 5,21 $\pm$ 0,30   | 5,11 $\pm$ 0,59   |
|                                    | Д     | 4,83 $\pm$ 0,27     | 5,71 $\pm$ 0,38   | 5,61 $\pm$ 0,22   |
| Гемоглобін, г/л                    | К     | 92,20 $\pm$ 7,88    | 99,0 $\pm$ 3,86   | 96,80 $\pm$ 5,15  |
|                                    | Д     | 105,4 $\pm$ 5,14    | 104,4 $\pm$ 3,83  | 104,80 $\pm$ 3,43 |
| Лейкоцити, Г/л,                    | К     | 9,20 $\pm$ 1,04     | 8,10 $\pm$ 1,68   | 13,20 $\pm$ 1,49  |
|                                    | Д     | 13,72 $\pm$ 1,42*   | 10,42 $\pm$ 2,18  | 14,08 $\pm$ 1,63  |
| Гематокрит, %,                     | К     | 36,40 $\pm$ 1,42    | 39,40 $\pm$ 1,37  | 37,10 $\pm$ 2,92  |
|                                    | Д     | 40,00 $\pm$ 2,71    | 43,68 $\pm$ 1,22* | 44,72 $\pm$ 1,56* |
| Середній об'єм еритроцита, фл      | К     | 73,90 $\pm$ 1,36    | 75,00 $\pm$ 1,54  | 80,90 $\pm$ 1,46  |
|                                    | Д     | 78,10 $\pm$ 1,25    | 79,90 $\pm$ 1,15* | 82,12 $\pm$ 1,57  |
| Вміст гемоглобіну в еритроциті, пг | К     | 17,50 $\pm$ 1,26    | 20,48 $\pm$ 0,62  | 18,60 $\pm$ 0,27  |
|                                    | Д     | 20,44 $\pm$ 0,32    | 19,68 $\pm$ 0,26  | 19,62 $\pm$ 0,59  |

Отримані результати свідчать про стимулюючий вплив досліджуваної кормової добавки, до складу якої входять природні компоненти – дріжджі і яєчні імуноглобуліни, на синтез гемоглобіну та киснево-транспортну функцію крові поросят-сисунів, що знижує ризик анемії у тварин раннього віку та підвищує адаптаційну здатність організму поросят у період перед відлученням від свиноматок.

Загальна кількість лейкоцитів у крові поросят дослідної групи збільшувалась впродовж усього підсисного періоду. У поросят 5-добового віку цей показник був вірогідно більшим на 49,13 % ( $P < 0,05$ ), а у тварин 14-добового віку – на 28,64 % ( $P > 0,05$ ) порівняно з показниками контрольної групи. Це явище стимулювання лейкопоезу у крові поросят на першому місяці життя за впливу імуноглобулінів, що входять до складу досліджуваної кормової добавки, варто розцінювати як адаптивний процес, спрямований на компенсацію дефіциту клітинних і гуморальних факторів захисту в їхній крові (Punt & Singer, 1997; Kokariev, 2015; Panikar & Nychyk, 2014). При цьому у крові поросят контрольної групи, які в годівлі отримували стандартний раціон, на 28-й добі життя вияв-

ляли збільшення кількості лейкоцитів до рівня тенденції, порівняно з показниками у тварин 5-добового віку цієї ж групи (табл. 2).

Аналіз біохімічних показників сироватки крові дослідних поросят вказував на позитивний вплив досліджуваної кормової добавки на протеїнсинтезувальну функцію печінки тварин, зокрема, на 28-й добі життя вірогідно збільшувався вміст альбумінів на 28,66 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з поросятами контрольної групи. У тварин контрольної групи у цей період дослідження виявляли тенденцію до зменшення концентрації альбумінів порівняно з показниками у поросят 5-добового віку (табл. 3).

За показниками активності амінотрансфераз у сироватці крові тварин дослідної групи виявили поступове зниження активності обох ензимів до 28-ї доби життя. Зокрема, у цей період активність АсАТ вірогідно знижувалася на 11,82 % ( $P < 0,05$ ), а АлАТ – на 12,89 % ( $P > 0,05$ ) порівняно зі значеннями у поросят контрольної групи. У сироватці крові тварин контрольної групи активність амінотрансфераз зберігалася високою упродовж усього першого місяця життя (табл. 3).



**Таблиця 3**

Біохімічні показники крові поросят-сисунів за згодовування кормової добавки “Глобіген Джамп Старт” ( $M \pm m$ ;  $n = 5$ )

| Показники                 | Групи | Доба життя       |                  |                   |
|---------------------------|-------|------------------|------------------|-------------------|
|                           |       | 5                | 14               | 28                |
| Альбуміни, г/л            | К     | 25,02 $\pm$ 2,35 | 23,46 $\pm$ 2,08 | 19,26 $\pm$ 1,51  |
|                           | Д     | 27,55 $\pm$ 1,97 | 25,78 $\pm$ 1,36 | 24,78 $\pm$ 1,71* |
| Сечовина, ммоль/л         | К     | 5,18 $\pm$ 0,31  | 6,64 $\pm$ 0,82  | 6,16 $\pm$ 0,62   |
|                           | Д     | 4,60 $\pm$ 0,24  | 5,42 $\pm$ 0,97  | 5,16 $\pm$ 0,54   |
| АлАТ, Од/л                | К     | 45,24 $\pm$ 2,28 | 47,04 $\pm$ 2,76 | 43,90 $\pm$ 2,39  |
|                           | Д     | 44,22 $\pm$ 2,33 | 44,36 $\pm$ 1,82 | 38,24 $\pm$ 2,16  |
| АсАТ, Од/л                | К     | 51,88 $\pm$ 4,14 | 54,20 $\pm$ 4,01 | 55,68 $\pm$ 2,07  |
|                           | Д     | 46,20 $\pm$ 3,78 | 65,90 $\pm$ 8,71 | 49,10 $\pm$ 1,87* |
| Триацилгліцероли, ммоль/л | К     | 1,41 $\pm$ 0,16  | 1,61 $\pm$ 0,15  | 1,34 $\pm$ 0,05   |
|                           | Д     | 1,45 $\pm$ 0,14  | 1,71 $\pm$ 0,11  | 1,36 $\pm$ 0,11   |
| Холестерол, ммоль/л       | К     | 2,18 $\pm$ 0,12  | 3,90 $\pm$ 0,30  | 2,90 $\pm$ 0,22   |
|                           | Д     | 2,28 $\pm$ 0,17  | 3,77 $\pm$ 0,18  | 2,65 $\pm$ 0,24   |
| Кальцій, ммоль/л          | К     | 2,12 $\pm$ 0,23  | 2,30 $\pm$ 0,13  | 2,70 $\pm$ 0,15   |
|                           | Д     | 2,33 $\pm$ 0,25  | 2,70 $\pm$ 0,04* | 2,98 $\pm$ 0,20   |
| Фосфор, ммоль/л           | К     | 3,32 $\pm$ 0,14  | 2,36 $\pm$ 0,08  | 3,78 $\pm$ 0,30   |
|                           | Д     | 3,50 $\pm$ 0,13  | 2,44 $\pm$ 0,07  | 3,86 $\pm$ 0,30   |

Нами встановлено, що 14-а доба життя є критичним періодом ранньої постнатальної адаптації фізіологічного розвитку поросят-сисунів. Так, у крові тварин 14-добового віку обох груп виявляли значно більший вміст триацилгліцеролів і загального холестеролу, сечовини і менший вміст Фосфору ( $P < 0,05$ ) порівняно з показниками у тварин 5- і 28-добового віку (табл. 3). Окрім цього, в сироватці крові поросят раннього віку обох груп виявлено поступове збільшення вмісту Кальцію упродовж першого місяця раннього розвитку. Однак у тварин дослідної групи 14-добового віку вміст Кальцію був вірогідно більшим на 17,39 % ( $P < 0,05$ ), ніж у поросят контрольної групи. Вказані зміни засвідчили необхідність застосування досліджуваної кормової добавки для профілактики рахіту та аліментарної остеодистрофії, які часто виявляються у поросят раннього віку (Farmer & Quesnel, 2009).

Таким чином, згодовування поросят-сисунам кормової добавки “Глобіген Джамп Старт”, що містить комбінацію кормових дріжджів та імуноглобулінів із яєчного жовтка, позитивно впливало на становлення імунобіологічної реактивності та корегувало різні ланки метаболізму (обмін протеїнів, ліпідів і мінеральний обмін) в їх організмі.

Завдяки своєму складу ця добавка сприяє підвищенню імунітету (Krempa et al., 2021; 2023; Prudyus et al., 2023; Krempa et al., 2024), стимулює розвиток кишечника (Prudyus, 2023). і нормалізує обмінні процеси в організмі поросят. Імуноглобуліни, що входять до складу добавок, ефективно підтримують роботу імунної системи, а дріжджі забезпечують корисні поживні речовини, необхідні для активного росту та розвитку молоді.

### Висновки

На основі проведених досліджень встановлено, що згодовування поросят “Глобіген Джамп Старт” із престартерним комбікормом у кількості 2 кг/т пози-

тивно впливає на показники крові за біохімічним та морфологічним профілем.

Виявлено стимулюючий вплив на синтез гемоглобіну та киснево-транспортну функцію крові поросят-сисунів, що знижує ризик анемії у тварин раннього віку та підвищує адаптаційну здатність організму поросят у період перед відлученням від свиноматок. За окремих біохімічних показників встановили зростання альбумінів в печінці та поступове зниження амінотрансфераз.

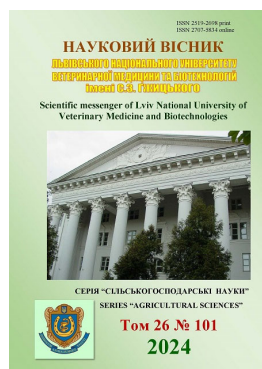
### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Bondarenko, L. V. (2020). Klitynniy zakhyst orhanizmu vidluchenykh porosiat za dii probiotyka. Tekhnolohiia vy-robnystva i pererobky produktsii tvarynnystva: zbirnyk naukovykh prats. Bila Tserkva: BNAU, 2(158), 111–119. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-158-2-112-120 (in Ukrainian).
- Farmer, C., & Quesnel, H. (2009). Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows. *Journal of animal science*, 87(13 Suppl), 56–64. DOI: 10.2527/jas.2008-1203.
- Han, Y., Zhan, T., Tang, C., Zhao, Q., Dansou, D. M., Yu, Y., Barbosa, F. F., & Zhang, J. (2021). Effect of Replacing in-Feed Antibiotic Growth Promoters with a Combination of Egg Immunoglobulins and Phytomolecules on the Performance, Serum Immunity, and Intestinal Health of Weaned Pigs Challenged with *Escherichia coli* K88. *Animals (Basel)*, 11(5), 1292. DOI: 10.3390/ani11051292.
- Kokariyev, A. V. (2015). Formuvannia fahotsyarnoi lanky imunitetu porosiat u rannomu postnatalnomu ontogenezi ta yii korektsiia preparatom “Imunolak” u lantsiuzi maty-plid-novonarodzhenyi. *Problemy zooinzhenere-rii ta veterynarnoi medytsyny*, 31(2), 89–

94. URL: [https://biosafety-center.com/wp-content/uploads/2015/11/2015\\_2.pdf](https://biosafety-center.com/wp-content/uploads/2015/11/2015_2.pdf) (in Ukrainian).
- Krempa, N. Y., Kozenko, O. V., Chornyj, M. V., Gutyj, B. V., & Martyshuk, T. V. (2021). Immune status of young pigs different methods of their breeding using means Globigen® Pig Doser and Globigen® Jump Start. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 23(104), 23–29. DOI: 10.32718/nvlvet10404
- Krempa, N., Kozenko, O., Gutyj, B., Dvyliuk, I., Magrelo, N., Sus, H., Voroniak, V., Vysotskyi, A., Vus, U., & Martyshuk, T. (2023). The dynamics of the content of immunoglobulins in the blood serum of piglets according to the actions of immunostimulating agents. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(112), 52–57. DOI: 10.32718/nvlvet11208.
- Krempa, N., Kozenko, O., Gutyj, B., Dvylyuk, I., Magrelo, N., Sus, H., Vus, U., Martyshuk, T., Voroniak, V., Vysotskyi, A., & Dashkovskyi, O. (2024). Immunobiological status of the organism of young pigs during their triphasic period cultivation and actions of corrective factors. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(114), 98–104. DOI: 10.32718/nvlvet11415.
- Levchenko, V. I., Kondrakhin, I. P., Vlizlo, V. V. ta in. (2012). *Vnutrishni khvoroby tvaryn. Za red. V.I. Levchenka. Bila Tserkva, Ch. 2. Lviv: SPOLOM* (in Ukrainian).
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Zhelavskyi, M. M., Midyk, S. V., Fedorchenko, A. M., Todorciuk, V. B., Nahirniak, T. B., Kisera, Ya. V., Sus, H. V., Chemerys, V. A., Levkivska, N. D., & Iglitskej, I. I. (2020). Effect of Butaselmavit-Plus on the immune system of piglets during and after weaning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 347–352. DOI: 10.15421/2020\_106.
- Panikar, I. I., & Nychyk, S. A. (2014). Zminy morfolohichnykh pokaznykiv peryferychnoi krovi porosiat pershoho misiatsia zhyttia. *Biolohiia tvaryn*, 16(4), 115–121. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv\\_2014\\_16\\_4\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2014_16_4_18) (in Ukrainian).
- Prudyus, T. Y., Shchebentovska, O., Salyha, Y. T., & Vorobel, M. I. (2023). Morphological changes in the immune system organs of piglets fed with different feed additives. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(4), 687–694. DOI: 10.15421/022398.
- Prudyus, T. (2023). Morphological characteristics of the duodenum of piglets fed with various feed additives. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(2), 266–272. DOI: 10.15421/022339.
- Punt, J. A., & Singer, A. (1997). T-cell development. *Clinical Immunology*, 1, 157–175.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B., ta in. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni. Dovidnyk. Lviv: SPOLOM* (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10124  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 632.154

## Study of the suitability of soils for growing crops on experimental plots

N. M. Glovyn<sup>✉</sup>, O. V. Pavliv

Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Berezhany Agritechnical Institute”, Berezhany, Ternopil region, Ukraine

### Article info

Received 07.08.2024  
Received in revised form  
09.09.2024  
Accepted 10.09.2024

Separated Subdivision of  
National University of Life  
and Environmental  
Sciences of Ukraine  
“Berezhany Agritechnical  
Institute”, Academichna Str, 20,  
Berezhany, Ternopil region,  
47501, Ukraine.  
Tel.: +38-067-208-60-99  
E-mail: [nadiaglovin@gmail.com](mailto:nadiaglovin@gmail.com)

**Glovyn, N. M., & Pavliv, O. V. (2024). Study of the suitability of soils for growing crops on experimental plots. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 140–144. doi: 10.32718/nvlvet-a10124**

In order to ensure the concept of ‘soil quality’, especially its expanded definition, which includes not only the production functions of soil, but also environmental and social components, is an effective tool for assessing the quality and choosing the party to the process of studying soil cover, assessing the degree of soil degradation, organizing monitoring systems and technical support for observations. In our opinion, such approaches should change the role of agrochemical research in agronomic and natural science education systems, balanced development of agroecosystems and rational use of natural resources. Soil quality is an assessment of its ability to perform its functions in providing ecosystems and social services under changing environmental conditions. Soil, as a natural and historical body, possesses a certain fertility, which is referred to as natural fertility. It is the result of the development of soil-forming processes that led to the formation of this soil as a natural body that has not been touched by any human activity, i.e. it is inherent only in virgin lands. Once humans begin to use soil for economic purposes, it becomes a means of production. Economic activity (tillage, fertilization, land reclamation, etc.) affects the development and change of soil fertility. Fertility is manifested in the yield of cultivated crops. Therefore, the ‘broad’ definition of soil quality, which stems from acknowledging its main functions, shows how well the soil performs the functions of maintaining biodiversity and productivity, regulating water and dissolved substance flows, filtering and nutrient cycling, etc. The organization of agricultural land is the first stage in the transformation of a natural ecosystem into an agroecosystem, and the boundaries of the types of agricultural land organization form the natural boundaries of agroecosystems. The study of the ecological condition of soil suitability in the research plot of SS NULES of Ukraine “Berezhany Agrotechnical Institute” in Ternopil district has been chosen as the basis for conducting the work. This category is known as effective fertility. Its level depends not only on the natural fertility of the soil, but also on the process and nature of agricultural use and farming culture. This is not a new category of fertility, but the same natural fertility that is enhanced by artificial measures. Artificial fertility and natural fertility are interconnected and together determine crop yields. The purpose is to substantiate environmental approaches and analyze practical recommendations for the formation of a mechanism for the development of environmentally friendly agriculture and to provide an ecological assessment of agricultural landscapes to determine the feasibility of organic farming for agricultural crops. Materials and methods were determined in accordance with the methodology of continuous soil and agrochemical monitoring of agricultural land in Ukraine. In most cases, farmers of alternative farms cannot compete with farmers of conventional farms in terms of crop yields. Satisfactory yields are absolutely dependent on the amount of manure and compost used, as well as the area that farmers can allocate to legumes.

**Key words:** agroecosystems, humus, nutrients, soil acidity index.

### Introduction

The condition of the soil cover of agricultural landscapes is the main source of sustainable development of the biosphere (Karasiuk et al., 1995; Laslo, 2009; Telo da Gama, 2023). In recent decades, Ukrainian soils have lost 8–10 % of their humus. Today, the nutrient content in the topsoil has decreased by 2.5–3 times. Intensive land culti-

vation and the use of agrochemicals continue to deplete the soil and thin its fertile layer. In addition, plants grown on degraded soils are affected by many diseases. The foundation of ecological farming is the land as a living system, reflecting the essence of the relationships between soil, plants, animals, and humans (Tyburskyi et al., 2006; Harmashov & Fomichova, 2010; Matviichuk & Matviichuk, 2014; Glovyn & Pavliv, 2019). As in nature

in general, so in agriculture, a change in one component of such a system can have a significant impact on the others. Ecological agriculture (alternative, sustainable) is a system of farming that relies on the exchange and accumulation of organic fertilizers within the farm (plant residues, manure, green mass) and as well as on non-chemical methods of controlling weeds, pests, and diseases (Zaprudne, 1996; Groffman, 1997; Pavliv, 2016; Guo et al., 2017; Hlovyn & Pavliv, 2021; Xie et al., 2022). Soil structure and fertility improvement are the basis for plant production in organic farming. The principles of organic farming, grazing and the use of natural systems in the wild, which are used to obtain crop yields, must be carried out in a balanced way and in accordance with natural cycles (Gololobova & Vasilets, 2019). These cycles are universal, yet their characteristics depend on

the specific location. This kind of management is forward-thinking compared to conventional chemical practices in several ways:

- environmental protection (surface and groundwater are protected from contamination, soil life and fertility are preserved, its structure is not destroyed, the upper productive layer is preserved, microorganisms live in the turf, and their diversity increases);
- economic (local resources are used; production costs are reduced);
- social (eco-products do not harm human health, new jobs are created, small farms are preserved);
- cultural (ethnic culture is preserved; the uniqueness of the local species is preserved).

The ways of organic farming are shown in Fig. 1.

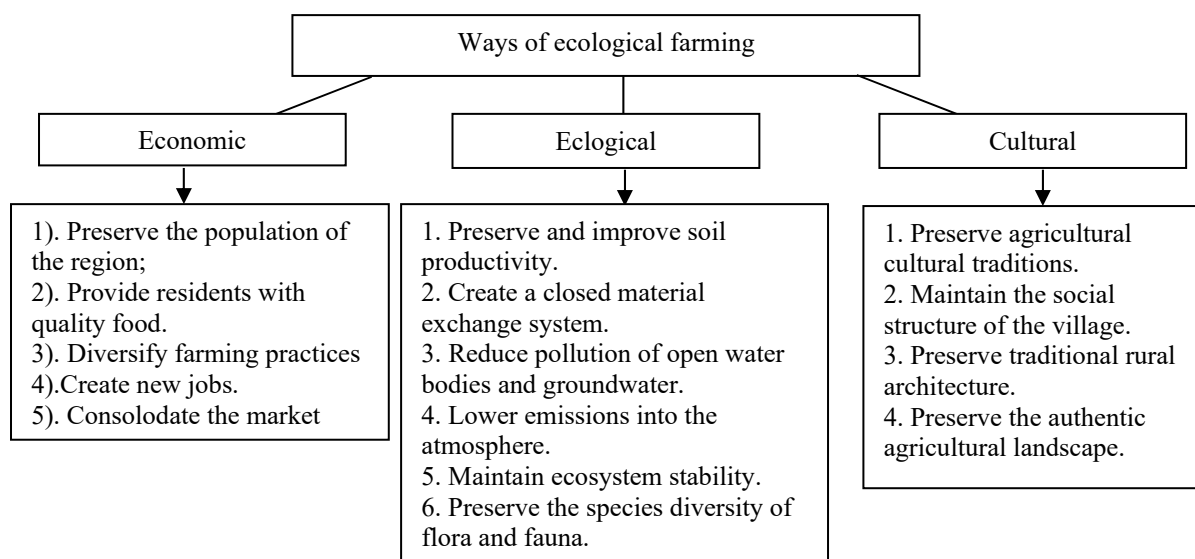


**Fig. 1.** Ways of ecological farming

In the alternative way of farming, fertilizers are replenished from 3 sources: various organic materials; hardly soluble minerals; nitrogen-fixing plants.

### The aim of the study

The aim of the research is to study and substantiate environmental approaches and practical recommendations for the formation of a mechanism for the development of environmentally friendly agriculture; to determine the agro-ecological state of agricultural landscapes located within the influence zones of technogenic objects, as well as to analyze the state of the territories that are subject to organic farming methods based on a set of indicators, the degree of disturbance of ecological balance in the humus and basic nutrients and the ecological and agrochemical state of lands under intensive agricultural use in the eastern region of Opillia (the soil of the research plot of SS NULES of Ukraine “Berezhany Agrotechnical Institute”).

### Materials and methods

Soil samples were collected according to the methodology for continuous soil and agrochemical monitoring of agricultural lands in Ukraine (1994). Soil agrochemical

parameters were determined by conventional methods: humus (organic matter) content – according to the Tiurin method in the modification by Simakov (DSTU 4289: 2004); alkaline hydrolysable nitrogen content – by the Kornfield method according to the “Method, guidelines for determination of alkaline hydrolysable nitrogen in soil”; mobile forms of phosphorus and exchangeable potassium – according to the Chyrikov method (DSTU 4115-2002); the content of mobile forms of sulphur by the CINA method (GOST 26483-85); the degree of acidity (pH) – potentiometrically according to the CINA method (GOST 26483-85) and hydrolytic according to the Kapenn method (GOST 26212-91).

### Results and discussion

According to the results of the research, an ecological assessment of the soil condition of the experimental plot of SS NULES of Ukraine “Berezhany Agrotechnical Institute” was carried out, 22 samples were selected – 33 analyses were carried out according to the indicators and methods specified above.

The land fund is dominated by dark grey podzolic soils. We conducted the analysis of the average weighted indicators of nutrient content and acidity levels (Table 1).



**Table 1**

Average weighted indicators of nutrient content and acidity levels for the studied plot 1

| № field | № plot | Surveyed area, ha. | Content mg/kg of soil. |     |     |      | Acidity   |                             | Humus content, %. |
|---------|--------|--------------------|------------------------|-----|-----|------|-----------|-----------------------------|-------------------|
|         |        |                    | N                      | P   | K   | S    | pH (salt) | Hydrolytic mg/100g of soil. |                   |
| 1       | 1      | 2.00               | 133                    | 74  | 123 | 3.20 | 6.3       | 1.81                        | 2.35              |
| 2       | 1      | 2.00               | 124                    | 62  | 120 | 3.20 | 6.4       | 1.62                        | 2.48              |
| 3       | 1      | 2.00               | 138                    | 113 | 131 | 5.80 | 6.6       | 1.37                        | 2.40              |
| 4       | 1      | 2.00               | 136                    | 77  | 145 | 4.50 | 6.3       | 1.74                        | 1.86              |
| 5       | 1      | 2.00               | 130                    | 80  | 165 | 9.20 | 6.4       | 1.63                        | 2.24              |
| 6       | 1      | 2.00               | 144                    | 57  | 161 | 9.50 | 5.4       | 3.26                        | 2.40              |
| 7       | 1      | 2.00               | 125                    | 38  | 158 | 4.80 | 5.8       | 2.46                        | 2.34              |
| 9       | 1      | 2.00               | 144                    | 35  | 143 | 5.80 | 6.2       | 1.90                        | 2.00              |
| 10      | 1      | 2.00               | 99                     | 74  | 70  | 5.20 | 6.9       | 1.08                        | 2.85              |

Based on the data from the studied soil plots, the following can be said: the content of alkali-hydrolyzed nitrogen was at a low level, as the nitrogen from mineral fertilizers is almost completely lost in the year of its application. This element is the most important element, as it is the foundation of all living organisms. The application rates of nitrogen for fertilization were determined separately for each field.

The distribution of areas by the level of mobile phosphorus content in the soils showed that the areas with an

average level of 69 mg/kg of soil (research plot 1) prevailed. As for the content of mobile phosphorus in the other field, the weighted average was 127 mg/kg (Table 2), phosphorus improved the development of the root system and energy metabolism in the plant (research plot 2).

The weighted average potassium content was high and amounted to 125, 124 mg/kg of soil (Table 1, Table 2). Potassium promotes the growth of a plant, its resistance to favorable temperatures, reduces freezing, and increases sugar content.

**Table 2**

Average weighted indicators of nutrient content and acidity levels for the studied plot 2

| № field | № plot | Surveyed area, ha. | Content mg/kg of soil. |     |     |      | Acidity   |                             | Humus content, % |
|---------|--------|--------------------|------------------------|-----|-----|------|-----------|-----------------------------|------------------|
|         |        |                    | N                      | P   | K   | S    | pH (salt) | Hydrolytic mg/100g of soil. |                  |
| 1       | 1      | 1.00               | 114                    | 117 | 106 | 8.80 | 6.0       | 2.15                        | 2.90             |
| 2       | 1      | 1.00               | 108                    | 80  | 136 | 7.50 | 5.4       | 3.26                        | 2.15             |
| 3       | 1      | 1.00               | 125                    | 144 | 134 | 5.00 | 6.1       | 1.13                        | 3.04             |
| 4       | 1      | 1.00               | 109                    | 185 | 134 | 6.00 | 6.3       | 1.08                        | 2.46             |

Regarding the average weighted content of the mobile form of sulfur, the indicator for plot 1 was low at 5.0 mg/kg, while for plot 2 it was moderate at 7.0 mg/kg.

In general, the weighted average humus content of the soils was 2.41 % and 2.73 %, respectively.

In terms of acidity, the soils in plot 1 were slightly acidic (pH sol. 5.1–5.5), close to neutral 10.3 %, (pH sol. 5.6–6.0) and neutral – 81.7 % (pH sol. >6.0). As for the degree of acidity in area 2, the following was noted: 20.2 % of the soils were slightly acidic (pH sol. 5.1–5.5), close to neutral on the area of 35.6 % (pH sol. 5.6–6.0) and neutral – 44.2 % (pH sol. >6.0).

The soils on the territory of the studied plots had a soil solution reaction ranging from slightly acidic to neutral. The average weighted acidity index for pH sol. was 6.3, with hydrolytic acidity at 1.77 mg-eq/100g of soil (Table 1), pH sol. was 5.9, the hydrolytic acidity was 1.92 mg-eq/100g of soil (Table 2).

It is worth addressing the issue of alkali-hydrolyzed nitrogen content separately, which is mostly low, because the nitrogen of mineral fertilizers is almost completely lost in the year of its application. This element is the most important element, as it is the basis of all living organisms. It should be noted that there is a significant spatial variability in nitrogen availability, even within a single field, which requires a differentiated approach when developing a fertilization system.

When calculating nitrogen fertilizer application rates, residual soil nitrate was taken into account. The main forms of nitrogen present in fertilizers are the following: Amide (NH<sub>2</sub>): it is converted into the ammonium form and later to the nitrate forms in the soil; Ammonium (NH<sub>4</sub>): this form of nitrogen is partially converted into nitrate; Nitrate (NO<sub>3</sub>): It is not retained by the soil and is easily washed out into deeper layers.

Due to the acute shortage of nitrogen in soils, it becomes a limiting factor and the introduction of this element should be a priority when developing a nutrition system. The lack of nitrogen greatly inhibits plant growth and development. It manifests itself in the form of chlorosis. The leaves become light green, small, and prematurely yellow starting from the tips. In cereal crops, tillering slows down and the stems are short. Crops show a deterioration in flowering and early ovary drop. Additionally, considering the high ability of nitrogen for re-utilization and the well-developed herbaceous vegetation, it can be assumed that at the beginning of the growing season, the reserves of alkali-hydrolyzed nitrogen in the studied soils may increase by 15–20 % compared to the recorded values. Yield may significantly decrease if nitrogen deficiency persists throughout the entire growing season.

The alternative methods for enriching the soil with nitrogen have been suggested in our research:

1. Compost, with the emergence of technologies for its accelerated production. For example, the technology of accelerated natural degradation of organic substances under controlled conditions has been developed and is constantly being improved. Composting produces a valuable fertilizer in 60–65 days, with at least 75 % organic matter and at least 50 % nutrients in a form that is easily accessible to plants. It also does not contain pathogenic microflora in dangerous concentrations and viable weed seeds, and has a weakly alkaline or neutral reaction. As a result of high-temperature biofermentation of the compost mass under aerobic conditions, the nutritional value of the finished product increases and its ecological safety is ensured. The parameters of the finished product are the following: temperature – 30–35 °C, humidity – 32–38 %, carbon dioxide content – up to 8 %, oxygen content – up to 12 %, the active substance in 1 ton of compost – at least 50–70 kg, including nitrogen – 15–20 kg, phosphorus – 10–15 kg, potassium – 15–20 kg. Depending on the substrate, the NPK content in the compost can range from 1.35, 0.57, 0.97, and it has a dark color. It is worth noting the change in the smell of the compost material – from a foul smell to an “earthy” scent, caused by the metabolic products of actinomycetes. When compost is applied, the soil is enriched with organic substances, improving its physical and chemical properties while simultaneously enhancing the nutrient regime.

2. “Green” organic fertilizers – green manure. Special plantings, where the above-ground biomass is partially or completely incorporated into the soil, are called green manuring, and the crop itself is referred to as a green manure crop. There are more than 60 types of green manure crops. They enrich the soil with nutrients, improve the structure of its top layer, its water, air, heat, phytosanitary conditions, and help protect the soil from erosion. Green manure is an inexhaustible, constantly renewable source of organic matter. Green manure contributes to the natural reproduction of soil fertility. They do not dry out the topsoil, do not kill biota, and they instead promote photosynthesis, increasing the accumulation of nutrients. Perennial leguminous grasses (such as common sainfoin and alfalfa), annual legumes (such as spring vetch), which are particularly beneficial for enriching the soil with nutrients, as well as buckwheat, oilseed radish, mustard, and mixtures of spring vetch and sown oats, oilseed radish and sown oats, phacelia, amaranth, rapeseed, and ryegrass are used as green manure crops.

3. Growing legumes.

4. Minimal tillage practices.

5. Application of biological products (as fertilizers, inoculants, biodestructors, and means of protection against diseases and pests).

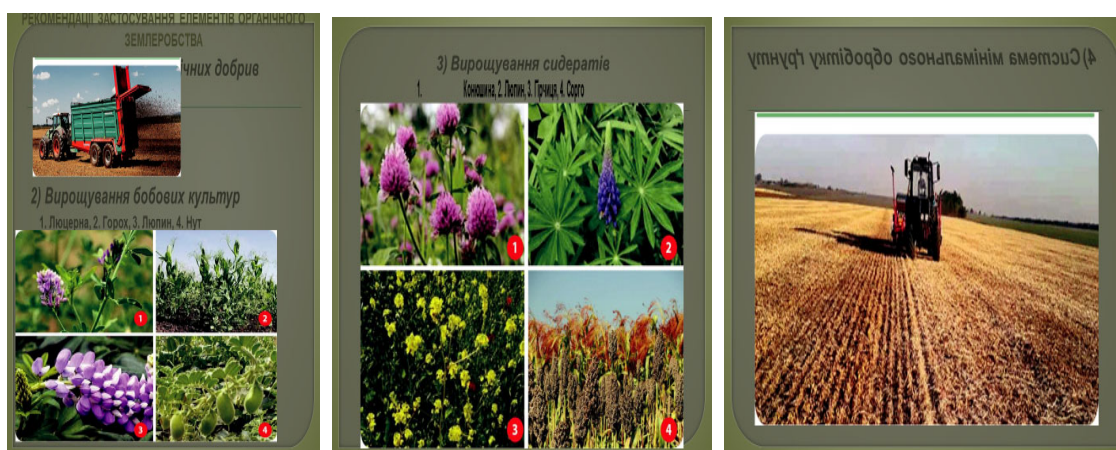


Fig. 2. Ways to enrich soil with nitrogen

Based on the observations made, it can be said that the acceptable conditions for growing cereal, industrial and fodder crops in terms of humus layer thickness (ranging from 35–45 cm) were formed in all the studied fields. Based on the soil environment reaction and humus content, the soils of the farms were characterized by optimal conditions for growing both fodder and industrial crops, as well as cereals. This situation is due to the fact that the soils have a neutral reaction in general. The studied fields were characterized by an average supply of soil humus content (ranging from 2.0 % to 3.5 % across all the plots), which created satisfactory conditions for the formation of high-quality yields of agricultural crops. As for nitrogen supply, there was a need to add to the indicators for optimal conditions for growing grain and industrial crops, it was necessary for the soils to be enriched with nitrogen

content exceeding 200 mg/kg of soil.

The content of mobile forms of phosphorus in the soils of the studied plots was characterized by an increased and high levels supply, which led to optimal and acceptable conditions for growing both grain and industrial crops, as well as fodder crops. The content of this indicator in the soils of plot 2 ranged from 80.0 to 185 mg/kg of soil, and in plot 1 the content of this indicator in the soils with optimal and acceptable conditions ranged from 57.0 to 109 mg/kg of soil.

The content of exchangeable potassium in the soils of plot 2 ranged from 106.0 to 136 mg/kg soil, which in its turn provided optimal and acceptable conditions for growing fodder, industrial and grain crops, and the situation was similar in plot 1 – the content of exchangeable potassium ranged from 70.0 to 165 mg/kg soil.

## Conclusion

Thus, the observation results confirm that the studied agricultural plots are predominantly agro-ecosystem fields with optimal conditions for growing grain, technical, and fodder crops. Recommendations have been provided on ways to intensify activities in the field of agricultural land use ecologization, enhance soil fertility, and ensure the balanced utilization of the available land and resource potential in the agricultural sector. In most cases, the ecological method of organic farming cannot compete with the traditional method of growing crops in terms of yield. Satisfactory yields are absolutely dependent on the amount of manure and compost used, as well as the area that farmers can allocate for legumes.

It is worth concluding with the words presented in the preface to the core principles of the International Federation of Organic Agriculture (IFOAM), founded in 1972 in Versailles: "From time immemorial, humanity has known that its ability to influence the environment far exceeds its right to do so".

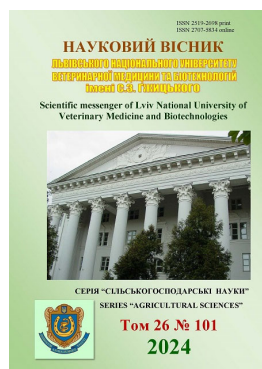
*Prospects for further research.* The survey data will help farm specialists correctly determine soil needs, set the most optimal doses of organic and mineral fertilizers, and conduct systematic work to improve soil fertility and crop yields.

## Conflict of interest

The authors claims no conflict of interest regarding the presentation and research results.

## References

- Artysh, V. I. (2006). Upravlinski aspekty rozvytku vyrobnytstva ekolohichno chystoi produktsii v silskomu hospodarstvi Ukrainy. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 102, 242–247 (in Ukrainian).
- Glovyn, N., & Pavliv, O. (2019). Investigation of Causes and Influences of Soil Acidity on Crop Yields in Kozova District, Ternopil Region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(91), 16–20. DOI: 10.32718/nvlvet-a9103.
- Gololobova, O. O., & Vasilets, Y. S. (2019). Agroecological Grounding of Organic Waste Management in the Production of Humates. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, 30, 130–137. DOI: 10.26565/1992-4224-2018-30-11.
- Groffman, P. M. (1997). Ecological constraints on the ability of precision agriculture to improve the environmental performance of agricultural production systems. *Ciba Foundation symposium*, 210, 52–78. DOI: 10.1002/9780470515419.ch5.
- Guo, L. P., Wang, T. L., Yang, W. Z., Zhou, L. Y., Chen, N. F., Han, B. X., & Huang, L. Q. (2017). Zhongguo Zhong yao za zhi = Zhongguo zhongyao zazhi = China journal of Chinese materia medica, 42(2), 231–238. DOI: 10.19540/j.cnki.cjcm.20161222.012.
- Harmashov, V. V., & Fomichova, O. V. (2010). Do pytannia orhanichnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva v Ukraini. *Visnyk aharnoi nauky*, 7, 11–16 (in Ukrainian).
- Hlovyn, N. M., & Pavliv, O. V. (2021). Ecological and agrochemical assessment of soil suitability of agricultural enterprise for organic products cultivation. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 203–209. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.25.
- Karasiuk, I. M., Herkiial, O. M., Hospodarenko, H. M., & Kolarkov, Yu. V. (1995). *Ahrokhimii. Navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Vyshcha shkola (in Ukrainian).
- Laslo, O. O. (2009). Orhanichne zemlerobstvo – shliakh do ekolohichno bezpechnoi produktsii. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii*, 1, 137–139 (in Ukrainian).
- Matviichuk, B. V., & Matviichuk, N. H. (2014). Osoblyvosti orhanichnoho zemlerobstva na Polissi. [Elektronnyi resurs]. URL: [http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/2107/1/Nauk\\_chut\\_2014\\_120-125.pdf](http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/2107/1/Nauk_chut_2014_120-125.pdf) (in Ukrainian).
- Patyka, V. P., Tykhonovych, I. A., Filipiev, I. D. ta in. (1993). Mikroorhanizmy i alternatyvne zemlerobstvo. K., Urozhai (in Ukrainian).
- Pavliv, A. V. (2016). Pasportyzatsiia silskohospodarskykh pidpriemstv Ternopilskoi oblasti Berezhanskoho raionu TZOV "Zhyva zemlia Potutory" ta TOV "Krona". *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*, 18(1(65)), 214–217 (in Ukrainian).
- Telo da Gama, J. (2023). The Role of Soils in Sustainability, Climate Change, and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. *Ecologies*, 4, 552–567. DOI: 10.3390/ecologies4030036.
- Tyburskyi, Yu., Pidlisniuk, V., Soltysiak, U. ta in. (2006). Ekolohichne silske hospodarstvo: kroky nazustrich. Krok pershyi: ekolohichne zemlerobstvo: posibnyk. K.: Vydavnytstvo Natsionalnoho ahrarnoho universytetu (in Ukrainian).
- Xie, K., Zhu, Y., Ma, Y., Chen, Y., Chen, S., & Chen, Z. (2022). Willingness of Tea Farmers to Adopt Ecological Agriculture Techniques Based on the UTAUT Extended Model. *International journal of environmental research and public health*, 19(22), 15351. DOI: 10.3390/ijerph192215351.
- Zaprudne, Yu. K. (1996). Silske hospodarstvo: biodynamichna alternatyva. *Problemy ekolohii ta staloho rozvytku*, 125–137 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10125  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.084:637.133:636.4

## Intensity of growth of pigs in the growing facility with the addition of the biological supplement “MikoStop” to the diet

H. Ohorodnichuk<sup>✉</sup>, V. Zagamula

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 12.08.2024

Received in revised form  
12.09.2024

Accepted 13.09.2024

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-097-449-63-31  
E-mail:  
ohorodnichukhalina@gmail.com

**Ohorodnichuk, H., & Zagamula, V. (2024). Intensity of growth of pigs in the growing facility with the addition of the biological supplement “MikoStop” to the diet. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 145–149. doi: 10.32718/nvlvet-a10125**

Fodder sorbents are used to feed agricultural animals to improve consumption, increase feed use efficiency, and improve product quality. Our experimental studies aimed to study the effect of the complex biological sorbent “MikoStop” on the intensity of growth of crossbred piglets during rearing and establish the optimal dose of the additive. The article presents the research results on the effect of feeding the complex biological sorbent “MikoStop” on the intensity of growth of pigs in growing farms. The scientific and economic experiment was carried out on four similar groups of pigs on the rearing farm, 14 heads in each, obtained from crossing sows of the large white breed with boars of the landrace breed. The control group of pigs consumed the main ration – full-ration combined feed TM “Tsekhavit” during the equalization and main periods. In addition to the main diet, the experimental groups were fed various doses of the complex biological sorbent “MikoStop.” The comparative and main experimental periods were 10 and 45 days, respectively. The researched additive “MikoStop” is produced SE “Enzym,” Ukraine. “MikoStop” is a complex biological sorbent of feed toxins with probiotic, antiviral, hepatoprotective, and immunoprotective properties. Ingredients: activated particular yeast cell walls, mannan-oligosaccharides, mineral carrier, and probiotic culture. It was established that feeding pigs with the complex biological sorbent “MikoStop” at a dose of 0.5 kg/1 t of compound feed increases live weight and absolute growth by 1.39 kg or 4.3 %, and by 1.37 kilograms or 5.4 %, respectively % kg, and increases average daily gains by 30.45 g or by 5.7 % compared to control indicators. At the same time, under the influence of the feed additive, the growth energy of piglets increased by 2.57 % compared to animals of the control group. Using the complex biological sorbent “MikoStop” allows you to reduce the cost of feed per 1 kg of growing pigs and increase the payment of feed by growth.

**Key words:** “MikoStop”, rearing, pigs, live weight, absolute growth, relative growth, average daily growth.

## Інтенсивність росту свиней на дорощуванні за додавання до раціону біологічної добавки “МікоСтоп”

Г. Огороднічук<sup>✉</sup>, В. Загамула

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Кормові сорбенти – у годівлі сільськогосподарських тварин використовують з метою покращення споживання, підвищення ефективності використання кормів та покращення якості продукції. Метою наших експериментальних досліджень було вивчити вплив комплексного біологічного сорбенту “МікоСтоп” на інтенсивність росту помісних поросят на дорощуванні та встановити оптимальну дозу добавки. У статті наведено результати досліджень, щодо впливу згодовування комплексного біологічного сорбенту “МікоСтоп” на інтенсивність росту свиней на дорощуванні. Науково-господарський дослід було проведено на чотирьох групах-аналогах свиней на дорощуванні, по 14 голів у кожній, отриманих від схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. Контрольна група свиней під час зрівняльного та основного періодів споживала основний раціон – повнораціонний



комбікорм ТМ “Цехавіт”. Дослідним групам додатково до основного раціону згодовували різні дози комплексного біологічного сорбенту “МікоСтоп”. Тривалість зрівняльного та основного дослідного періодів становила відповідно 10 та 45 діб. Досліджувану добавку МікоСтоп виробляється ДП “Ензим”, Україна. Препарат “МікоСтоп” – комплексний біологічний сорбент токсинів корму з пробіотичними, протівірусними, гепатопротекторними та імунотекторними властивостями. Склад: активовані спеціальні клітинні стінки дріжджів, маннаноолігосахариди, мінеральний носій і пробіотична культура. Встановлено, що згодовування свиням на дорощуванні комплексного біологічного сорбенту “МікоСтоп” у дозі 0,5 кг/1 т комбікорму підвищує живу масу та абсолютні прирости відповідно на 1,39 кг або на 4,3 %, та на 1,37 кг або на 5,4 % кг, та збільшує середньодобові прирости на 30,45 г або на 5,7 % проти контрольних показників. Водночас, під впливом кормової добавки підвищилася енергія росту поросят на 2,57 % відносно тварин контрольної групи. Використання комплексного біологічного сорбенту “МікоСтоп” дозволяє зменшити витрати кормів на 1 кг приросту свиней на дорощуванні та підвищити оплату корму приростом.

**Ключові слова:** препарат “МікоСтоп”, дорощування, свині, жива маса, абсолютний приріст, відносний приріст, середньодобовий приріст.

## Вступ

За сучасних умов промислового ведення свинарства у зв'язку із суттєвим підвищенням породного потенціалу продуктивності тварин, високими репродуктивними здатностями свиноматок, відгодівельними й м'ясними якостями молодняку свиней ставляться високі вимоги до якості годівлі. При цьому корми мають бути не тільки збалансовані за поживністю та складом, а й відповідати гігієнічним стандартам (Herasymov et al., 2008; Rudenko et al., 2012; Voloshchuk et al., 2014; Riznychuk, 2016).

Нині якість комбікормів для свиней регулюється ДСТУ 4124-2002 на комбікорми повнораціонні для свиней і ДСТУ 4507:2005 на комбікорми для контрольної відгодівлі свиней (DSTU 4124-2002; DSTU 4507:2005).

Якість комбікорму визначають за вмістом компонентів живлення, а його безпечність пов'язана з відсутністю в ньому токсичних речовин, які становлять значну загрозу організму тварин. Встановлено, що використання кормів з вмістом токсичних речовин викликає зниження продуктивності, зменшення використання корму, пригнічення імунітету та ураження внутрішніх органів тварин.

На даний час ведеться пошук різноманітних добавок, які своєю дією одночасно зменшували б дію токсичних речовин у кормі та підвищували б ефективність засвоєння поживних речовин організмом тварин. Такими властивостями володіють сорбенти (Popsui, 2012).

З появою нових форм пробіотиків, органічних кислот, ферментів тощо – розширюється й сфера застосування кормових сорбентів не тільки для боротьби з мікотоксикозами, а й у напрямку загального оздоровлення організму (нормалізація обміну через зв'язування і виведення кінцевих метаболітів; стабілізації кишкової нормо-мікрофлори, посилення імунітету, поліпшення апетиту, одержання екологічно-безпечної продукції (в т. ч. через зв'язування і виведення важких металів) (Lykhach, 2016).

Кормові сорбенти – це кормові добавки, призначені для зв'язування у шлунково-кишковому каналі й виведення з організму тварин токсичних речовин. На світовому ринку препаратів для тварин сорбенти вперше з'явилися після того, як стало відомо, що практично в 100 % випадків корми для тварин заражені мікотоксинами (Ibatullin et al., 2014).

Мікотоксини, які утворюються в кормах, є вторинними метаболітами життєдіяльності грибів та

досить стійкими речовинами, які проявляють тератогенні, мутагенні і канцерогенні ефекти, здатні порушувати білковий, ліпідний та мінеральний обмін речовин і викликати регресію органів імунної системи. Деякі види мікотоксинів є канцерогенними і накопичуються в продуктах тваринництва – яйцях, м'ясі, молоці, що несе велику небезпеку не тільки для тварин, а й людини. Тому контроль за вмістом мікотоксинів у кормах і своєчасне усунення їх негативного впливу – необхідні заходи для забезпечення здоров'я тварин і особливо споживачів тваринницької продукції (Lykhach, 2016).

Встановлено, за введення до раціонів свиней натуральних сорбентів не виявлено негативного впливу на фізико-хімічні властивості м'яса (Chudak et al., 2021; Lykhach et al., 2022).

Використання природних сорбентів у тваринництві підвищує продуктивність, тобто реалізацію генетичного потенціалу тварин, збільшує виробництво продукції та її рентабельність без додаткових витрат кормів (Kotyk et al., 2004; Lohvynenko et al., 2018).

Встановлено, що кількість важких металів у найдовшому м'язі спини свиней контрольної групи, які споживали лише основний раціон, була вищою на 25–40 % порівняно з показниками тварин дослідних груп, які додатково до основного раціону одержували сорбенти (Basarhin et al., 2018).

Застосування кормового сорбенту Альфасорб у період поросності свиноматок сприяло тенденції збільшення кількості поросят в дослідних групах на 1–3 голови (2–6 %), одержано підвищення живої маси поросят при народженні відповідно на 30–130 г (2–9 %) і маси новонароджених гнізд на 1–1,7 кг (6,5–11 %). Подальше згодовування сорбенту в період лактації сприяло більш інтенсивному росту поросят 2-ї дослідної групи (де сорбент одержували лише поросята) на 7,6 % щодо контролю (Sait “ENZIM BIOTECH”).

Встановлено, що додавання до раціонів сорбенту мікотоксинів БіоТокс у науково-господарському досліді дало можливість у дослідній групі одержати незначне збільшення середньодобових приростів та суттєве зменшення витрат кормів на одиницю приросту порівняно з контролем (Vyslanko et al., 2010).

## Мета дослідження

Метою наших експериментальних досліджень було вивчити вплив комплексного біологічного сорбенту “МікоСтоп” на інтенсивність росту помісних поро-

сят на дорошуванні та встановити оптимальну дозу добавки.

### Матеріал і методи досліджень

Для досягнення поставленої мети було проведено науково-господарський дослід на помісних свинях (Велика біла × Ландрас) в умовах ФГ “Щербич” Вінницької області.

Для дослідів на дорошуванні за методом груп-аналогів було відібрано чотири групи помісних свиней

(Велика біла × Ландрас) по 14 голів у кожній (DSTU 4507:2005; Popsui, 2012). При формуванні груп враховували: вік, живу масу тварин, походження, стать, продуктивність, інтенсивність росту свиней тощо (табл. 1).

Піддослідні свині протягом дослідів отримували комбікорм, збалансований за основними показниками. На початку дослідів в зрівняльний період тварини отримували престаартерний комбікорм ТМ “Цехавіт”. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2680,0 Ккал.

**Таблиця 1**

Схема науково-господарського дослідів свиней на дорошуванні

| Група        | Тривалість періоду, днів |          | Кількість голів у групі | Умови годівлі                                           |
|--------------|--------------------------|----------|-------------------------|---------------------------------------------------------|
|              | Зрівняльний              | Основний |                         |                                                         |
| 1 контрольна | 10                       | 45       | 14                      | ОР*                                                     |
| 2 дослідна   | 10                       | 45       | 14                      | ОР* + препарат “МікоСтоп” у дозі 0,25 кг/1 т комбікорму |
| 3 дослідна   | 10                       | 45       | 14                      | ОР* + препарат “МікоСтоп” у дозі 0,5 кг/1 т комбікорму  |
| 4 дослідна   | 10                       | 45       | 14                      | ОР* + препарат “МікоСтоп” у дозі 0,75кг/1 т комбікорму  |

Примітка: \*основний раціон (комбікорм “Престаартер” та “Стартер” відповідно до періоду дорошування)

За досягнення тваринами живої маси 10 кг вони споживали стартерний комбікорм. Контрольна група під час зрівняльного та основного періодів отримувала основний раціон (ОР) – повнораціонний комбікорм ТМ “Цехавіт”. Комбікорм складався з суміші зернових концентрованих кормів та містив у своєму складі за поживністю: пшениці – 27 %, ячменю – 20 %, кукурудзи – 28 %, Цехавіт Піг концентрат Стартер – 25 %. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 3192, 6 Ккал.

Дослідним групам свиней в основний період додатково до основного раціону вводили препарат “МікоСтоп” відповідно до схеми дослідів. Відлучали поросят у 28-денному віці. При постановці на дослід середня жива маса тварин перебувала на рівні 8,22 кг. Тривалість зрівняльного та основного дослідного періодів становила відповідно 10 та 45 діб.

Усі піддослідні поросята утримувалися в одному приміщенні, з вільним доступом до води та корму. Основні параметри мікроклімату в приміщенні відповідали нормативним показникам.

Досліджувана добавка “МікоСтоп” виробляється ДП “Ензим”. Препарат “МікоСтоп” – комплексний біологічний сорбент токсинів корму з пробіотичними, противірусними, гепатопротекторними та іммунопротекторними властивостями. Склад: активовані спеціальні клітинні стінки дріжджів, маннаноолігосахариди, мінеральний носій і пробіотична культура. Виробник ДП “Ензим”, Україна (Sait “ENZIM BIOTECH”).

При проведенні науково господарського дослідів використовували зоотехнічні, статистичні, фізіологічні, морфологічні гематологічні та біохімічні методи досліджень (Kononenko et al., 2000).

Облік росту тварин здійснювали шляхом індивідуального зважування на початок і кінець зрівняльного

та основного періодів. За результатами зважування визначали живу масу тіла, середньодобові, абсолютні та відносні прирости живої маси протягом дослідів. Під час експерименту проводили облік з’їдених кормів та обраховували витрати комбікорму на 1 кг приросту.

### Результати та їх обговорення

Під час проведеного науково-господарського дослідів було вивчено вплив кормової добавки “МікоСтоп” на ріст поросят на дорошуванні та їх розвиток за такими показниками: жива маса, абсолютний, середньодобовий та відносний прирости. Так, додаткове введення різних доз препарату до основного повнораціонного комбікорму справило позитивний вплив на живу масу піддослідних тварин (табл. 2).

Варто зазначити, що на кінець періоду дорошування між контрольною та дослідними групами не виявлено достовірної різниці за живою масою свиней. Однак спостерігалася тенденція до збільшення інтенсивності росту поросят за використання вищезазначеної кормової добавки.

Виявлено, що найбільша маса була у поросят 3-ї дослідної групи ( $33,66 \pm 1,71$ ) порівняно з аналогами контрольної ( $32,27 \pm 1,180$ ), які до основного раціону додатково отримували середню дозу добавки “МікоСтоп”.

Аналіз отриманих результатів показав, що у поросят 3-ї дослідної групи на кінець періоду дорошування жива маса була вищою на 5,7 %. У тварин другої групи жива маса була на рівні контрольної, а в поросят третьої групи спостерігається незначне зменшення інтенсивності росту на 1,2 %.

**Таблиця 2**Динаміка живої маси піддослідних свиней на дорошуванні за введення до раціону препарату “МікоСтоп” ( $M \pm m$ ,  $n = 14$ )

| Показники                                                         | Група              |                    |                    |                    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                                                   | 1 контрольна       | 2 дослідна         | 3 дослідна         | 4 дослідна         |
| Жива маса свиней на початок періоду дорошування (28 діб), кг      | 8,21 $\pm$ 0,197   | 8,25 $\pm$ 0,189   | 8,23 $\pm$ 0,205   | 8,19 $\pm$ 0,211   |
| Жива маса свиней на кінець періоду дорошування (73 доби), кг      | 32,27 $\pm$ 1,180  | 32,49 $\pm$ 0,952  | 33,66 $\pm$ 1,71   | 31,88 $\pm$ 1,31   |
| Абсолютний приріст, кг                                            | 24,06 $\pm$ 0,907  | 24,24 $\pm$ 0,812  | 25,43 $\pm$ 0,792  | 23,69 $\pm$ 0,964  |
| Середньодобовий приріст живої маси свиней у період дорошування, г | 534,66 $\pm$ 24,43 | 538,67 $\pm$ 29,12 | 565,11 $\pm$ 31,11 | 526,44 $\pm$ 21,33 |
| Відносний приріст живої маси свиней у період дорошування, %       | 118,87 $\pm$ 3,55  | 118,99 $\pm$ 3,09  | 121,44 $\pm$ 3,27  | 118,27 $\pm$ 4,01  |
| Збереженість, %                                                   | 100                | 100                | 100                | 100                |

За весь період дорошування найвищі абсолютні та середньодобові прирости живої маси поросят порівняно з аналогами із контролю зафіксовані знову ж таки у 3-й дослідній групі (25,43  $\pm$  0,792) та (565,11  $\pm$  31,11), яким до основного раціону додавали препарат “МікоСтоп” у дозі 0,5 кг на 1 тону комбікорму. У поросят 2-ї дослідної групи абсолютні (24,24  $\pm$  0,812) та середньодобові (538,67  $\pm$  29,12) прирости суттєво не відрізнялися від контрольних показників інтенсивності росту, а у свиней четвертої групи спостерігається незначна тенденція до зменшення абсолютних (23,69  $\pm$  0,964) та середньодобових (565,11  $\pm$  31,11) приростів живої маси.

Встановлено, що енергія росту у піддослідних тварин 2-ї та 4-ї дослідних груп була практично ідентичною з енергією росту тварин контрольної групи, водночас відносний приріст у свиней 3-ї дослідної групи підвищився на 2,57 %.

Отже, досліджуваний кормовий фактор – “МікоСтоп” у дозі 0,5 кг/1т комбікорму сприяє підвищенню інтенсивності росту свиней, а саме абсолютних, середньодобових та відносних приростів.

Експериментально встановлено, що включення до раціону поросят на дорошуванні біологічної добавки “МікоСтоп” знижує витрати кормів (табл. 3).

**Таблиця 3**Витрати кормів піддослідними тваринами за період дорошування ( $M \pm m$ ,  $n = 14$ )

| Показники                                 | Група        |            |            |            |
|-------------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|
|                                           | 1 контрольна | 2 дослідна | 3 дослідна | 4 дослідна |
| Витрати кормів за весь період досліду, кг | 559,00       | 549,78     | 576,66     | 540,54     |
| $\pm$ до контролю                         | -            | -9,22      | +17,66     | -18,46     |
| Витрати кормів на 1 голову, кг            | 39,93        | 39,27      | 41,19      | 38,61      |
| $\pm$ до контролю                         | -            | -0,66      | +1,26      | -1,32      |
| Витрати кормів на 1 кг приросту, кг       | 1,66         | 1,62       | 1,62       | 1,63       |
| $\pm$ до контролю                         | -            | -0,04      | -0,04      | -0,03      |
| Оплата корму приростом                    | 0,60         | 0,62       | 0,62       | 0,61       |
| $\pm$ до контролю                         | -            | +0,02      | +0,02      | +0,01      |

Найменші витрати корму на 1кг приросту спостерігаються у 2-й та 3-й дослідних групах і становлять 1,62 кг, що на 2,4 % менше, ніж у контрольних аналогів. Крім того, у поросят 4-ї групи витрати корму на 1 кг приросту також знижуються на 1,8 % щодо контролю.

### Висновки

Згодовування біологічного препарату “МікоСтоп” у дозі 0,5 кг/1 т комбікорму поросят на дорошуванні підвищує живу масу та абсолютний приріст відповідно на 1,39 кг, або на 4,3 %, та на 1,37 кг, або на 5,4 % кг, та збільшує середньодобові прирости на 30,45 г, або на 5,7 %.

Додавання свиням на дорошуванні добавки сорбенту “МікоСтоп” у дозі 0,5 кг/1т комбікорму збільшує енергію росту поросят на 2,57 %.

Введення поросят при вирощуванні препарату “МікоСтоп” у дозах від 0,25 до 0,75 кг/т комбікорму дозволяє зменшити витрати кормів на 1 кг приросту та підвищити оплату корму приростом.

### Відомості про конфлікт інтересів

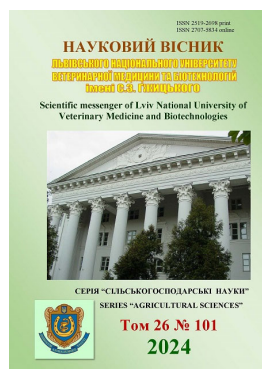
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Basarhin, V. A., Lavryniuk, O. O., & Mamchenko, V. Yu. (2018). *Biologichna tsinnist miasa svynei pry dodavanni u ratsion sorbentiv pryrodnoho pokhodzhennia*. *Naukovi Horyzonty*, 3(66), 27–32. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau\\_2018\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2018_3_7) (in Ukrainian).

- Chudak, R.A., Poberezhets, Yu. M., Ushakov, V. M., Babkov, Ya. I. (2021). Vplyv kormovykh dobavok ta kombikormiv na produktyvnist ta yakist miasa u svynei: Monohrafiia. Vydavets FOP Rohalska I. O. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/28824.pdf> (in Ukrainian).
- Herasymov, V. I., Nahaievych, V. M., Baranovskyi, D. I. ta in. (2008). *Svynarstvo Ukrainy*. Kh.: Espada (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., & Zhukorskyi, O. M. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen*. Navchalnyi posibnyk. K.: Ahrar. nauka (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., Melnyk, Yu. F., & Otchenashko, V. V. (2014). *Praktykum z hodivli silskohospodarskykh tvaryn*. Kyiv (in Ukrainian).
- Kombikormy dlia kontrolnoi vidhodivli svynei. Tekhnichni umovy: DSTU 4507:2005 [Chynnyi vid 2007-04-01]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. 11 s. (in Ukrainian).
- Kombikormy povnoratsionni dlia svynei. Tekhnichni umovy: DSTU 4124-2002 [Chynnyi vid 2004-01-01]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 13 s. (in Ukrainian).
- Kononenko, V. K., Ibatullin, I. I., & Patrov, V. S. (2000). *Praktykum z osnov naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi*. Kyiv, 38–40 (in Ukrainian).
- Kotyk, A. M., Trufanova, V. O., Liedneva, O. L., Andriienko, O. M. (2004). Efektyvnist preparatu “Mikosorb” v umovakh periodychnoi kontaminatsii kormiv mikotoksynamy. *Efektyvne tvarynnytstvo i ptakhivnytstvo*, 1, 46–49 (in Ukrainian).
- Lohvynenko, N. M., Basarhin, V. A., & Mamchenko, V. Yu. (2018). Perspektyvy vykorystannia v hodivli molodniaku svynei kremniievoho sorbentu «Sylard» ta kormovoho kontsentratu zhyvyna ta yikh vplyv na produktyvnist tvaryn. *Naukovi Horyzonty*, 3(66), 50–55. URL: <https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/3-66-2018/pyerspyektiv-vikoristannya-v-godivli-molodnyaku-svinyey-kryemniyevogo-sorbyentu-silard-ta-kormovogo-kontsyentratu-zhivina-ta-yikh-vplyv-na-produktivnist-tvarin> (in Ukrainian).
- Lykhach, V. Ya. (2016). Obgruntuvannia, rozrobka ta vprovadzhennia intensyvno-tekhnologichnykh rishen u svynarstvi. *Monohrafiia*. Mykolaiv: MNAU (in Ukrainian).
- Lykhach, V., Lykhach, A., Faustov, R., Barkar, Ye., & Lenkov, L. (2022). The effect of a new complex sorbent of mycotoxins in pigs diets on their growth performance, fattening and meat traits. *Animal Science and Food Technology*, 13(2), 26–34. DOI: 10.31548/animal.13(2).2022.26-34.
- Ossowski, M., Wlazło, Ł., Nowakowicz-Dębek, B., & Florek, M. (2021). Effect of Natural Sorbents in the Diet of Fattening Pigs on Meat Quality and Suitability for Processing. *Animals*, 11, 2930. DOI: 10.3390/ani11102930.
- Popsui, V. (2012). Bezpechnist kombikormiv dlia svynei [Elektronnyi resurs]. *Propozytsiia – Holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu*. URL: <http://propozitsiya.com/ua/bezpechnist-kombikormiv-dlya-sviney> (in Ukrainian).
- Riznychuk, I. F. (2016). Produktyvni yakosti molodniaku svynei na vidhodivli zhyvoiu masoiu 70-110 kh za vykorystannia povnoratsionnoho kombikormu. *Zernovi produkty i kombikormy*, 64(4), 31–34. URL: <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/6339> (in Ukrainian).
- Rudenko, Ye. V., Bohdanov, H. O., & Kandyby, V. M. (2012). *Rekomendatsii z normovanoi hodivli svynei*. K.: Ahrarna nauka (in Ukrainian).
- Sait “ENZIM BIOTECH”. [Електронний ресурс]. URL: <https://enzim.ua> (in Ukrainian).
- Semenov, S. O., Trotsenko, Z. H., & Kovalenko, A. V. (2011). Profilaktychne zastosuvannia kormovoho sorbentu Alfasorb dlia porosiat i svynomatok. *Svynarstvo*, 59, 70–75. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun\\_2011\\_59\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun_2011_59_18) (in Ukrainian).
- Voloshchuk, V. M., Rybalko, V. P., & Berezovskyi, M. D. (2014). *Svynarstvo: monohrafiia*. Kyiv: Ahrarna nauka (in Ukrainian).
- Vyslanko, O. O., Zinoviev, S. H., & Hyria, V. M. (2010). Efektyvnist vykorystannia novoho sorbentu mikotoksyniv u svynarstvi. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2, 107–110. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2010/02/107.pdf> (in Ukrainian).





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10126  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.088:637.14:636.4

## Productivity of pigs grown on the feed additive “Kormocid”

H. Ogorodnichuk<sup>✉</sup>, Y. Zagamula

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 12.08.2024  
Received in revised form  
12.09.2024  
Accepted 13.09.2024

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-097-449-63-31  
E-mail:  
ohorodnichukhalina@gmail.com

**Ogorodnichuk, H., & Zagamula, Y. (2024). Productivity of pigs grown on the feed additive “Kormocid”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 150–155. doi: 10.32718/nvlvet-a10126**

Feed acidifiers (organic acids, inorganic acids, salts) are used in animal husbandry to reduce the pH level of the gastrointestinal tract, increase the digestibility of feed nutrients, and protect the digestive system from the penetration and spread of pathogenic bacteria. Our research aimed to experimentally study the influence of the feed acidifier “Kormocid” on the intensity of growth of crossbred piglets during rearing and establish the optimal dose of the additive. The effect of feeding the feed acidifier “Kormocid” on the live weight of growing pigs was experimentally investigated. The experiment was carried out on four similar groups of pigs on the growing farm, 14 heads in each, obtained from crossing sows of the large white breed with boars of the landrace breed. Experimental groups of pigs were formed, taking into account origin, live weight, age, and article. The control group of pigs consumed the main ration – full-ration combined feed TM “Tsekhavit” during the equalization and main periods. In addition to the main diet, the experimental groups were fed different doses of the feed additive acidifier “Kormocid.” The comparative and main experimental periods were 10 and 45 days, respectively. The researched feed additive-acidifier “Kormocid” is produced by SE “Enzym,” Ukraine. This high-quality acidifier is based on 5 organic acids (formic, propionic, lactic, citric, ascorbic). The organic acids in the finished product are at least 50 %. Experimentally, it was established that the addition of the acidifying feed additive “Kormocid” to the complete diet of growing pigs at a dose of 1.0 kg/1 t of compound feed can increase the live weight and absolute growth of animals by 1.88 kg or 5.7 %, respectively, and by 2.0 kg or by 7.9 % kg, and increase average daily gains by 44.45 g or by 7.9 %. Feeding growing pigs with the acidifying additive “Kormocid” at a dose of 1.0 kg/1 t of a compound feed helps increase piglets' growth energy by 4.62 %. The use of the feed additive acidifier “Kormocid” during the growing-up period of pigs allows for the reduction of the cost of feed per unit of growth and increases the payment of feed per increment.

**Key words:** feed additive, acidifier “Kormocid”, rearing, pigs, live weight, absolute growth, relative growth, average daily growth, feed consumption.

## Продуктивність свиней на дорощуванні за згодовування кормової добавки “Кормоцид”

Г. Огороднічук<sup>✉</sup>, Ю. Загамула

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Кормові підкислювачі (органічні кислоти, неорганічні кислоти, солі) застосовують у тваринництві з метою зниження рівня рН шлунково-кишкового тракту, підвищення перетравності поживних речовин корму та захисту травної системи від проникнення та розповсюдження патогенних бактерій. Метою наших досліджень було вивчити експериментальним шляхом вплив кормового підкислювача “Кормоцид” на інтенсивність росту помісних поросят на дорощуванні та встановити оптимальну дозу добавки. Експериментально досліджено вплив згодовування кормового підкислювача “Кормоцид” на живу масу свиней на дорощуванні. Експеримент було проведено на чотирьох групах-аналогах свиней на дорощуванні, по 14 голів у кожній, отриманих від схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. Дослідні групи свиней формували з урахуванням походження, живої маси, віку та статті. Контрольна група свиней під час зрівняльного та основного періодів споживала основний раціон – повнораціонний комбікорм ТМ “Цехавіт”. Дослідним групам додатково до основного раціону згодовували різні дози кормової добавки-

підкислювача “Кормоцид”. Тривалість зрівняльного та основного дослідного періодів становила відповідно 10 та 45 діб. Досліджувана кормова добавка-підкислювач “Кормоцид” виробляється ДП “Ензим”, Україна. Це – високоякісний підкислювач на основі 5 органічних кислот (мурашина, пропіонова, молочна, лимонна, аскорбінова). Сума органічних кислот у готовому продукті становить не менше 50 %. Експериментальним шляхом встановлено, що додавання до повноцінного раціону свиням на дорощуванні кормової добавки-підкислювача “Кормоцид” у дозі 1, кг/1 т комбікорму дозволяє підвищити живу масу та абсолютний приріст тварин відповідно на 1,88 кг або на 5,7 %, та на 2,0 кг або на 7,9 % кг, та збільшити середньодобові прирости на 44,45 г або на 7,9 %. Згодовування свиням на дорощуванні добавки-підкислювача “Кормоцид” у дозі 1,0 кг/1 т комбікорму сприяє збільшенню енергії росту поросят на 4,62 %. Використання у період дорощування свиней кормової добавки-підкислювача “Кормоцид” дозволяє знизити витрати кормів на одиницю приросту та підвищити оплату корму приростом.

**Ключові слова:** кормова добавка, підкислювач “Кормоцид”, дорощування, свині, жива маса, абсолютний приріст, відносний приріст, середньодобовий приріст, витрати кормів.

## Вступ

Для реалізації генетичного потенціалу сучасних високопродуктивних помісних свиней необхідно першочергово забезпечити їх високопоживними кормами та безпечними кормовими добавками (Voloshchuk et al., 2014; Ibatullin et al., 2014; Chudak et al., 2021; Razanova et al., 2024). З цією метою в годівлі свиней успішно використовують цілий спектр кормових добавок, серед яких препарати нового покоління, виготовлені на основі органічних кислот – підкислювачі кормів (Vyslanko et al., 2009; Duda, 2010; Kuzmenko et al., 2011).

За сучасною класифікацією, підкислювачі – це кормові добавки, які складаються з органічних (у деяких випадках неорганічних) кислот або їх солей й застосовуються для консервації корму, підкислення середовища травного каналу та контролю рівня патогенної мікрофлори в кормах, воді й організмі тварин. Вони виступають важливими інструментами контролю безпеки кормів. Перевагами їх над синтетичними препаратами є те, що органічні кислоти мають нативне походження, виступають аналогами метаболітів організму, що діють в субтерапевтичних дозах та фізіологічних межах, не викликають токсичності й алергічних реакцій, не накопичуються у продуктах (Kotsiumbas et al., 2013; Ibatullin et al., 2014; Iaroshko, 2016).

Встановлено, що органічні кислоти, які мають бактеріцидний ефект за високих значень рН (в нейтральному середовищі), зменшують вміст патогенних бактерій, поліпшують всмоктування поживних речовин у кишечнику й підвищують продуктивність тварин (Kuzmenko et al., 2011; Ibatullin et al., 2014; Karunskyi & Horokhova, 2015).

Доведено, що підкислювачі підвищують апетит і споживання корму, поліпшують здоров'я тварин та засвоюваність кормів, покращують гематологічні показники крові. Внаслідок зниження рН у травному каналі підвищується ефективність дії протеаз, поліпшуються смакові якості корму, спостерігається збільшення живої маси тварин, а ризик розладів травної системи відповідно, зменшується (Ravindran & Kornega, 1993; Lückstädt, 2007; Buchko, 2015; Razanova et al., 2024).

Нині використання підкислювачів є достатньо відомою практикою промислового тваринництва. Однак їх широке застосування обмежується через: конкуренцію з іншими кормовими засобами, недостатнє вивчення механізму дії підкислювачів та відсутність у

деяких випадках вірогідних позитивних ефектів їх застосування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Розв'язанням цієї проблеми займалося чимало вчених-дослідників, які стверджують, що додавання до раціонів сільськогосподарських тварин та птиці підкислювачів позитивно впливає на їх продуктивні якості – живу масу, прирости, забійні показники, витрати кормів (Semenov et al., 2007; Lückstädt, 2007; Semenov et al., 2014; Ibatullin et al., 2016; Dahmer & Jones, 2021; Wang et al., 2022).

Доведено, що органічні кислоти знижують мікробну конкуренцію за поживні речовини, тому зменшується прояв субклінічної інфекції та відпадає необхідність витрачати енергію на знешкодження шкідливих метаболітів (Lückstädt, 2007; Xiang et al., 2021).

Введення глютамінової кислоти до раціону свиней справило позитивний вплив на тенденції перетравності й засвоєння поживних речовин. В дослідній групі спостерігається підвищення перетравності за всіма показниками поживності. Порівняно з тваринами контрольної групи перетравність корму підвищувалася в середньому на 2,4 – протеїну на 3,0; жиру – 9,9; сирого клітковини – 3,6 і БЕР на 1,5 %. При цьому середньодобовий приріст у контрольній групі становить 463,6 г, а в дослідній – 545,0 г. Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси в дослідній групі були на 5,8 % менше порівняно з тваринами контрольної групи (Karunskyi & Horokhova, 2015).

Піддослідні тварини, які отримували препарат “Кроноцид-Л”, до складу якого входили мурашина, оцтова, ортофосфорна, молочна, лимонна, бурштинова та бензойна кислоти переважали свиней контрольної групи за живою масою відповідно на 5,9 та 7,4 %, середньодобовим приростом за весь період відгодівлі на 9,5 % ( $P < 0,05$ ) (Ohorodnichuk et al., 2024).

Введення свиням препарату “Кроноцид-Л” сприяє підвищенню у крові еритроцитів на 6,6 % ( $**P < 0,01$ ), еозинофілів на 12,7 % ( $*P < 0,05$ ), нейтрофілів паличкоядерних і сегментоядерних відповідно на 5,7 % ( $**P < 0,01$ ) і 8,09 % ( $*P < 0,05$ ) порівняно з контрольною групою (Ohorodnichuk et al., 2023).

Використання фумарової та бурштинової кислот у годівлі молодняку свиней підвищує його середньодобові прирости за рахунок короткого шляху бурштинової і фумарової кислот в енергоутворенні порівняно з глюкозою та іншими поживними речовинами (Dmytruk, 2008; Iefimov & Rakytianskyi, 2015).

Встановлено, що за введення добавок з підкислюючим ефектом у раціони свиней нормалізуються обмінні процеси, зменшується негативний вплив стресу на організм тварин, поліпшується використання поживних речовин корму, збільшується приріст живої маси молодняку та свиней на відгодівлі, підвищуються відтворювальні функції свиноматок, їхня багатоплідність, лактація та збереженість поросят (Dmytruk, 2008; Semenov et al., 2014; Iefimov & Rakytianskyi, 2015).

Доведено, що збільшення ефективності використання корму на 5–10 %, повністю виправдовує додаткові витрати, пов'язані з використанням органічних кислот у раціонах свиней (Lückstädt, 2007; Dahmer & Jones, 2021).

Підвищення середньодобових приростів молодняку великої рогатої худоби за рахунок використання фумарової та молочної кислот обумовлено тим, що вони мають короткий шлях в енергоутворенні порівняно з глюкозою, активізують утворення ферментів підшлункової залози, кишківника та шлунку (Hutsol & Dmytruk, 2021).

Підкислювачі поліпшують стан ворсинок епітелію тонкого кишківника, в якому й відбувається засвоєння поживних речовин. Від стану всмоктувальної поверхні ворсинок безпосередньо залежить всмоктування поживних речовин організмом. Тож якщо вони пошкоджені або обтяжені часточками неперетравленого корму, добре засвоєння корму просто неможливе (Lückstädt, 2007; Xiang et al., 2021).

**Таблиця 1**

Схема науково-господарського досліджу

| Група        | Тривалість періоду, днів |          | Кількість голів у групі | Умови годівлі                                       |
|--------------|--------------------------|----------|-------------------------|-----------------------------------------------------|
|              | Зрівняльний              | Основний |                         |                                                     |
| 1 контрольна | 10                       | 45       | 14                      | ОР*                                                 |
| 2 дослідна   | 10                       | 45       | 14                      | ОР*+препарат Кормоцид у дозі 0,5 кг/1 т комбікорму  |
| 3 дослідна   | 10                       | 45       | 14                      | ОР*+препарат Кормоцид у дозі 0,75 кг/1 т комбікорму |
| 4 дослідна   | 10                       | 45       | 14                      | ОР*+препарат Кормоцид у дозі 1,0 кг/1 т комбікорму  |

Примітка: \*основний раціон (комбікорм “Престартер” та “Стартер” відповідно до періоду дорощування)

Кормова добавка “Кормоцид” – високоякісний підкислювач на основі 5 органічних кислот (мурашина, пропіонова, молочна, лимонна, аскорбінова). Сума органічних кислот у готовому продукті становить не менше ніж 50 %. Виробник ДП “Ензим”, Україна.

Експеримент тривав 55 діб і був поділений на 2 періоди: зрівняльний і дослідний. На початку досліджу в зрівняльний період тварини отримували престартерний комбікорм ТМ “Цехавіт”. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2680,0 Ккал.

За досягнення тваринами живої маси 10 кг вони споживали стартерний комбікорм. Контрольна група під час зрівняльного та основного періодів отримувала основний раціон (ОР) – повнораціонний комбікорм ТМ “Цехавіт”. Комбікорм складається з суміші зернових концентрованих кормів та містить у своєму складі за поживністю: пшениці – 27 %, ячменю – 20 %, кукурудзи – 28 %, Цехавіт Піг концентрат Стартер – 25 %. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 3192, 6 Ккал.

Використання різних композицій органічних кислот і їх солей дає підстави вважати, що таке використання – це один із напрямків нової концепції годівлі. Воно дозволяє збільшити продуктивність тварин, підвищити економіку виробництва, а також замінити використання антибіотиків у тваринництві (Dahmer & Jones, 2021).

## Мета дослідження

Метою наших досліджень було вивчити експериментальним шляхом вплив кормового підкислювача “Кормоцид” на інтенсивність росту помісних поросят на дорощуванні та встановити оптимальну дозу добавки.

## Матеріал і методи досліджень

Для вирішення поставленої мети в умовах ФГ “Щербич” Вінницької області було проведено науково-господарський дослід на помісних свинях (Велика біла × Ландрас). Дослід проводився за методом груп-аналогів (Duda, 2010; Karunskyi & Horokhova, 2015). Після відлучення у 28-добовому віці відібрали 56 голів свиней, з яких сформували 4 групи – контрольну і 3 дослідних, по 14 голів у кожній. Групи формували з урахуванням походження, живої маси, віку та статі.

Схема науково-господарського досліджу з використання в раціонах помісних свиней на дорощуванні кормової добавки “Кормоцид” наведена у таблиці 1.

Свині 2-ї дослідної групи додатково до основного раціону отримували кормову добавку-підкислювач “Кормоцид” у дозі 0,5 кг/1 т комбікорму, тварини 3-ї експериментальної групи отримували препарат “Кормоцид” у дозі 0,75 кг/1 т комбікорму, та свині 4-ї дослідної групи додатково до основного раціону отримували препарат “Кормоцид” у дозі 1,0 кг/1 т комбікорму.

Усі піддослідні поросята утримувалися в одному приміщенні, з вільним доступом до води. Основні параметри мікроклімату в приміщенні відповідали нормативним показникам.

Облік росту тварин здійснювали шляхом індивідуального зважування на початок і кінець зрівняльного та основного періодів. За результатами зважування визначали живу масу тіла, середньодобові, абсолютні та відносні прирости живої маси протягом досліджу. Під час експерименту проводили облік з’їдених кормів та обраховували витрати комбікорму на 1 кг приросту.

Збереженість поголів'я контролювали щоденно за кількістю вибракуваних і загиблих тварин. Статистичну обробку цифрового матеріалу проведено за допомогою персонального комп'ютера з програмним забезпеченням (Ibatullin & Zhukorskyi, 2017).

Результати та їх обговорення

Одним із інтегральних й оцінюваних показників у сільськогосподарських тварин за змінних умов годівлі є їхня продуктивність, тому під час проведення науково-господарського дослідження на молодняку свиней насамперед визначали вплив кормової добавки “Кормоцид” на інтенсивність їхнього росту, розвитку та оплати корму приростом. Динаміка росту свиней на вирощуванні за дії різних доз кормового підкислювача “Кормоцид” наведена у таблиці 2.

Таблиця 2

Жива маса свиней на дорощуванні за введення до раціону препарату “Кормоцид” ( $M \pm m, n = 14$ )

| Показник                                                          | Група          |                |                |                |
|-------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                                   | 1 контрольна   | 2 дослідна     | 3 дослідна     | 4 дослідна     |
| Жива маса свиней на початок періоду дорощування (28 діб), кг      | 8,34 ± 0,188   | 8,19 ± 0,205   | 8,27 ± 0,199   | 8,22 ± 0,177   |
| Жива маса свиней на кінець періоду дорощування (73 доби), кг      | 31,54 ± 1,32   | 33,08 ± 1,62   | 32,72 ± 0,156  | 33,42 ± 1,51   |
| Абсолютний приріст, кг                                            | 23,20 ± 0,525  | 23,69 ± 0,974  | 24,45 ± 0,724  | 25,20 ± 0,898  |
| Середньодобовий приріст живої маси свиней у період дорощування, г | 515,55 ± 31,51 | 553,11 ± 27,53 | 543,33 ± 39,12 | 560,00 ± 35,41 |
| Відносний приріст живої маси свиней у період дорощування, %       | 116,35 ± 7,55  | 114,83 ± 9,01  | 119,32 ± 8,09  | 120,97 ± 8,44  |
| Збереженість, %                                                   | 100            | 100            | 100            | 100            |

Примітка: вірогідність різниці \*( $P < 0,05$ ); \*\*( $P < 0,01$ )

Дані таблиці 1 також свідчать про позитивний вплив кормової добавки-підкислювача “Кормоцид” на абсолютні показники приростів піддослідних тварин. У свиней 2-ї дослідної групи абсолютний приріст за весь період дорощування був вищим на 2,1 % порівняно з контрольними показниками, у тварин третьої та четвертої дослідних груп абсолютний приріст підвищився відповідно на 5,1 % та 7,9 % щодо контрольних аналогів.

Збільшення середньодобових приростів притаманно для всіх груп піддослідних тварин, які отримували разом з повноцінним раціоном різні дози кормової добавки-підкислювача “Кормоцид”, але при цьому спостерігаються суттєві відмінності між групами. Аналіз отриманих результатів показав, що у поросят 4-ї дослідної групи середньодобові прирости були на рівні 560 г, а це на 44,45 г, або на 7,9 %, вище, ніж однолітків контрольної групи. У свиней другої та третьої дослідних груп середньодобові прирости були вищими проти першої контрольної групи на 37,56 г, або на 6,7 %, та на 27,78 г, або на 7,9 %, відповідно.

Тварини четвертої та третьої дослідних груп відрізнялися значно вищою енергією росту порівняно з тваринами контрольної групи, які споживали лише повнораціонний комбікорм. Так, відносний приріст у свиней четвертої групи на рівні 120,97 %, у тварин

Установлено, що тварини усіх дослідних груп упорядковані за високими темпами вирощування живої маси, характерні для помісних свиней.

На початку експерименту помісні свині контрольної та усіх дослідних груп у 28-денному віці не мали відмінностей за живою масою (8,19–8,34), що зумовлено початковим підбором за цим показником. Проте вже на кінець періоду дорощування найвища жива маса спостерігалася у тварин четвертої дослідної групи, які додатково до повноцінного раціону отримували кормову добавку “Кормоцид” у дозі 1,0 кг/1 т комбікорму. За живою масою свині четвертої дослідної групи переважали своїх аналогів контрольної групи на 5,7 %, тимчасом як свиней другої та третьої дослідних груп жива маса була вищою відповідно на 4,65 та 3,6 %.

третьої групи – 119,32 % проти контрольних показників 116,35 %.

Таким чином, досліджуваний кормовий фактор – “Кормоцид” у дозі 1,0 кг/1 т комбікорму сприяє підвищенню інтенсивності росту свиней, а саме абсолютних, середньодобових та відносних приростів.

Витрати кормів за період дорощування наведені у таблиці 3.

Як свідчать одержані експериментальні дані, різні дози кормової добавки-підкислювача “Кормоцид” по-різному впливають на витрати кормів на 1 кг приросту тварин.

Так, за додавання кормового підкислювача “Кормоцид” з розрахунку 1,0 кг/1 т комбікорму витрати кормів на 1 кг приросту становлять 1,62 кг, що на 3,6 % менше порівняно з витратами кормів на 1 кг приросту у тварин 1-ї контрольної групи. Варто зауважити, що це найкращий результат серед усіх дослідних груп.

Витрати кормів на 1 кг приросту за період дорощування тваринами 2-ї та 3-ї дослідних груп, які одержували додатково до основного раціону кормову добавку-підкислювач “Кормоцид” у дозі 0,5 кг/1 т комбікорму та у дозі 0,75 кг/1 т комбікорму були також меншими порівняно з аналогами контрольної групи відповідно на 2,3 % та 0,6 %.



**Таблиця 3**

Витрати кормів піддослідними тваринами за період дорощування ( $M \pm m$ ,  $n = 14$ )

| Показник                                  | Група        |            |            |            |
|-------------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|
|                                           | 1 контрольна | 2 дослідна | 3 дослідна | 4 дослідна |
| Витрати кормів за весь період досліду, кг | 545,58       | 543,90     | 571,62     | 571,48     |
| ± до контролю                             | -            | -1,68      | +26,04     | +25,90     |
| Витрати кормів на 1 голову, кг            | 38,97        | 38,85      | 40,83      | 40,82      |
| ± до контролю                             | -            | -0,12      | +1,86      | +1,85      |
| Витрати кормів на 1 кг приросту, кг       | 1,68         | 1,64       | 1,67       | 1,62       |
| ± до контролю                             | -            | -0,04      | -0,01      | -0,06      |
| Оплата корму приростом                    | 0,59         | 0,61       | 0,60       | 0,62       |
| ± до контролю                             | -            | +0,02      | +0,01      | +0,03      |

Оплата корму приростом живої маси у помісних свиней 2-ї, 3-ї та 4-ї дослідних груп, яким додатково до основного раціону додавали кормову добавку-підкислювач “Кормоцид”, була вищою відповідно на 0,02, 0,01 та 0,03 % порівняно з тваринами контрольної групи, які отримували лише основний раціон.

### Висновки

Додавання до повноцінного раціону свиням на дорощуванні кормової добавки-підкислювача корму “Кормоцид” у дозі 1 кг/1 т комбікорму дозволяє підвищити живу масу та абсолютний приріст відповідно на 1,88 кг, або на 5,7 %, та на 2,0 кг, або на 7,9 % кг, та збільшити середньодобові прирости на 44,45 г, або на 7,9 %.

Додавання свиням на дорощуванні кормової добавки “Кормоцид” у дозі 1,0 кг/1 т комбікорму сприяє збільшенню енергії росту поросят на 4,62 %.

Використання у період дорощування свиней препарату “Кормоцид” дозволяє знизити витрати кормів на одиницю приросту та підвищити оплату корму приростом.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Buchko, O. M. (2015). Immunohichni ta hematohichni pokaznyky krovi svynei za dii huminovoi dobavky i askorbinovoi kysloty. *Molodyi vchenyi*, 2(17), 25–29. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2015\\_2%286%29\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_2%286%29_8) (in Ukrainian).

Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Ushakov, V. M., & Babkov, Ya. I. (2021). Vplyv kormovykh dobavok ta kombikormiv na produktyvnist ta yakist miasa u svynei: Monohrafiia. Vydavets FOP Rohalska I.O. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/28824.pdf> (in Ukrainian).

Dahmer, P. L., & Jones, C. K. (2021). Evaluating dietary acidifiers as alternatives for conventional feed-based antibiotics in nursery pig diets. *Translational animal science*, 5(2), txab040. DOI: 10.1093/tas/txab040.

Dmytruk, I. V. (2008). Riststymuliuiucha ta antystresova diia lymonnoi i burshtynovoi kyslot ta probiotyku “Probiol-L” v hodivli molodniaku svynei: avtoref.

dys. k. s.-h. n.: 06.02.02 “Hodivlia tvaryn i tekhnolohiia kormiv”. Lviv (in Ukrainian).

Dmytruk, I. V. (2018). *Produktyvnist molodniaku svynei pry zghodovuvanni orhanichnykh kyslot. Ahrarna nauka Hodivlia tvaryn ta kharchovi tekhnolohii tekhnolohiia kormiv*, 4(103), 12–18. URL: [http://techfood.vsau.org/storage/articles/May2021/iD\\_W0DTomnVU2OuiClnsI.pdf](http://techfood.vsau.org/storage/articles/May2021/iD_W0DTomnVU2OuiClnsI.pdf) (in Ukrainian).

Duda, L. (2010). Rol pidkysliuvachiv u hodivli svynei. *Agroexpert: praktychnyi posibnyk ahrariia*, 4, 54–55 (in Ukrainian).

Hutsol, A. V., & Dmytruk, I. V. (2021). Vplyv fumarovoi ta molochnoi kyslot na miasnu produktyvnist molodniaku velykoi rohatoi khudoby. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 92, 129–136 (in Ukrainian).

Iaroshko, M. V. (2016). *Podkysliuvachi kormiv u ratsionakh svynei – choho vid nykh chekaty. Ahroekspert*, 8(97), 21–27. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo\_20219-12

Ibatullin, I. I., & Zhukorskyi, O. M. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzen. Navchalnyi posibnyk*. K.: Ahrar. nauka (in Ukrainian).

Ibatullin, I. I., Melnyk, Yu. F., & Otchenashko, V. V. (2014). *Praktykum z hodivli silskohospo-darskykh tvaryn*. Kyiv (in Ukrainian).

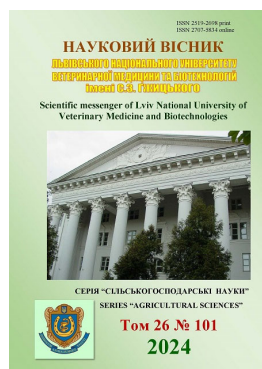
Ibatullin, I. I., Nechai, N. M., Deineko, R. M., & Otchenashko, V. V. (2016). Efektyvnist zastosuvannya pidkysliuvachiv ta probiotyky za vyroshchuvannya molodniaku perepeliv. *Biolohiia tvaryn*, 18(1), 33–39 (in Ukrainian).

Iefimov, V. H., & Rakytiarskyi, V. M. (2015). Pokaznyky klitynnoho imunitetu porosiat na doro-shchuvanni za vplyvu humatu natriiu, burshtynovoi kysloty i mikroelementiv. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho*, 17(3(63), 32–37. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2015\\_17\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2015_17_3_7) (in Ukrainian).

Karunskyi, O. Y., & Horokhova, Ya. O. (2015). Dodavannia hlutaminovoi kysloty do ratsionu ta yii vplyv na peretravnist pozhyvnykh rechovyn kormu i produktyvnist svynei. *tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva*, 2, 110–114. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt\\_2015\\_2\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2015_2_29) (in Ukrainian).

Kotsiumbas, I. Ya., Hunchak, V. M., & Stetsko, T. I. (2013). Problemy vykorystannia antymikrobykh preparativ dlia stymuliuvannya rostu produktyvnykh tvaryn ta alternatyvy yikh zastosuvanniu. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu biolohii tvaryn i*

- Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetpreparativ ta kormovykh dobavok, 14(3-4), 381–389. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt\\_2013\\_14\\_3-4\\_71](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt_2013_14_3-4_71) (in Ukrainian).
- Kuzmenko, L. M., Vyslanko, O. O., Bankovska, I. B., & Martyniuk, I. O. (2011). Efektyvnist vykorystannia novoho preparatu – pidkysliuvacha kormiv iz vmistom khelatnykh spoluk mikroelementiv – u hodivli molodniaku svynei. Silske hospodarstvo. Tvarynnystvo, 4, 81–85 (in Ukrainian).
- Lückstädt, C. (2007). *Acidifiers in Animal Nutrition. A Guide for Feed Preservation and Acidification to Promote Animal Performance*. Nottingham University Press. URL: <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/152/1/4.pdf.pdf>.
- Ohorodnichuk, H., Razanova, O., Skoromna, O., & Farionik, T. (2023). Productivity and hematological indicators of pigs feeding the drug “Kronocid-L”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 41–47. DOI: 10.32718/nvlvet-a9907.
- Ohorodnichuk, H., Zagamula, V., Zagamula, Y., & Trembitskyi, Y. (2024). Killing indicators and quality of muscle tissue of pigs after administration of the drug “Kronocid-L” into the diet. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(100), 70–74. DOI: 10.32718/nvlvet-a10010.
- Ravindran, V., & Kornega, E. T. (1993). Acidification of weaner pig diets: A review. *Science of Food and Agriculture*, 62(4), 313–322. DOI: 10.1002/jsfa.2740620402.
- Razanova, O. P., Ohorodnichuk, H. M., & Poberezhets, Yu. M. (2024). Efektyvnist vykorystannia mineralnykh dobavok riznoho pokhodzhennia u svynarstvi ta ptakhivnytstvi : monohrafiia. Vinnytskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet (in Ukrainian).
- Semenov, S. O., Trotsenko, Z. H., Bilyk, L. H., & Otchenashko, V. V. (2014). Novyi vitchyzniani bioprotektor na osnovi molochnoi kysloty dlia svynomatok i pryplodu. *Svynarstvo*, 65, 224–232. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun\\_2014\\_65\\_42](http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun_2014_65_42) (in Ukrainian).
- Semenov, S. O., Vyslanko, O. O., & Marchenkov, F. S. (2007). Kormovi pidkysliuvachi – efektyvni preparaty dlia pidvyshchennia produktyvnosti molodniaku svynei. *Visnyk PDAA*, 1, 87–90 (in Ukrainian).
- Voloshchuk, V. M., Rybalko, V. P., & Berezovskyi, M. D. (2014). *Svynarstvo: monohrafiia*. K.: Ah-rarna nauka (in Ukrainian).
- Vyslanko, O. O., Semenov, S. O., & Marchenkov, F. S. (2009). Kormovi naturalni stymuliatory produktyvnosti svynei. Poltava: TOV “Firma Tekhservis” (in Ukrainian).
- Wang, H., Long, W., Chadwick, D., Zhang, X., Zhang, S., Piao, X., & Hou, Y. (2022). Dietary acidifiers as an alternative to antibiotics for promoting pig growth performance: A systematic review and meta-analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 289, 115320. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115320.
- Xiang, X. D., Deng, Z. C., Wang, Y. W., Sun, H., Wang, L., Han, Y. M., Wu, Y. Y., Liu, J. G., & Sun, L. H. (2021). Organic Acids Improve Growth Performance with Potential Regulation of Redox Homeostasis, Immunity, and Microflora in Intestines of Weaned Piglets. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 10(11), 1665. DOI: 10.3390/antiox10111665.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10127  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.2.082

## Formation of milk productivity in cows depending on the selection indices of their parents from different breeding countries

V. Ya. Yatsynka<sup>1</sup>, Ye. I. Fedorovych<sup>2</sup>, L. V. Ferents<sup>3</sup>, I. O. Chornyj<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS of Ukraine, v. Obroshino, Lviv region, Ukraine

<sup>4</sup>HEI “Podillia State University”, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

### Article info

Received 15.08.2024

Received in revised form

17.09.2024

Accepted 18.09.2024

Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets NAAS, Pogrebnyaka Str., 1, Chubynske, Kiev region, 08321, Ukraine.

Institute of Animal Biology NAAS, Vasyl Stus Str., 38, Lviv, 79034, Ukraine.  
Tel.: +38-032-270-23-89  
E-mail: logir@ukr.net

Institute of Agriculture of the Carpathian region of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine Grushevskogo Str. 5, Obroshino, Pustomyovsky District, Lviv Region, 81115, Ukraine.

Higher Education Institution Podillia State University, Shevchenko, 12, Kamianets-Podilskyi, 32300, Ukraine.

**Yatsynka, V. Ya., Fedorovych, Ye. I., Ferents, L. V., & Chornyj, I. O. (2024). Formation of milk productivity in cows depending on the selection indices of their parents from different breeding countries. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 156–161. doi: 10.32718/nvlvet-a10127**

Recently, breeding indices have been used to evaluate and select animals, offering several advantages over traditional selection methods based on independent productivity levels, allowing for a comprehensive assessment of animals across a set of breeding traits. In modern breeding programs, alongside milk production traits, factors such as the animal's conformation, limb strength, udder quality and health (somatic cell count in milk), fertility, productive lifespan, etc., are necessarily taken into account. However, the importance of these traits varies across European countries, which is explained by their economic significance and the breeding goals and objectives set for members of dairy cattle breeding associations at specific stages of breed selection work. Additionally, breeding indices in different countries differ in the relative weight assigned to dairy productivity traits. Because of the above, our research aimed to study the variability of cow milk production traits depending on the selection indices of bulls from different breeding countries. The research was conducted in the Volovikov State Farm LLC herd in the Goshcha district of Rivne region. The variability of cow milk production traits was studied for the first and higher lactations, depending on the selection indices of their sires from various countries: Ukraine, Germany, Canada, the USA, and MACE (Interbull). A total of 4,200 cows were included in the sample. The breeding value of the bulls was determined using the SC “Intesel Orsek” dairy cattle management system and bull sire catalogs. It was found that, depending on the selection indices of bulls from different breeding countries, there was inter-group differentiation in the milk production traits of their daughters. The milk yield of cows for the first lactation ranged from 5792.4 to 6838.5 kg, milk fat content from 3.50 to 3.58 %, and milk fat from 207.2 to 239.6 kg. For higher lactation, these traits were in the range of 7041.6–7522.3 kg, 3.49–3.55 %, and 250.0–265.5 kg, respectively. Among the daughters of Ukrainian bulls, the lowest milk yields and milk fat content for both first and higher lactation were observed in cows with the breeding value of their sires at -2635 to -1900 kg, while the highest yields were found in cows with a breeding value of +304 to +1042 kg. In cows descended from German bulls, these values corresponded to breeding indices of -226 to -69 and +403 to +557, and for Canadian and American bulls, +1469 to +1726 and +446 to +702, respectively. It is worth noting that among the daughters of both Ukrainian and German bulls, milk yield increased with higher breeding values of their sires, whereas in the daughters of Canadian and American bulls, milk yield tended to decrease with increasing breeding values.

**Key words:** cows, milk production, lactation, breeding index, breeding country, breeding value.

## Формування молочної продуктивності корів залежно від селекційних індексів їх батьків з різних країн селекції

В. Я. Яцинка<sup>1</sup>, Є. І. Федорович<sup>2</sup>, Л. В. Ференц<sup>3</sup>, І. О. Чорний<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, с. Оброшино, Львівська обл., Україна

<sup>4</sup>ЗВО “Подільський державний університет”, м. Кам’янець-Подільський, Україна

Останнім часом для оцінки й добору тварин використовують селекційні індекси, які мають ряд переваг над традиційними методами добору за незалежними рівнями продуктивності та дають можливість отримати сумарну оцінку тварин за комплексом селекційних ознак. У сучасних програмах селекції поряд з ознаками молочної продуктивності обов’язково враховують екстер’єрний тип тварини, міцність кінцівок, якість вим’я і його здоров’я (кількість соматичних клітин у молоці), плодючість, тривалість продуктивного використання та ін. Втім, у різних країнах Європи вага цих ознак різна, що пояснюється їх економічною значимістю та метою і завданнями селекції, які поставлені перед членами асоціацій з розведення молочної худоби на конкретному етапі селекційної роботи з породами. При цьому, селекційні індекси різних країн відрізняються за наданням ознакам молочної продуктивності різної ваги. З огляду на зазначене, метою наших досліджень було вивчити мінливість ознак молочної продуктивності корів залежно від селекційних індексів бугаїв різних країн селекції. Дослідження проведені у стаді ТОВ СГП імені Воловікова Гоцанського району Рівненської області. Мінливість ознак молочної продуктивності корів вивчали за першу та вищу лактації, залежно від селекційних індексів їх батьків з різних країн селекції: України, Німеччини, Канади, США та MACE (Interbull). Всього у вибірку включено 4200 голів. Племінну цінність бугаїв, визначали за допомогою системи управління молочним скотарством СЦ “Інтесел Орсек” та каталогів бугаїв-плідників. Встановлено, що залежно від селекційних індексів бугаїв різних країн селекції, спостерігалася міжгрупова диференціація за ознаками молочної продуктивності їх дочок: надій корів за першу лактацію коливався від 5792,4 до 6838,5 кг, вміст жиру в молоці – від 3,50 до 3,58 %, кількість молочного жиру – від 207,2 до 239,6 кг, а за вищу лактацію названі ознаки знаходилися відповідно в межах 7041,6–7522,3 кг; 3,49–3,55%; 250,0–265,5 кг. При цьому у дочок бугаїв української селекції найнижчі надої та кількість молочного жиру за першу й вищу лактації спостерігалися у корів з племінною цінністю їх батьків -2635 – -1900 кг, а найвищі – з племінною цінністю плідників +304 – +1042 кг, у корів, що походили від бугаїв німецької селекції – відповідно з селекційними індексами -226 – -69 та +403 – +557, канадської та американської селекції – +1469 – +1726 та +446 – +702. Варто вказати, що у дочок бугаїв як української, так і німецької селекції надої із збільшенням племінної цінності батьків зростали, а канадської та американської селекції – знижувалися.

**Ключові слова:** корови, молочна продуктивність, лактація, селекційний індекс, країна селекції, племінна цінність.

## Вступ

Ефективність племінної роботи у тваринництві значною мірою обумовлена використанням кращого генофонду тварин з високим генетичним потенціалом продуктивності. Добір молочної худоби за комплексом ознак має суттєві переваги, позаяк забезпечує можливість математичного моделювання, загальної племінної цінності тварин за великою кількістю ознак власної продуктивності, а також її предків, потомків та бічних родичів (Weaber, 2010). Останнім часом для оцінки й добору тварин використовують селекційні індекси, які мають ряд переваг над традиційними методами добору за незалежними рівнями продуктивності та дають можливість отримати сумарну оцінку тварин за комплексом селекційних ознак. Теорія селекційних індексів розроблена L. N. Hasel (Hazel, 1943). У подальшому в зарубіжних країнах, і в Україні зокрема, були проведені дослідження з розробки та удосконалення селекційних індексів (Harlamova, 2021).

У сучасних програмах селекції поряд з ознаками молочної продуктивності обов’язково враховують екстер’єрний тип тварини, міцність кінцівок, якість вим’я і його здоров’я (кількість соматичних клітин у молоці), плодючість, тривалість продуктивного використання та ін. Втім, у різних країнах Європи вага цих ознак різна, що пояснюється їх економічною значимістю та метою і завданнями селекції, які поставлені перед членами асоціацій з розведення молочної худоби на конкретному етапі селекційної роботи з породами (Goncharenko, 2007; Goncharenko & Merezhko, 2010; Bashchenko et al, 2016). При цьому, селекційні індекси різних країн відрізняються за наданням ознакам молочної продуктивності різної ваги (Holstein International, 2006; Bashhenko et al, 2016).

В останні десятиліття між різними країнами спостерігається інтенсивний обмін генетичними матеріалами, що обумовило потребу уніфікації комплексних селекційних індексів у різних країнах. З цією метою, за участі різних міжнародних організацій з розведення молочної худоби та за підтримки ФАО ООН, було створено міжнародний комітет INTERBULL (International bull evaluation service), який з 1988 р. реорганізовано у постійний комітет ICRPMA (Hazel, 1943; Harbers et al., 2000; Haile-Mariam et al., 2003; Heringstad et al., 2003; Hansen et al., 2004; Goncharenko & Merezhko, 2010; Bashhenko et al., 2016). В Україні все більшого поширення набуває метод, реалізований у СУМС “ОРСЕК” з визначенням розрахункової племінної цінності (РПЦ). При цьому, у світі найбільш поширеним методом оцінки є BLUP (Best Linear Unbiased Prediction).

## Мета дослідження

З огляду на зазначене, метою наших досліджень було вивчити мінливість ознак молочної продуктивності корів залежно від селекційних індексів бугаїв різних країн селекції.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені у стаді ТОВ СГП імені Воловікова Гоцанського району Рівненської області. Мінливість ознак молочної продуктивності корів вивчали за першу та вищу лактації, залежно від селекційних індексів їх батьків з різних країн селекції: України, Німеччини, Канади, США та MACE (Interbull). Всього у вибірку включено 4200 голів. Племінну цінність бугаїв, визначали за допомогою



системи управління молочним скотарством СЦ “Інтел-сел Орсек” та каталогів бугаїв-плідників.

Математичне визначення племінної цінності тварин за певною ознакою здійснюється за формулою (Esi, 1996):

$$ZW = 2 * (NKD - PD), \text{ де:}$$

PD – середній показник відповідної референтної популяції; NKD – середня продуктивність потомства тварини; ZW – відхилення тварини за племінною цінністю від PD.

Для оцінки бугаїв молочних порід структура індексів у різних країнах відрізняється (Bashchenko et al., 2016):

| Країна    | Структура індексу                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|
| Канада    | 6(3F+8P) + 4(3 загальний клас + 4 вим'я + 2 ратиці і кінцівки + об'єм) |
| США       | 0,04756M + 0,68F + 1,52P                                               |
| Німеччина | 92 + 0,15F + 0,6P                                                      |

Примітка: F – жирність молока; P – білок; M – надої

Україні для визначення селекційних індексів розрахункова племінна цінність, що обчислюється за конкретними методиками оцінки тварин, виражається у стандартизованих одиницях (Maiboroda et al., 2019):

$$СПЦ_{ij} = \frac{10РПЦ_{ij}}{\delta_{gi}}, \text{ де:}$$

СПЦ<sub>ij</sub> – стандартизована племінна цінність за *i*-тою ознакою *j*-тої ознаки;

РПЦ<sub>ij</sub> – розрахункова племінна цінність в одиницях виміру *j*-тої ознаки *j*-тої тварини;

δ<sub>gi</sub> – генетичне стандартне відхилення за *i*-тою ознакою.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення

Microsoft Excel. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Достовірність (вірогідність) різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Ст'юдента (t). Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною при P < 0,05 (\*), P < 0,01 (\*\*), P < 0,001 (\*\*\*).

## Результати та їх обговорення

Основою для добору особин з високим генетичним потенціалом продуктивності є племінна цінність тварин. Отримати загальну оцінку тварини за комплексом селекційних ознак можна завдяки селекційним индексам, які мають чимало переваг над традиційними методами добору за незалежними рівнями продуктивності.

Загалом, ознаки, включені в національні селекційні індекси в різних країнах світу, під час оцінки голштинської худоби були розділені на 3 основні групи – продуктивність, тривалість життя та здоров'я і відтворна здатність. Основною різницею у селекційних индексх різних країн було надання різної ваги продуктивності (Bashchenko et al., 2016).

Результати наших досліджень свідчать, що залежно від селекційних індексів бугаїв різних країн селекції, спостерігалася міжгрупова диференціація за ознаками молочної продуктивності їх дочок (табл. 1): надій корів за першу лактацію коливався від 5792,4 до 6838,5 кг, вміст жиру в молоці – від 3,50 до 3,58 %, кількість молочного жиру – від 207,2 до 239,6 кг, а за вищу лактацію названі ознаки знаходилися відповідно в межах 7041,6–7522,3 кг; 3,49–3,55 %; 250,0–265,5 кг.

**Таблиця 1**

Середня продуктивність корів за першу та вищу лактації залежно від селекційних індексів бугаїв з різних країн

| Країна селекції бугаїв | n    | Молочна продуктивність |       |              |       |                  |       |
|------------------------|------|------------------------|-------|--------------|-------|------------------|-------|
|                        |      | надій, кг              |       | жир, %       |       | молочний жир, кг |       |
|                        |      | M ± m                  | Cv, % | M ± m        | Cv, % | M ± m            | Cv, % |
| Перша лактація         |      |                        |       |              |       |                  |       |
| Україна                | 1359 | 5792,4 ± 41,32         | 26,3  | 3,58 ± 0,003 | 3,0   | 207,2 ± 1,45     | 25,8  |
| Німеччина              | 1302 | 6485,3 ± 37,06         | 20,9  | 3,56 ± 0,004 | 3,9   | 230,9 ± 1,30     | 20,6  |
| Канада, США            | 1431 | 6838,5 ± 37,15         | 20,6  | 3,50 ± 0,002 | 2,2   | 239,6 ± 1,33     | 21,0  |
| MACE                   | 109  | 6089,5 ± 122,49        | 21,0  | 3,51 ± 0,008 | 2,5   | 213,7 ± 4,37     | 21,3  |
| У середньому           | 4200 | 6340,8 ± 22,90         | 23,4  | 3,55 ± 0,002 | 3,3   | 224,6 ± 0,80     | 23,1  |
| Вища лактація          |      |                        |       |              |       |                  |       |
| Україна                | 1359 | 7041,6 ± 47,07         | 25,0  | 3,55 ± 0,003 | 3,1   | 250,0 ± 1,62     | 24,2  |
| Німеччина              | 1302 | 7522,3 ± 46,59         | 22,6  | 3,53 ± 0,003 | 2,9   | 265,5 ± 1,60     | 22,1  |
| Канада, США            | 1431 | 7378,8 ± 41,57         | 21,3  | 3,49 ± 0,002 | 2,2   | 257,6 ± 1,47     | 21,6  |
| MACE                   | 109  | 7308,2 ± 173,22        | 24,7  | 3,50 ± 0,009 | 2,5   | 256,2 ± 6,12     | 25,0  |
| У середньому           | 4200 | 7249,6 ± 25,91         | 23,2  | 3,52 ± 0,002 | 2,9   | 255,1 ± 0,90     | 22,8  |

Примітка: МАСЕ – племінна цінність бугаїв, приведена до структури селекційних індексів США

Слід зазначити, що величина селекційних індексів суттєво впливала на досліджувані ознаки молочної продуктивності корів. Так, у дочок бугаїв української селекції найнижчі надої та кількість молочного жиру за першу й вищу лактації спостерігалися у корів з племінною цінністю їх батьків -2635 – -1900 кг, а

найвищі – з племінною цінністю плідників +304 – +1042 кг (табл. 2). Натомість найвищий вміст жиру в молоці відмічено у дочок плідників з племінною цінністю -1899 – -1165, а найнижчий – з племінною цінністю бугаїв +304 – +1042, що пояснюється антагоністичним характером надою та жирномолочності.

**Таблиця 2**

Молочна продуктивність корів за першу та вищу лактації залежно від племінної цінності (ПЦ) бугаїв української селекції

| ПЦ бугаїв      | n   | Молочна продуктивність |       |                 |       |                 |       |
|----------------|-----|------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                |     | надій                  |       | жир             |       | молочний жир    |       |
|                |     | M ± m, кг              | Cv, % | M ± m, кг       | Cv, % | M ± m, кг       | Cv, % |
| Перша лактація |     |                        |       |                 |       |                 |       |
| -2635 – -1900  | 17  | 4391,5 ± 292,56        | 27,5  | 3,63 ± 0,023    | 2,6   | 159,3 ± 10,66   | 27,6  |
| -1899 – -1165  | 248 | 4549,6 ± 74,03         | 25,6  | 3,60 ± 0,006    | 2,8   | 164,0 ± 2,71    | 26,0  |
| -1164 – -430   | 35  | 4676,1 ± 169,92        | 23,0  | 3,62 ± 0,013    | 2,2   | 169,3 ± 6,00    | 22,4  |
| -429 – +305    | 431 | 5581,7 ± 69,91***      | 26,0  | 3,59 ± 0,006    | 3,2   | 200,2 ± 2,43*** | 25,2  |
| +304 – +1042   | 628 | 6544,7 ± 50,17***      | 19,2  | 3,56 ± 0,004**  | 3,0   | 233,0 ± 1,78*** | 19,1  |
| Вища лактація  |     |                        |       |                 |       |                 |       |
| -2635 – -1900  | 17  | 6123,6 ± 420,60        | 28,3  | 3,64 ± 0,030    | 3,4   | 222,1 ± 14,62   | 27,2  |
| -1899 – -1165  | 248 | 6132,0 ± 109,78        | 28,7  | 3,60 ± 0,007    | 3,1   | 220,8 ± 3,82    | 27,8  |
| -1164 – -430   | 35  | 6299,8 ± 265,27        | 25,3  | 3,58 ± 0,022    | 3,6   | 225,5 ± 9,07    | 24,3  |
| -429 – +305    | 431 | 6784,5 ± 81,04         | 24,8  | 3,56 ± 0,005**  | 3,1   | 241,2 ± 2,81    | 24,2  |
| +304 – +1042   | 628 | 7572,0 ± 63,30***      | 21,2  | 3,53 ± 0,004*** | 2,8   | 267,3 ± 2,18**  | 20,7  |

*Примітка:* в цій та наступних таблицях вірогідність різниці між ознаками молочної продуктивності наведена при порівнянні з дочками бугаїв з найнижчою племінною цінністю

При цьому, вірогідна різниця ( $P < 0,001$ ) за надоем та кількістю молочного жиру була встановлена лише між первістками з племінною цінністю їх батьків -429 – +305 і -2635 – -1900 та +304 – +1042 і -2635 – -1900, вона становила відповідно 1190,2 та 40,9 і 2153,2 та 73,7 кг. За вмістом жиру в молоці за першу лактацію різниця була вірогідною лише між особинами, що походили від плідників з селекційними індексами -2635 – -1900 та +304 – +1042 і вона становила 0,07 % ( $P < 0,01$ ) на користь останніх.

За вищу лактацію дочки бугаїв з секційними індексами -2635 – -1900 достовірно поступалися за надоем, вмістом жиру в молоці та кількістю молочного жиру коровам, що походили від плідників з селекцій-

ними індексами +304 – +1042 відповідно на 1448,4 кг ( $P < 0,001$ ), 0,11 % ( $P < 0,001$ ) та 45,2 кг ( $P < 0,05$ ). За вмістом жиру в молоці вірогідна різниця була відмічена і між дочками бугаїв з селекційними індексами -2635 – -1900 та -429 – +305 і вона становила на користь останніх 0,08 % ( $P < 0,05$ ).

За оцінки племінної цінності бугаїв німецької селекції найменше молока та кількості молочного жиру за вищенаведені лактації було одержано від корів, що походили від плідників з селекційним індексом -226 – -69, а найбільш продуктивними виявилися дочки бугаїв з селекційним індексом +403 – +557, натомість вміст жиру в молоці був найвищим у перших, а найнижчим – у других (табл. 3).

**Таблиця 3**

Молочна продуктивність корів за першу та вищу лактації залежно від племінної цінності (ПЦ) бугаїв німецької селекції

| ПЦ бугаїв      | n   | Молочна продуктивність |       |                 |       |                 |       |
|----------------|-----|------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                |     | надій                  |       | жир             |       | молочний жир    |       |
|                |     | M ± m, кг              | Cv, % | M ± m, кг       | Cv, % | M ± m, кг       | Cv, % |
| Перша лактація |     |                        |       |                 |       |                 |       |
| -226 – -69     | 77  | 5797,3 ± 147,46        | 22,3  | 3,67 ± 0,011    | 2,7   | 212,7 ± 5,33    | 22,0  |
| -68 – +88      | 295 | 5860,0 ± 69,02         | 20,9  | 3,65 ± 0,011    | 5,0   | 213,9 ± 2,47    | 20,6  |
| +89 – +245     | 387 | 6544,3 ± 63,03***      | 18,9  | 3,57 ± 0,006*** | 3,2   | 233,5 ± 2,24*** | 18,9  |
| +246 – +402    | 82  | 6621,4 ± 132,16***     | 18,6  | 3,54 ± 0,008*** | 2,0   | 234,4 ± 4,72**  | 18,8  |
| +403 – +557    | 461 | 6807,8 ± 61,52***      | 19,4  | 3,49 ± 0,004*** | 2,6   | 237,9 ± 2,20*** | 19,9  |
| Вища лактація  |     |                        |       |                 |       |                 |       |
| -226 – -69     | 77  | 6845,3 ± 195,07        | 24,6  | 3,59 ± 0,014    | 3,3   | 245,7 ± 6,56    | 23,2  |
| -68 – +88      | 295 | 6889,2 ± 97,34         | 24,6  | 3,58 ± 0,007    | 3,5   | 246,6 ± 3,29    | 23,4  |
| +89 – +245     | 387 | 7551,2 ± 81,61***      | 21,0  | 3,53 ± 0,005*** | 2,8   | 266,6 ± 2,81*   | 20,5  |
| +246 – +402    | 82  | 7598,7 ± 184,31**      | 22,1  | 3,51 ± 0,008*** | 2,0   | 266,7 ± 6,35*   | 21,7  |
| +403 – +557    | 461 | 7792,6 ± 75,88***      | 21,2  | 3,50 ± 0,003*** | 2,1   | 272,7 ± 2,69*** | 21,4  |

При цьому, первістки, селекційний індекс батьків яких становив +89 – +245 і вище, вірогідно ( $P < 0,001$ ) переважали за надоем ровесниць, що походили від бугаїв з селекційним індексом -226 – -69, на 747,0–1010,5 кг, за вмістом жиру в молоці – на 0,10–0,18 %, а за кількістю молочного жиру ця перевага коливалася, залежно від племінної цінності батьків, від 20,8 до

25,2 кг за достовірного рівня ( $P < 0,01$ – $0,001$ ). За вищу лактацію різниця за наведеними вище ознаками між названими групами тварин за надоем коливалася від 705,9 до 947,3 при  $P < 0,01$ – $0,001$ , за жирномолочністю – від 0,06 до 0,09 % при  $P < 0,001$  у всіх випадках та за вмістом жиру в молоці – від 20,9 ( $P < 0,05$ ) до 27,0 кг ( $P < 0,001$ ).

Варто вказати, що у дочок бугаїв як української, так і німецької селекції надої із збільшенням племінної цінності батьків зростала. Дещо інша картина спостерігалася у корів, що походили від бугаїв канадської та американської селекції: із збільшенням племінної цінності батьків продуктивність їх дочок знизувалася (табл. 4).

**Таблиця 4**  
Молочна продуктивність корів за першу та вищу лактації залежно від племінної цінності бугаїв канадської та американської селекції

| ПЦ бугаїв      | n   | Молочна продуктивність |       |                 |       |                 |       |
|----------------|-----|------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                |     | надій                  |       | жир             |       | молочний жир    |       |
|                |     | M ± m, кг              | Cv, % | M ± m, кг       | Cv, % | M ± m, кг       | Cv, % |
| Перша лактація |     |                        |       |                 |       |                 |       |
| +446 – +702    | 49  | 6848,0 ± 170,20        | 17,4  | 3,53 ± 0,012    | 2,3   | 241,9 ± 6,31    | 18,3  |
| +701 – +958    | 253 | 6795,6 ± 84,09         | 19,7  | 3,51 ± 0,005    | 2,4   | 238,8 ± 3,03    | 20,2  |
| +957 – +1214   | 764 | 6898,0 ± 51,36         | 20,6  | 3,51 ± 0,003    | 2,2   | 242,3 ± 1,84    | 21,0  |
| +1213 – +1470  | 207 | 6846,0 ± 102,37        | 21,5  | 3,48 ± 0,004*** | 1,8   | 238,2 ± 3,63    | 21,9  |
| +1469 – +1726  | 158 | 6607,1 ± 111,60        | 21,2  | 3,46 ± 0,006*** | 2,2   | 229,0 ± 3,95    | 21,7  |
| Вища лактація  |     |                        |       |                 |       |                 |       |
| +446 – +702    | 49  | 7914,7 ± 236,91        | 21,0  | 3,51 ± 0,011    | 2,1   | 277,6 ± 8,32    | 21,0  |
| +701 – +958    | 253 | 7575,8 ± 96,61         | 20,3  | 3,50 ± 0,005    | 2,4   | 265,5 ± 3,45    | 20,7  |
| +957 – +1214   | 764 | 7492,6 ± 56,99         | 21,0  | 3,49 ± 0,003    | 2,2   | 261,9 ± 2,01    | 21,2  |
| +1213 – +1470  | 207 | 7028,3 ± 105,51***     | 21,6  | 3,47 ± 0,005*** | 1,9   | 244,1 ± 3,73*** | 22,0  |
| +1469 – +1726  | 158 | 6806,4 ± 115,34***     | 21,3  | 3,45 ± 0,006*** | 2,2   | 235,2 ± 4,06*** | 21,7  |

**Таблиця 5**  
Молочна продуктивність корів за першу та вищу лактації залежно від племінної цінності бугаїв, приведеної до структури селекційних індексів США

| ПЦ бугаїв      | n  | Молочна продуктивність |       |                 |       |                 |       |
|----------------|----|------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                |    | надій                  |       | жир             |       | молочний жир    |       |
|                |    | M ± m, кг              | Cv, % | M ± m, кг       | Cv, % | M ± m, кг       | Cv, % |
| Перша лактація |    |                        |       |                 |       |                 |       |
| -362 – -194    | 13 | 4298,1 ± 215,32        | 18,1  | 3,61 ± 0,034    | 3,4   | 155,5 ± 8,29    | 19,2  |
| -193 – -26     | —  | —                      | —     | —               | —     | —               | —     |
| -25 – +142     | —  | —                      | —     | —               | —     | —               | —     |
| +141 – +310    | —  | —                      | —     | —               | —     | —               | —     |
| +309 – +478    | 96 | 6332,1 ± 115,67***     | 17,9  | 3,49 ± 0,007*** | 2,1   | 221,6 ± 4,24*** | 18,7  |
| Вища лактація  |    |                        |       |                 |       |                 |       |
| -362 – -194    | 13 | 5960,8 ± 474,94        | 28,7  | 3,59 ± 0,035    | 3,5   | 214,3 ± 17,65   | 29,7  |
| -193 – -26     | —  | —                      | —     | —               | —     | —               | —     |
| -25 – +142     | —  | —                      | —     | —               | —     | —               | —     |
| +141 – +310    | —  | —                      | —     | —               | —     | —               | —     |
| +309 – +478    | 96 | 7490,6 ± 178,70**      | 23,4  | 3,49 ± 0,008**  | 2,2   | 261,9 ± 6,34*   | 23,7  |

Так, найвищі надої та кількість молочного жиру за першу та вищу лактації спостерігалися у корів за племінної цінності їх батьків +446 – +702, а найнижчі – за племінної цінності плідників +1469 – +1726. Однак, особини з найнижчими селекційними індексами батьків вірогідно ( $P < 0,001$ ) переважали ровесниць лише за вмістом жиру в молоці за племінної цінності бугаїв +1213 – +1470 та +1469 – +1726 – на 0,05 та 0,07 % відповідно. За вищу лактацію їх високовірогідна ( $P < 0,001$ ) перевага над зазначеними групами тварин ( $P < 0,001$ ) була відмічена за всіма досліджуваними ознаками молочної продуктивності: за надоєм вона становила відповідно 886,4 та 1108,3 кг, за жирномолочністю – 0,04 та 0,06 % і за кількістю молочного жиру – 33,5 та 42,4.

Також було проведено аналіз молочної продуктивності дочок залежно від племінної цінності бугаїв,

приведеної до структури селекційних індексів США (MACE) (табл. 5).

Втім, у стаді знаходилося лише 13 дочок плідників з племінною цінністю -362 – -194 та 96 корів з племінною цінністю батьків +309 – +478. За надоєм за першу лактацію різниця між названими групами тварин становила на користь останніх 2034,0 кг ( $P < 0,001$ ), за вмістом жиру в молоці – 0,12 % ( $P < 0,001$ ), за кількістю молочного жиру – 66,1 кг ( $P < 0,001$ ), а за вищу лактацію ця різниця за названими ознаками становила відповідно 1592,8 кг ( $P < 0,01$ ), 0,10% ( $P < 0,01$ ) та 47,6 кг ( $P < 0,05$ ).

**Висновки**

Таким чином, рівень молочної продуктивності корів залежить від племінної цінності їх батьків. При цьому, із збільшенням племінної цінності бугаїв укра-

їнської та німецької селекції продуктивність дочок зростала, а американської та канадської селекції, навпаки, знижувалася. Це вказує на те, що величина селекційних індексів плідників лише до певної межі впливає на збільшення продуктивності дочок.

*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому буде досліджено молочну продуктивність корів від племінної цінності матерів та матерів бугаїв.

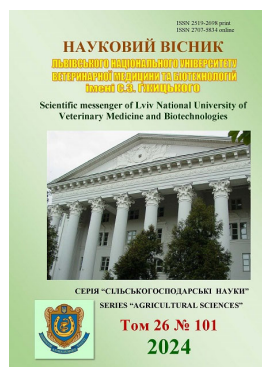
#### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

#### References

- Bashhenko, M. I., Polupan, Ju. P., Rjeznykova, N. L., & Bazyshyna, I. V. (2016). Metody ocinky cinnosti genetychnyh resursiv tvaryn. Visnyk agrarnoi nauky, 12, 5–10. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2016\\_12\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2016_12_3) (in Ukrainian).
- Esi, A. (1996). Grundlagen der Zuchtwertschätzung. Seminar des genetischen Ausschusses der ZAR Salzburg, 2–6.
- Fürst, C. (2023). Zuchtwertschätzung beim Rind – Grundlagen, Methoden und Interpretationen. Christian Fürst, Jörg Dodenhoff, Christa Egger-Danner, Reiner Emmerling, Henning Hamann, Judith Himmelbauer, Dieter Krogmeier und Hermann Schwarzenbacher. URL: <https://www.zuchtwert.at/downloads/ZWS/ZWS.pdf>.
- Goncharenko, I. V. (2007). Selekcijni indeksy u systemi selekcii' molochnyh koriv. K: Agrar. nauka (in Ukrainian).
- Goncharenko, I. V., & Merezko, P. M. (2010). Udokonalennja sposobu ocinkyfenotypu tvaryn za dopomogoj selekcijnyh indeksiv. Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produktiv tvarynnnyctva. Bila cerkva, 3(72), 12–17 (in Ukrainian).
- Haile-Mariam, M., Bowman, P. J., & Goddard, M. E. (2003). Genetic and environmental relationships among calving interval, survival, persistency of milk yield and somatic cell count in dairy cattle. Livest. Prod. Science., 80(3), 189–200. DOI: 10.1016/S0301-6226(02)00188-4.
- Hansen, M., Misztal, I., Lund, M. S., Pedersen, J., & Christensen, L. G. (2004). Undesired phenotypic and genetic trend for stillbirth in Danish Holsteins. Journal of dairy science, 87(5), 1477–1486. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73299-3.
- Harbers, A., Segeren, L., & de Jong, G. (2000). Genetic parameters for stillbirth in The Netherlands. Interbull Bulletin, 1-6. URL: <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/807/807>.
- Harlamova, T. S. (2021). Selekcijnyj monitoring u tvarynnnyctvi. Naukovo-praktychna konferencija "Suchasnyj stan ta perspektyvy rozvytku tvarynnnyctva ukrai'ny v umovah jevrointegracii" prysvjachena 81-j richnyci vid dnja narodzhennja doktora sil's'kogospodars'kyh nauk, profesora, chlen-korespondenta nacional'noi akademii agrarnyh nauk Ukrai'ny Vitalija Petrovycha Kovalenka. 23 veresnja 2021 roku. Hereson, 82–91 (in Ukrainian).
- Hazel, L. N. (1943) The Genetic Basis for Constructing Selection Indexes. Genetics, 28(6), 476–490. DOI: 10.1093/genetics/28.6.476.
- Heringstad, B., Chang, Y. M., Gianola, D., & Klemetsdal, G. (2003). Genetic analysis of longitudinal trajectory of clinical mastitis in first-lactation Norwegian cattle. Journal of dairy science, 86(8), 2676–2683. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73863-6.
- Holstein International (2006). Indexes around the world: Conformation and fertility receiving more and more emphasis. October. Interbull Bull, 25, 117–122.
- Maiboroda, M. M., Hermenchuk, S. H., Polupan, Yu. P., & Basovskyi, D. M. (2019). Metodyka rozrakhunku pleminnoi tsinnosti buhaiv, koriv ta molodniaku i vidboru yikh za selektsiinymy indeksamy. Chubynske (in Ukrainian).
- Weaber, R. L. (2010). Introduction to Indexes J. Anim. Sci., 65, 211–224.





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10128  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 502.72.3/.7:502.4

## Recreational potential and landscape attractiveness of the conservation areas

R. P. Paranjak<sup>✉</sup>, S. J. Kropyvka, B. V. Gutyj, N. I. Hradovych, N. A. Lytvyn, I. A. Varshavska

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 19.08.2024  
Received in revised form  
19.09.2024  
Accepted 20.09.2024

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-067-777-51-22  
E-mail: [paranyak\\_roman@ukr.net](mailto:paranyak_roman@ukr.net)

**Paranjak, R. P., Kropyvka, S. J., Gutyj, B. V., Hradovych, N. I., Lytvyn, N. A., & Varshavska, I. A. (2024). Recreational potential and landscape attractiveness of the conservation areas. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 162–169. doi: 10.32718/nvlvet-a10128**

The recreational potential of the objects of the natural reserve fund of the territory is a critical element of sustainable development aimed at preserving natural resources and improving the quality of life. The importance of developing such potential is due to the need to preserve natural areas for ecological purposes and their use for recreation against the background of growing anthropogenic transformation of the environment. In Ukraine, in particular, in the Lviv region, the development of the network of nature-protected areas, which actively began at the end of the first decade of the 21st century, slowed down significantly, not reaching the desired level of protection, and now it has practically stopped due to several objective reasons, including the impact of the war even on those regions where hostilities are not taking place. In the future, it is advisable to answer how realistic it is to achieve the declared indicators of the protected area, which exceed the current ones almost twice. At the same time, we will consider two circumstances: the existing state of the network of protected and nature-protected territories and their suitability for recreation according to the criterion of attractiveness. Since there are different models of the organization of ecologically stabilizing territories, when planning the region's development, optimal trajectories of the development of the nature reserve fund structure should be predicted based on the existing one. In this context, this work focuses on classifying PZF objects, analyzing their features, and the landscape characteristics of institutions of the Lviv region that provide recreational services. On the other hand, attention is paid to the study and comparison of approaches to the assessment of the attractiveness of the territories of the nature reserve fund with an emphasis on the diversity and attractiveness of their landscapes.

**Key words:** recreation, nature reserve fund, sustainable development, ecological tourism, biodiversity.

## Рекреаційний потенціал та ландшафтна привабливість природно-заповідного фонду

Р. П. Параняк<sup>✉</sup>, С. Й. Кропивка, Б. В. Гутий, Н. І. Градович, Н. А. Литвин, І. А. Варшавська

Львівський національний Університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Рекреаційний потенціал об'єктів природно-заповідного фонду території є ключовим елементом сталого розвитку, спрямованого на збереження природних ресурсів і поліпшення якості життя. Важливість розвитку такого потенціалу зумовлена потребою збереження природних територій для екологічних цілей та їхнім використанням для рекреації на тлі зростаючої антропогенної трансформації довкілля. В Україні, зокрема у Львівській області, розвиток мережі природно-заповідних територій, що активно почався в кінці першої декади ХХІ століття, значно сповільнився, не досягнувши бажаного рівня й нині практично зупинився через низку об'єктивних причин, включаючи вплив війни навіть на ті регіони, де воєнні дії не ведуться. На перспективу доцільно дати відповідь на питання, наскільки реальним є досягнення декларованих показників заповідності території, що перевищують актуальні практично удвічі. При цьому необхідно враховувати дві обставини: стан мережі заповідних і природоохоронних територій та їх придатність до рекреації за критерієм атракційності. Оскільки є різні моделі організації екологостабілізуючих територій, при плануванні розвитку регіону слід прогнозувати оптимальні траєкторії розвитку структури природно-заповідного

фонду на базі існуючої. У цьому контексті ця робота фокусує увагу на класифікації об'єктів ПЗФ, аналізі їхніх особливостей та ландшафтних характеристик установ Львівщини, що надають рекреаційні послуги. З іншого боку – увагу приділено вивченню й порівнянню підходів до оцінки атракційності територій природно-заповідного фонду із акцентом на різноманітності та привабливості їхніх ландшафтів.

**Ключові слова:** рекреація, природно-заповідний фонд, стійкий розвиток, екологічний туризм, біорізноманіття.

## Вступ

Дослідження рекреаційного потенціалу і ландшафтно-привабливості об'єктів та територій природно-заповідного фонду (ПЗФ) є важливим чинником сталого розвитку регіону. Рекреаційний потенціал території є соціально, економічно важливим та має природоохоронне значення, а його розвиток і реалізація можуть бути спрямовані на збереження природних ресурсів і поліпшення якості життя населення.

Відпочинок на природі позитивно впливає на здоров'я та формування екологічної свідомості рекреантів, проте потребує забезпечення доступності, обладнання територій, безпеки природних комплексів і потреби інформування відвідувачів про цінність екосистем і правила поведінки. У сучасних умовах вкрай важливим є підвищення привабливості таких територій, щоб стимулювати бажання місцевих жителів та туристів відвідувати такі об'єкти і території, як національні та регіональні парки.

Статус і функції територій та об'єктів ПЗФ в Україні закладено у законодавство, статuti, інші нормативні документи. Водночас порівняння досвіду і практики функціонування цих об'єктів із зарубіжними аналогами виявляє потребу перегляду і оптимізації напрямів діяльності задля більш ефективного досягнення цілей сталого розвитку.

Оптимізація та підвищення ефективності діяльності організацій та установ природно-заповідного фонду України є важливими з причин зростаючої потреби збереження біологічного різноманіття, підтримки сталого розвитку й екологічної безпеки, розвитку рекреації та екотуризму, сприянні екологічній освіті та підвищенню обізнаності населення, а також протидії багатьом викликам сучасності, як от зміни клімату, антропогенний тиск на компоненти природного середовища, явища урбанізації та воєнні дії.

Природно-заповідні території відіграють ключову роль у збереженні унікальних екосистем, видів флори та фауни, що перебувають під загрозою зникнення. Оптимізація роботи цих установ сприяє більш ефективному управлінню природними ресурсами, запобіганню негативним впливам людини, а також збереженню біорізноманіття, що є важливим для підтримки екологічного балансу.

Установи ПЗФ сприяють сталому розвитку, забезпечуючи стійкість та екологічну безпеку природних систем. Підвищення ефективності їхньої роботи чинить сприятливий вплив на раціональне використання природних ресурсів, зменшує негативний вплив на довкілля та сприяє збереженню екологічних функцій, що важливо для розвитку регіонів і країни загалом.

Заповідні території є важливими центрами розвитку рекреації та екотуризму, що сприяє економічному розвитку регіонів і створенню робочих місць. Підвищення ефективності їх управління допомагає поліп-

шити показники інфраструктури, підвищити безпеку відвідувачів і підвищити привабливість територій, що своєю чергою стимулює економіку.

Отже, підвищення ефективності ПЗФ та оптимізація роботи його установ є критично важливими для збереження природних цінностей, підтримки екологічної стійкості, розвитку суспільства та економіки в умовах сучасних глобальних викликів. Екологічний критерій є на першому місці при оцінці природоохоронної діяльності, а при оцінці рекреаційної – передусім важливими є привабливість для рекреантів та якість надання послуг із відпочинку та відновлення сил і здоров'я відвідувачів.

Питання привабливості території у сенсі відпочинку та рекреації серед інших вивчали як українські дослідники (Artemenko & Vykliuk, 2009; Bezuhla, 2021; Anisimova, 2022), так і дослідники інших країн (Lee et al., 2010; Ziernicka-Wojtaszek & Malec, 2021; Vukoičić et al., 2023). Аналіз згаданих праць, а також робіт (Krabokoukis & Polyzos, 2021; Sakovska, 2023) та деяких інших, дають змогу стверджувати, що пошуки єдиної метрики для оцінки реального рекреаційного потенціалу загалом та зокрема привабливості для відвідувачів як її компоненти далекі від завершення, адже відвідувачів приваблює як відомість, естетичність, незвичність, інфраструктурна облаштованість та інші параметри територій та природних ресурсів, що виконують рекреаційну функцію, так і чинники, що суттєво змінюють порядок і ступінь впливу перелічених та інших компонент. А тому практично завжди конкретна оцінка рекреаційного потенціалу та привабливості проводять ad hoc. Тому, описуючи проблеми та перспективи розвитку рекреаційної компоненти природно-заповідного фонду Львівської області, доцільно послідовно вивчити підстави та форми здійснення рекреаційної діяльності установами ПЗФ, екологічний ефект надання рекреаційних послуг, склад і характеристики ПЗФ Львівщини, ландшафтні особливості НПП і РЛП, що є основними об'єктами фонду, з'ясувати практику організації рекреації тут та дослідити напрями підвищення рекреаційного потенціалу установ ПЗФ.

## Мета дослідження

Метою роботи є дослідження рекреаційної діяльності на територіях природно-заповідного фонду Львівської області. Для цього слід зосередити увагу на умовах і формах надання рекреаційних послуг згідно зі статусом території ПЗФ і з'ясувати екологічний ефект такої діяльності для того, щоб різні види діяльності не суперечили одне одному. На успішність здійснення рекреаційної функції суттєво впливає бажання рекреантів відвідати даний об'єкт, а тому потрібно вивчити питання атракційності (привабливості) конкретних територій та об'єктів ПЗФ. Серед

природних ознак привабливості є ландшафтні особливості. У даному контексті одним із завдань дослідження є оцінка ландшафтного різноманіття територій і об'єктів ПЗФ України у Львівській області. Також варто окреслити підходи та напрями підвищення ефективності розвитку рекреаційного потенціалу регіону в умовах переходу до сталого розвитку.

### Матеріал і методи досліджень

Базою даного дослідження є праці зарубіжних і вітчизняних учених, наведені у списку використаної літератури, статистичні дані регіональної статистики згідно з ГУСуЛО, дані Мінприроди і екологічного паспорту області, а також відомості, розміщені на офіційних веб-ресурсах основних організацій та об'єктів ПЗФ України у Львівській області. Застосовані у роботі методи включають теоретичні наукові підходи і практичні методики, статистичний аналіз, елементи методу аналізу ієрархій й ГІС у моделюванні, порівняльний та вибірковий методи.

### Результати та їх обговорення

**Форми і види організації діяльності ПЗФ.** Природно-заповідний фонд – це система територій, які захищені державою або іншими установами від втручання та експлуатації людською діяльністю з метою збереження й охорони природних комплексів, різноманіття, збереження ландшафтів, генетичних ресурсів, рідкісних та зникаючих видів рослин і тварин, а також для наукових досліджень, екологічного навчання та відпочинку. В Україні діє ЗУ “Про природно-заповідний фонд України”, що визначає правові основи організації, охорони, ефективного використання територій та природних комплексів ПЗФ. Водночас світова практика природоохоронних територій (англ. Protected area або conservation area) деякі із понять, пов'язаних із діяльністю, цілями та формами організації цих територій трактує доволі широко, оскільки певні патерни діяльності обмежені географічно й адміністративно.

Так, МСОП (Міжнародний союз охорони природи) розрізняє сім категорій об'єктів та територій заповідності, згаданий закон виділяє їх десять (природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, ботанічні сади та дендропарки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва). Існують також певні різночитання щодо терміну “бісферний резерват”.

Узгодження номенклатури та принципів організації природоохоронної справи в Україні з міжнародним досвідом є важливим з причин: потреби гармонізації стандартів; розвитку міжнародної співпраці; розробки і впровадження проєктів залучення фінансування і підтримки; ефективного управління природоохоронними територіями; поліпшення екологічних політики та законодавства; здобуття визнання та престижу на міжнародній арені. Також наша країна приєдналась до кількох міжнародних угод, спрямованих на охорону

природо-заповідних територій та захист довкілля, у т. ч. конвенції про біологічне різноманіття, Бернської, Рамсарської й Боннської конвенцій. Ці угоди та конвенції допомагають Україні в інтеграції до глобальних зусиль щодо збереження довкілля, природних ресурсів, сприяють поліпшенню екологічної ситуації в країні та за її межами, забезпечують захист біорізноманіття на міжнародному рівні. Водночас участь у таких конвенціях накладає на Україну низку обмежень та зобов'язань: охороняти та раціонально використовувати водно-болотні угіддя міжнародного значення, забезпечувати збереження видів дикої флори і фауни, зокрема рідкісних та зникаючих, захищати мігруючі види диких тварин, забезпечуючи їх безперешкодне пересування. Деякі з цих зобов'язань виконувати в умовах ведення війни складно.

Рекреаційна діяльність як ресурс та функція природоохоронної території тісно пов'язана із основним завданням – збереженням природи. Цей взаємозв'язок є багатограним. У світі, що зазнає антропогенних трансформацій саме існування природи у неспотвореному вигляді є потужним стимулом та якорем повноцінної та здорової людини. Також зв'язок залежить від таких аспектів, як стале використання ресурсів природи, екологічна освіта, пошук балансу поміж охороною та доступом. Взаємозв'язок між рекреацією та охороною природи в різних країнах світу проявляється через різноманітні, проте схожі моделі управління природоохоронними територіями.

Ефективним поєднанням функцій охорони природи та рекреації є національні природні парки у різних куточках світу. У США це передусім Еллоустоун і Гранд-Каньйон, управління якими здійснюють за моделлю “збереження через використання”, де рекреацію стимулюють через туристичну галузь шляхом надання доступу до природи. Національні парки Канади, як от Банф (Banff National Park) чи Джаспер (Parc national de Jasper), також забезпечують доступ для відвідувачів з метою рекреації, при цьому акцентуючи увагу на екологічній освіті та збереженні дикої природи. У багатьох країнах ЄС, таких як Німеччина, Франція та Італія, природоохоронні території поєднують туризм і охорону природи через розвиток екотуризму. У Європі великі площі відведено для національних парків та біосферних заповідників, де діяльність регулюється так, щоб забезпечити охорону біорізноманіття, а також доступ для рекреації. Такі проєкти часто отримують підтримку через політику ЄС, зокрема в рамках програм сталого розвитку. Цікавим є досвід організації територій та об'єктів природно-заповідного фонду у таких країнах Африки, як Танзанія і Кенія, де розвиток туризму дає змогу залучити іноземні інвестиції для охорони природи та боротьби з браконьерством. Таким чином, природоохоронна діяльність і рекреація пов'язані спільним інтересом у збереженні природних територій, що дозволяє як їх збереження.

У реаліях України такий зв'язок описується відповідним положенням у ЗУ “Про природно-заповідний фонд України”, ст. 9 якого вказує, що “Території та об'єкти ПЗФ можуть використовуватися в оздоровчих та інших рекреаційних цілях”. Найбільш детально ця

функція прописана для такої категорії, як національні природні парки (НПП), визначаючи функціональне зонування із виділенням поряд із заповідною та господарською зонами зон стаціонарної та регульованої рекреації. Також на території регіональних ландшафтних парків (РЛП) проводять зонування за вимогами, встановленими для територій національних природних парків. Усього маємо шість видів об'єктів ПЗФ України, на землях яких законом передбачено рекреаційне природокористування – це БЗ, НПП, РЛП, ДП, ЗП, ППСІМ. Із них саме НПП найбільш повно реалізують цю функцію.

Інтеграція рекреаційних та природоохоронних цілей дозволяє створити гармонійний баланс між використанням та збереженням природних ресурсів. Це включає планування рекреаційної діяльності таким чином, щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, використання сучасних методів дослідження для оцінки рекреаційного потенціалу та впровадження ефективних заходів для його реалізації. Отже, зростання рекреаційних потреб населення диктує потребу комплексного підходу до управління природними рекреаційними ресурсами. Контроль дотримання рекреаційного навантаження, впровадження екологічно збалансованого природокористування й інтеграція рекреаційних і природоохоронних цілей є основними кроками на шляху до сталого розвитку та збереження природних комплексів.

**Склад і особливості ПЗФ Львівщини.** На території Львівської області діє 408 територій та об'єктів ПЗФ загальною площею 180,23 тис. га. Це складає 8,25 % від площі території області й дещо більше, аніж відсоток заповідності країни загалом, котрий становить 6,05 %. Середній відсоток заповідності країн Європи становить на даний момент близько 21 %. У США станом на 2015 рік показник заповідності складав 14 %, або 1 294 476 км<sup>2</sup>. Таким чином, в Україні площу ПЗФ слід подвоїти, аби досягти показників США і потроїти, якщо рівнятись на Європейські держави.

Фактична площа ПЗФ від площі Львівської області складає 7,95 %. Відмінність цієї цифри від сумарної площі зумовлена тим, що деякі об'єкти ПЗФ Львівщини входять до складу територій інших об'єктів (наприклад, Потелицький заказник площею 162 га є на території РЛП “Равське Розточчя”, Пікуй і частково Надсянський та Либохорівський – на території НПП Бойківщина, а на території НПП Північне Поділля розташовано 13 об'єктів, що мають власний природоохоронний статус – дані екопаспорту Львівщини за 2022 рік).

У структурі ПЗФ Львівщини найбільшу за площею частку (45,84 %) посідають п'ять НПП (Сколівські Бескиди, Яворівський, Північне Поділля, Бойківщина та Королівські Бескиди), другою (32,57 %) є частка п'яти РЛП (Бескиди Верхньодністровські, Знесіння, Надсянський, Равське Розточчя, Стільське Горбогір'я). Третя позиція – заказники місцевого значення, 68 одиниць яких посідають 18,34 % площі ПЗФ. Оскільки ефективне виконання рекреаційних функцій – це не разові відвідини об'єкта інтересу, а комплекс послуг, пов'язаний із достатньо тривалим перебуван-

ням рекреанта на території установи ПЗФ, для чого потрібна принаймні достатня площа та кількість й різноманіття елементів рекреаційної зони (Fomenko, 2007), то зосередимо увагу дослідження на десяти об'єктах: п'яти НПП та п'яти РЛП. У [табл. 1](#) наведено перелік, площі та роки заснування НПП області, а у [табл. 2](#) – РЛП області.

**Таблиця 1**

Основні об'єкти ПЗФ – НПП

| Назва парку         | Площа, га | Діє з |
|---------------------|-----------|-------|
| Сколівські Бескиди  | 35684     | 1999  |
| Яворівський         | 7108      | 1998  |
| Північне Поділля    | 15587,92  | 2010  |
| Бойківщина          | 12 240    | 2019  |
| Королівські Бескиди | 8997      | 2020  |

**Таблиця 2**

Основні об'єкти ПЗФ – РЛП

| Назва парку                 | Площа, га | Діє з |
|-----------------------------|-----------|-------|
| Знесіння                    | 312,1     | 1993  |
| Равське Розточчя            | 19103     | 2007  |
| Верхньодністровські Бескиди | 8356      | 1997  |
| Надсянський                 | 19428     | 1997  |
| Стільське Горбогір'я        | 9161,68   | 2014  |

Зазначимо для порівняння, що канадський НП Джаспер діє із 1907 року й охоплює площу 1 087,8 тис. га, а Єллоустоун у США – із 1872 та має площу 898,3 тис. га, їх відвідали за рік відповідно майже 2 млн осіб (дані 2006 року) та понад 3 млн осіб (дані 2009 року).

НПП області розміщені у різних її частинах, проте тяжіють до її гірської частини у горах Карпатах: лише Північне Поділля розташоване на північно-східній рівнинній частині і НПП Яворівський – на північний захід від центру області. Саме цих два парки суттєво підвищують ландшафтне різноманіття і репрезентативність НПП області. Водночас, природно, гірські ландшафти пересічно є більш цікавими для активного відпочинку. Специфікою НПП Північне Поділля є значна фрагментація територій парку, Яворівського – вдале поєднання об'єктів водно-болотних, рівнинних, лісових пересічених із порівняно зручною транспортною доступністю.

РЛП Равське Розточчя за ознаками і типами природних умов доповнює НПП Яворівський, а для РЛП Верхньодністровські Бескиди риси ландшафтної структури є близькими до одразу двох парків. Надсянський парк у південно-західній частині Львівської області створено для формування однорідного природного комплексу природного гідрологічного режиму річки Сян; його територія становить також історичну та соціо-культурну цінність. Дещо особливою є роль і значення двох останніх РЛП: Знесіння знаходиться практично в центрі великого міста і містить тут екосистеми, наближені до природних, а РЛП Стільське Горбогір'я перебуває у частині області, бідній протяжними об'єктами ПЗФ і фактично доповнює культовий історико-культурний комплекс Стільське Городище.



**Ландшафтні особливості об'єктів ПЗФ.** Ландшафт НПП, РЛП та інших об'єктів із рекреаційними функціями відіграє чи не головну роль у формуванні рекреаційного потенціалу, впливаючи на привабливість, доступність та різноманітність відпочинку для відвідувачів. Різнманітні ландшафти – гори, ліси, річки, озера та водоспади – створюють мальовничі краєвиди, які приваблюють туристів. Краса природи поряд із транспортною доступністю та облаштованістю інфраструктури є одним з головних чинників, що сприяє рекреаційній привабливості парків. Додатково різні типи ландшафтів дають змогу розвиватися різним видам рекреаційної діяльності, таким як піший туризм, кемпінг, альпінізм, риболовля, катання на лижах та інші види активного відпочинку.

Різнманітні природні комплекси та екосистеми різного типу створюють сприятливі умови для проведення наукових досліджень та екологічної освіти. Ландшафт впливає на мікрокліматичні умови, які можуть зробити певні райони більш привабливими для відпочинку. Таким чином, ландшафт парків визначає спектр рекреаційних можливостей, впливаючи на їх привабливість, функціональність та здатність забезпечувати різні види активного та пасивного відпочинку. Ландшафт НПП та РЛП Львівщини різноманітний, що видно із їхнього розташування та фізичної карти області.

НПП Яворівський, Північне Поділля лежать у рівнинній частині області, інші – у Карпатах. Для Яворівщини характерним є ландшафти Розточчя – горбиста рівнина на базі несиметричної антикліналі з крейдових і доломітових міоценових відкладів, переважно закриті лісом із важливими гідрологічними об'єктами – дрібні річки, болота, ставки і найбільший із них – Янівський став. Парк “Північне Поділля” розташований у горбистій і лісистій частині горбогірного пасма, його характер досить відрізняється від Розточчя. В обох випадках перепади висот 250–400 м над рівнем моря. На противагу їм, абсолютні висоти НПП “Сколівські Бескиди” – від 600 до понад 1200 м над рівнем моря. Ландшафти Яворівського НПП включають букові ліси з дебрами та озерно-болотистий край. На території НПП “Північне Поділля” є чотири типи ландшафту: заплавної, прирічковий, останцево-водороздільний та дюнно-грядовий. НПП Бойківщина створюють характерний для Карпат ландшафт, також тут трапляються доволі цікаві лісові ландшафти. Ландшафти НПП Королівські Бескиди характерні для передгір'я Карпат: тут межуються гірські та лісові луки із насадженнями ялиці. Гетьманом В. (Hetman, 2021) виокремлено основні типи ландшафтів та зроблено спробу оцінити репрезентативність природно-заповідного фонду України. Із виділених ландшафтних областей Бойківщина та Сколівські Бескиди репрезентують ландшафти, властиві Зовнішнім Карпатам. У лісостеповій зоні Західноукраїнської лісостепої провінції ландшафти, властиві Розточчю й Опілля, представляють ПЗ Розточчя та НПП Яворівський. Таким чином, НПП Львівської області має високу, хоч і не повну репрезентативність ландшафтних комплексів області.

**Рекреаційна і ландшафтна привабливість.** НПП і РЛП Львівської області мають високу привабливість, яка визначається багатством і різноманітністю природних та культурних ресурсів. Ключові аспекти привабливості для туристів і відпочиваючих за об'єктами:

НПП Сколівські Бескиди і Королівські Бескиди: гірські пейзажі, багатство флори і фауни, водні ресурси, рекреаційні можливості;

Яворівський НПП, Північне Поділля та Бойківщина: лісові масиви, культурні пам'ятки, біорізнманіття, екологічні стежки, пам'ятки та музеї;

РЛП Знесіння: геологічні утворення, історико-культурне середовище, рекреаційні зони;

РЛП Стільське Горбогір'я: горбогірський рельєф, лісові масиви, водні ресурси, історико-культурні пам'ятки спокій і віддаленість від урбанізованих зон.

Оцінки, наведені у літературних джерелах (Rybak et al., 2012; Kret, 2014; Zapototskyi & Horin, 2018; Pankiv, 2019; Sakovska, 2023), свідчать про доволі високу привабливість природних комплексів на територіях ПЗФ. Водночас дані статистики свідчать, що установи ПЗФ області відвідує порівняно невелика кількість туристів та рекреантів; так, загалом Львівщину в 2019 році відвідало близько чверті мільйона туристів (249 442 осіб), із них сукупно по всіх НПП зафіксовано декілька десятків тисяч осіб (і це включно із внутрішніми туристами).

Певні питання є щодо оцінок привабливості територій ПЗФ. Проблема не є новою, ще майже півстоліття тому (Kane, 1981) зазначали, що методи оцінки ландшафтно-привабливості стають все важливішими в плануванні середовища. Вони є проявом зростаючої потреби в моніторингу та запобіганні погіршенню ландшафту, щоб допомогти зберегти природну красу, дізнатися про культурне сприйняття та задовольнити і навіть збільшити обсяги та ефективність екологічного законодавства. У згаданій роботі розглянуто методи оцінки за списком (checklist) і біполярної оцінки (bipolar evaluation). Кожен метод передбачає залучення принаймні десяти респондентів до заповнення анкет щодо чинників привабливості, як от: присутність тварин, якість води, шумові ефекти, лісистість тощо; або ж вибір градації між антонімічними поняттями, що характеризують ландшафт. Деякі інші аспекти привабливості описано у роботі (Krabokoukis & Polyzos, 2021).

Використання подібних методик оцінки привабливості може залежати від підбору респондентів та від характеру складених тестів, адже поняття привабливості доволі суб'єктивне. У кожному разі результати будуть нечіткі. Спроби побудови математичної моделі рекреаційної привабливості території із залученням елементів нечіткої логіки можна знайти, серед інших, у роботі (Artemenko & Vykluk, 2009). Тут для оцінки привабливості використовують лінгвістичні змінні, що відповідають таким пунктам: плавання, сплав на рафтах, байдарках та ін., риболовля, катання на човнах, катамаранах тощо, тип водойми, якість під'їзних шляхів, підготовленість території для відпочинку. Кожен із цих пунктів збільшує агрегований показник привабливості. Водночас зрозумілим є обмеженість таких методик, адже вони не враховують такі складові туристично-рекреаційного потенціалу Львівської області, як

чимало природних (кліматичні, балнеологічні, лісові) та більшість історико-культурних (від археологічних до сакральних) туристичних ресурсів (Fomenko, 2007; Zapototskyi & Horin, 2018; Sakovska, 2023).

Оцінки розвитку туристичної індустрії та формування рекреаційного потенціалу області, виконані Запотоцьким і Горином, показують, що найбільш привабливими для туристів передусім є населені пункти регіону, такі як Львів, Борислав і Стрий. Поза тим увагою відвідувачів користуються Жовківський, Пустомитівський і Сколівський райони. Перші два після адмістрреформи входять до складу Львівського, а останній – Стрийського району. Важливим аспектом рекреаційного потенціалу області є розвиток сільського та зеленого туризму.

Ландшафтна привабливість національних природних і регіональних ландшафтних парків Львівської області робить їх важливими центрами екологічного, культурного та активного туризму. Вони сприяють не тільки оздоровленню і відпочинку, а й підвищують екологічну свідомість населення, зберігаючи природну та культурну спадщину регіону.

**Організація рекреації у НПП та РЛП.** Рекреаційна діяльність впорядкована із оглядом на урахування екологічних, освітніх та культурних аспектів. Уніфікованими показниками, які можна було б використати для порівняння балансів природоохоронних та рекреаційних компонент, є функціональне зонування парків. На рис. 1 показано структуру рекреаційних зон у складі парків. Для кращого відображення застосовано для осі значень логарифмічні координати.

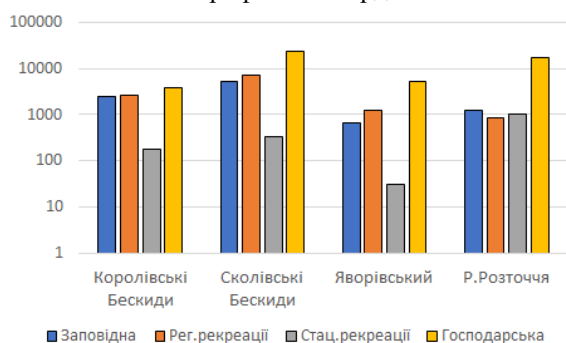


Рис. 1. Структура рекреаційних зон у складі парків

В усіх випадках найбільшою є частка зони, у якій дозволено господарська діяльність. Водночас її відмінність із іншими зонами є різною для різних парків. Так, дуже суттєвою вона є у РЛП Равське Розточчя та Сколівські Бескиди. Якщо порівнювати із заповідною зоною та зоною регульованої рекреації, то найменшою вона є у Королівських Бескидах.

Важливо також провести порівняння загального співвідношення площ. Бачимо, що заповідна зона з усіх чотирьох об'єктів природно-заповідного фонду найбільшою в абсолютному вимірі є у НПП Сколівські Бескиди, чому сприяє розташування даного об'єкта природно-заповідного фонду. Попри велику площу цей парк має, ймовірно, найгіршу логістику, тому тут ландшафтна привабливість не завжди може бути успішно реалізована у рекреаційний потенціал. Зона регульованої рекреації також найбільшою є у Сколів-

ських Бескидах, дещо меншою в Королівських Бескидах, ще меншою у НПП Яворівський та у РЛП Равське Розточчя.

Специфікою останнього є велика частка зони стаціонарної рекреації, котра навіть перевищує розмір зони регульованої рекреації. Особливості такого зонування обґрунтовано у праці (Cherniavskiy & Savka, 2004), де вказано, що співвідношення зон парку специфічне через те, що тут порівняно мало природної рослинності й висока частка девастрованих угідь, високий ступінь фрагментарності лісового покриву, на які накладається мозаїчний характер ріллі. Це відбувається на фоні стику різних природно-географічних зон як об'єктивної географічної обставини та низького рівня зайнятості населення і недостатнього розвитку рекреаційних і туристичних послуг як соціально-економічних чинників.

НПП Львівської області мають розроблені і марковані туристичні маршрути, що надають можливість відвідувачам насолоджуватися природою без шкоди для екосистем. Такі маршрути включають піші, велосипедні та кінні стежки. Для запобігання надмірному рекреаційному навантаженню на природні комплекси здійснюють постійний моніторинг екологічного стану територій, заходи щодо обмеження доступу до найбільш вразливих зон парків у певні сезони або за певних умов.

**Перспективи розвитку потенціалу.** Розвиток рекреаційного потенціалу може відбуватись шляхом:

- Збільшення площі природно-заповідних територій;
- Підвищення якості надання рекреаційних послуг відповідними об'єктами

або шляхом поєднання цих способів. Розглянемо їх зокрема та у поєднанні у контексті та враховуючи умови Львівщини.

Рекомендований рівень заповідності має бути принаймні удвічі вищим за існуючий. Після 2010 р. чимало в Україні та її західному регіоні було зроблено у цьому напрямі (створення нових НПП, оформлення біосферного резервату тощо), проте ще більше планувалось і залишається зробити задля реалізації концепції охорони природи та переходу до сталого природо-користування.

Слід розуміти, що найбільш ефективний розвиток такого потенціалу може бути за комплексного підходу до нього. Тобто рекреанти мають змогу отримувати бенефіти не лише від споглядання гірських пейзажів, а й відвідати ліс, подихати цілющим повітрям, пройтися, збираючи ягоди чи гриби, задля достатнього фізичного моціону, а також, наприклад, скуштувати воду із унікального родовища мінеральних вод. У Карпатському регіоні всі ці можливості наявні, важливо грамотно об'єднати їх у єдиний комплекс послуг рекреаційних.

Попри розширення асортименту продукту туристично-рекреаційного спрямування не спостерігаємо значущого приросту споживачів цього продукту упродовж двох останніх декад. Слід докласти більше зусиль для підвищення якості послуг території та об'єктів природно-заповідного фонду у сфері рекреації та пов'язаних сферах екотуризму й екологічної

освіти. Таке підвищення органічно вписується у концепцію побудови та розвитку екологічної мережі, темпи приросту якої упродовж останнього часу в Україні та у Львівській області відчутно скоротилися.

Сучасні підходи до оцінки рекреаційно-туристичної атрактивності є спрямовані на інтеграцію цих аспектів з метою створення комплексного та стійкого розвитку туризму, який не лише забезпечує економічну вигоду, а й сприяє збереженню природного і культурного спадку для майбутніх поколінь. Інтегровану модель рекреаційних екосистемних послуг (РЕП) серед інших розглядає [Kulczyk S. et al. \(2018\)](#). Поєднання трьох рівнів ландшафтного потенціалу, рекреаційної інфраструктури та використання дозволяє ідентифікувати 27 видів РЕП та розрахувати їх грошову оцінку. Хоча дослідження проводилося у порівнянні природної зони, результати показали, що не ландшафтний потенціал, а рекреаційні об'єкти корелюють з рекреаційним використанням. Це свідчить про те, що відповідальне управління територією може суттєво вплинути на рекреаційне використання та розвинути різноманітні моделі РЕП.

### Висновки

Рекреація – одна із функцій, покладених на території та об'єкти природно-заповідного фонду України. Рекреація тісно пов'язана зі станом довкілля: до найпопулярніших видів рекреаційних ресурсів зараховують природні рекреаційні ресурси, їхня якість є висока у випадку наявності природних комплексів, не порушених діяльністю людини.

На території Львівської області діє 408 територій і об'єктів ПЗФ загальною площею 180,23 тис. га. За площею найбільшими є частки національних природних парків (46 %) та регіональних ландшафтних парків (33 %).

Більшість типових ландшафтів Львівської області представлена принаймні в одному із п'яти НПП і п'яти РЛП області. Для ландшафтів характерною є різноманітність – гори, ліси, річки, озера та водоспади створюють мальовничі краєвиди, що привертають увагу туристів і рекреантів.

На території НПП і РЛП встановлюють диференційований режим охорони та використання згідно з функціональним зонуванням. Загалом обладнання рекреаційною інфраструктурою у НПП більш розвинене порівняно із РЛП.

В умовах війни діяльність парків значно обмежено.

### Відомості про конфлікт інтересів

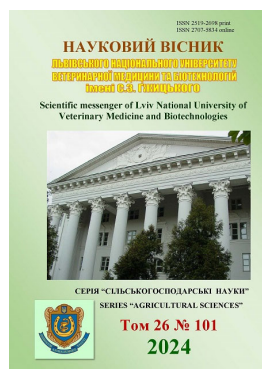
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Anisimova, S. V. (2022). Otsinka rekreatsiino-turystychnoi pryvablyvosti prydorozhnykh terytorii. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho avtomo-bilnodorozhnoho universytetu*, 97, 106–113. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vhad\\_2022\\_97\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vhad_2022_97_18) (in Ukrainian).
- Artemenko, O., & Vykliuk, Ya. (2009). Metody pobu-dovy hustyny potentsialnoho polia rekreatsiinoi pryvablyvosti terytorii. *Shtuchnyi intelekt*, 2, 151–160. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/7938/20-Viklyuk.pdf?sequence=1> (in Ukrainian).
- Bezuhla, L. S. (2021). Rehionalno-innovatsiina mo-del rozvytku ekoturystychnoi infrastruktury : dys. ... d-ra ekon. nauk. [spets]. 08.00.05 “Rozvytok produktyvnykh syl ta rehion. Ekonomika”; Kharkivskiy nats. tekhnich. un-t; Odeska nats. akad. kharchovykh tekhnolohii. Kharkiv (in Ukrainian).
- Cherniavskyi, M. V., & Savka, H. S. (2004). Funktsionalne zonuvannia rehionalnoho landshaftnoho parku “Ravske Roztochchia”. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 14(8), 241–252. URL: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2004/14\\_8/39.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2004/14_8/39.pdf) (in Ukrainian).
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Holovne upravlinnia statystyky u Lvivskii oblasti. URL: <https://www.lv.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- Ekolohichniy pasport Lvivskoi oblasti. Departament ekolohii ta pryrodnykh resursiv Lvivskoi Oblasnoi Derzhavnoi administratsii. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport> (in Ukrainian).
- Fomenko, N. V. (2007). *Rekreatsiini resursy ta kurortolohiia*. K.: Tsentр navchalnoi literatury. URL: [https://tourlib.net/books\\_ukr/fomenko.htm](https://tourlib.net/books_ukr/fomenko.htm) (in Ukrainian).
- Hetman, V. I. (2021). Landshaftna reprezentatyvnist pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainy. *Eko-lohichni nauky: naukovopraktychnyi zhurnal*, 71–80 (in Ukrainian).
- Kane, P. S. (1981). Assessing landscape attractiveness: a comparative test of two new methods. *Applied geography*, 1(2), 77–96. DOI: 10.1016/0143-6228(81)90027-8.
- Krabokoukis, T., & Polyzos, S. (2021). An investigation of factors determining the tourism attractiveness of Greece's prefectures. *Journal of the Knowledge Economy*, 12, 1997–2015. DOI: 10.1007/s13132-020-00704-7.
- Kret, M. (2014). Pryrodni ta istoryko-kulturni peredumovy rozvytku turyzmu na ukraïnskopol'skomu pohranychchi. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriia heohrafichna*, 45, 301–307. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU\\_Geograf\\_2014\\_45\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_Geograf_2014_45_37) (in Ukrainian).
- Kulczyk, S., Woźniak, E., & Derek, M. (2018). Landscape, facilities and visitors: An integrated model of recreational ecosystem services. *Ecosystem services*, 31, 491–501. DOI: 10.1016/j.ecoser.2018.02.016.
- Lee, C. F., Huang, H. I., & Yeh, H. R. (2010). Developing an evaluation model for destination attractiveness: Sustainable forest recreation tourism in Taiwan. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(6), 811–828. DOI: 10.1080/09669581003690478.
- Pankiv, N. Ye. (2019). Pryrodookhoronni terytorii yak baza rozvytku ekolohichnoho turyzmu u Lvivskii oblasti na prykladi Natsionalnoho pryrodnoho parku Skolivski Beskydy. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 29(5), 88–92. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu\\_2019\\_29\\_5\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu_2019_29_5_19) (in Ukrainian).
- Pankiv, N., & Lesyk, I. (2019). Terytorialna dyferentsiatsiia turystychno-resursnoho potentsialu yak chynnyka vnutrishnoho turyzmu Lvivskoi oblas-ti.

- Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalno-ho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Heohrafiia. Ternopil: TNPU im. V. Hnatiuka, 1, 182–189. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg\\_2019\\_1\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg_2019_1_25) (in Ukrainian).
- Rybak, S. B., Baumvald, N. B., & Pysaryk, R. M. (2012). Rol pryrodno-zapovidnoho fondu Lviv-shchyny v optymizatsii rekreatsiinoi i turystychnoi di-yalnosti. Naukovyi visnyk Natsionalnoho univer-sytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Uk-rainy. Ser.: Lisivnytstvo ta dekorativne sadivnytstvo, 171(1), 163–172 (in Ukrainian).
- Sakovska, O. (2023). Vplyv rekreatsiinoi diialnosti na rozvytok turystychnykh destynatsii. Ekonomika ta suspilstvo, 52. DOI: 10.32782/2524-0072/2023-52-9 (in Ukrainian).
- Vukoičić, D., Ristić, D., Milinčić, U., Petrović, D., Mihajlović, L., Božović, S., & Protić, B. (2023). Assessment of the attractiveness of natural resources and landscapes of the Kopaonik National Park (Serbia): Framework and importance for tourism development. Polish Journal of Environmental Studies, 32(1), 281–295. DOI: 10.15244/pjoes/152378.
- Zapototskyi, S., & Horin, I. (2018). Turystychno-rekreatsiinyi potentsial Lvivskoi oblasti: heoh-rafichni osoblyvosti vykorystannia ta vidtvorennia. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka, 1(70), 72–79. DOI: 10.17721/1728-2721.2018.70.13 (in Ukrainian).
- Ziarnicka-Wojtaszek, A., & Malec, M. (2021). Evaluating local attractiveness for tourism and recreation—A case study of the communes in Brzeski County, Poland. Land, 11(1), 39. DOI: 10.3390/land11010039.





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10129  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.083+082.001.2

## Dynamics of the realization of the genetic potential of fattening qualities of Danish-bred pigs under industrial technology conditions

I. B. Voshchenko, M. G. Povod✉

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

### Article info

Received 21.08.2024  
Received in revised form  
23.09.2024  
Accepted 24.09.2024

Sumy National Agrarian  
University, Gerasim  
Kondratiev Str., 160, Sumy,  
40000, Ukraine.  
Tel.: +38-050-947-37-08  
E-mail: nic.pov@ukr.net

**Voshchenko, I. B., & Povod, M. G. (2024). Dynamics of the realization of the genetic potential of fattening qualities of Danish-bred pigs under industrial technology conditions. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 170–181. doi: 10.32718/nvlvet-a10129**

The article compared the dynamics of critical indicators of fattening productivity in pigs, such as the weight of the animals at the start and end of fattening, the duration of the fattening period, absolute, average daily, and relative weight gains, average daily feed intake, feed conversion, and pig survival during this period, pre-slaughter live weight, carcass weight, and slaughter yield. It was established that selection for growth intensity contributed to increased pre-slaughter weight during the studied period, while slaughter yield remained stable, although meat yield increased by 3 %. It was proven that, under the influence of selective pressure during the studied period, there was a clear trend of increased average daily, absolute, and relative weight gains, leading to higher feed consumption and improved feed conversion. The age and weight of the pigs at the start of fattening, the duration of the fattening period, and the age of the animals at the end of fattening did not fluctuate significantly throughout the study. Significant increases in pre-slaughter live weight and carcass weight were observed, along with a gradual rise in carcass meatiness. The dynamics of slaughter yield did not show a clear trend. A positive dynamic in fattening traits under selective pressure was established, while the indicators influenced by technological factors remained relatively stable. A very strong positive correlation was found between average daily feed intake and average daily weight gains, the fattening quality index, and the pigs' weight at the end of fattening; average daily weight gains and the fattening quality index and weight at the end of fattening; and the weight of pigs at the end of fattening and the fattening quality index. A high direct correlation was found between the age at 100 kg and feed conversion. A moderate positive correlation was found between the pigs' weight at the start and end of fattening and between the age of reaching 100 kg and slaughter yield. A weak positive correlation was found between the pigs' weight at the start of fattening and average daily feed intake, the fattening quality index, feed conversion, and average daily weight gains. A weak negative correlation was found between slaughter yield and the fattening quality index, average daily feed intake, average daily weight gains, and feed conversion. A moderate negative correlation was found between the pigs' weight at the start of fattening and the age of reaching 100 kg and between the weight at the end of fattening and slaughter yield. A strong negative correlation was found between the weight at the end of fattening and feed conversion and the pigs' weight at the start of fattening and slaughter yield. A strong negative correlation was found between feed conversion and the fattening quality index, average daily weight gains, and feed intake. A strong negative correlation was found between the age of 100 kg and average daily weight gains, average daily feed intake, weight at the end of fattening, and the fattening quality index.

**Key words:** pigs, fattening, selection, correlation relationships, productivity increase trend.

## Динаміка реалізації генетичного потенціалу відгодівельних якостей свиней данської селекції в умовах промислової технології

І. Б. Вощенко, М. Г. Повод✉

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

У статті порівнювалась динаміка основних показників відгодівельної продуктивності свиней, таких як маса тварин при постановці та знятті з відгодівлі, тривалість періоду відгодівлі, абсолютний, середньодобовий та відносний прирости, середньодобове споживання та конверсія корму, збереженість свиней за цей період, передзайна жива маса, маса туші та забійний вихід свиней. Встановлено, що селекція на інтенсивність росту посприяла збільшенню передзайної маси свиней за досліджуваній період, тимчасом як забійний вихід залишався на одному рівні, водночас вихід м'яса підвищився на 3 %. Доведено, що за досліджуваній період під впливом селекційного тиску встановлена чітка тенденція до зростання середньодобових, абсолютних та відносних приростів, що спричинило підвищення середньодобового споживання корму і посприяло поліпшенню його конверсії. Вік та маса свиней при постановці на відгодівлю, тривалість самої відгодівлі та вік тварин по її завершенні не мали суттєвого коливання впродовж досліджуваного нами періоду. Виявлено суттєве зростання за досліджуваній період передзайної живої маси та забійної маси і поступове неухильне зростання м'ясності туш. Динаміка забійна виходу не мала чіткої тенденції. Встановлена позитивна динаміка відгодівельних якостей свиней під дією селекційного тиску за відносною стабільності показників, на які впливають технологічні чинники. Визначено дуже сильний позитивно спрямований корелятивний зв'язок між середньодобовим споживанням корму та середньодобовими приростами, індексом відгодівельних якостей та масою свиней при знятті з відгодівлі; середньодобових приростів з показником індексу відгодівельних якостей та масою свиней по закінченні відгодівлі; маси тварин по закінченні відгодівлі і значенням індексу відгодівельних якостей. Високий рівень прямої кореляції встановлений між віком досягнення маси 100 кг та значенням конверсії корму. Помірну позитивну кореляцію встановлено між масою свиней при постановці та знятті з відгодівлі; між показником віку досягнення маси 100 кг і забійним виходом. Слабку позитивну кореляцію було виявлено між масою свиней при постановці на відгодівлю та середньодобовим споживанням корму; індексом відгодівельних якостей, конверсією корму та середньодобовими приростами. Слабкої сили зворотного напрямку зв'язок встановлено між забійним виходом та індексом відгодівельних якостей, середньодобовим споживанням корму; середньодобовими приростами та рівнем конверсії корму. Помірна зворотної дії кореляція виявлена між масою свиней при постановці на відгодівлю та віком досягнення маси 100 кг; між масою при знятті з відгодівлі і забійним виходом. Зворотної дії помітна кореляції встановлена між масою при знятті з відгодівлі та рівнем конверсії корму; між масою свиней при постановці на відгодівлю і забійним виходом. Високої сили зворотного напрямку кореляція встановлена між показником конверсії корму та індексом відгодівельних якостей; середньодобовими приростами та споживанням корму. Дуже високої сили негативна кореляція встановлена між віком досягнення маси 100 кг та середньодобовими приростами, середньодобовим споживанням корму, масою при знятті з відгодівлі та індексом відгодівельних якостей.

**Ключові слова:** свині, відгодівля, селекція, корелятивні зв'язки, тренд підвищення продуктивності.

## Вступ

Як повідомляють у своїх роботах (Mykhalko, 2021; Lykhach et al., 2021; Povod et al., 2022; Bondarska, 2022; Mikhailov, 2024; Yurchenko et al., 2024), свинарство на сьогодні є досить конкурентною галуззю тваринництва. Тому, як зазначають (Lykhach et al., 2023), при виробництві свинини потрібно використовувати найбільш ефективні способи і засоби виробництва. Однією з найважливіших ланок виробництва свинини є його завершальна стадія – відгодівля свиней, в якій, як повідомляють (Povod et al., 2021; Povod et al., 2023), використовується близько 55 % всіх приміщень, близько 70 % кормових засобів і генерується до 60 % загального прибутку в свинарстві. На продуктивність відгодівельних свиней, як стверджують (Simonsson, 2006; Niemi et al., 2010), впливає ціла низка як гинотипових, так і фенотипових факторів. Але, як вважає (Bublyk, 2018), основними факторами є інтенсивність їхнього росту та ефективність використання корму. За даними (Kramer et al., 2021), у галузі свинарства селекція за інтенсивністю росту та конверсією корму традиційно здійснюється в чистопородних батьківських популяціях, передається товарним свиням через програми розведення в комерційних стадах. Водночас, як стверджує (Godinho et al., 2018), селекція на ефективність використання кормів – це стратегія зниження їх витрат на одиницю приросту, що є однією з головних завдань сучасного свинарства. Ці завдання, як стверджують (Christiansen, 2018; DanBred, 2024), успішно реалізуються на рівні батьківських нуклеусних стад завдяки тому, що рівень успадкованості ознак інтенсивності росту і конверсії корму є достатньо високим. Поліпшення цих ознак, за повідомленнями (Meuwissen, 1997; Bijma & van Arendonk, 1998), у свинарстві тривалий час здійснюється за допомогою роздільної селекції батьківських

форм з використанням селекційних індексів. На результативність такої селекції у США в своїх роботах вказує (Towers, 2016), який повідомляє, що за п'ять років така селекція посприяла збільшенню середньодобових приростів на 6,0 % та поліпшенню на 2,5 % оплати корму приростами під час відгодівлі. Його думку підтверджує (Kenneth, 2017) і повідомляє про підвищення в США з 2011 по 2016 рік інтенсивності росту свиней на відгодівлі на 4,3 % та підвищення ефективності корму на 0,7 %. Їхні висновки схожі з даними (Vinther, 2023), який повідомляє, що за рахунок індексної селекції материнських та батьківських ліній, які поєднуються на завершальній стадії розведення, в Данії за останні десять років підвищилось середньодобове споживання корму на 0,17 кг, або 7,4 %, прогрес в інтенсивності росту свиней на відгодівлі склав 126 г, або 13,8 % та в ефективності корму свиней 0,19 кг, або 7,3 %, при підвищенні смертності свиней на відгодівлі на 0,2 %. Водночас за останній рік, як свідчать (Hansen, 2022; Hyttel et al., 2024a; Hornstrup et al., 2024a), для материнських ліній середньодобові прирости на відгодівлі знизились відповідно на 5,5 г, тимчасом як цей показник у тварин батьківської лінії за цей період зріс на 6,7 г, а в гібридів виявлено річне зростання середньодобових приростів на 3,6 г. Водночас оплата корму приростами за цей проміжок часу поліпшилась у тварин всіх ліній – материнських на 0,032 кг, батьківських на 0,0024 кг, а фінальних гібридів – на 0,029 кг. За повідомленнями (Hoey, 2021), з 2019 по 2020 рік у Великій Британії коефіцієнт конверсії кормів на відгодівлі свиней знизився на 0,01 кг, або на 0,37 %, у середньому за 2020 рік склав 2,67 кг, середньодобовий приріст зріс на 4 г, або 0,47 %, і склав 856 г, кількість днів відгодівлі залишилася сталою і склала 86 дб.

Окрім генетично обумовлених факторів впливу на відгодівельні якості свиней, як зазначає (Godinho et

al., 2019), на ці параметри продуктивності чинять значний тиск фактори зовнішнього середовища, які можуть бути різними в нуклеусних і товарних стадах. Їхні погляди підтверджуються в роботі (Wientjes & Calus, 2017), які звертають увагу на значний вплив факторів навколишнього середовища на реалізацію генетичного потенціалу, досягнутого на рівні чисто-породного стада в комерційних стадах. У своїх роботах (Pierozean et al., 2016a; Pierozean et al., 2016b) зазначає, що утримання в станку більше ніж 20 свиней на відгодівлі спричинило зниження на 0,04 кг середньодобового споживання корму та поліпшення на 6 балів його конверсії. Також вони повідомили про зниження на 0,03 кг середньодобового споживання та поліпшення на 3,0 бала конверсії корму за використання кормових автоматів порівняно з бункерними годівницями.

Селекція свиней на покращення відгодівельних якостей може проводитись за залежними ознаками, на що в своїх роботах вказує (Calderón Díaz et al., 2017), який повідомляє про наявність сильної або помірної кореляції між більшістю показників їхньої відгодівельної продуктивності. Водночас іноземні автори (Santiago et al., 2021) повідомляють про помірну спадковість для конверсії корму у тварин вихідних порід Південної Кореї – 0,28 для дюрока, 0,37 для ландраса і 0,22 для йоркшира. Вони також вказують на високий рівень позитивних корелятивних зв'язків між середньодобовим споживанням корму і його ефективністю – 0,71 для дюрока, 0,49 для ландраса та 0,43 для йоркшира. Низьким рівнем кореляції між цим показником і середньодобовими приростами 0,06 для дюрока, 0,11 для ландраса і 0,07 для йоркшира. За повідомленнями (Kavlak & Uimari, 2019), у свиней фінського йоркшира добове споживання корму сильно корелювало з середньодобовими приростами. Водночас (Chen et al., 2002) повідомляють про сильну зворотну фенотипову кореляцію між швидкістю росту та віком досягнення маси 113 кг ( $r = -0,800$ ) помітну зворотну кореляцію між швидкістю росту та товщиною шпику на спині ( $r = -0,40$ ) та помітну пряму кореляцію між швидкістю росту та площею “м'язового вічка” ( $r = 0,56$ ). Також (Mrode & Kennedy, 1993; Lu et al., 2017) повідомляють про сильний корелятивний зв'язок між рівнем споживання корму і швидкістю росту та негативну помірну кореляцію з м'ясністю туш.

Враховуючи, що основну частку поголів'я свиней в Україні утримують в свинарських господарствах промислового типу, де, як повідомляє (Yurchenko et al., 2024), розводять до 49 % поголів'я данської селекції, то важливим є завдання вивчення відгодівельної продуктивності тварин цієї селекції з метою її прогнозування в умовах промислового господарства України. В цьому і полягає завдання даної статті.

### Мета дослідження

Мета досліджень полягала у вивченні динаміки реалізації генетичного потенціалу відгодівельних якостей та м'ясності свиней данської селекції під впливом селекційного процесу.

### Матеріал і методи досліджень

Для дослідження використовували матеріали відгодівельної продуктивності гібридних поросят данської селекції на основі даних (Jensen, 2022), наданих учасниками Української асоціації свинарства в Данії (Powered by Porcus). Аналізу піддані дані відгодівельної продуктивності випадковим чином відібраних свиноферм Данії, які були обрані за результатами звітів про продуктивність ферм, котрі надсилалися безпосередньо Agrovision і Cloudfarms ApS та агреговані за допомогою алгоритму автоматичного відбору та частково автоматичної перевірки даних.

Порівнювалась динаміка основних показників відгодівельної продуктивності свиней, таких як маса тварин при постановці та знятті з відгодівлі, тривалість періоду відгодівлі, абсолютний, середньодобовий та відносний прирости, середньодобове споживання та конверсія корму, збереженість свиней за цей період, передзабійна жива маса, маса туші та забійний вихід свиней.

Для порівняння ефективності селекції по кожній з досліджуваних ознак було розраховано відносну величину її збільшення або зменшення щодо показників 2012 року (початку аналізу).

За допомогою кореляційного аналізу виконаного в середовищі MS Excel 2016 визначали ступінь і напрямки взаємозв'язків генотипових і паратипових ознак при відгодівлі свиней відповідно до загальноприйнятих методик (Ladyka et al., 2023). Для інтерпретації сили кореляційних зв'язків використовували шкалу Чеддока (Karaieva & Varava, 2016), за якою значення коефіцієнта кореляції в межах 0,1–0,3 сила кореляційного зв'язку класифікувалася як слабка, за його значення на рівні 0,3–0,5 – як помірною, 0,5–0,7 – як помітною, 0,7–0,9 – як високою та 0,9–0,99 – як дуже високою.

Для комплексного порівняння відгодівельних якостей свиней в різні роки використовували індекс відгодівельних якостей М. Д. Березовського (Ladyka et al., 2023)

$$I = \frac{A^2}{B \times C},$$

де: А – валовий приріст за період відгодівлі, кг; В – кількість діб відгодівлі; С – витрати кг корму на 1 кг приросту.

Для визначення достовірності сили кореляційних зв'язків було використано функцію TTEST в середовищі MS Excel 2016, яка повертає ймовірність, пов'язану з t-тестом Ст'юдента. Для оцінки вірогідності кореляції за допомогою функції TTEST (t-тест) використовувалася формула:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

де: r – коефіцієнт кореляції Пірсона; n – кількість спостережень (вибіркі).

Потім отримане значення t порівнюється з критичними значеннями t-розподілу для обраного рівня значущості (0,05; 0,01; 0,001).

## Результати

Відгодівельні показники свиней, як і відповідні показники на дорощуванні, реалізуються під впливом як генотипових, так і паратипових факторів. В результаті досліджень тенденції реалізації генетичного потенціалу свиней данської селекції в умовах промислового виробництва свинини у Королівстві Данії з 2012 по 2023 рік встановлено, що тривалість відгодівлі в умовах промислової технології залежить як від технологічних факторів, таких як кількість секцій для відгодівлі на свиномкомплексі, так і від генотипових факторів, таких як здатність свиней до інтенсивного росту і як наслідок – досягнення товарних кондицій в

певний термін. За період наших спостережень, як видно з графіка, зображеного на [рис. 1](#), тривалість відгодівлі не мала чіткої тенденції змін і перебувала в межах від 81,2 доби у 2022 році до 85,2 доби у 2014 році. Загалом за 12 років дослідження тривалість відгодівлі зменшилась на 1,7 доби, або 2,0 %.

Вік тварин при знятті з відгодівлі більше залежить від технологічних показників і складається з віку по завершенні дорощування та тривалості процесу відгодівлі. Як видно з даних, показаних на графіку, зображеному на [рис. 1](#), вік при знятті з відгодівлі не мав чіткої тенденції до змін впродовж досліджуваного періоду. Найвищим він виявився у 2021 році – 169,80 доби, а найменшим у 2013 році – 166,1 доби.

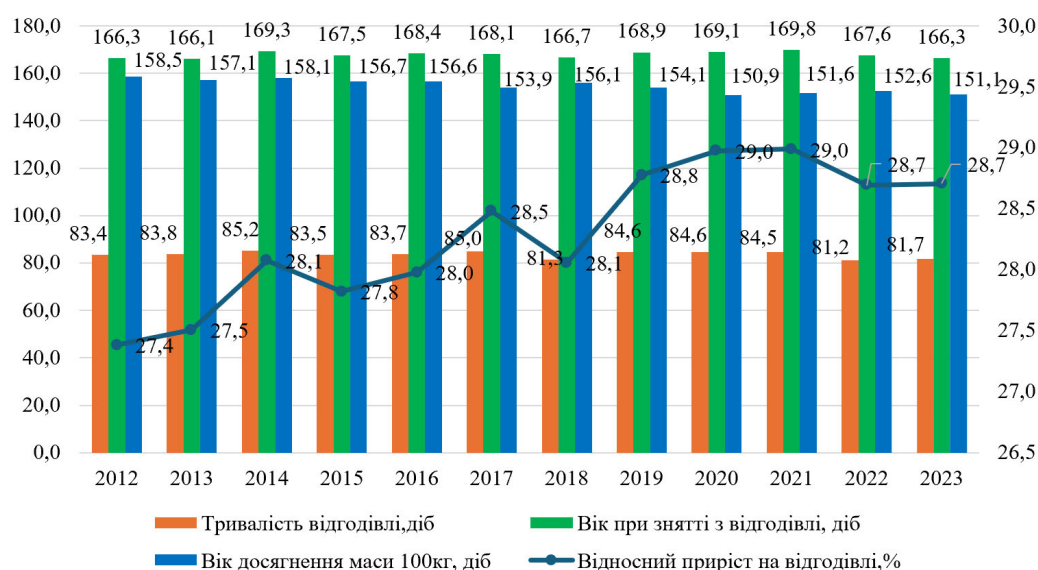


**Рис. 1.** Відносний приріст на відгодівлі та тривалість відгодівлі, вік по завершенні відгодівлі і досягнення маси 100 кг

Водночас вік досягнення живої маси 100 кг більшою мірою залежить від генетично обумовленої інтенсивності росту свиней, які швидше досягали відповідної маси. Як видно з результатів наших досліджень, вік досягнення маси 100 кг невинно зменшувався за період наших досліджень. Найвищим він виявився у 2012 році на початковій стадії нашого аналізу і склав 158,5 доби, а найнижчим був у 2020 році – 150,9 доби. Загалом за період дослідження вік досягнення маси 100 кг зменшився на 7,4 доби, або на 4,7 %.

Як видно з графіка, зображеного на [рис. 2](#), початкова маса підсвинків на відгодівлі за досліджувані 12 років виявилася майже стабільною і перебувала в межах 30,9–31,6 кг. Це викликано винятковим впливом на цей показник технологічних параметрів виробництва і відсутністю впливу генотипових чинників на цей показник.

На абсолютний приріст за час відгодівлі впливали як технологічні показники, такі як тривалість відгодівлі, так і генотипові, які перебувають під тиском інде-

ксної селекції батьківських генотипів. За практично рівної тривалості періоду відгодівлі, завдяки постійно зростаючій під тиском селекції інтенсивності росту, за період нашого дослідження абсолютні прирости збільшились на 8,0 кг, або на 11,3 %. Найнижчі абсолютні прирости зафіксовано у 2012 році на рівні 78,5 кг, а найвищим абсолютний приріст виявився в 2021 році коли сягнув 87,2 кг.

Враховуючи майже однаково масу свиней при постановці на відгодівлю, їхня маса по її завершенні залежала від абсолютних приростів, які своєю чергою були обумовлені генетично залежним параметром інтенсивності росту. Як видно з графіка, зображеного на [рис. 2](#), найменшою маса при завершенні відгодівлі була в 2012 році і склала 107,1 кг та з того часу постійно зростала. Найвищим цей показник виявився у 2021 році, коли його значення склало 118,8 кг. Загалом за 12 років досліджуваного періоду маса свиней по завершенні відгодівлі зросла на 8,0 %, або 8,6 кг.



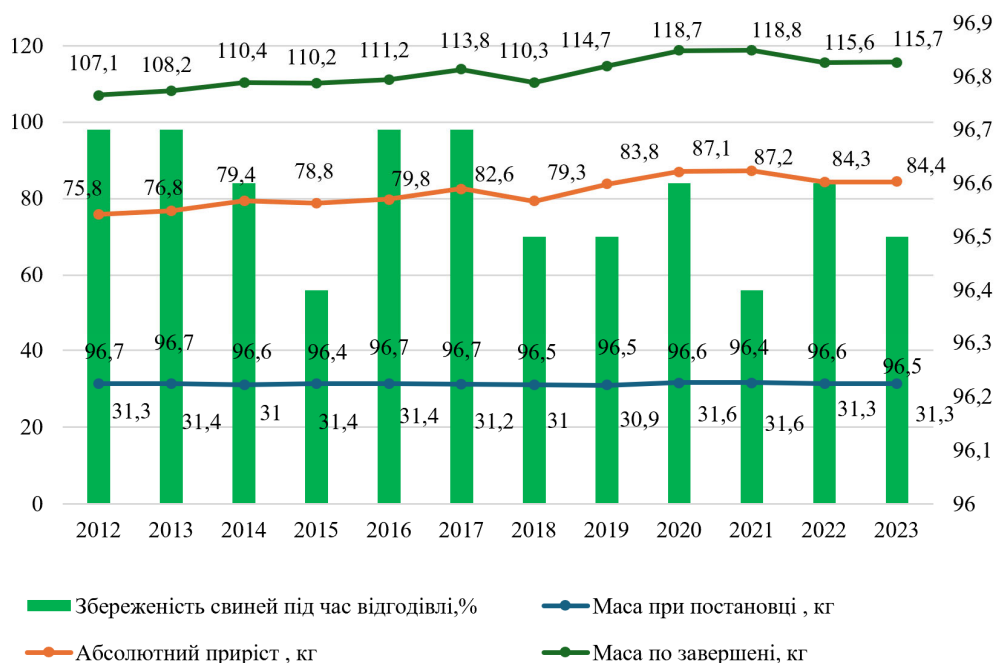


**Рис. 2.** Маса свиней на початку та завершенні відгодівлі, абсолютний приріст та збереженість свиней під час відгодівлі

На динаміку відносних приростів за досліджуваний період вплинуло в основному збільшення кінцевої маси тварин по завершенні відгодівлі. За однакового терміну відгодівлі основним чинником, який вплинув на цей показник, було збільшення абсолютних приростів. Як видно з графіка, зображено на рис. 1 відносні прирости мали тенденцію до зростання з 2012 по 2023 рік, яка склала 1,3 %. Найнижчим відносний приріст під час відгодівлі виявився у 2012 році – 27,4%, а найвищим у 2020 та 2021 році – 29,07 %.

Збереженість свиней під час відгодівлі, яка, на нашу думку, залежала здебільшого від паратипових факторів, таких як годівля та умови утримання, за

досліджуваний період майже не зазнала суттєвих змін і перебувала в межах 96,5–96,7 %.

Оплата корму приростами є одним з найважливіших економічних показників в свинарстві. Її рівень залежить від інтенсивності споживання корму та інтенсивності росту тварин під час відгодівлі. Як видно з результатів наших спостережень за досліджуваний період, поданих на графіку, зображеному на рис. 3, з 2012 по 2023 рік, під тиском селекційного процесу, конверсія корму на відгодівлі поліпшилась на 0,17 кг, або 6,4 %. Найкращим цей показник виявився у 2023 році і склав 2,44 кг а найгіршим він був у 2012 році, де його рівень складав 2,60 кг корму на кілограм приросту.

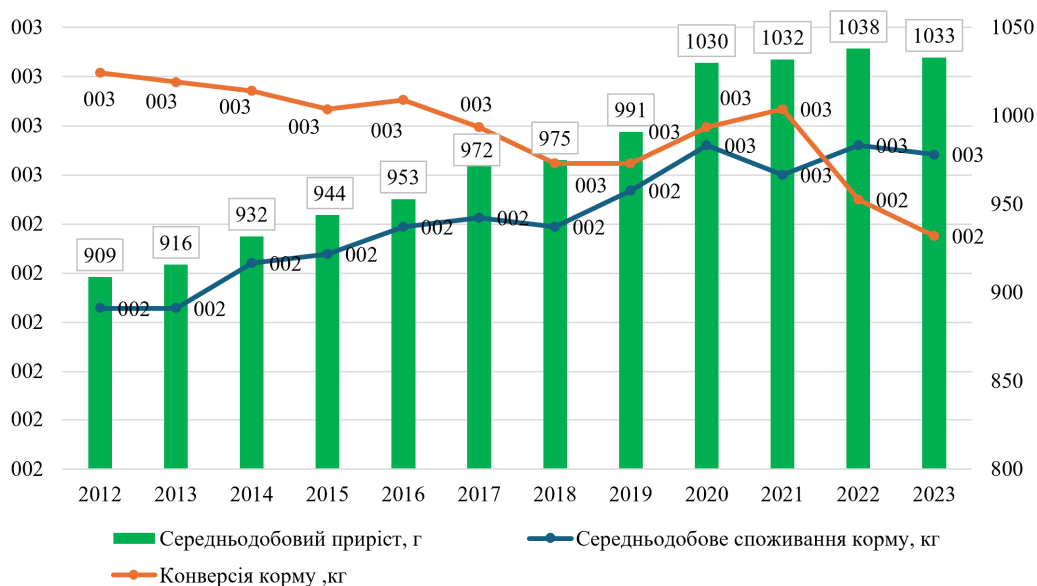


**Рис. 3.** Інтенсивність росту, середньодобове споживання та конверсія корму

Як видно з цього графіка, збільшення щодобового споживання корму з 2012 по 2023 рік становило на 0,16 кг, або на 6,6 %. Найменшу кількість корму на відгодівлі щодоби споживали свині данської селекції в 2012 та 2013 роках – 2,36 кг на голову, а найвищою вона виявилася у 2022 році і склала 2,53 кг. Підвищення споживання корму супроводжувалось збільшенням середньодобових приростів, які за період дослідження зросли на 124 г, або 13,6 %. Найвищим рівень прояву цієї ознаки був у 2022 році, в якому середньодобові прирости сягнули 1038 г, а найменшими показниками середньодобового приросту вирізнялися свині в 2012 році – 909 г.

Селекція свиней на підвищення їхньої м'ясності дозволяє виробникам відгодовувати їх до важчих кондицій, не знижуючи якості туш. Цьому також сприяє селекція на підвищення інтенсивності росту тварин, яка дає можливість в ті ж самі технологічні строки отримувати більше приросту свиней і відповідно більшу масу туші по завершенні відгодівлі. Як видно з наших досліджень, під впливом підвищення

інтенсивності росту за однакові терміни відгодівлі впродовж 12 досліджуваних років передзабійна маса тварин збільшилась на 8,6 кг, або на 8,0 % (рис. 4). Найнижчою вона була у 2012 році 107,1 кг, а найвищою виявилася у 2021 році – 118,8 кг. Закономірним є те, що зі збільшенням передзабійної живої маси підвищується і забійна маса тварин. В наших дослідженнях зростання забійної маси за період дослідження склало 6,6 кг, або 8,0 %. За досліджуваний період найменшою забійна маса свиней виявилася у 2012 році – 81,70 кг, а найвищою у 2021 році – 90,6 кг. На відміну від маси туші, забійний вихід не мав чіткої тенденції змін за досліджуваний нами період. Він виявився найнижчим у 2020 році – 75,9 %, а найвищим у 2018 році – 77,5 %.

Індексна селекція, спрямована на підвищення м'ясності туш, показника, який є економічно значущим, посприяла зростанню виходу м'яса в туші за досліджувані нами 12 років на 2,1 %. Найнижчою м'ясність туш свиней була у 2013 році – 60,3 %, а найвищою вона виявилася у 2022 році – 62,4 %.

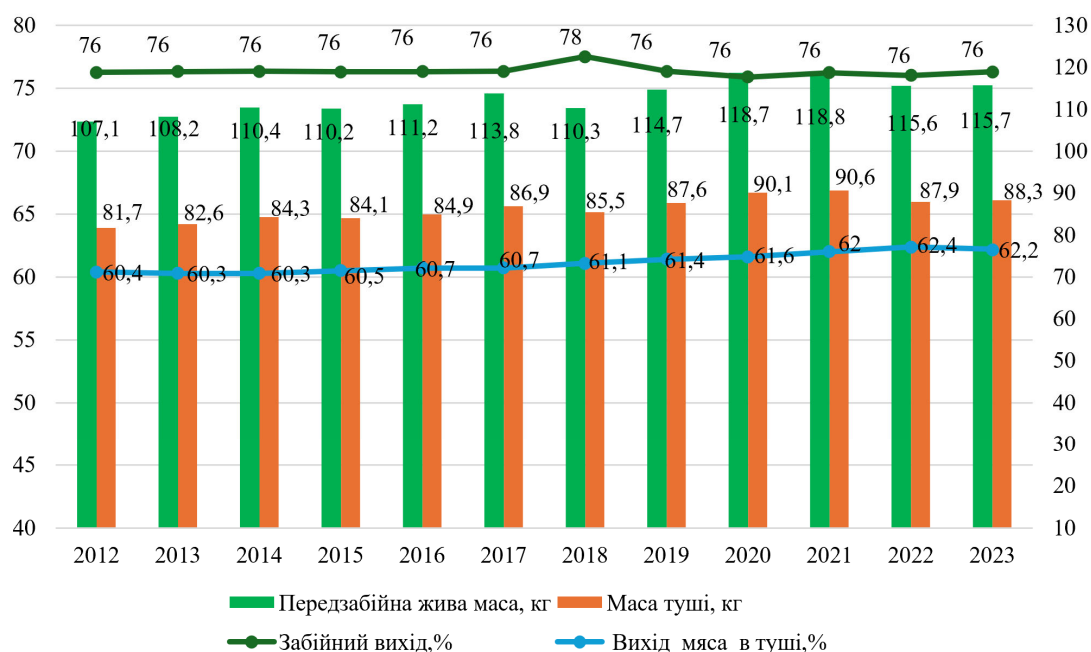


Рис. 4. Динаміка забійних якостей свиней данської селекції

Таким чином, селекція на інтенсивність росту посприяла збільшенню передзабійної маси свиней за досліджуваний період, тимчасом як забійний вихід залишався на одному рівні, водночас вихід м'яса підвищився на 2,1 %.

Систематична селекція свиней батьківських генотипів данської селекції на підвищення інтенсивності росту за допомогою економічно значущих селекційних індексів призвела до підвищення споживання ними корму, яке за досліджений період додало близько 7,0 % (рис. 5). Таке зростання з 2014 по 2018 рік складало від 1,9 до 3,5 % порівняно з 2012 роком, тимчасом як після 2019 року таке підвищення середньодобового споживання корму становило від 5,1 % до 7,0 %. Результати такої селекції посприяли і систе-

матичним збільшенням середньодобових приростів тварин, які за досліджуваний період додали 13,6 %.

Підвищення інтенсивності росту свиней за майже однаковий період відгодівлі призвели до системного збільшення абсолютних приростів. За досліджуваний нами період вони зросли з 2012 по 2023 рік на 11,3 %. Найвищим збільшення абсолютного приросту спостерігалось у 2021 році і склало 15,0 % порівняно з 2012 роком.

Також за досліджуваний період простежувалась чітка тенденція до збільшення рівня відносних приростів унаслідок зростання інтенсивності росту свиней. Найвищий рівень відносних приростів виявлено у 2020 та 2021 роках, який склав 5,8 та 5,9 % відповідно.

Постійне підвищення щодобового споживання корму яке, на наш погляд, посприяло збільшенню інтенсивності росту і як результат – зростанню абсолютних приростів за досліджуваний період, спричинило постійне, хоч і нестабільне поліпшення конверсії корму. При співставленні з початковим періодом

досліджень найвище поліпшення конверсії корму спостерігалось у 2023 році і становило 6,4 %, тимчасом як у 2022 році таке поліпшення складало 4,9 %. За період з 2013 по 2017 роки воно становило лише 0,4–2,1 %, а в 2019 році складало 3,5%.

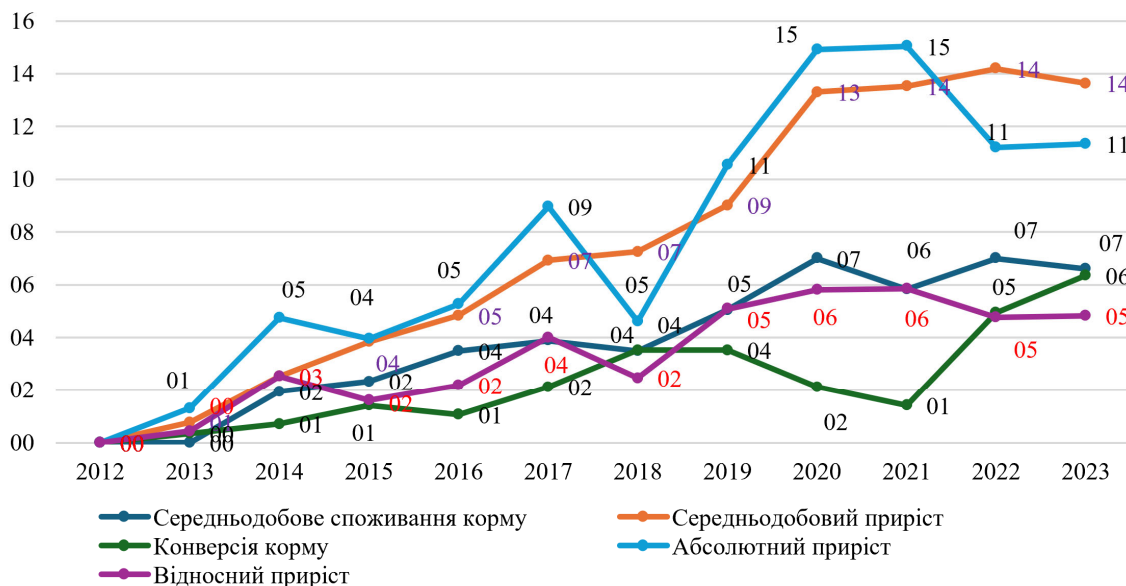


Рис. 5. Відносна динаміка змін споживання кормів та приростів свиней

Таким чином, за досліджуваний період, під впливом селекційного тиску, встановлена чітка тенденція до зростання середньодобових, абсолютних та відносних приростів, що спричинило підвищення середньодобового споживання корму і посприяло поліпшенню його конверсії.

Вік та маса свиней при постановці на відгодівлю, тривалість самої відгодівлі та вік тварин по її завершенні залежать в основному від технологічних показників, а не від генотипових, і, як видно з графіка, зображено на рис. 6, вони не мали суттєвого коливання впродовж досліджуваного нами періоду.

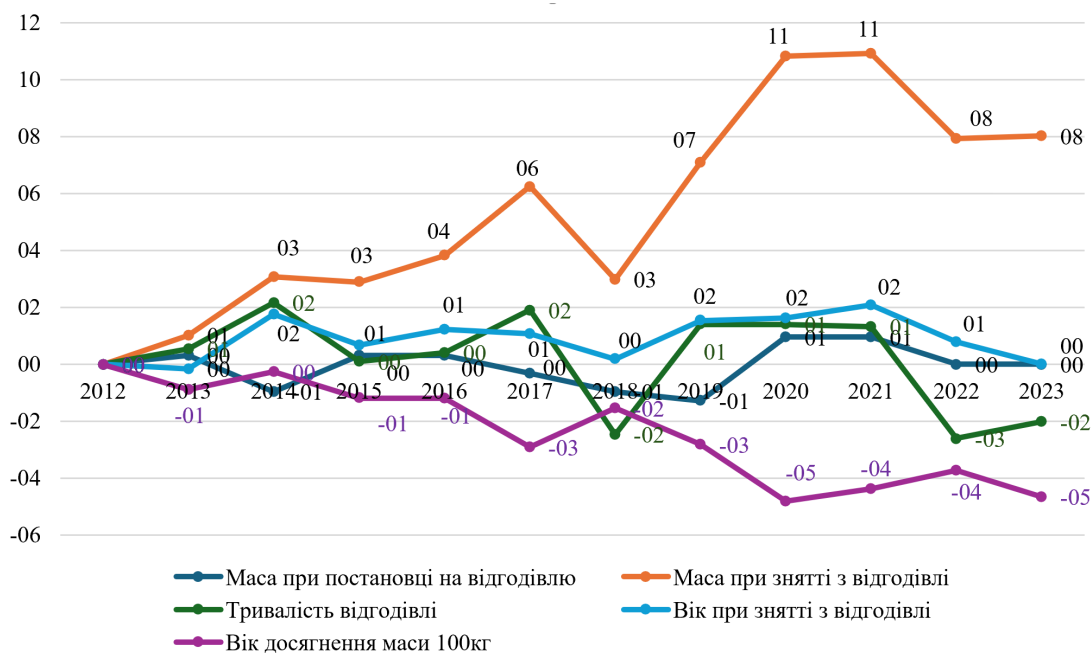


Рис. 6. Відносна динаміка змін віку та маси свиней на відгодівлі

Маса свиней по завершенні відгодівлі та вік досягнення маси 100 кг опосередковано залежали від показників, які піддаються селекційному тиску, таких як інтенсивність росту. Як видно з наведеного графіка, маса свиней при знятті з відгодівлі неухильно збільшувалась упродовж досліджуваного періоду. Найбільший показник її підвищення встановлено в 2020–2021 році, який склав 10,8–10,9 %. За період 2013–2018 років таке підвищення маси по завершенні відгодівлі становило від 1,0 до 6,3 %, а в 2019, 2022 та 2023 відповідно 7,1, 7,9 та 8,0 %.

Вік досягнення маси 100 кг також опосередковано залежить від інтенсивності росту свиней, чим вищі середньодобові прирости, тим раніше свині досягають маси 100 кг. Як витікає з даного графіка (рис. 6), в період з 2013 по 2019 рік зниження віку досягнення

маси 100 кг становило 0,3–2,9 %. У 2020 році така інтенсивність зниження склала від 3,7 до 4,8 %, а найшвидше маси 100 кг свині досягали у 2020 році, де зменшення віку досягнення маси 100 кг становило 4,8 %.

Забійні якості свиней мають високий коефіцієнт успадкованості, тому успішно піддаються селекції. В наших дослідженнях за період з 2012 по 2023 рік встановлено постійне зростання м'ясності туш, яке склало за досліджуваний період близько 3,0 % (рис. 7). В період з 2012 по 2017 рік така динаміка була незначною і склала всього 0,2–0,5 %, а в 2018 році таке поліпшення становило вже 1,2 %, в 2019 – 1,7 %, у 2020 – 2,0 % а у 2021–2023 роках воно сягнуло 2,6–3,3 %. Водночас забійний вихід не мав чіткої тенденції змін і коливався в межах 0,1–1,6 %.

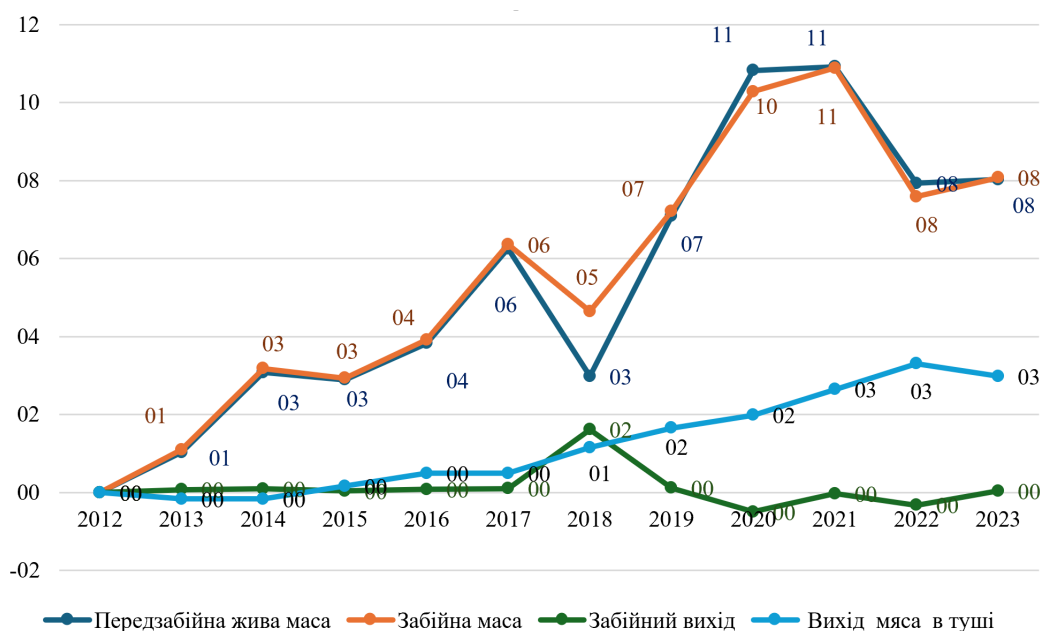


Рис. 7. Відносна динаміка забійних якостей та м'ясності туш

Показники передзабійної живої маси та забійної маси за однакової тривалості відгодівлі суттєво залежать від інтенсивності росту свиней, яка за досліджуваний період піддавалась суттєвому селекційному тиску і мали чітку тенденцію до зростання. Загалом за період дослідження зростання передзабійної маси склало 8,0 %, а найвищим воно виявилось у 2020 та 2021 роках – 10,8 % та 10,9 %. За період з 2013 по 2016 рік зростання передзабійної живої маси склало від 1,0 до 3,8 %, а в 2019 воно становило 7,1 %, в 2022 році – 7,9 % і в 2023 – 8,0 %.

За майже стабільного забійного виходу забійна маса мала аналогічну тенденцію змін з живою передзабійною масою і поступово зростала від початку до завершення наших досліджень.

Таким чином за досліджуваний період встановлено суттєве зростання передзабійної живої маси та забійної маси і поступове неухильне зростання м'ясності туш. Динаміка забійного виходу не мала чіткої тенденції.

Селекційний тиск на підвищення інтенсивності росту свиней та на збільшення їхньої м'ясності призводить до послаблення конституції тварин, зниження статусу їхнього здоров'я, що спричиняє збільшення відходу тварин під час відгодівлі. Як видно з графіка, зображеного на рис. 8, в наших дослідженнях за останні 12 років збереженість тварин дещо погіршилась, її зниження в певні роки становило 0,1–0,3 %, хоча чіткої тенденції за цим показником не встановлено.



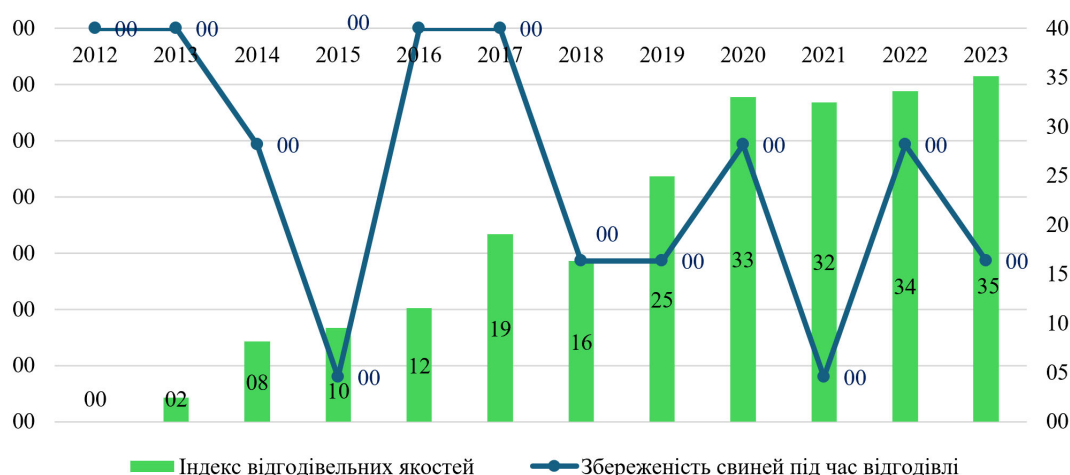


**Рис. 7.** Відносна динаміка збереженості свиней на відгодівлі та комплексного індексу відгодівельних якостей

Результативність селекції батьківських форм на поліпшення відгодівельної продуктивності можливо прослідкувати шляхом розрахунків комплексних оціночних індексів, які включають різні показники такої продуктивності. В результаті наших розрахунків за останні 12 років селекція на поліпшення відгодівельних якостей свиней в Данії була досить ефективною. Розрахунки комплексного індексу відгодівельних якостей за методикою М. Д. Березовського показали значну ефективність зростання відгодівельної продуктивності свиней данської селекції. Як видно з графіка, зображеного на рис. 8, з 2012 по 2023 рік комплексний індекс відгодівельних якостей зріс на 35,1 %. Водночас його підвищення відбувалось нерівномірно впродовж досліджуваного періоду. Так, з 2013 по 2016 рік такий ріст склав від 2,5 до 9,5 %, тимчасом як в період з 2017 по 2019 такий ріст становив від 16,3 до 24,9 %, а за останні чотири роки ріст цього індексу склав від 32,5 до 35,1 порівняно з 2012 роком.

Таким чином, в результаті нашого аналізу встановлено суттєве поліпшення відгодівельних якостей свиней під дією селекційного тиску за відносної ста-

більності показників, на які впливають технологічні чинники.

Для визначення сили та напрямку зв'язків між основними показниками відгодівельних якостей свиней данської селекції нами було проведено корелятивний аналіз, результати якого наведено в табл. 1. За даними цього аналізу, дуже сильний позитивно спрямований високовірогідний корелятивний зв'язок встановлено між середньодобовим споживанням корму та середньодобовими приростами –  $r = 0,98$ ; індексом відгодівельних якостей –  $r = 0,98$  та масою свиней при знятті з відгодівлі –  $r = 0,93$ . Рівень середньодобових приростів позитивно з високою силою корелює з показником індексу відгодівельних якостей –  $r = 0,99$  та масою свиней по закінченні відгодівлі –  $r = 0,93$ . Також встановлено дуже сильний позитивний зв'язок маси тварин по закінченні відгодівлі та значенням індексу відгодівельних якостей –  $r = 0,95$ . Високий рівень прямої кореляції встановлений між віком досягнення маси 100 кг та значенням конверсії корму –  $r = 0,66$ .

**Таблиця 1**

Напрямок та сила зв'язку ознак відгодівельної продуктивності

| Група                           | Середньодобовий приріст | Середньодобове споживання корму | Конверсія корму | Маса свиней при постановці | Забійний вихід | Маса при знятті | Вік досягнення маси 100 кг | Індекс відгодівельних якостей |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|
| Середньодобовий приріст         | 1,00                    | 0,98***                         | -0,74***        | 0,25*                      | -0,22***       | 0,93***         | -0,95***                   | 0,99***                       |
| Середньодобове споживання корму | 0,98***                 | 1,00                            | -0,74***        | 0,19*                      | -0,25***       | 0,93***         | -0,92***                   | 0,98***                       |
| Конверсія корму                 | -0,74***                | -0,74***                        | 1,00            | 0,23**                     | -0,10**        | -0,51***        | 0,66***                    | -0,75***                      |
| Маса свиней при постановці      | 0,25*                   | 0,19*                           | 0,23**          | 1,00                       | -0,54*         | 0,34**          | -0,37**                    | 0,21**                        |
| Забійний вихід                  | -0,22***                | -0,25***                        | -0,10**         | -0,54*                     | 1,00           | -0,39***        | 0,34**                     | -0,25                         |
| Маса при знятті                 | 0,93***                 | 0,93***                         | -0,51***        | 0,34***                    | -0,39***       | 1,00            | -0,95***                   | 0,95***                       |
| Вік досягнення маси 100 кг      | -0,95***                | -0,92***                        | 0,66***         | -0,37**                    | 0,34***        | -0,95***        | 1,00                       | -0,96***                      |
| Індекс відгодівельних якостей   | 0,99***                 | 0,98***                         | -0,75***        | 0,21**                     | -0,25          | 0,95***         | -0,96***                   | 1,00                          |

Помірну позитивну кореляцію встановлено між масою свиней при постановці та знятті з відгодівлі на рівні  $r = 0,34$ . На такому ж рівні, такого ж напрямку кореляція виявлена між показником віку досягнення маси 100 кг і забійним виходом.

Слабку позитивну кореляцію було виявлено між масою свиней при постановці на відгодівлю та середньодобовим споживанням корму –  $r = 0,19$ , індексом відгодівельних якостей –  $r = 0,21$ , конверсією корму –  $r = 0,23$  та середньодобовими приростами –  $r = 0,25$ .

Слабкої сили зворотного напрямку зв'язок встановлено між забійним виходом та індексом відгодівельних якостей –  $r = -0,25$ , середньодобовим споживанням корму –  $r = -0,25$ , середньодобовими приростами –  $r = -0,22$  та рівнем конверсії корму –  $r = -0,10$ .

Помірна зворотної дії кореляція установлена між масою свиней при постановці на відгодівлю та віком досягнення маси 100 кг –  $r = -0,37$  та між масою при знятті з відгодівлі і забійним виходом –  $r = 0,39$ .

Зворотної дії помірна кореляція встановлена між масою при знятті з відгодівлі та рівнем конверсії корму –  $r = -0,51$  та між масою свиней при постановці на відгодівлю і забійним виходом –  $r = -0,54$ .

Високої сили зворотного напрямку встановлена кореляція між показником конверсії корму та індексом відгодівельних якостей –  $r = -0,75$  і середньодобовими приростами –  $r = -0,74$ , та споживанням корму –  $r = -0,74$ .

Дуже високої сили негативна кореляція встановлена між віком досягнення маси 100 кг та середньодобовими приростами –  $r = -0,95$ , середньодобовим споживанням корму –  $r = -0,92$ , масою при знятті з відгодівлі –  $r = -0,95$  та індексом відгодівельних якостей –  $r = -0,96$ .

### Обговорення

Результати наших досліджень, якими встановлена тенденція до зростання середньодобових, абсолютних та відносних приростів, що спричинило підвищення середньодобового споживання корму і посприяло покращенню його конверсії, виявились співзвучними з повідомленнями (Patience, et al., 2015; Towers, 2016; Kenneth, 2017; Hoey, 2021; Vinther, 2023), але не повністю збігаються з висновками (Hyttel, 2024b; Horndrup et al., 2024b), які встановили не стійку тенденцію до підвищення середньодобових приростів у тварин материнських ліній. Наші висновки про те, що вік та маса свиней при постановці на відгодівлю, тривалість самої відгодівлі та вік тварин по її завершенні не мали суттєвого коливання впродовж досліджуваного нами періоду, збіглися з повідомленнями (Hoey, 2021), який вказує на стабільність тривалості відгодівлі, але повідомляє про збільшення віку зняття з відгодівлі за рахунок зростання періоду дорощування. Наші дані стосовно наявності дуже сильних корелятивних зв'язків між середньодобовим споживанням корму, середньодобовими приростами та масою свиней при знятті з відгодівлі збіглися з повідомленнями (Calderón Díaz et al., 2017; Kavlak & Uimari, 2019), які твердять про наявність сильної або помірної кореляції між більшістю показників їхньої відгодівельної про-

дуктивності. Однак вони суперечать повідомленням (Santiago et al., 2021), які вказують на низький рівень позитивних корелятивних зв'язків між середньодобовим споживанням корму і його ефективністю. Результати наших досліджень аналогічні (Chen et al., 2002), які повідомляють про сильну зворотну фенотипову кореляцію між швидкістю росту та віком досягнення товарної маси та співзвучні висновкам (Mrode & Kennedym 1993), які повідомляють про сильний корелятивний зв'язок між рівнем споживання корму і швидкістю росту. Також отримані нами результати співзвучні з даними (Lu et al., 2017) про негативну помірну кореляцію з м'ясністю туш і віком досягнення товарної живої маси.

### Висновки

1. Виявлена чітка тенденція до зростання середньодобових, абсолютних та відносних приростів, що спричинило підвищення середньодобового споживання корму і посприяло поліпшенню його конверсії.

2. Встановлено, що селекція на інтенсивність росту посприяла збільшенню передзабійної маси свиней та поліпшенню м'ясності туш за досліджуваний період, тимчасом як забійний вихід залишався на одному рівні.

3. Визначено дуже сильні корелятивні зв'язки між середньодобовим споживанням корму, середньодобовими приростами та масою свиней при знятті з відгодівлі. Високий рівень прямої кореляції встановлений між віком досягнення маси 100 кг та значенням конверсії корму. Помірну позитивну кореляцію встановлено між масою свиней при постановці та знятті з відгодівлі, між показником віку досягнення маси 100 кг і забійним виходом. Високої сили зворотного напрямку кореляція встановлена між показником конверсії корму, середньодобовими приростами та споживанням корму. Дуже високої сили негативна кореляція встановлена між віком досягнення маси 100 кг та середньодобовими приростами, середньодобовим споживанням корму та масою при знятті з відгодівлі.

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження будуть зосереджені на селекції, спрямованій на підвищення саме забійного виходу та поліпшення якості м'яса.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

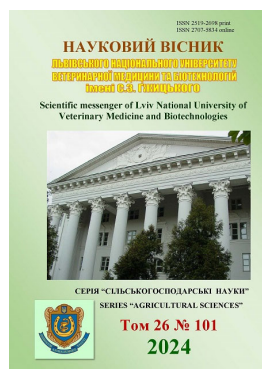
### References

- Bijma, P., & van Arendonk, J. A. (1998). Maximizing genetic gain for the sire line of a crossbreeding scheme utilizing both purebred and crossbred information. *J. Anim. Sci.*, 66, 529–542. DOI: 10.1017/S135772980000970X.
- Bondarska, O. (2022). Winemaking 2022: facts and expectations. XIII International Congress “Profitable Pig Breeding”.

- Bublyk, O. (2018). Changing pig feeding from dry to liquid saves up to 12% of feed. *Agrotimes. Animal husbandry*. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnistvo/zmina-godivli-svinej-iz-suhoyi-na-ridku-zaoshchadzhue-do-12-kormiv> (in Ukrainian).
- Calderón Díaz, J. A., Berry, D. P., Rebeiz, N., Metzler-Zebeli, B. U., Magowan, E., Gardiner, G. E., & Lawlor, P. G. (2017). Feed efficiency metrics in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 95(7), 3037–3046. DOI: 10.2527/jas.2017.1554.
- Chen, P., Baas, T. J., Mabry, J. W., Dekkers, J. C., & Koehler, K. J. (2002). Genetic parameters and trends for lean growth rate and its components in U.S. Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landrace pigs. *Journal of animal science*, 80(8), 2062–2070. DOI: 10.2527/2002.8082062x.
- Christiansen, M. G. (2018). Økonomiske konsekvensberegninger – december 2018, notat 1842. SEGES Svineproduktion. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/notater/2018/1842>.
- DanBred. The original Danish pig breeding system. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://danbred.com/da>.
- Godinho, R. M., Bergsma, R., Silva, F. F., Sevilano, C. A., Knol, E. F., Komen, H., Guimarães, S. E. F., Lopes, M. S. & Bastiaansen, J. W. M. (2019). Genetic correlations between growth performance and carcass traits of purebred and crossbred pigs raised in tropical and temperate climates. *J. Anim. Sci.*, 97(9), 3648–3657. DOI: 10.1093/jas/skz229.
- Godinho, R. M., Bergsma, R., Silva, F. F., Sevilano, C. A., Knol, E. F., Lopes, M. S., Lopes, P. S., Bastiaansen, J. W. M. & Guimarães, S. E. F. (2018). Genetic correlations between feed efficiency traits, and growth performance and carcass traits in purebred and crossbred pigs. *J. Anim. Sci.*, 96(3), 817–829. DOI: 10.1093/jas/skx011.
- Hansen, C. (2022). Landsgennemsnit for produktivitet i produktion af grise i 2021, notat nr. 2204. SEGES Svineproduktion. [Elektronnyi resurs]. URL: [https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/4/5/4/notat\\_2204\\_landsgennemsnit Produktion grise 2021.pdf](https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/4/5/4/notat_2204_landsgennemsnit Produktion grise 2021.pdf).
- Hoey, I. (2021). Feed conversion ratio improves for rearing herd. *Pig World*. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.pig-world.co.uk/news/feed-conversion-ratio-improves-for-rearing-herd.html>.
- Horndrup, L. V., Ostensen T., Henryon M., Vinther J., Sørensen C., & Vernerisen, A. (2024b). Results for DanBred Pigs 2024. Report No 2401.
- Horndrup, L. V., Ostensen, T., Henryon, M., Vinther, J., Sørensen, C. & Vernerisen, A. (2024a). Results for DanBred Pigs 2024. Report No 2401. [Elektronnyi resurs]. URL: [https://svineproduktion.dk/-/media/PDF---Publikationer/LF\\_gris\\_rapport/2024/Rapport\\_2401\\_uk.pdf](https://svineproduktion.dk/-/media/PDF---Publikationer/LF_gris_rapport/2024/Rapport_2401_uk.pdf).
- Hyttel, H. L. (2024a). Brancheanalyse for produktivitet i 2023 i et udsnit af besætninger som anvendte DanBred-genetik. Note no. 2410, SEGES Innovation. [Elektronnyi resurs]. URL: [https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/5/7/1/notat\\_2410\\_productivity\\_danbred\\_farms\\_2023.pdf](https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/5/7/1/notat_2410_productivity_danbred_farms_2023.pdf).
- Hyttel, H. L. (2024b). Landsgennemsnit for produktivitet i produktion af grise i 2023, Note no. 2408, SEGES Innovation. [Elektronnyi resurs]. URL: [https://www.landbrugsinfo.dk/public/3/1/0/management\\_landsgennemsnit Produktion grise 2023](https://www.landbrugsinfo.dk/public/3/1/0/management_landsgennemsnit Produktion grise 2023).
- Jensen, T. B. (2022). Udviklingen i sødødelighed – tal fra DAKA 2021. Notat nr. 2203, SEGES Innovation. URL: [https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/4/0/8/notat\\_2203\\_udvikling\\_sododelighed.pdf](https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/4/0/8/notat_2203_udvikling_sododelighed.pdf).
- Karaieva, N. V., & Varava, I. A. (2016). Ecological and economic optimization of production: methods and means of statistical forecasting. NTUU KPI. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/a4cbba78-2c9f-46f4-b24e-348d030e117d/content> (in Ukrainian).
- Kavlak, A. T. & Uimari, P. (2019). Estimation of heritability of feeding behavior traits and their correlation with production traits in Finnish Yorkshire pigs. *J. Anim. Breed. Genet.*, 136(6), 484–494. DOI: 10.1111/jbg.12408.
- Kenneth, J. (2017). Pork Industry Productivity Analysis.. URL: <https://www.porkcdn.com/sites/porkorg/library/2010/04/2017-pork-industry-productivity-analysis.pdf>.
- Kramer, L. M., Wolc, A., Esfandyari, H., Thekkoot, D. M., Zhang, C., Kemp, R. A., Plastow, G. & Dekkers, J. C. M. (2021). Purebred-crossbred genetic parameters for reproductive traits in swine. *J. Anim. Sci.*, 99(10), skab270. DOI: 10.1093/jas/skab270.
- Ladyka, V. I., Khmelnychiy, L. M. & Povod, M. G. (2023). Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students. Odesa: Oldi+ (in Ukrainian).
- Lu, D., Jiao, S., Tiezzi, F., Knauer, M., Huang, Y., Gray, K. A. & Maltecca, C. (2017). The relationship between different measures of feed efficiency and feeding behavior traits in Duroc pigs. *Journal of Animal Science*, 95(8), 3370–3380. DOI: 10.2527/jas.2017.1509.
- Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., Faustov, R. V. & Kucher, O. A. (2021). Current state and development trends of domestic pig farming. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series “Livestock”*, 1(44), 69–79 (in Ukrainian).
- Lykhach, V. Ya., Povod, M. G., Shpetny, M. B., Nechmilov, V. M., Lykhach, A. V., Mykhalko, O. G., Barkar, E. V., Lenkov, L. G. & Kucher, O. O. (2023). Optimization of technological solutions for keeping and feeding pigs in conditions of industrial technology: monograph. Mykolayiv: Ilion (in Ukrainian).
- Meuwissen, T. H. E. (1997). Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding. *Journal of Animal Science*, 75(4), 934–940. DOI: 10.2527/1997.754934x.
- Mikhailov, V. V. (2024). European pig farming in figures. URL: <https://vvmikhailov.com/tpost/9zgszablg1-vropeiske-svinarstvo-u-tsifrah-analz-sta> (in Ukrainian).
- Mrode, R. A. & Kennedy, B. W. (1993). Genetic variation in measures of food efficiency in pigs and their genetic relationships with growth rate and backfat. *Animal Science*, 56(2), 225–232. DOI: 10.1017/S0003356100021309.

- Mykhalko, O. G. (2021). The current state and ways of development of pig farming in the world and in Ukraine. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series "Livestock"*, 3(46), 60–77. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.3.9.
- Niemi, J. K., Sevin-Aimonen, M. L., Pietola, K. & Stalder, K. J. (2010). The value of precision feeding technologies for growing-finish swine. *Livestock Science*, 129(1-3), 13–23. DOI: 10.1016/j.livsci.2009.12.006.
- Patience, J. F., Rossoni-Serão, M. C. & Gutiérrez, N. A. (2015). A review of feed efficiency in swine: biology and application. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6, 33. DOI: 10.1186/s40104-015-0031-2.
- Pierozan, C. R., Agostini, P. S. & Gasa, J. (2016b). Factors affecting the daily feed intake and feed conversion ratio of pigs in grow-finishing units: the case of a company. *Porcine Health Management*, 2, 7. DOI: 10.1186/s40813-016-0023-4.
- Pierozan, C. R., Agostini, P. S., Gasa, J., Novais, A. K., Dias, C. P., Santos, R. S. K., Pereira, M. N., Nagi Jr, J. G., Alves, J. B. & Silva, C. A. (2016a). Factors affecting the daily feed intake and feed conversion ratio of pigs in grow-finishing units: the case of a company. *Porcine Health Management*, 2, 7. DOI: 10.1186/s40813-016-0023-4.
- Povod, M. G., Bondarska, O. M., Lykhach, V. Ya., Zhyzhka, S., Shpetnyi, M. B., Mykhalko, O. G., Dudin, V., Yurchenko, O., Danko, Yu., Nechmilov, V., Kryvonos, S., Lozynska, I., Kravchenko, O., Tsyhura, V., Lykhach, A. & Gryshchenko, N. (2021). Production technology of pig farming products. Scientific and Methodological Center of VFPO, Kyiv (in Ukrainian).
- Povod, M. G., Lykhach, A. V., Bondarska, O. M., Lykhach, V. Ya., Chentsov, M. M., Bevz, N. L., Hlukhenkyi, S. L. & Yaroshchuk, D. A. (2023). Domestic and global pork market: 2022 results and forecasts. *Taurian Scientific Bulletin: Scientific Journal*, Kherson: "Helvetyka" Publishing House, 130, 307–319. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/130\\_2023/42.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/130_2023/42.pdf) (in Ukrainian).
- Povod, M. G., Lykhach, V. Ya., Voloshinov, V. V., Koroban, M. P. & Bondarska, O. M. (2022). Development of global pig farming. *Taurian Scientific Herald. Series: Agricultural Sciences*, Kherson State Agrarian and Economic University, 125, 171–175. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.125.24.
- Santiago, K. G., Lopez, B. I., Kim, S. H., Lee, D. H., Cho, Y. G., Song, Y. N. & Seo, K. S. (2021). Genetic parameters for different measures of feed efficiency and their relationship to production traits in three purebred pigs. *Life (Basel)*, 11(8), 830. DOI: 10.3390/life11080830.
- Simonsson, A. (2006). Feed and nutritional requirements for pigs. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. Report 266, 24 p.
- Towers, L. (2016). Feed intake, growth, and feed conversion: What does it all mean? [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.thepigsite.com/articles/feed-intake-growth-and-feed-conversion-what-does-it-all-mean>.
- Vinther, J. (2023). National average productivity of Danish pig farms 2022. [Elektronnyi resurs]. URL: [https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/5/e/2/notat\\_2315\\_average\\_productivity\\_danish\\_pig\\_farms\\_2022.pdf](https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/5/e/2/notat_2315_average_productivity_danish_pig_farms_2022.pdf).
- Wientjes, Y. C. J. & Calus, M. P. L. (2017). Board invited review: The purebred-crossbred correlation in pigs: A review of theory, estimates, and implications. *Journal of Animal Science*, 95(8), 3467–3478. DOI: 10.2527/jas.2017.1669.
- Yurchenko, O. S., Bondarska, O. M., Lykhach, V. Ya., Kalitaev, K. K. & Kovalenko, O. A. (2024). The state of domestic pig production. Problems and prospects. *Podilsky Visnyk: Agriculture, Technology, Economy, Agricultural Sciences*, 1(42), 55–63. DOI: 10.37406/2706-9052-2024-1.8.





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10130

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.44:636.082

## Morphological composition of pig carcasses of Danish and Canadian origin and the effect of sex and pre-slaughter weight on their quality

V. Voloshynov<sup>1✉</sup>, B. Gutyj<sup>2</sup>, A. Shostya<sup>3</sup>, S. Usenko<sup>3</sup>, V. Slynko<sup>3</sup>, O. Fesenko<sup>3</sup>, O. Izhboldina<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

<sup>4</sup>Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

### Article info

Received 26.08.2024

Received in revised form

30.09.2024

Accepted 01.10.2024

*Voloshynov, V., Gutyj, B., Shostya, A., Usenko, S., Slynko, V., Fesenko, O., & Izhboldina, O. (2024). Morphological composition of pig carcasses of Danish and Canadian origin and the effect of sex and pre-slaughter weight on their quality. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 182–193. doi: 10.32718/nvlvet-a10130*

Sumy National Agrarian  
University, Gerasim  
Kondratiev Str., 160, Sumy,  
40000, Ukraine.  
Tel.: +38-066-287-13-86  
E-mail: nic.pov@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Poltava State Agrarian University,  
Skovorody Str., 1/3, Poltava,  
36006, Ukraine.

Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
S. Efremov Str., 25, Dnipro,  
49600, Ukraine.

The article studied the morphological composition of the carcasses of gilts and surgical castrates of Danish and Canadian origin with a pre-slaughter live weight of 110 and 130 kg and the influence of the factors of gender and pre-slaughter weight of pigs on the quality of their carcasses. It was established that the increase in pre-slaughter weight in animals of both genotypes led to increased fatness and decreased bone density. At the same time, the meatiness of the carcasses was preserved at almost not the same level. It was found that with an increase in the pre-slaughter weight of Danish pigs by 20 kg, the weight of the chilled carcass increased by 20.6 %, the weight of meat by 18.2 %, the weight of lard by 28.4 %, and the weight of bones in it by 17.3 %, the yield of fat in the carcass increased by 6.5%, while the proportion of meat in it decreased by 1.9 % and bones by 3.1 %. At the same time, in animals of Canadian origin, with a similar increase in pre-slaughter weight, the weight of the chilled carcass increased by 22.4 %, the weight of meat in it by 20.2 %, the weight of fat by 30.1 %, and the weight of bones in it by 17.7 %. the yield of fat in the carcass increased by 6.3 %, while the share of meat in it decreased by 1.8 % and bones by 3.8 %. It was proven that with such an increase in the weight category in males, the mass of the chilled carcass increased by 21.9 %, the mass of meat increased by 19.6 %, the mass of lard increased by 29.6 %, and the mass of bones in the carcass increased by 18.3 %. The share of lard in it was 6.3 %, while the yield of meat decreased by 1.9 %, and the yield of bones was 3.0 %. At the same time, in pigs, with a similar increase in pre-slaughter weight, the weight of the chilled carcass increased by 22.4 %, the weight of meat in it increased by 24.7 %, the weight of fat by 34.8 %, and the weight of bones by 21.9%, increased by 6.2 % yield of lard, and the yield of meat decreased by 1.7 % and the proportion of bones decreased by 3.9 %. With increased pre-slaughter weight of both females and males of the investigated genotypes of pigs, the meatiness decreased slightly, and the fatness and bone density of the carcasses increased. It was determined that the pre-slaughter live weight of pigs had a probable, solid influence on the slaughter weight, gizzard weight, beam weight, carcass length, “muscle eye” area, and lard thickness. At the same time, its influence on slaughter yield and mass loss during cooling turned out to be statistically improbable. Gender had a significant effect on slaughter yield, carcass length, beam weight, and gizzard weight, while its impact on chilling weight loss, slaughter weight, muscle eye area, and lard thickness was not statistically significant. The interaction of the two factors studied did not significantly affect the parameters of the carcass studied.

**Key words:** pigs, genotype, sex, pre-slaughter weight, carcass quality, influence of factors.

## Морфологічний склад туш свиней данського і канадського походження та вплив статі й передзабійної маси на їх якість

В. Волошинов<sup>1✉</sup>, Б. Гутий<sup>2</sup>, А. Шостя<sup>3</sup>, С. Усенко<sup>3</sup>, В. Слинько<sup>3</sup>, О. Фесенко<sup>3</sup>, О. Іжболдіна<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

<sup>4</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

У статті вивчалися морфологічний склад туш свинок та хірургічних кастратів данського і канадського походження за передзабійної живої маси 110 і 130 кг та вплив факторів статі й передзабійної маси свиней на якість їхніх туш. Встановлено, що зростання передзабійної маси у тварин обох генотипів призвело до підвищення їх сальності, зниження кістлявості при збереженні м'якості туш майже не одному рівні. Виявлено, що з підвищенням передзабійної маси свиней данського походження зросла на 20,6 % маса охолодженої туші, на 18,2 % маса м'яса, на 28,4 % маса сала, на 17,3 %, маса кісток в ній, збільшилася на 6,5 % вихід сала в туші за одночасного зниження в ній частки м'яса на 1,9 % та кісток на 3,1 %. Водночас у тварин канадського походження за аналогічного збільшення передзабійної маси підвищилася на 22,4 % маса охолодженої туші, на 20,2 % маса м'яса в ній, на 30,1 % маса сала та на 17,7 % маса кісток в ній, збільшилася на 6,3 % вихід сала в туші за одночасного зниження в ній частки м'яса на 1,8 % та кісток на 3,8 %. Доведено, що за такого підвищення вагової категорії у самців підвищилася на 21,9 % маса охолодженої туші, зросла на 19,6 % маса м'яса, на 29,6 % маса сала та на 18,3 %, маса кісток в туші, збільшилася на 6,3 % частка сала в ній за одночасного зниження на 1,9 % виходу м'яса та на 3,0 % виходу кісток. Водночас у свинок за аналогічного збільшення передзабійної маси зросла на 22,4 % маса охолодженої туші, підвищилася на 24,7 % маса м'яса в ній, на 34,8 % маса сала та на 21,9 % маса кісток, зріс на 6,2 % вихід сала та зменшилася в ній на 1,7 % вихід м'яса та на 3,9 % частка кісток. Тобто з підвищенням передзабійної маси як у самок, так і у самців досліджуваних генотипів свиней децю знижувалася м'яккість та підвищувалася сальність і кістлявість туш. Визначено, що передзабійна жива маса свиней мала сильний вірогідний вплив на забійну масу, масу окосту, масу балику, довжину туші, площу "м'язового вічка" та товщину шпигу. Водночас її вплив на забійний вихід туш, на втрати маси при охолодженні виявився статистично невірогідним. Стать вірогідно вплинула на забійний вихід, на довжину туші, на масу балику та масу окосту, тимчасом як її вплив на втрати маси при охолодженні, забійну масу, на площу м'язового вічка і на товщину шпигу не були статистично значущими. Взаємодія двох факторів, що вивчалися, не мала статистично значущого впливу на досліджувані параметри туші.

**Ключові слова:** свині, генотип, стать, передзабійна маса, якість туші.

## Вступ

Незважаючи на військову агресію росії та викликану нею економічну кризу в Україні, важку епізоотичну ситуацію в державі, за повідомленнями (Yurchenko et al., 2024), промисловий сектор виробництва свинини в нашій країні має сталий вектор розвитку. На його прибутковість, як вказують (Povod et al., 2022; Lykhach et al., 2023), впливають багато як генотипових, так і фенотипових ознак. Тому, на думку (Kremez & Shpetnyi, 2024), для підтримання конкурентності вітчизняного виробництва свинини потрібно максимально використати наявні можливості. Важливим чинником, як вважають (Povod et al., 2020), є м'якість туш свиней та їх забійні якості. На забійні та м'ясні якості свиней, за твердженнями (Mrode & Kennedy, 1993; Chen et al., 2002), чинять вплив багато факторів, такі як порода та лінія свиней, метод розведення, стать та вік тварин, рівень і спосіб годівлі, передзабійна жива маса та інші. Так, за повідомленнями (Latorre et al., 2003), помісні від кнурів лінії дюрк росли швидше та мали кращу конверсію корму, ніж помісні від лінії п'єтрєн, їх м'ясо було ніжнішим, мало більше внутрішньом'язового жиру, ніж м'ясо помісей від породи п'єтрєн. Його думку підтверджують Lowell J E. et al. (2019), які стверджують, що помісні свині, які походили від батьків породи п'єтрєн мали більший вихід м'яса порівняно з аналогами, отриманими від батьків породи дюрк, тимчасом як останні мали інтенсивніше забарвлення м'яса, його мрамуровість та більшу товщину шпигу. Водночас помісі від батьків породи п'єтрєн мали більший вихід м'яса та нежирного відрубку бекону. Доведено (Hryshyna & Krasnoshchok, 2019), що кращими м'ясними якостями характеризувалися гібридні свині генотипу ♀(ВБ×Л)×♂(Д×Г), на їхнє переконання,

використання кнурів м'ясних генотипів сприяло збільшенню виходу м'яса в тушах помісних і гібридних свиней на 1,9–4,2 % та зменшенню сала на 2,8–6,6 %. Її висновки підтверджують в своїх публікаціях (Birta et al., 2022), які повідомляють перевагу вітчизняних м'ясних генотипів свиней над представниками сальних і м'ясо-сальних порід за показниками забійного виходу, довжини напівтуші, товщини шпигу та маси окосту. На вплив спеціалізованих термінальних ліній вказують Morales J. I. et al. (2011), які повідомляють, що гібриди від схрещування помісних свиноматок Large White × Landrase з кнурами спеціалізованої батьківської лінії Tempo мали більшу масу туші та більший вміст внутрішньом'язового жиру, але менший вихід обрізаної шинки порівняно аналогами від схрещування тих же свиноматок з кнурами батьківської лінії Top York. Вони вважають, що через вищу інтенсивність росту та кращий забійний вихід схрещування з кнурами термінальної лінії Tempo може мати перевагу над використанням для цієї цілі плідників Top York. Також на поліпшення забійних якостей високопродуктивних гібридів свиней в умовах промислового свиногомплексу вказують (Moroz et al., 2017). За свідченнями (Berreskin & Davey, 1978), помісні свині від маток йоркшир мали менше підшкірного жиру, інтенсивніше нарощували м'язову тканину, ніж помісі від маток породи дюрк. Водночас помісні свині, яким згодовували високобілкову дієту швидше росли і мали кращу композицію туш порівняно з чистопородними тваринами. Також Баньковська І. Б. (Bankovska, 2016) вказує на більш високу силу впливу фактора генотипу на 21,5–73,0 % у свиней вітчизняної селекції порівняно з впливом фактора живої маси, сила якого становила 2,1–19,6 %. Також вона повідомляє про більшу залежність морфологічного складу туш свиней від генотипу, ніж від способу утримання.

Водночас іншої думки притримуються [Gilleland H. L. et al. \(2019\)](#), які повідомляють, що при поєднанні свиноток  $F_1$  американського ландраса та йоркшира зі спеціалізованими лініями кнурів, які селекціонувались на якість м'яса та якість туш, встановлений незначний вплив генотипу батька на м'ясність туш, тимчасом як збільшення передзабійної живої маси у тварин обох поєднань підвищило вихід всіх її частин, але негативно вплинуло на вихід м'яса в туші та збільшило вміст у ній жиру. Іншої думки дотримуються в своїх дослідженнях ([Koroban & Lykhach, 2024](#)), які встановили залежність забійних та м'ясних ознак свиней різних породно-лінійних поєднань залежно від передзабійної маси. Вони стверджують, що свині генотипу ( $\text{♀}(\text{ВБ} \times \text{Л}) \times \text{♂Д}$ ) характеризуються високими забійними і м'ясними якостями при відгодівлі до вагових кондицій 120 та 140 кг. Водночас відгодівлю помісного молодняку поєднання  $\text{♀}(\text{ВБ} \times \text{Л}) \times \text{♂Максгро}$  до таких вагових кондицій проводити недоцільно, оскільки його забійні та м'ясні якості суттєво знижуються. Свині поєднання  $\text{♀}(\text{ВБ} \times \text{Л}) \times \text{♂П}$  характеризувалися помірним зниженням показників м'ясних якостей при вищих їх значеннях за легших вагових кондицій (80 і 100 кг). За повідомленнями ([Birta et al., 2022](#)), найбільший вплив рівня годівлі на вміст м'яса в тушах свиней вітчизняної селекції при забої в 100 кг спостерігалась у помісній великій білій ландрас – 61,9 %, тимчасом як зі збільшенням передзабійної живої маси до 125 кг вищим він виявився у тварин поєднання велика біла  $\times$  полтавська м'ясна порода – 59,6 %. Її висновки збігаються з інформацією ([Lykhach & Chernenko, 2009](#)), відповідно до якої за передзабійної живої маси 100 кг вищий вміст сала мали тварини поєднання кнурів великої білої породи зарубіжної селекції і маток породи дюрок української селекції, тимчасом як при забої тварин живою масою 120 та 140 кг найвищим вмістом м'яса характеризувалися помісі  $\text{♀}$ дюрок  $\times$   $\text{♂}$ ландрас зарубіжної селекції. Водночас ([Cisneros et al., 1996](#)) вказує на відсутність впливу генотипу, незначну силу впливу статі та значний вплив передзабійної живої маси на морфологічний склад туш свиней, зазначаючи, що кількість м'яса без кісток збільшилася з підвищенням передзабійної живої маси, тимчасом як відсоткова його частка зменшилась. Цю думку підтверджують ([Povod et al., 2017](#)), які також зауважили більш суттєвий вплив передзабійної живої маси свиней на морфологічний склад їхніх туш порівняно з типом годівлі та тривалістю утримання і повідомили про суттєве зниження вмісту м'яса в тушах свиней при підвищенні передзабійної живої маси понад 120 кг порівняно з тушами свиней, забитих живою масою 100 та 110 кг. На вплив передзабійної маси також вказують в своїх роботах ([Mykhalko et al., 2020](#)), за їхніми повідомленнями – свині, які були забиті за передзабійної живої маси 130 кг, достовірно переважали своїх аналогів, яких забивали за ваги 110 кг за показниками: забійної маси на 14,4 кг, або 15,06 %, маси охолодженої туші на 14,2 кг, або 15,15 %, товщиною шпиків над 6–7 грудним хребцями на 4,01 мм, або 11,43 %, товщиною шпиків в холці на 3,7 мм, або 8,89 %, товщиною шпиків в крижах на 3,0 мм, або 9,09 %, довжиною туші на 3,7 см,

або 3,64 %, довжиною беконної половинки на 6,4 см, або 7,18 %, масою окосту на 2,5 кг, або 16,18 %, масою балику на 0,6 кг, або 16,90 %, та площею “м'язового вічка” на 5,2 см<sup>2</sup>, або 7,21 %. Їх висновок співзвучний з повідомленнями ([Durkin et al., 2012](#); [Khmelnychyi et al., 2020](#); [Li et al., 2024](#)), які зауважують тенденцію зниження вмісту м'яса, а натомість збільшення кількості жиру в тушах свиней зі збільшенням їхньої передзабійної живої маси. Схожі висновки в своїй роботі виклали ([Samokhina & Nechmilov, 2018](#)), які вказують на зменшення вмісту кісток у туші та збільшення в ній вмісту жиру паралельно з підвищенням передзабійної живої маси свиней, водночас ними не встановлено чіткої тенденції щодо змін вмісту м'яса в них. Також ([Povod et al., 2017](#)) зазначили, що якісний склад туш свиней здебільшого залежить від їхньої живої маси перед забоєм, ніж від інтенсивності росту та терміну відгодівлі. Вони повідомили про стійку тенденцію до зростання маси всіх складових туш свиней зі зростанням їх передзабійної маси. Також ([Latorre et al., 2003](#)) повідомив про збільшення вмісту жиру із збільшенням передзабійної живої маси. Водночас ([Ellis & Avery, 1994](#)) повідомляють, що підвищення передзабійної живої маси спричинило лише зменшення частки шкіри, тимчасом як відсоток м'яса, жиру та кісток залишалася порівняно незмінним. Іншої точки зору дотримуються ([Bertol et al., 2015](#)), які вказують, що збільшення передзабійної живої маси збільшує кількість м'яса в туші, але мало впливає на його вихід в ній. Водночас м'ясо свиней, забитих із більшою живою масою, мало вищу забарвленість, але не відрізнялось за вмістом внутрішньом'язового жиру від маси свиней, забитих меншими ваговими категоріями. Ними не встановлено взаємодії між статтю та забійною вагою для параметрів якості туші. Також, як стверджують ([Beattie et al., 1999](#)), зі збільшенням передзабійної маси спостерігалось значне збільшення площі “м'язового вічка” і товщини підшкірного жиру. Також встановлено значний взаємозв'язок між масою туші та статтю. Втрати маси туші від свинок масою 100 кг були вищими, ніж аналогічні втрати у кастратів і свинок за більш вищої передзабійної маси. Своєю чергою [Barducci R. S. et al. \(2020\)](#) не встановили залежності товщини шпиків та м'ясності туш від передзабійної живої маси гібридних американських свиней. Водночас вони виявили сильну негативну кореляцію між товщиною шпиків та виходом м'яса в туші ( $r = -0,960$ ;  $P < 0,0001$ ) та помірну позитивну кореляцію між найдовшого м'язу спини та м'ясністю туші ( $r = 0,406$ ;  $P < 0,0001$ ). За повідомленнями [Correa J. A. et al. \(2006\)](#), зі збільшенням передзабійної живої маси спостерігалось значне збільшення маси туші, але вона не вплинула на пропорції м'язової тканини, жиру та кісток. За їхніми повідомленнями – свинки мали вищий вихід м'яса, ніж кнури, а туші свиней з високою інтенсивністю росту мали вищий вихід сала порівняно з тими, які мали помірну швидкість росту. Не було знайдено доказів того, що збільшення маси забою погіршує характеристики туші або якість м'яса. Схожу тенденцію виявили в своїх дослідженнях [Xie Lei et al. \(2023\)](#). За їхніми повідомленнями, зі збільшенням передзабійної живої



маси збільшувався вихід м'яса та сала в туші. А товщина сала значно зростала зі збільшенням маси туші. За їхніми повідомленнями, на більшість ознак якості туші суттєво впливала стать. Так вихід кісток у кастратів був нижчим, ніж у свинок, тимчасом як частка жиру у них була вищою, крім того, кастрати мали меншу площу м'язового вічка, ніж свинки. В своїх дослідженнях (Kouba & Bonneau, 2009) встановили, що зі збільшенням віку міжм'язова та підшкірна жирова тканини розвиваються нерівномірно в різних частинах туш свиней, що впливає на якість туші загалом. Також (Wagner et al., 1999; Povod et al., 2018) встановили суттєву залежність морфологічного складу туш свиней від їх віку та живої маси перед забоєм. Їхній висновок підтверджують (Samokhina & Nechmilov, 2018), які повідомляють про відповідність морфологічного складу окремих відрубів туші гібридних свиней генотипу йоркшир × ландрас × максгро співвідношенням м'язової, кісткової та жирової тканин у туші загалом та їх зростанню разом зі збільшенням передзабійної живої маси свиней.

Низка авторів повідомляють про суттєвий вплив статі на забійні якості та морфологічний склад туш свиней. Так, (Bahelka et al., 2007; Serrano et al., 2008; Arkfeld et al., 2017) повідомляють, що товщина шпигу та м'ясність туш були більш мінливими у тушах кастратів, ніж у тушах свинок. Також за повідомленнями (Latorre et al., 2003), кастрати їли більше корму, росли швидше, мали гіршу конверсію корму та менший вихід нежирних шматків, ніж свинки. Вони мали вищу товщину шпигу, більше внутрішньом'язового жиру та більш насичений колір м'яса, ніж самки. За інформацією (Lowell J. E. et al. (2019) – свинки мали вищу м'ясність туш, тимчасом як кастрати мали більшу мрамуровість м'яса і більшу товщину шпигу, ніж свинки. Своєю чергою Morales J. I. et al. (2011) повідомили, що імунокастрати та хірургічно кастровані кнурці швидше росли, але мали знижений вихід туші та меншу товщину шпигу порівняно зі свинками. Їхню думку підтверджують Bohrer B. M. et al. (2023), які повідомляють, що туші свинок мали на 3,0 мм меншу товщину шпигу, на 3,5 см<sup>2</sup> більшу площу "м'язового вічка", на 1,52 % більший забійний вихід та на 2,92 % більший вихід м'яса, ніж туші кастратів, тимчасом як у кастратів було на 0,43 % більше внутрішньом'язового жиру та менша жорсткість м'яса, ніж у свинок. Водночас, як зазначають Van den Broeke et al. (2020), у хірургічних кастратів спостерігався нижчий вихід нежирного м'яса порівняно з некастрованими та імунокастрованими кнурцями. В усіх статей вплив забійної ваги на якість туші відрізнявся залежно від маси. У хірургічно кастрованих кнурців та свинок забійна вага не впливала на якість туші, але у некастрованих та імунокастрованих кнурців якість туші поліпшувалася при збільшенні передзабійної маси. Тоді як Overholt M. F. et al. (2016) повідомляють про мінімальні відмінності за показником виходу м'яса в туші між тушами кастратів і свинок. Водночас, за повідомленнями (Bereskin & Davey, 1978), туші свинок мали менше жиру, ніж туші кастратів, але в останніх інтенсивніше відкладалася м'язова тканина.

Свині, яких годували високобілковими раціонами, мали вищий приріст м'язової тканини та кращі композиції туш порівняно з аналогами, яким згодовували стандартні раціони. Також на вплив фактору годівлі при відгодівлі гібридних свиней до важких кондицій вказує Dalla Bona M. et al. (2016), який повідомляє про вищу м'ясність свиней, відгодованих на раціонах з меншим вмістом енергії та вищим вмістом протеїну.

Для підвищення продуктивних якостей свиней більшість промислових свиногосподарств, за повідомленнями (Yurchenko et al., 2024), використовують свиней зарубіжної селекції. Серед імпортованих генотипів свиней домінуюче становище, за даними (Bondarska, 2024), займають свині данської селекції, чисельність яких за останні три роки зросла на 8,3 % на фоні зниження присутності інших генетичних компаній і склала 49,3 %. Водночас на вітчизняному ринку прогресує канадська генетика, представлена генетичною компанією Genesus, чисельність свиноматок якої за цей період зросла з 0,9 % до 3,5 %.

### Мета дослідження

Враховуючи інтенсивну селекційну роботу в обох генетичних компаніях на покращення продуктивних якостей, в тому числі і забійних та м'ясних показників, актуальним є порівняння якості туш свиней данської та канадської селекції, особливо в жорстких умовах півдня України. Це завдання і є метою нашої статті.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на бієй ТОВ Глобинський м'ясокомбінат. Для його проведення на базі передзабійної витримки із групи поросят, попередньо зважених в господарстві й ідентифікованих вушними бирками і тату на обох окостах, після 24 годин транспортування та голодної витримки було відібрано по 10 голів свинок і 10 голів кастрованих самців, максимально близьких до маси 110 кг, із тварин данського походження та таку ж кількість і в такому ж співвідношенні – тварин канадського походження. Вони склали першу, другу, третю та четверту групу. Також із цієї партії відгодованих свиней було відібрано по 10 самок і 10 кастратів масою близькою до 130 кг тварин данського походження та таку ж кількість свиней канадського походження. Вони склали відповідно п'яту, шосту, сьому та восьму групу піддослідних тварин. Всіх відібраних тварин було додатково ідентифіковано металевими кліпсами з номерами і відправлено в забійний цех м'ясокомбінату, де вони були знерухомлені в газовій камері BUTINA-DK і відправлені на лінію переробки свиней забійного цеху. Після проходження шпарчану і підвішуванні туш на конвеєр вони додатково ідентифікувались на обох задніх кінцівках картонними ламінованими бирками з номером групи та номером тварини в групі. По завершенні забою всі туші піддослідних тварин були індивідуально зважені та відправлені в холодильну камеру на 24 години для охолодження. По завершенні цього терміну туші поступили в цех обвалки, де також були



індивідуально зважені та відправлені на переробку. Під час обвалювання тварин було окремо зважено м'язову, жирову та кісткову тканину від кожної з тварин піддослідних груп. По завершенні обвалювання туш було розраховано середні значення кількості м'яса, сала та кісток по кожній з піддослідних груп та розрахований вихід цих складових в тушах свиней данського та канадського походження, забитих як за передзабійної маси 110 кг, так і за маси 130 кг. Розрахована динаміка змін морфологічних показників туш зі зростанням передзабійної маси свиней як для тварин різних генотипів, так і для свиней різної статі. За допомогою факторіального аналізу було розраховано вплив генотипу, статі та передзабійної маси на основні показники якості туш свиней. Для статистичної обробки даних та визначення частки впливу факторів "Стать, А" та "Передзабійна маса, В" застосовувався пакет статистичних програм STATISTICA 12

(StatSoft, Inc., www.statsoft.com, USA), функція Factorial ANOVA. Розподіл всіх варіаційних рядів підлягав критеріям нормальності. Достовірність відмінностей між групами оцінювали за допомогою t-критерія Ст'юдента. Статистично значущими вважали відмінності при значеннях  $P < 0,05$ . Також було розраховано коефіцієнти кореляції між основними показниками забійних якостей свиней.

## Результати

Свині різних обох генотипів в результаті забою мали досить високу м'ясність як при забої в 110 кг, так і при забої в 130 кг. Як видно з графіка, зображеного на **рис. 1**, за забою в 110 кг маса охолодженої туші у свиней обох генотипів коливалась в межах 78,9–79,2 кг.

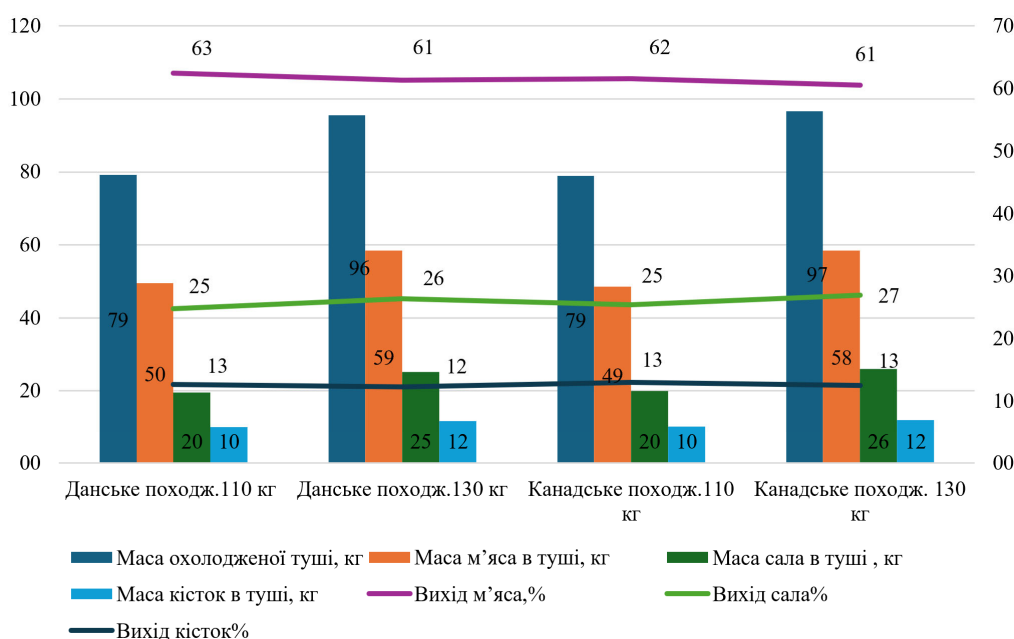


**Рис. 1.** Морфологічний склад туш свиней данського та канадського походження за різної передзабійної маси

З підвищенням передзабійної живої маси на 20 кг маса охолодженої туші у свиней данського походження збільшилась на 16,3 кг, тимчасом як у їхніх аналогів таке підвищення склало 17,7 кг, або на 1,4 кг більше. Приріст маси м'яса у свиней канадського походження в даному діапазоні передзабійної маси склав 9,8 кг. Тобто свині канадського походження приростили за цей період на 0,8 кг, або 2,0 %, більше м'язової тканини порівняно з аналогами данського походження. Приріст сала в тушах з підвищенням передзабійної живої маси з 110 до 130 кг був у них також на 1,7 %, або 0,4 кг, вищим порівняно з ровесниками данського походження. За цей час маса кісток у них збільшилась з 10,3 до 12,1 кг, тимчасом як у тварин данського походження таке підвищення склало 1,7 кг, що менше, ніж в аналогів канадського походження, на 0,1 кг, або 0,4 %.

Водночас частка м'ясної тканини в тушах тварин обох генотипів з підвищенням їхньої передзабійної маси знизилась. Так, у тварин данського походження

вміст м'яса в туші скоротився на 1,2 % з 62,5 до 60,3 %, тимчасом як у свиней канадського походження таке зниження склало 1,1 % – з 61,6 до 60,5 %. Водночас за такого підвищення передзабійної живої маси збільшився вихід сала в туші на 1,6 % і склав за маси 130 у свиней данського походження 26,4 % а канадського – 27,0 %. Вихід кісток у тварин обох генотипів скоротився з 12,7 до 12,3 % у тварин данського походження, із 13,0 до 12,5 % у їхніх аналогів канадського походження.

Таким чином, з підвищенням передзабійної маси свиней данського походження на 20 кг – зросла на 20,6 % маса охолодженої туші, на 18,2 % маса м'яса в туші, на 28,4 % маса сала в туші, на 17,3 % маса кісток в ній, збільшився на 6,5 % вихід сала в туші за одночасного зниження в ній частки м'яса на 1,9 % та кісток на 3,1 %. Водночас у тварин канадського походження за аналогічного збільшення передзабійної маси підвищилась на 22,4 % маса охолодженої туші, на 20,2 % маса м'яса в ній, на 30,1 % маса сала та на

17,7 % маса кісток в ній, збільшився на 6,3 % вихід сала в туші за одночасного зниження в ній частки м'яса на 1,8 % та кісток на 3,8 %.

Співвідношення морфологічних компонентів туш свиней свідчить про вищу м'ясність туш свиней данського походження (табл. 1).

**Таблиця 1**

Співвідношення м'яса сала та кісток у тварин різного походження

| Вихід                | Данського походження |      |            |              | Канадського походження |      |            |              |
|----------------------|----------------------|------|------------|--------------|------------------------|------|------------|--------------|
|                      | передзабійна маса    |      | відношення |              | передзабійна маса      |      | відношення |              |
|                      | 110                  | 130  | 130 до 110 | 130 до 110 % | 110                    | 130  | 130 до 110 | 130 до 110 % |
| М'яса на 1 кг сала   | 2,52                 | 2,32 | -0,20      | -7,94        | 2,42                   | 2,24 | -0,18      | -7,36        |
| М'яса на 1 кг кісток | 4,92                 | 4,96 | 0,04       | 0,78         | 4,72                   | 4,82 | 0,10       | 2,21         |
| Сала на 1 кг м'яса   | 0,40                 | 0,43 | 0,03       | 8,62         | 0,41                   | 0,45 | 0,03       | 7,94         |
| Сала на 1 кг кісток  | 1,95                 | 2,14 | 0,18       | 9,47         | 1,95                   | 2,15 | 0,20       | 10,33        |
| Кісток на 1 кг м'яса | 0,20                 | 0,20 | 0,00       | -0,77        | 0,21                   | 0,21 | 0,00       | -2,16        |
| Кісток на 1 кг сала  | 0,51                 | 0,47 | -0,04      | -8,65        | 0,51                   | 0,47 | -0,05      | -9,36        |

Так, при забої у 110 кг у них виявився на 0,1 кг більшим вихід м'яса на 1 кг сала та на 0,2 кг вихід м'яса на 1 кг кісток порівняно з аналогами канадського походження. Водночас при забої за живої маси 130 кг у них вихід м'яса на кг сала виявився більшим на 0,08 кг, а кісток на кг м'яса – на 0,14 кг. Зниження цих показників з підвищенням передзабійної живої маси склало щодо виходу м'яса на 1 кг сала 7,9 % для тварин данського походження та 7,4 % для тварин канадського походження відповідно, а підвищення виходу м'яса на 1 кг кісток становило у них відповідно 0,78 % та 2,2 %.

Водночас вихід сала на 1 кг м'яса за забою в 110 кг у тварин обох генотипів був близьким, тимчасом як з підвищенням передзабійної маси до 130 кг у свиней данського походження він зріс на 8,6 %, а в канадського на 7,9 %. Вихід сала на 1 кг кісток також був однаковий для тварин обох генотипів за забою в 110 кг і дуже близьким за забою в 130 кг. Зростання цього коефіцієнту з підвищенням маси тварин на 20 кг для тварин данського походження становило 9,5 %, а для канадського – 10,3 %. Індекс костистості як співвід-

ношення маси кісток на 1 кг м'яса не змінювався зі зростанням передзабійної маси і виявився на 5,0 % вищим в тушах тварин канадського походження. Схожа тенденція простежувалась і за виходом сала на 1 кг кісток.

Таким чином, зростання передзабійної маси у тварин обох генотипів призвело до підвищення їхньої сальності, зниження кістлявості при збереженні м'ясності туш майже на одному рівні.

При аналізі морфологічного складу туш свиней різної статі встановлено певні відмінності між свинками та кастратами за вмістом м'яса в туші тварин, забитих за двох вагових категорій. З графіка, зображеного на рис. 2, видно, що за передзабійної вагової категорії в 110 кг туші кастратів були на 1,9 кг важчими порівняно з тушами свинок самців, у них виявлено більшу на 0,6 кг кількість м'язової тканини, на 0,4 кг жиркової і на 0,9 кг кісткової. При забої за вагової категорії 130 кг спостерігалась протилежна тенденція. Туші кастратів виявились на 1,5 кг легшими, у них було на 1,7 кг менше м'яса, на 0,4 кг менше сала, але на 0,7 кг більше кісток.

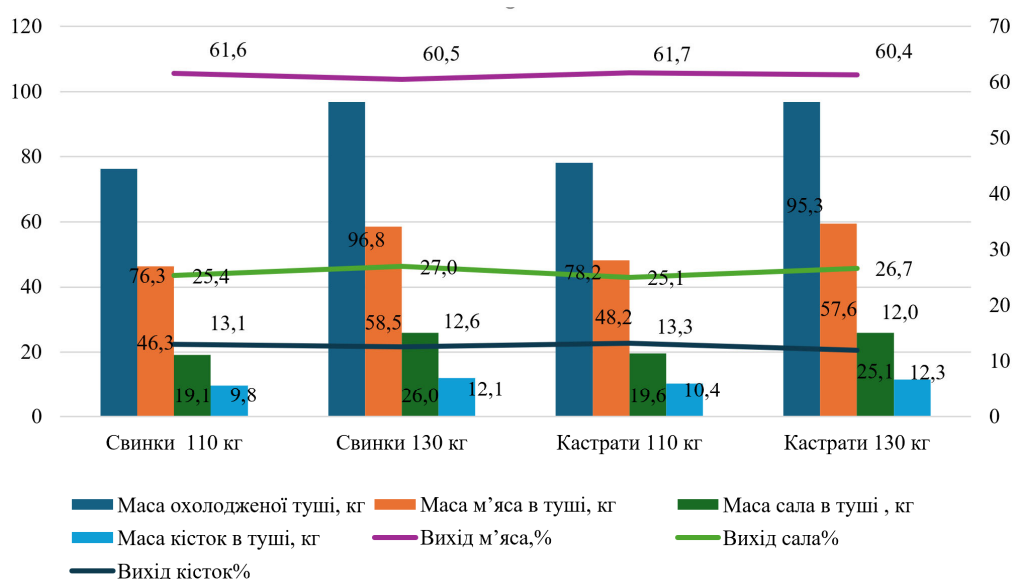


**Рис. 2.** Морфологічний склад туш самок та самців гібридних свиней, забитих за різної передзабійної маси

При підвищенні забійної вагової категорії з 110 до 130 кг у свинок встановлено підвищення маси охолодженої туші на 20,5 кг, маси м'яса в туші на 11,8 кг, маси сала на 6,7 кг і маси кісток на 2,1 кг. У самців за такого підвищення маса туші збільшилась на 17,1 кг, маса м'яса в ній на 9,4 кг, сала на 5,8 кг та кісток на 1,9 кг.

За обох вагових категорій свинки мали більшу частку м'яса та сала в туші, але нижчу частку кісток. Так, у 110 кг в тушах свинок було на 0,7 % більше м'яса, на 0,1 % більше сала, але менше на 0,8 % кісток, тимчасом як у забитих в 130 кг свинок було на 0,9 % більше м'яса, на скільки ж менше кісток, тимчасом як вихід сала був рівний в тушах самок і самців. При підвищенні передзабійної маси з 110 до 130 кг у свинок встановлено зменшення на 1,1 % виходу м'яса, збільшення на 1,6 % виходу сала та на 0,5 % зменшення виходу кісток. У кастрованих самців за такого підвищення живої маси вихід м'яса зменшився на 1,2 %, вихід сала збільшився на 1,6 %, а вихід кісток знизився 0,4 %.

Таким чином, зі зростанням передзабійної вагової категорії свиней від 110 до 130 кг у самців підвищилась на 21,9 % маса охолодженої туші, зросла на 19,6 % маса м'яса, на 29,6 % маса сала та на 18,3 % маса кісток в туші, збільшилась на 6,3 % частка сала в ній за одночасного зниження на 1,9 % виходу м'яса та на 3,0 % виходу кісток. У свинок за аналогічного збільшення передзабійної маси зросла на 22,4 % маса охолодженої туші, підвищились на 24,7 % маса м'яса в ній, на 34,8 % маса сала та на 21,9 % маса кісток, зріс на 6,2 % вихід сала та зменшились у ній на 1,7 % вихід м'яса та на 3,9 % частка кісток.

При співставленні коефіцієнтів м'ясності, сальності та костистості у тварин різної статі (табл. 2) встановлено, що за забійної маси 110 кг кастрати порівняно зі свинками мали на 0,9 % менше м'яса, на 1 кг сала та 7,2 % менше його в розрахунку на 1 кг кісток. Також встановлено більше на 0,9 % виходу сала на 1 кг м'яса та менше на 6,7 % його співвідношення на 1 кг кісток. Водночас вміст кісток у кастратів був вищим на 7,8 % в розрахунку на 1 кг м'яса і на 6,8 % в розрахунку на 1 кг сала.

**Таблиця 2**

Співвідношення м'яса сала та кісток у тварини різної статі

| Вихід                | Свинки            |      |            |              | Кабанчики         |      |            |              |
|----------------------|-------------------|------|------------|--------------|-------------------|------|------------|--------------|
|                      | передзабійна маса |      | відношення |              | передзабійна маса |      | відношення |              |
|                      | 110               | 130  | 130 до 110 | 130 до 110 % | 110               | 130  | 130 до 110 | 130 до 110 % |
| М'яса на 1 кг сала   | 2,48              | 2,30 | -0,18      | -7,4         | 2,46              | 2,30 | -0,17      | -6,8         |
| М'яса на 1 кг кісток | 4,99              | 5,11 | 0,12       | 2,4          | 4,66              | 5,11 | 0,45       | 9,7          |
| Сала на 1 кг м'яса   | 0,40              | 0,44 | 0,03       | 8,1          | 0,41              | 0,44 | 0,03       | 7,3          |
| Сала на 1 кг кісток  | 2,01              | 2,22 | 0,21       | 10,6         | 1,89              | 2,22 | 0,33       | 17,7         |
| Кісток на 1 кг м'яса | 0,20              | 0,20 | 0,00       | -2,4         | 0,21              | 0,20 | -0,02      | -8,8         |
| Кісток на 1 кг сала  | 0,50              | 0,45 | -0,05      | -9,6         | 0,53              | 0,45 | -0,08      | -15,0        |

При забої в 130 кг самці також відрізнялись вищою кістлявістю. Так, вихід кісток у них був вищим порівняно з самками, забитими за такої ж вагової категорії, на 9,0 % в розрахунку на 1 кг м'яса та 7,7 % в розрахунку на 1 кг сала. Співвідношення сала до м'яса у них виявилось на 1,2 % більшим порівняно з самками, тимчасом як співвідношення сала до кісток на 7,2 % нижчим. Вихід м'яса в тушах кастратів у розрахунку на 1 кг сала був на 1,2 %, а в розрахунку на 1 кг кісток на 8,3 % порівняно зі свинками.

Водночас при підвищенні живої маси перед забоем з 110 до 130 кг у свинок спостерігалось зниження на 7,5 % виходу м'яса на 1 кг сала, на 2,2 % кісток на 1 кг м'яса та на 9,5 % співвідношення кісток до одного кілограма сала. З підвищенням маси збільшився на 2,3 % вихід м'яса на 1 кг кісток, на 8,1 % вихід сала на 1 кг м'яса та на 10,6 % вихід сала на 1 кг кісток. У самців спостерігалась схожа тенденція. У них встановлено зниження на 7,8 % виходу м'яса на 1 кг сала, на 1,1 % кісток на 1 кг м'яса та на 8,8 % співвідношення кісток на 1 кг сала. Водночас збільшився на 1,1 % вихід м'яса на 1 кг кісток, на 8,14 % вихід сала на 1 кг м'яса та на 9,6 % вихід сала на 1 кг кісток.

Тобто з підвищенням передзабійної маси як у самок, так і самців досліджуваних генотипів свиней дещо знижувалась м'ясність та підвищувалась сальність і кістлявість туш.

Для визначення сили впливу передзабійної маси та статі на дослідних свиней на показники якості їхніх туш нами за допомогою пакету статистичних прикладних програм STATISTICA 12 проведено розрахунок двофакторного дисперсійного комплексу, результати якого наведено на графіку (рис. 3). З двох досліджуваних факторів більш суттєвий вплив на більшість забійних показників чинила передзабійна жива маса свиней. Так, на забійну масу вона впливала з силою 77,6 % ( $F_{\text{фактор. 160,98}} < F_{\text{крит.4,14}}$ ), на масу окосту з силою 65,7 % ( $F_{\text{фактор. 80,93}} < F_{\text{крит.}}$ ), масу балику 52,7 % ( $F_{\text{фактор. 48,82}} < F_{\text{крит.}}$ ), довжину туші 36,6 % ( $F_{\text{фактор.26,51}} < F_{\text{крит.4,14}}$ ), площу "м'язового вічка" 18,5 % ( $F_{\text{фактор. 7,61}} < F_{\text{крит.}}$ ), товщину шпигу 15,2 % ( $F_{\text{фактор. 5,96}} < F_{\text{крит.}}$ ), тимчасом як її вплив на забійний вихід 4,8 % ( $F_{\text{фактор. 2,78}} < F_{\text{крит.4,14}}$ ) та втрати маси при охолодженні – 1,9 % ( $F_{\text{фактор.0,68}} < F_{\text{крит.4,14}}$ ) виявився статистично не вірогідним.

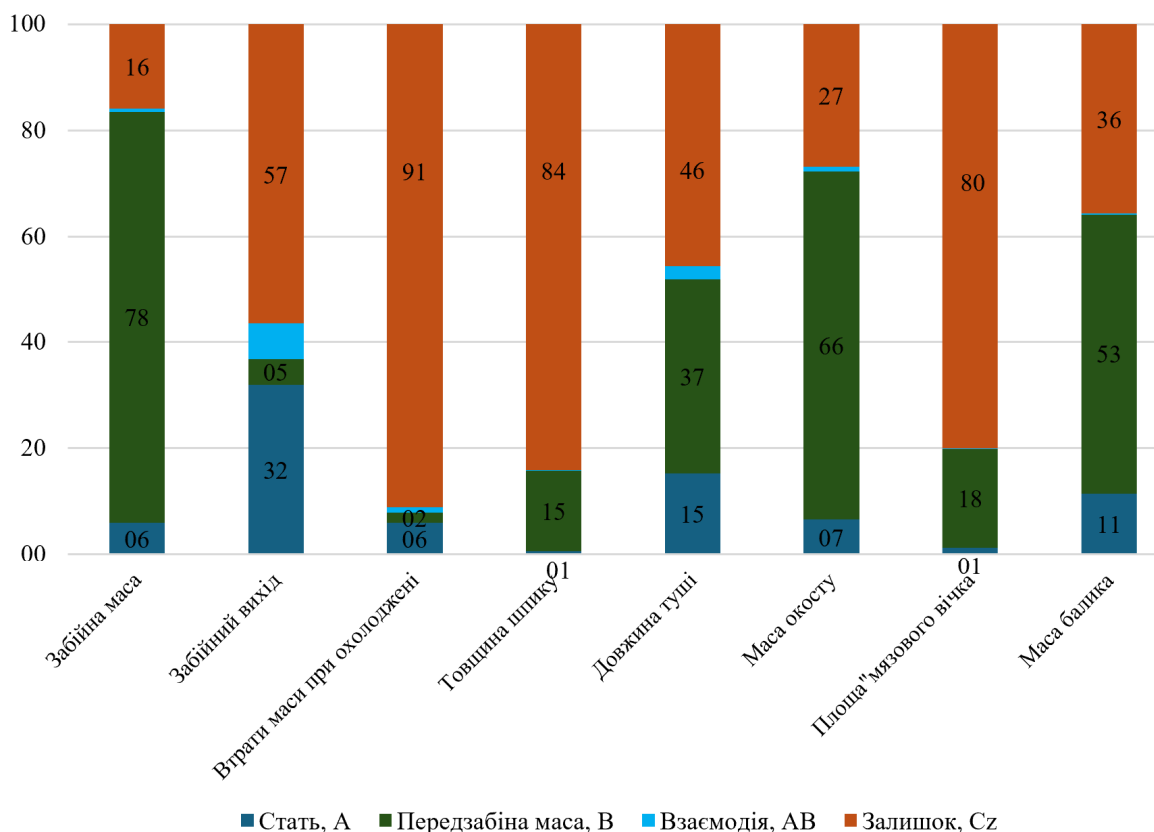


Рис. 3. Сила впливу статі та передзабіної маси на основні показники якості туш, %

Стать вірогідно вплинула на забійний вихід 31,9 % ( $F_{\text{фактор}} 18,64 < F_{\text{крит.4.14}}$ ), на довжину туші 12,2 % ( $F_{\text{фактор}} 11,06 < F_{\text{крит.4.14}}$ ), масу балику 11,4 % ( $F_{\text{фактор}} 10,58 < F_{\text{крит.4.14}}$ ), масу окосту на 6,5 % ( $F_{\text{фактор}} 8,03 < F_{\text{крит.4.14}}$ ), тимчасом як її вплив на втрати маси при охолодженні 6,0 % ( $F_{\text{фактор}} 2,17 < F_{\text{крит.4.14}}$ ), забійну масу на 5,9 % ( $F_{\text{фактор}} 12,32 < F_{\text{крит.4.14}}$ ), 1,3 % на площу м'язового вічка і 0,6 % ( $F_{\text{фактор}} 0,53 < F_{\text{крит.4.14}}$ ) на товщину шпиків 0,6 % ( $F_{\text{фактор}} 0,22 < F_{\text{крит.4.14}}$ ) не були статистично значущими.

Взаємодія двох факторів, що вивчались, не мала статистично значущого впливу на досліджувані параметри туші.

### Обговорення

Наші висновки, що зростання передзабіної маси у тварин обох генотипів призвело до підвищення їх сальності, зниження кістлявості при збереженні м'якості туш майже не одному рівні співзвучні з даними (Latorre et al., 2003; Đurkin et al., 2012; Khmelnychyi et al., 2020; Mykhalko et al., 2020; Li et al., 2024; Koroban & Lykhach, 2024), які спостерегли тенденцію зниження вмісту м'яса, а натомість збільшення кількості жиру в тушах свиней зі збільшенням їхньої передзабіної живої маси. Також вони збігаються з повідомленням Самохіної Є. А. та Нечмілова В. М. (Samokhina & Nechmilov, 2018), які вказують на зменшення вмісту кісток у туші та збільшення в ній вмісту жиру паралельно з підвищенням передзабіної живої маси свиней, водночас ними не встановлено чіткої тенденції щодо змін вмісту м'яса в них. Анало-

гічно в нашому досліді спостерігалось зменшення частки кісток на 3,3–3,8 % та підвищення в них вмісту жиру на 6,3–6,5 % у тварин обох генотипів зі збільшенням передзабіної маси з 110 до 130 кг за незначного на 1,8–1,9 % зниження частки м'яса в туші. Водночас результати наших досліджень не збіглися з заявами Barducci R. S. et al. (2019), які не встановили залежності м'якості туш від передзабіної живої маси гібридних американських свиней та висновком (Ellis & Avery, 1994) про те, що підвищення передзабіної живої маси спричинило лише зменшення частки шкіри, тоді як відсоток м'яса, жиру та кісток залишалася відносно незмінним і повідомленнями (Correa et al., 2006), які стверджують що із збільшенням передзабіної живої маси спостерігалось значне збільшення маси туші, але вона не вплинула на пропорції м'язові тканини, жиру та кісток.

Наші висновки стосовно нерівномірної зміни морфологічного складу туш у самок так і у самців досліджуваних генотипів свиней зі збільшенням їх передзабіної маси схожі з повідомленнями інформацією (Bereskin & Davey, 1978; Correa et al., 2006; Lowell et al., 2019; Bohrer et al., 2024) про те, що свинки мали вищу м'якість туш, ніж кастрати, але не відповідають повідомленням (Overholt et al., 2016) про мінімальні відмінності за показником виходу м'яса в туші у кастратів і свинок.

Також результати наших досліджень схожі з висновками (Hryshyna & Krasnoshchok, 2019; Koroban & Lykhach, 2024), які встановили залежність забійних та м'ясних ознак свиней різних породно-лінійних поєднань залежно від передзабіної маси, але не узгоджу-



ються з заявою (Cisneros et al., 1996), що вказує на відсутність впливу генотипу, незначні силу впливу статі та значний вплив передзабійної живої маси на морфологічний склад туш свиней, і Баньковської І. Б. (Bankovska, 2016) яка вказує на більш високу силу впливу фактору генотипу у свиней вітчизняної селекції порівняно з впливом фактора живої маси. У наших же дослідженнях встановлено, що передзабійна жива маса свиней мала сильний вірогідний вплив на забійну масу, масу окосту, масу балику, довжину туші, площу “м’язового вічка” та товщину шпику, тимчасом як стать вірогідно вплинула на забійний вихід, на довжину туші, на масу балику та масу окосту.

Вважаємо за доцільне продовжити вивчення впливу генотипових поєднань, статі та передзабійної живої маси на хімічний склад, а особливо біохімічні показники м’яса сучасних комерційних генотипів.

### Висновки

Встановлено, що зростання передзабійної маси у тварин обох генотипів призвело до підвищення їх сальності, зниження кістлявості при збереженні м’ясності туш майже на одному рівні.

Доведено, що з підвищенням передзабійної маси як у самок, так і в самців досліджуваних генотипів свиней дещо знижувалась м’ясність та підвищувалась сальність і кістлявість туш.

Визначено, що передзабійна жива маса свиней мала сильний вірогідний вплив на забійну масу, масу окосту, масу балику, довжину туші, площу “м’язового вічка” та товщину шпику, тимчасом як стать вірогідно вплинула на забійний вихід, на довжину туші, на масу балику та масу окосту, взаємодія двох факторів що вивчались, не мала статистично значущого впливу на досліджувані параметри туші.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

Alonso, V., Campo, M.delM., Español, S., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2009). Effect of crossbreeding and gender on meat quality and fatty acid composition in pork. *Meat science*, 81(1), 209–217. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.07.021.

Arkfeld, E. K., Mohrhauser, D. A., King, D. A., Wheeler, T. L., Dilger, A. C., Shackelford, S. D., & Boler, D. D. (2017). Characterization of variability in pork carcass composition and primal quality. *Journal of animal science*, 95(2), 697–708. DOI: 10.2527/jas.2016.1097.

Bahelka, I., Hanusová, E., Peškovičová, D., & Demo, P. (2007). The effect of sex and slaughter weight on intramuscular fat content and its relationship to carcass traits of pigs. *Czech J. Anim. Sci.*, 52(5), 122–129. DOI: 10.17221/2233-CJAS.

Bankovska, I. B. (2016). Kompleksnyi vplyv faktoriv porody, staty ta zhyvoi masy na pokaznyky miasnoi pro-duktyvnosti svynei. *Visnyk Sumskoho*

natsionalnoho ahrarnoho universytetu, 7(30), 36–42. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2016\\_7\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2016_7_5) (in Ukrainian).

Barducci, R. S., Zhou, Z. Y., Wormsbecher, L., Roehrig, C., Tulpan, D., & Bohrer, B. M. (2019). The relationship of pork carcass weight and leanness parameters in the Ontario commercial pork industry. *Translational animal science*, 4(1), 331–338. DOI: 10.1093/tas/txz169.

Beattie, V. E., Weatherup, R. N., Moss, B. W., & Walker, N. (1999). The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat science*, 52(2), 205–211. DOI: 10.1016/s0309-1740(98)00169-7.

Bereskin, B., & Davey, R. J. (1978). Genetic, Sex and Diet Effects on Pig Carcass Traits. *Journal of Animal Science*, 46(6), 1581–1591. DOI: 10.2527/jas1978.4661581x.

Bertol, T. M., Oliveira, E. A., Coldebella, A., Kawski, V. L., Scandolera, A. J., & Warpechowski, M. B. (2015). Meat quality and cut yield of pigs slaughtered over 100 kg live weight. *Animal Science And Technology And Inspection Of Animal Products*, 67, 1166–1174. DOI: 10.1590/1678-4162-8113.

Birta, H. O., Burhu, Yu. H., Floka, L. V., Horiachova, O. O., & Khmelnytska, Ye. V. (2022). Zabiini yakosti svynei riznykh henotypiv. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Tvarynnystvo*, 4(47), 64–70. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.4.11 (in Ukrainian).

Bohrer, B. M., Edler, R., Galina Pantoja, L., Amodie, D., Mellencamp, M. A., & Vonnahme, K. A. (2024). Carcass cutting yields and meat quality of market gilts managed with immunological suppression of ovarian function and estrus. *Translational animal science*, 8, txae145. DOI: 10.1093/tas/txae145.

Bondarska, O. (2024). Asotsiatsiia “Svynari Ukrainy” [Association “Swine Farmers of Ukraine”]. URL: <http://asu.pigua.info> (in Ukrainian).

Borah, P., Bora, J. R., Borpuzari, R. N., Haque, A., Bhuyan, R., & Hazarika, S. (2016). Effect of age, sex and slaughter weight on productive performance, carcass characteristics and meat quality of crossbred (Hampshire × Assam local) pigs. *Indian Journal of Animal Research*, 50(4), 601–605. DOI: 10.18805/ijar.11250.

Bunter, K. L., Bennett, C., Luxford, B. G., & Graser, H. U. (2008). Sire breed comparisons for meat and eating quality traits in Australian pig populations. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 2(8), 1168–1177. DOI: 10.1017/S1751731108002085.

Chen, C., Deng, Y., Ren, H. B., Zhu, J., Cui, Q. M., Hu, X. G. & Peng, Y. L. (2023). Evaluation of growth performance, carcass characteristics and meat quality of Shaziling pigs and its hybrids crossbred with Berkshire pigs. *Indian Journal of Animal Research*, 57(3), 381–385. DOI: 10.18805/IJAR.BF-1419.

Chen, P., Baas, T. J., Mabry, J. W., Dekkers, J. C., & Koehler, K. J. (2002). Genetic parameters and trends for lean growth rate and its components in U.S. Yorkshire, Duroc, Hampshire, and Landrace pigs. *Journal of animal science*, 80(8), 2062–2070. DOI: 10.2527/2002.8082062x.

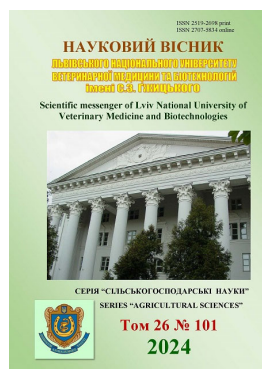
- Cisneros, F., Ellis, M., McKeith, F. K., McCaw, J., & Fernando, R. L. (1996). Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal of animal science*, 74(5), 925–933. DOI: 10.2527/1996.745925x.
- Čobanović N., Suvajdzic B., Vičić I., Vasilev D., & Karabasil, N. (2023). Prevalence of carcass lesions and their effects on welfare, carcass composition and meat quality in slaughtered pigs. *Annals of Animal Science* 23(2), 597–609. DOI: 10.2478/aoas-2022-0093.
- Conte, S., Boyle, L., O'Connell, N., Lynch, P., & Lawlor, P. (2011). Effect of target slaughter weight on production efficiency, carcass traits and behaviour of restrictively-fed gilts and intact male finisher pigs. *Livest. Sci.* 136, 169–174. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.08.018.
- Correa, J. A., Faucitano, L., Laforest, J. P., Rivest, J., Marcoux, M., & Gariépy, C. (2006). Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat science*, 72(1), 91–99. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.06.006.
- Dalla Bona, M., Schiavon, S., Carraro, L., & Gallo, L. (2016). Growth performance, carcass traits and meat quality of growing pigs on different feeding regimes slaughtered at 145 kg BW. *Italian Journal of Animal Science*, 15(3), 419–427. DOI: 10.1080/1828051X.2016.1210993.
- De la Lata, M., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., & Loughin, T. M. (2001). Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. *Journal of animal science*, 79(10), 2643–2650. DOI: 10.2527/2001.79102643x.
- Durkin, I., Dadić, M., Brkić, D., Lukić, B., Kušec, G., Mikolin, M., & Jerković, I. (2012). Influence of gender and slaughter weight on meat quality traits of heavy pigs. *Acta Agric Slov*, 3, 211–214.
- Ellis, M., & Avery, P. J. (1994). The influence of heavy slaughter weights on growth and carcass characteristics of pigs. *British Society of Animal Production*, 5, 569.
- Galassi, G., Colombini, S., Malagutti, L., Crovetto, G., & Rapetti, L. (2010). Effects of high fibre and low protein diets on performance, digestibility, nitrogen excretion and ammonia emission in the heavy pig. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 161, 140–148. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2010.08.009.
- Gilleland, H. L., Detweiler, R., Azain, M. J. & Pringle, D., (2019). Effects of Sire Line, Slaughter Weight, and Gender on Pork Quality and Yield Characteristics. *Meat and Muscle Biology*, 1(3). DOI: 10.221751/rmc2017.083.
- Glinoubol, J., Jaturasitha, S., Mahinchaib, P., Wicke, M., & Kreuzer, M. (2015). Effects of crossbreeding Thai native or Duroc pigs with Pietrain pigs on carcass and meat quality. *Agric Agric Sci Procedia*, 5, 133–138. DOI: 10.1016/j.aaspro.2015.08.020.
- Hryshyna, L. P., & Krasnoshchok, O. O. (2019). Miasni yakosti chystoporodnoho, pomisnoho i hibrudnoho molodniaku svynei riznoi intensyvnosti rostu. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*, 3(103), 98–106. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-3(103)-12 (in Ukrainian).
- Jiang, Y. Z., Zhu, L., Tang, G. Q., Li, M. Z., Jiang, A. A., Cen, W. M., Xing, S. H., Chen, J. N., Wen, A. X., He, T., Wang, Q., Zhu, G. X., Xie, M., & Li, X. W. (2012). Carcass and meat quality traits of four commercial pig crossbreeds in China. *Genetics and molecular research : GMR*, 11(4), 4447–4455. DOI: 10.4238/2012.September.19.6.
- Kaić, A., Škorput, D., & Luković, Z. (2009). Carcass quality of crossbred pigs with Pietrain as a terminal sire. *Italian Journal of Animal Science*, 8, 252–254. DOI: 10.4081/ijas.2009.s3.252.
- Khmelnychyi, L. M., Vecherka, V. V., Shpetnyi, M. B., Bordunova, O. H., Pavlenko, Yu. M., & Opara, V. O. (2020). Vidhodivelni ta zabiini yakosti svynei riznykh vahovykh katehorii doroshchenykh u stankakh na polimernii ta betonni pidlozi. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia "Tvarynnystvo"*, 1(40), 1–9 (in Ukrainian).
- Koroban, M. P., & Lykhach, V. (2024). Zabiini ta miasni yakosti molodniaku svynei suchasnykh henotypiv za riznykh vahovykh kondytsii v umovakh promyslovoi tekhnolohii. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 135(1), 181–187 (in Ukrainian).
- Koroban, M. P., & Lykhach, V. Ya. (2023). Vidhodivelni yakosti molodniaku svynei suchasnykh henotypiv za riznykh vahovykh kondytsii v umovakh promyslovoi tekhnolohii. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 41, 26–32. DOI: 10.37406/2706-9052-2023-4.4 (in Ukrainian).
- Kouba, M., & Bonneau, M. (2009). Compared development of intermuscular and subcutaneous fat in carcass and primal cuts of growing pigs from 30 to 140kg body weight. *Meat science*, 81(1), 270–274. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.08.001.
- Kowalski, E., Aluwé, M., Vossen, E., Millet, S., Ampe, B., & De Smet, S. (2021). Quality characteristics of fresh loin and cooked ham muscles as affected by genetic background of commercial pigs. *Meat science*, 172, 108352. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108352.
- Kremez, M. I., & Shpetnyi, M. B. (2024). Suchasnyi stan ukraïnskoho, yevropeiskoho i svitovoho svynarstva ta perspektyvy yoho rozvytku. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu Seriiia «Tvarynnystvo»*, 3(58), 51–60. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2024.3.6 (in Ukrainian).
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Gracia, M. I., Nieto, M., & Mateos, G. G. (2003). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat science*, 65(4), 1369–1377. DOI: 10.1016/S0309-1740(03)00059-7.
- Latorre, M. A., Medel, P., Fuentetaja, A., Lázaro, R., Mateos, G. G. (2003). Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *Anim Sci.*, 77(1), 33–45. DOI: 10.1017/S1357729800053625.
- Lebret, B., & Čandek-Potokar, M. (2022). Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 16 Suppl 1, 100402. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100402.
- Lebret, B., Lenoir, H., Daré, S., Fonseca, A., Fève, K., Riquet, J., & Mercat, M. J. (2021). Finishing season and feeding resources influence the quality of products

- from extensive-system Gascon pigs. Part 1: Carcass traits and quality of fresh loin. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 15(8), 100240. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100240.
- Li, Y., Tao, X., Zhao, P., Zhou, J., & Ao, X. (2024). Effects of slaughter weight on carcass characteristics, meat quality, and metabolomics profiling in the *longissimus dorsi* muscle of Tianfu finishing pigs. *Frontiers in veterinary science*, 11, 1420634. DOI: 10.3389/fvets.2024.1420634.
- Lin-Schilstra, L., Backus, G., Snoek, H., & Mörlein, D. (2022). Consumers' view on pork: Consumption motives and production preferences in ten European Union and four non-European Union countries. *Meat science*, 187, 108736. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108736.
- Lowell, J. E., Schunke, E. D., Harsh, B. N., Bryan, E. E., Stahl, C. A., Dilger, A. C., & Boler, D. D. (2019). Growth performance, carcass characteristics, fresh belly quality, and commercial bacon slicing yields of growing-finishing pigs from sire lines intended for different industry applications. *Meat science*, 154, 96–108. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.04.010.
- Lykhach, V. Ya., & Chernenko, A. V. (2009). Analiz morfolohichnoho skladu tush piddoslidnoho molodniaku svynei. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Hzhyskoho*, 11(2(41)), 322–326 (in Ukrainian).
- Lykhach, V. Ya., Povod, M. H., Shpetnyi, M. B., Nechmilov, V. M., Lykhach, A. V., Mykhalko, O. H., Barkar, Ye. V., Lenkov, L. H., & Kucher, O. O. (2023). Optyimizatsiia tekhnolohichnykh rishen utrymannia i hodivli svynei v umovakh promyslovoi tekhnolohii: monohrafiia. Mykolaiv: Ilion (in Ukrainian).
- Malgwi, I. H., Giannuzzi, D., Gallo, L., Halas, V., Carnier, P., & Schiavon, S. (2022). Influence of Slaughter Weight and Sex on Growth Performance, Carcass Characteristics and Ham Traits of Heavy Pigs Fed Ad-Libitum. *Animals : an open access journal from MDPI*, 12(2), 215. DOI: 10.3390/ani12020215.
- Miar, Y., Plastow, G. S., Moore, S. S., Manafiazar, G., Charagu, P., Kemp, R. A., Van Haandel, B., Huisman, A. E., Zhang, C. Y., McKay, R. M., Bruce, H. L., & Wang, Z. (2014). Genetic and phenotypic parameters for carcass and meat quality traits in commercial crossbred pigs. *Journal of animal science*, 92(7), 2869–2884. DOI: 10.2527/jas.2014-7685.
- Morales, J. I., Cámara, L., Berrocoso, J. D., López, J. P., Mateos, G. G., & Serrano, M. P. (2011). Influence of sex and castration on growth performance and carcass quality of crossbred pigs from 2 Large White sire lines. *Journal of animal science*, 89(11), 3481–3489. DOI: 10.2527/jas.2010-3357.
- Moroz, O. H., Shostia, A. M., Usenko, S. O., Tsybenko, V. H., Nevidnychiy, O. S., Kirian, R. M. (2017). Zabiini ta miasni yakosti vysokoproduktyvnykh hibrydiv svynei v umovakh promyslovoho svynokompleksu. *Visnyk Dnipro-petrovskoho derzhavnogo aharno-ekonomichnoho universytetu*, 4, 39–45 (in Ukrainian).
- Mrode, R. A., & Kennedy, B. W. (1993). Genetic variation in measures of food efficiency in pigs and their genetic relationships with growth rate and backfat. *Animal Science*, 56(2), 225–232. DOI: 10.1017/S0003356100021309.
- Mykhailov, V. V., Lykhach, V. Ya., Lenkov, L. H., Sadovyi, A. A., & Faustov, R. V. (2024). Yevropeiske svynarstvo u tsyfrakh: analiz stanu ta tendentsii. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 135(2), 167–175 (in Ukrainian).
- Mykhalko, O., Povod, M., Plechko, O., & Kokhana, O. (2020). Fattening and killing qualities of pigs of Irish origin with different growth intensity for fattening. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 4(43), 50–57. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2020.4.8 (in Ukrainian).
- Okrouhlá, M., Čítek, J., Stupka, R., Brzobohatý, L., & Mahcová, M. (2014). The effect of gender on the characteristics of muscle fibers in pork. *J Cen Eur Agric*, 15(4), 64–71. DOI: 10.5513/JCEA01/15.4.1509.
- Overholt, M. F., Arkfeld, E. K., Mohrhauser, D. A., King, D. A., Wheeler, T. L., Dilger, A. C., Shackelford, S. D., & Boler, D. D. (2016). Comparison of variability in pork carcass composition and quality between barrows and gilts. *Journal of animal science*, 94(10), 4415–4426. DOI: 10.2527/jas.2016-0702.
- Park, B., & Lee, C. (2011). Feasibility of increasing the slaughter weight of finishing pigs. *Journal of Animal Science and Technology*, 53, 211–222. DOI: 10.5187/JAST.2011.53.3.211.
- Pauly, C., Luginbühl, W., Ampuero, S., & Bee, G. (2012). Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted—results of a meta-analysis study. *Meat science*, 92(4), 858–862. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.06.007.
- Piao, J., Tian, J., Kim, B., Choi, Y., Kim, Y., Han, I. K.. 2004. Effects of sex and market weight on performance, carcass characteristics and pork quality of market hogs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(10), 1452–1458. DOI: 10.5713/ajas.2004.1452.
- Povod, M. H., Lykhach, V. Ya., Voloshynov, V. V., Koroban, M. P., & Bondarska, O. M. (2022). Rozvytok hloba-lnoho svynarstva. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Silsko- hospodarski nauky: Vydavnychiy dim “Helvetyka”*, 125, 171–175. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.125.24 (in Ukrainian).
- Povod, M. H., Mykhalko, O.H., Vdovichenko, Yu. V., & Nechmilov, V. M. (2018). Morfolohichni sklad tush svynei za riznoho typu hodivli, tryvalosti utrymannia na doroshchuvani ta peredzabiinoi zhyvoi masy. *Zbirnyk naukovykh prats mizhnarodnoi nukovo-praktychnoi konferentsii «Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii» Vinnytskoho NAU*, 3(102), 47–56 (in Ukrainian).
- Povod, M. H., Samokhina, Ye. A., & Kyselov, O. B. (2017). Morfolohichni osoblyvosti formuvannia tush hibryd-nykh svynei za riznoi intensyvnosti yikh rostu. *Svynarstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi zbirnyk Instytutu svynar-stva i APV NAAN*, 70, 18–25 (in Ukrainian).
- Povod, M., Kravchenko, O., Getya, A., Zhmailov, V., Mykhalko, O., Korzh O., & Kodak. T. (2020). Influence of pre-killing living weight of the quality of carcass of hybrid pigs in the conditions of industrial pork production in Ukraine. *Journal Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture an dRu-*



- ral Development, 20(4), 431–437. URL: [http://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.20\\_4/Art49.pdf](http://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.20_4/Art49.pdf) (in Ukrainian).
- Renaudeau, D., Gourdine, J. L., & St-Pierre, N. R. (2011). A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of animal science*, 89(7), 2220–2230. DOI: 10.2527/jas.2010-3329.
- Rybarczyk, A., Pietruszka, A., Jacyno, E., & Dvořák, J. (2011). Carcass and meat quality traits of pig reciprocal crosses with a share of Pietrain breed *Czech Journal of Animal Science*, 56(2), 47–52. URL: <https://www.agriculturejournals.cz/pdfs/cjs/2011/02/01.pdf>.
- Samokhina, Ye. A., & Nechmilov, V. M. (2018). Zalezhnist zabiinykh ta miasnykh yakostei svynei, zabytykh za riznoi peredzabiinoi zhyvoi masy. Rozvedennia ta selektsiia tvaryn: dosiahnennia, problemy, perspektyvy: zbirnyk nauko-vykh prats mizhnar. nauk.-prakt. konf. ZhNAU, 20 kvitnia 2018 r. Zhytomyr: Polissia (in Ukrainian).
- Santos, C., Almeida, J. M., Matias, E. C., Fraqueza, M. J., Roseiro, C., & Sardina, L. (1997). Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. *Meat science*, 45(2), 253–262. DOI: 10.1016/s0309-1740(96)00048-4.
- Serrano, M. P., Valencia, D. G., Fuentetaja, A., Lázaro, R., & Mateos, G. G. (2008). Effect of gender and castration of females and slaughter weight on performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared under intensive management systems. *Meat science*, 80(4), 1122–1128. DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.05.005.
- Suarez-Belloch, J., Sanz, M. A., Joy, M., & Latorre, M. A. (2013). Impact of increasing dietary energy level during the finishing period on growth performance, pork quality and fatty acid profile in heavy pigs. *Meat science*, 93(4), 796–801. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.12.006.
- Suzuki, K., Shibata, T., Kadowaki, H., Abe, H., & Toyoshima, T. (2003). Meat quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc. *Meat science*, 64(1), 35–42. DOI: 10.1016/s0309-1740(02)00134-1.
- Trefan, L., Doeschl-Wilson, A., Rooke, J. A., Terlouw, C., & Bünger, L. (2013). Meta-analysis of effects of gender in combination with carcass weight and breed on pork quality. *Journal of animal science*, 91(3), 1480–1492. DOI: 10.2527/jas.2012-5200.
- Van de Perre, V., Ceustermans, A., Leyten, J., & Geers, R. (2010). The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham—effects of season and lairage time. *Meat science*, 86(2), 391–397. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.05.023.
- Van den Broeke, A., Leen, F., Aluwé, M., Van Meensel, J., & Millet, S. (2020). The effect of sex and slaughter weight on performance, carcass quality and gross margin, assessed on three commercial pig farms. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 14(7), 1546–1554. DOI: 10.1017/S1751731119003033.
- Wagner, J. R., Schinckel, A. P., Chen, W., Forrest, J. C., & Coe, B. L. (1999). Analysis of body composition changes of swine during growth and development. *Journal of animal science*, 77(6), 1442–1466. DOI: 10.2527/1999.7761442x.
- Xie, L., Jiang-tao, Q., Rao, L., Deng-shuai, C., Xi, T., Shijun, X., Zhi-yan, Z., & Lu-sheng, H. (2023). Effects of carcass weight, sex and breed composition on meat cuts and carcass trait in finishing pigs. *Journal of Integrative Agriculture*, 22(5), 1489–1501. DOI: 10.1016/j.jia.2022.08.122.
- Xu, D., Wang, Y., Jiao, N., Qiu, K., Zhang, X., Wang, L., Wang, L., & Yin, J. (2020). The coordination of dietary valine and isoleucine on water holding capacity, pH value and protein solubility of fresh meat in finishing pigs. *Meat science*, 163, 108074. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108074.
- Yurchenko, O. S., Bondarska, O. M., Lykhach, V. Ya., Kalitaiev, K. K., & Kovalenko, O. A. (2024). Stan vitchyznianoho svynarstva. problemy ta perspektyvy. *Podilsky Visnyk: agriculture, technology, economy. Agricultural sciences*, 1(42), 55–63. DOI: 10.37406/2706-9052-2024-1.8 (in Ukrainian).





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10131  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 633.34; 631.147

## Soybean yield under different systems of nitrogen fertilization, use of nitrapyrin and seed inoculants

B. I. Kotsyuba✉

Lviv National Environmental University, Dublyany, Ukraine

### Article info

Received 02.09.2024  
Received in revised form  
07.10.2024  
Accepted 08.10.2024

Lviv National Environmental  
University, Great Vladimir Str., 1,  
Dublyany-Lviv, 80381, Ukraine.  
Tel.: +38-096-189-35-97  
E-mail: kotsiuba@gmail.com

**Kotsyuba, B. I. (2024). Soybean yield under different systems of nitrogen fertilization, use of nitrapyrin and seed inoculants. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 194–204. doi: 10.32718/nvlvet-a10131**

The use of mineral fertilizers to achieve maximum soybean yield involves specific considerations regarding the forms of applied nitrogen, its transformation into various compounds harmful to the environment, and the response of the symbiotic apparatus of this leguminous plant to mineral nitrogen. Field experiments were conducted in the Male Polissya area within the Western Forest-Steppe zone. The research aims to determine the impact of mineral fertilization systems, the application of the nitrification inhibitor N-LokTM, and seed inoculants on soybean grain yield. The soil is deep gley, sandy-loamy in texture. Traditional field research methods and laboratory analysis techniques were applied. It has been established that nitrogen rates, forms of nitrogen fertilizers, and nitrogen stabilization with nitrapyrin significantly impact the loss of gaseous nitrous oxide into the atmosphere and nitrates into the lower soil layers. Including seed inoculation in the fertilization system significantly conserves mineral fertilizers, ensures maximum yield, and enhances the environmental safety of production. On deep gley, sandy-loamy soil, the highest yield over the period from 2022 to 2024 was achieved in 2023 with the application of N30P60K60 (ammonium sulfate) combined with seed inoculation using HiCoat Super Soy (produced by BASF), which contains nitrogen-fixing bacteria *Bradyrhizobium japonicum*, resulting in a yield of 4.12 tons/ha. The grain yield increase compared to the N30P60K60 control (ammonium sulfate) was 0.43 tons/ha (LSD05 = 0.16 tons/ha). The application of nitrapyrin with ammonium sulfate, both at the lower N30 rate and the higher N60 rate in two applications, resulted in a more significant yield increase compared to similar treatments with ammonium nitrate, yielding 0.11–0.35 tons/ha and 0.04–0.24 tons/ha respectively. With the N30P60K60 treatment (ammonium sulfate) and seed inoculation using HiCoat Super Soy (produced by BASF), which contains the nitrogen-fixing bacteria *Bradyrhizobium japonicum*, the soybean yield was 0.35 tons/ha. When combined with the phosphorus-mobilizing product Rhyzo P (produced by Agriteam), containing *Bacillus amyloliquefaciens* bacteria, the yield increased further to 0.40 tons/ha. The fertilization system for soybeans, using minimal and double nitrogen rates in the form of ammonium sulfate with a nitrification stabilizer and bacterial inoculants, significantly reduced nitrate accumulation in the arable and subsoil horizons (by 21.1 % compared to the N30P60K60 control treatment with ammonium sulfate). Applying the nitrogen-fixing inoculant HiCoat Super Soy in this system did not significantly alter the nitrate reserves in the arable soil layer. Doubling the nitrogen fertilization rate from N30 to N60 increased nitrous oxide emissions into the atmosphere by 25 %. The N30P60K60 fertilization system with ammonium sulfate and N-mobilizing bacteria controlled gaseous nitrogen emissions at the level of the control system N30P60K60 (ammonium sulfate) without inoculant. The research confirms the effectiveness of the improved soybean fertilization system in preserving environmental quality within the agricultural sector.

**Key words:** readily hydrolyzable nitrogen, nitrates, nitrous oxide, phosphorus, potassium, nitrapyrin, soybean yield.

## Урожайність сої за різних систем азотного удобрення, застосування нітрапірину та інокулянтів насіння

Б. І. Коцюба✉

## Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна

Застосування мінеральних добрив для отримання максимального врожаю зерна сої має певні застереження стосовно форм внесення азоту, його перетворення у різні сполуки, шкідливі для довкілля та реакції на мінеральний азот симбіотичного апарату цієї бобової рослини. Проведено польові експерименти в умовах району Малога Полісся, що в зоні Західного Лісостепу. Мета досліджень – з'ясування впливу систем мінерального удобрення, застосування інгібітора нітрифікації N-Lok™ та інокулянтів насіння на врожайність зерна сої. Ґрунт – дерновий глибокий глейовий піщанисто-легкосуглинковий. Застосовано традиційні методи польових досліджень та методики лабораторних аналізів. Встановлено, що норми азоту, форми азотних добрив, стабілізація азоту нітрапірином мають вагомий вплив на втрати газоподібного закису азоту в атмосферу і нітратного в нижні шари ґрунту. Включення в систему удобрення інокуляції насіння вагомо економить мінеральні добрива, забезпечує максимальний врожай та підвищує екобезпеку виробництва. На дерновому глибокому глейовому піщанисто-легкосуглинковому ґрунті найвищий за 2022–2024 роки врожай отримали у 2023 році на фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію) з інокуляцією насіння препаратом ХайКом Супер Соя (виробник БАСФ), який містить азотомобілізаційні бактерії *Bradyrhizobium japonicum* – 4,12 т/га зерна. Прибавка зерна щодо контролю  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію) становила 0,43 т/га ( $HIP_{05} = 0,16$  т/га). Внесення нітрапірину при застосуванні сульфату амонію як у меншій нормі  $N_{30}$ , так і в більшій  $N_{60}$  у два прийоми дало більшу прибавку врожаю, ніж на аналогічних фонах амонійної селітри, відповідно 0,11–0,35 та 0,04–0,24 т/га. На фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію) з інокуляцією насіння препаратом ХайКом Супер Соя (виробник БАСФ), який містить азотомобілізаційні бактерії *Bradyrhizobium japonicum*, урожай зерна сої був на 0,35 т/га, а з додатковим застосуванням фосформобілізаційного препарату Райс Пі (виробник Агрітема) з бактеріями *Bacillus amyloliquefaciens* – на 0,40 т/га. Система удобрення сої з мінімальною та подвійною нормою азоту, внесеного у формі сульфату амонію з використанням стабілізатора нітратів та бактерійних інокулянтів забезпечила істотне обмеження накопичення нітратів в орному та підорних горизонтах ґрунту (на 21,1% порівняно з контролем  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію)). Застосування на цьому фоні азотфіксувального інокулянта ХайКом Супер Соя неістотно змінює запаси нітратів в орному шару ґрунту. Подвоєння норми азотного удобрення від  $N_{30}$  до  $N_{60}$  збільшила обсяги емісії закису азоту в атмосферу на 25 %. Система удобрення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  з використанням сульфату амонію + N-мобілізуючі бактерії стримувала викиди газоподібного азоту на рівні контрольної системи  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію) без інокулянта. Дослідження підтверджують ефективність удосконаленої системи удобрення сої стосовно збереження якості природного довкілля в аграрній сфері. Дослідження підтверджують ефективність удосконаленої системи удобрення сої стосовно збереження якості природного довкілля в аграрному виробництві.

**Ключові слова:** азот легкогідролізний, нітрати, закис азоту, фосфор, калій, нітрапірин, урожайність сої.

## Вступ

Сою як джерело азоту культивували в усьому світі з давніх часів через високий вміст білків та ліпідів (Yoshiki et al., 2013). Це одна із найважливіших агрокультур у Світі, а світове виробництво зерна сої становить понад 220 млн т на рік. Виробництво рослинної олії із сої домінує серед рослинних олій (30 %) (Światowa produkcja..., 2024). Сою використовують безпосередньо як їжу в Японії та деяких країнах Азії. Нещодавно соєвий білок був визнаний як здоровий продукт харчування. Соєвий шрот, який залишається після екстрагування рослинної олії, містить близько 50 % білків з добре збалансованими амінокислотами. Тому його широко використовують як корм для тварин.

Добре відомо, що вирощування сої поліпшує родючість ґрунту (Tago et al., 2011). Бульбочки утворюються у підземній частині сої, а атмосферний  $N_2$  фіксується азотфіксувальними бактеріями в корені у цих бульбочках (Lykhochvor et al., 2017). Газоподібний азот  $N_2$  перетворюється на  $NH_4^+$  нітрогеназою за участі бактерій, які його фіксують. Він згодом надходить у ґрунтове середовище в доступній для живлення інших культур формі. Бактерійні організми, що фіксують газоподібний атмосферний азот, але його для власних потреб не засвоюють, а у формі аміаку передають до цитоплазми клітини-господаря. Там він швидко трансформується у глютамінову кислоту і глютамін. Далі у формі амідних чи уреїдних (у сої) сполук, транспортується в організм рослини (Board, 2013; Ono et al., 2021). Біофіксація азоту, або діазотрофія – це хімічний процес за участі ензимного білкового комплексу нітрогенази (Orr et al., 2011; Yoshiki et al., 2013), за допомогою якого молекулярний азот ( $N_2$ ), який має міцний потрійний ковалентний зв'язок, перетворю-

ється на аміак ( $NH_3$ ) або споріднені азотисті сполуки зазвичай у ґрунті чи водних системах (Yoshiki et al., 2013). Рослини сої утворюють кореневі бульбочки з симбіотичними ґрунтовими бактеріями, такими як *Bradyrhizobium*, тому можуть споживати атмосферний азот.

В умовах Лісостепу Західного, де за рік випадає 600–700 мм, а за теплий період 350–500 мм дощів, проблемою є вимивання нітратів, особливо на високих фонах удобрення. Надлишковий вміст азоту в ґрунті негативно впливає на стійкість рослин до вилягання і ураження хворобами (Lykhochvor et al., 2016). Непродуктивні втрати азоту можуть становити 40–70 %. Тому вивчення впливу мінерального живлення на продуктивність сої в природно-кліматичних умовах достатнього зволоження є актуальне на сучасному етапі динамічних змін клімату і розвитку агровиробництва.

Проте мінеральні азотні добрива все ж відіграють важливу роль у підтриманні потреби зернових бобових культур, у тому числі сої, в поживних речовинах і є вагомим джерелом живлення для утворення білків та перетворення енергії (Ti & Yan, 2020). Статистика показує, що зростання внесення азотних добрив призвело до збільшення врожайності агрокультур у світі більше ніж на 40 % (Fowler et al., 2013; Zhang et al., 2015; Baliuk & Miroshnychenko, 2016). Ефективність добрив, застосованих під культури, коливається залежно від змін клімату зон і погодних умов вегетації (Lykhochvor & Petrychenko, 2021). За регулярного внесення високих норм азоту, фосфору і калію, окрім планового врожаю, у ґрунтах накопичуються запаси поживних речовин та гумусу (Baliuk et al., 2012).

Suryantini & Kuntastuti (2015) вивчили вплив азотних добрив на врожай сої за різних попередників. Результати дослідження показали, що вирощування

сої після попередника, який виснажує ґрунт, потребує більшої кількості азотних добрив. 30 кг/га карбаміду або 90 кг/га амонійної селітри підвищило врожай зерна на 0,5 т/га щодо контролю без удобрення, а саме до 3,4 т/га. У разі сівби сої після сої вона не потребувала додаткової дози азотних добрив для підвищення врожайності зерна і забезпечувала до 3,0 т/га зерна.

Як повідомляють Z. Gai, J. Zhang & C. Li (2017), у дослідженні F. J. Bergersen було зазначено, що азот, внесений перед сівбою, був корисним для росту сої, враховуючи, що бульбочки на її коренях не достатньо швидко утворювалися – лише через 9 днів після появи сходів сої. Статове азотне добриво перед сівбою може постачати азот, доки не почнеться біологічна фіксація  $N_2$  кореневими бульбочками (Touchton & Rickerl, 1986).

Денітрифікація та вилугування є найпоширенішими процесами, які викликають найбільше занепокоєння щодо втрат азоту ґрунтом. Обидва ці процеси відбуваються в умовах вологого ґрунту. Денітрифікація полягає у відновленні нітратів до нітритів ( $NO_2^-$ ), до газоподібних форм, тимчасом як вилугування – це просто профільне переміщення азоту із ґрунтовою водою. Вилугування часто спричинює більше занепокоєння, оскільки нітрат розчинний у воді й може легко проникати в ґрунтові води і зрештою потрапляти у поверхневі стоки та ґрунтові водні джерела.

Україна зобов'язалася застосувати на практиці Директиви Ради Європи 91/676/ЄЕС від 12 грудня 1991 р. про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з аграрних джерел (Нітратна директива). Передбачена “Методика визначення зон, вразливих до забруднення нітратними сполуками” і “Кодекс кращих аграрних практик” (Nitrogen Stabilizer, 2022).

Окрім вимивання, існують викиди закису азоту  $N_2O$  з ґрунтів. Вони залежать від мікробної нітрифікації та процесів денітрифікації разом з небіотичною хемоденітрифікацією. Мікробне виділення  $N_2O$  залежить від наявності в ґрунті великої кількості азотних добрив у формах амонію і нітратів (Bouwman et al., 2002; Sanz-Cobena et al., 2012). Структура ґрунту впливає на швидкість втрат  $N_2O$  (Gentile et al., 2008). Грубозернистий ґрунт схильніший до втрат  $N_2O$ , тимчасом як дрібноструктурний ґрунт має здатність утримувати закис азоту та зменшувати його емісію.

Оцінки річних обсягів закису азоту в масштабі екосистем із агроґрунтів у помірному кліматі здійснили С. Рюеландт (Roelandt et al., 2005) та К. Буттербах-Бахл (Butterbach-Bahl et al., 2013). Викиди азотних газів залежать від трофності ґрунтів (Mørkved et al., 2007; Engel et al., 2015; Fu et al., 2020), температури та форм добрив (Li et al., 2018), а також від щільності рослинного покриву, що асимілює азот (Sanz-Cobena et al., 2012; Tong & Xu, 2012).

В Україні в останні десятиліття з'явилися дослідження дії стабілізаторів азоту при удобренні кукурудзи (Lohinova et al., 2010) та ячменю озимого (Shestak et al., 2023), які довели їхню економічну ефективність.

## Мета дослідження

Метою наших досліджень було з'ясування впливу систем мінерального удобрення, застосування інгібітора нітрифікації N-Lok™ та інокулянтів насіння на врожайність зерна сої в умовах Малого Полісся.

## Матеріал і методи досліджень

Досліди проведені при кафедрі агрохімії та ґрунтознавства у рамках ОНП “Агрономія” третього рівня вищої освіти у Львівському національному університеті природокористування впродовж 2022–2024 років. Дослідні ділянки у районі Малого Полісся (природо-кліматична зона Західного Лісостепу) були розміщені біля села Шайноги, на полі з координатами: 50°12'07.8" N та 24°32'52.9" E. Польові дослідні заклади у триразовій повторності за загальноприйнятою методикою в агрономії (Yeshchenko et al., 2014).

На дослідному полі дерновий глибокий глейовий піщанисто-легкосуглинковий ґрунт на водно-льодовикових відкладах (IUSS Working Group WRB, 2015; Soils of Lviv region, 2019). Рельєф дослідної ділянки – рівнина. Вид угіддя – рілля. До закладання дослідів вміст легкогідролізного азоту за методом Корнфілда визначали згідно з ДСТУ 7863:2015 у товщі 0–20 см і 20–40 см. Вміст нітратного азоту (Nn) визначали потенціометрично за допомогою йонселективного нітратного електрода у сольовій витяжці 1 % розчину алюмокалієвого галуна при співвідношенні ґрунту до розчину 1:2,5. За показниками йономіра і калібрувального графіка визначали вміст нітратного азоту. Стандартні розчини для калібрування приладу і калібрувальний графік готували з використанням 1•10<sup>-1</sup>M KNO<sub>3</sub> шляхом поступового десятиразового розбавлення його дистильованою водою до концентрації 1•10<sup>-2</sup>M, 1•10<sup>-3</sup>M, 1•10<sup>-4</sup>M. Вміст нітратів у ґрунті, в мг/кг, знаходили за величиною рNO<sub>3</sub> у пластах 0–20, 20–40 і 40–60 см.

Обсяг річної емісії закису азоту з ґрунту E<sub>N<sub>2</sub>O</sub> (кг/га) розраховували за формулою, запропонованою А. F. Bouwman (Bouwman et al., 2002).

$$E_{N_2O} = 1 + 0,0125 \times N_{\text{др.}}, \quad (1)$$

де: N<sub>др.</sub> – запаси нітратів у орному шарі ґрунту.

Запаси нітратів Z<sub>N-NO<sub>3</sub></sub> (кг/га) вираховували за формулою обчислення запасів у гумусі (Metodyka..., 2019) з використанням перевідних коефіцієнтів мг/кг у відсотки і тонни у кілограми:

$$Z_{N-NO_3} = V_{N-NO_3}(\text{мг/кг}) \times 0,0001(\%) \times 1000(\text{кг}) \times 1,30(\text{г/см}^3) \times 20(\text{см}), \quad (2)$$

де: V<sub>N-NO<sub>3</sub></sub> – вміст N-NO<sub>3</sub> в орному (0–20 см) шарі ґрунту у мг/кг; 0,0001 – коефіцієнт переводу у %; коефіцієнт переводу у кг; 1,30 – щільність орного шару модельного ґрунту у г/см<sup>3</sup>; 20 – товщина орного шару у см.

Рухомі сполуки фосфору й обмінного калію визначали за Чириковим (ДСТУ 4115-2002) у товщі 0–20 см. Проби ґрунту відбирали і готували до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464 2001. Аналізи виконали на базі філіалу кафедри агрохімії та ґрунтознавства ЛНУП в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН.



Для експериментування з нормами і формами азотних добрив і внесенням нітропірину та інокулянтами розробили схему дослідження, яка показана в таблиці 1.

Технологія вирощування сої традиційна: оранка на 20–22 см, внесення фосфорних і калійних добрив практикували під оранку. Під передпосівну культивування в нормі згідно зі схемою досліду вносили сульфат амонію та амонійну селітру, а також підживлювали

сою в дозі  $N_{30}$  різними формами туків у фазі бутонізації.

Інгібітор нітрифікації N-Lock™ – нітрапірин (The European Chemicals..., 2024) вносили за схемою досліду у нормі 1,7 л/га. Для інокуляції насіння використали препарати ХайКот Супер Соя (виробник БАСФ), який містить азотомобілізаційні бактерії *Bradyrhizobium japonicum* та Райс Пі (виробник Агрітема), який містить фосформобілізаційні бактерії *Bacillus amyloliquefaciens*.

Таблиця 1

Схема польового експерименту

| №   | Варіант досліду                                                  | N, кг/га |
|-----|------------------------------------------------------------------|----------|
| 1.  | Контроль – без удобрення                                         | 0        |
| 2.  | Фон – P60 K60 (*п. ор.)                                          | 0        |
| 3.  | Фон + N30 – *Nsa (*п. с.)                                        | 30       |
| 4.  | Фон + N30 – Nsa + нітрапірин (п.с.)                              | 30       |
| 5.  | Фон + N30 – Nsa (п.с.) + N30 – Nsa (ф. б. ф. б.)                 | 60       |
| 6.  | Фон + N30 – Nsa + нітрапірин (п.с.)+N30 – Nsa (ф. б.)            | 60       |
| 7.  | Фон + N30 – *Naa                                                 | 30       |
| 8.  | Фон + N30 – Naa + нітрапірин (п. с.)                             | 30       |
| 9.  | Фон + N30 – Naa + нітрапірин (п. с.) + N30 – Naa (ф. б.)         | 60       |
| 10. | Фон + N30 – Nsa (п. с.) + N-мобілізуючі бактерії                 | 30       |
| 11. | Фон + N30 – Nsa (п. с.) + P-мобілізуючі бактерії                 | 30       |
| 12. | Фон + N30 – Nsa (п. с.) + N-мобілізуючі + P-мобілізуючі бактерії | 30       |

\*Примітка: п. ор. – під оранку; Nsa – сульфат амонію; п. с. – після сівби; ф. б. – фаза бутонізації; Naa – амонійна селітра

Статистичний аналіз ANOVA і моделювання динамік клімату виконали за допомогою пакета Microsoft Excel, для урожайних даних застосували програму Dispersion.exe., розміщену в інтернеті (<https://github.com/dimbaida/variance-anlysis>) (Hnativ et al., 2022).

## Результати

В орному шарі ґрунту нашого досліду за відсутності удобрення зберігається природний середній вміст легкогідролізного азоту – 121 мг/кг сухої маси (рис. 1).

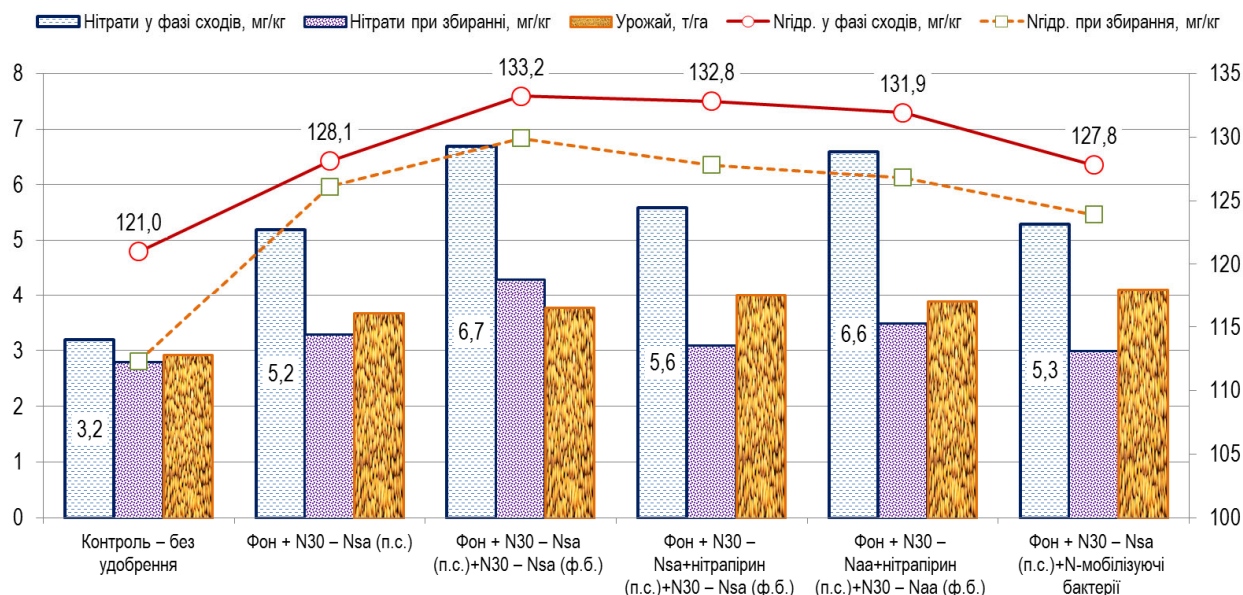


Рис. 1. Зміни вмісту нітратів та легкогідролізного азоту в орному (0–20 см) шарі ґрунту упродовж вегетації у 2023 році під впливом азотного удобрення, нітрапірину та інокуляції сої ( $P < 0,05$ )

Внесення азоту перед сівбою в нормі  $N_{30}$ , а також підживлення  $N_{30}$  підвищує запас доступного азоту на 7,1–12,1 мг/кг ґрунту у фазі сходів, що є добрим фо-

ном для старту активної вегетації сої. Застосування нітрапірину після внесення сульфату амонію істотно, а амонійної селітри менш істотно знижує утворення



нітрат-йонів в орному шарі. Рівень їхнього вмісту опускається до рівня за мінімального азотного удобрення  $N_{30}$ . До збирання вміст нітрату в ґрунті вагово зменшується за внесення нітрапірину. Це підтверджує високу ефективність інгібітора нітрифікації щодо обмеження накопичення небажаних для сої нітратів у період активного бульбочкоутворення.

Дослідження поширення нітратів у профілі ґрунту показало, що внесення амонійної селітри більше насичувало орний і підорний шари порівняно з сульфатом амонію (рис. 2). Мінімальна норма азотного удобрення  $N_{30}$  та інокуляція насіння сприяли мінімізації утворення нітратів у ґрунті, що є сприятливим для сої. Нітрапірін призупиняв поширення нітратів нижче 40 см як за внесення амонійної, так і нітратної форми азоту відповідно до 3,0 мг/кг та до 5,2 мг/кг.

Наявність нітратів в орному шарі у фазі сходів визначає норма азотного удобрення, а формула (1) дозволяє обчислити їхні запаси в орному (0–20 см) шарі з урахування фізичних властивостей дернового глейового ґрунту. Результати обчислення на рисунку 3 показують, що сумарна норма азоту  $N_{30+30}$  навіть за інгібування нітратоутворення нітрапірином створює запас нітратів 18,5 кг/га, що спричинює певне пригнічення бульбочкоутворення.

Сульфат амонію у такій же нормі азоту у поєднанні з нітрапірином вагово поліпшує ситуацію. Запас нітрату опускається до 14,6 кг/га. Інокуляція насіння азотомобілізаційними бактеріями та мінімальна норма внесення сульфату амонію ( $N_{30}$ ) підтримують цей показник на сприятливому для бульбочкоутворення рівні.

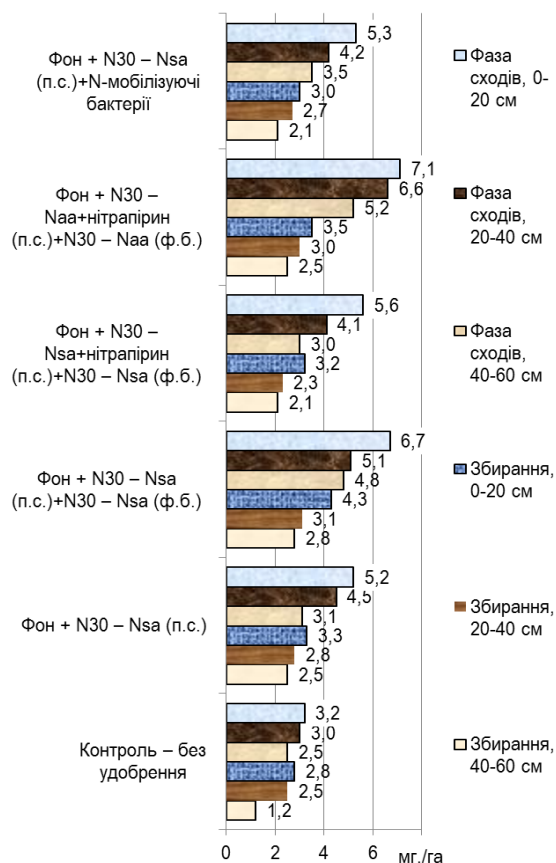


Рис. 2. Зміни вмісту нітратів у орному та підорних шарах ґрунту упродовж весняно-літньої вегетації у 2023 році під впливом азотного удобрення сої, нітрапірину та інокуляції насіння азотфіксувальними бактеріями ( $P < 0,05$ )

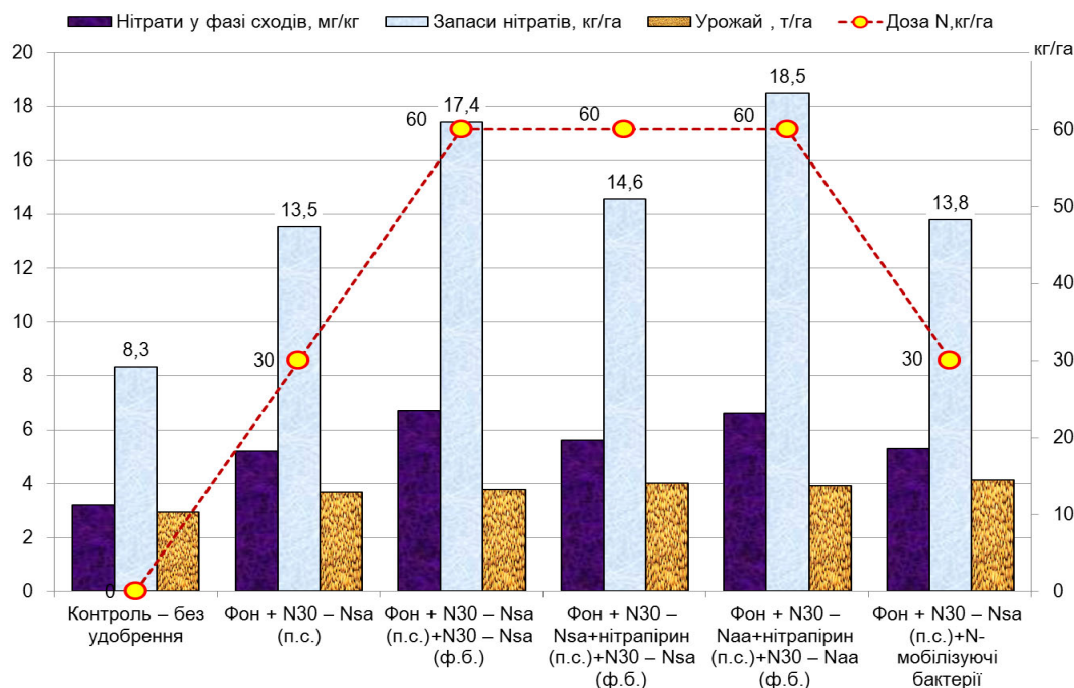


Рис. 3. Зміни запасів нітратів у ґрунті упродовж весняно-літньої вегетації у 2023 році під впливом азотного удобрення сої, нітрапірину та інокуляції насіння азотфіксувальними бактеріями ( $P < 0,05$ )

Підвищені запаси нітратів на високі норми азотних добрив спричиняють значну емісію закису азоту в атмосферу. Розрахунок викиду  $N_2O$  за формулою (2) показали, що внесення  $N_{60}$  у два прийоми та вміст нітратів у ґрунті зумовлюють викиди в обсязі 1,8 кг/га газоподібного закису азоту в атмосферу (рис. 4). Цей газ належить до небезпечних парникових газів, тому світова екоспільнота дуже занепокоєна збільшенням його викидів в агросекторі.

Фосфорно-калійне удобрення є обов'язковим для отримання найвищого врожаю сої. Ґрунт без внесення фосфорних і калійних добрив у фазі сходів містив 124,2 в орному та 120,1 мг/кг рухомих фосфатів та 104,4 і 101,4 мг/кг обмінного калію в підорному шарі (рис. 5). Внесення фосфорно-калійних добрив у нормі  $P_{60}K_{60}$  додає в орному шарі відповідно 11,0–15,0 та 11,1–11,5 мг/кг поживних речовин.

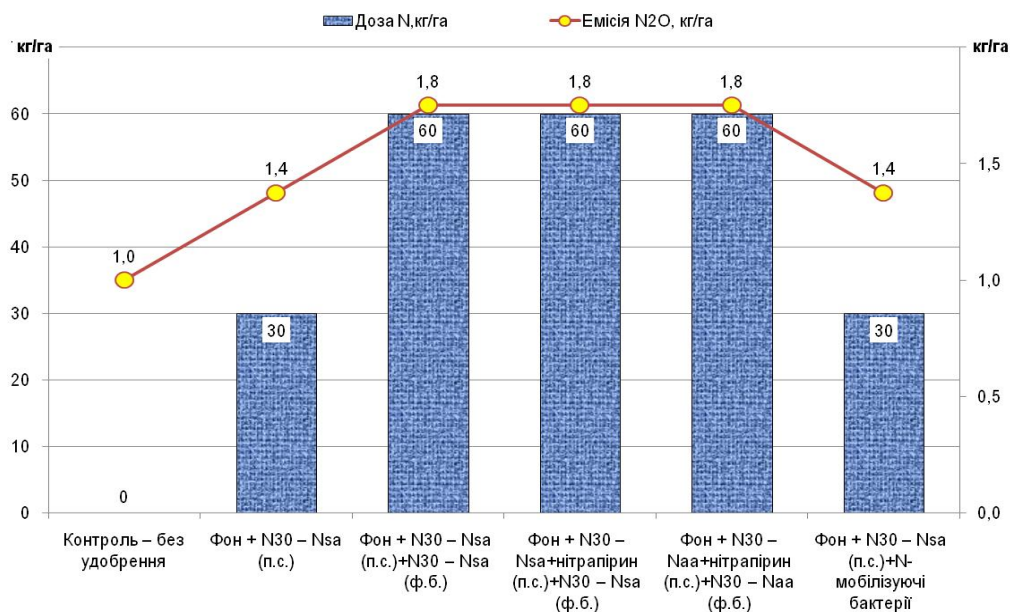


Рис. 4. Залежність обсягів емісії закису азоту з ґрунту упродовж вегетації 2023 року від норм азотного удобрення та впливу нітрапірину ( $P < 0,05$ )

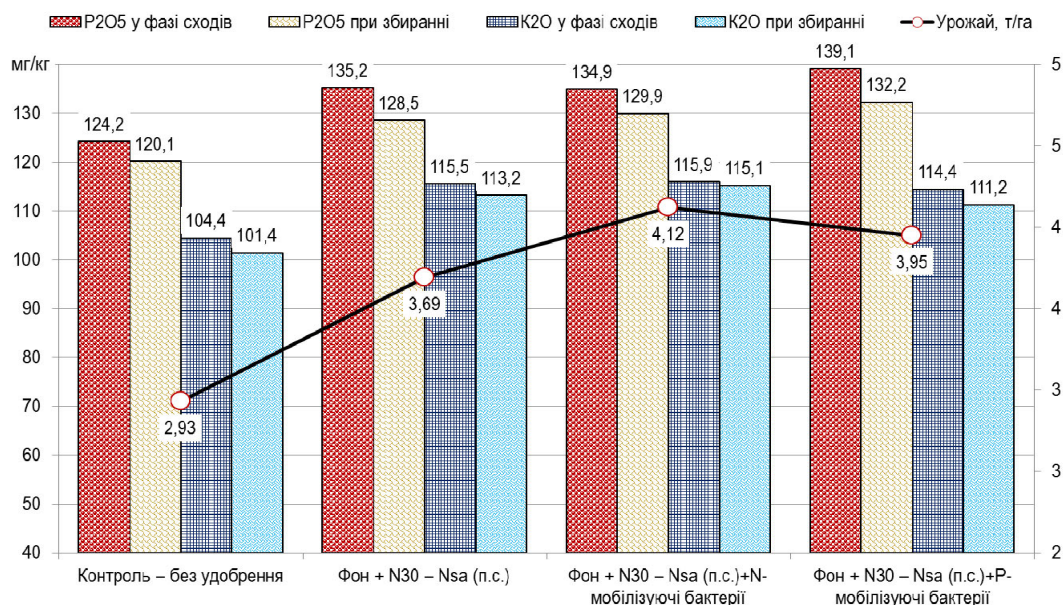


Рис. 5. Зміни вмісту рухомих фосфатів та обмінного калію у орному (0–20 см) шарі ґрунту упродовж вегетації залежно від систем удобрення та інокуляції насіння сої у 2023 році ( $P < 0,05$ )

Фосформобілізаційні бактерії спричинили максимальне підвищення запасу доступних фосфатів, активізувавши мікробіологічні процеси в орному шарі ґрунту. Найвищі запаси фосфатів зберігалися і до збирання врожаю, порівняно з варіантами без іноку-

ляції фосформобілізаційними бактеріями *Bacillus amyloliquefaciens*.

Ефективність доз і форм добрив, вміст поживних речовин в ґрунті позначається на кінцевому результаті росту і розвитку сої – врожаї зерна. Без мінераль-

них добрив у Малому Поліссі Західного Лісостепу на дерновому глибокому глейовому піщанисто-легкосуглинковому ґрунті ми отримали в середньому 2,81 т/га зерна (рис. 6). Врожайність коливалася – залежно від гідротермічних умов року досліджень.

Соя за фосфорно-калійного удобрення  $P_{60}K_{60}$  дала прибавку 0,22 т/га, яка є статистично підтвердженою. Мінімальне азотне удобрення перед сівбою  $N_{30}$  сульфатом амонію на цьому фоні сприяло підвищенню збору зерна на 0,74 т/га, а застосування нітрапірину як

інгібітора нітратоутворення, посилила цей позитивний ефект.

Проте найбільшого результату дало поєднання оптимального фосфорно-калійного фону, мінімального азотного удобрення  $N_{30}$  сульфатом амонію та інокуляції насіння препаратами ХайКот Супер Соя (виробник БАСФ), який містить азотомобілізаційні бактерії *Bradyrhizobium japonicum* та Райс Пі (виробник Агрітема), який містить фосформобілізаційні бактерії *Bacillus amyloliquefaciens*.

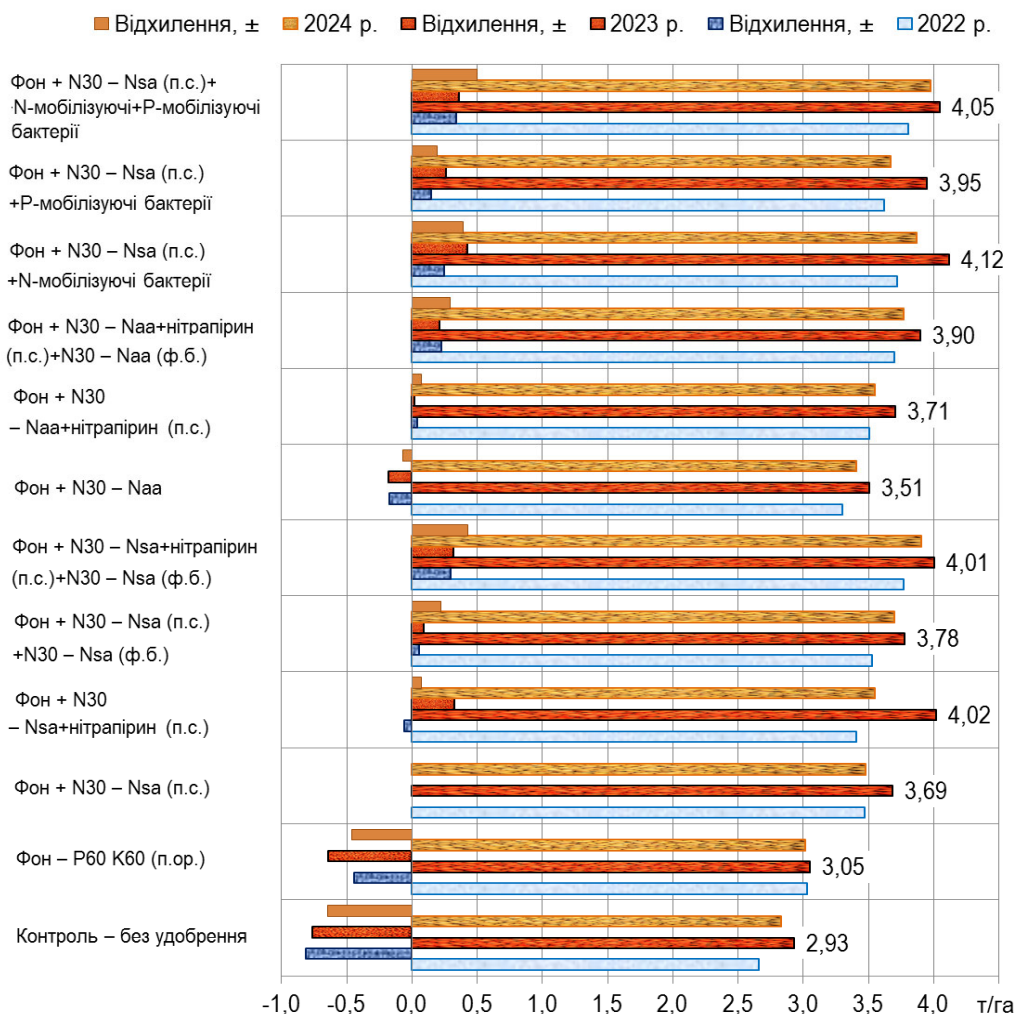


Рис. 6. Врожайність зерна сої залежно від системи удобрення, застосування нітрапірину та інокуляції насіння упродовж 2022–2024 рр. (НІР<sub>05</sub> абсолютна: 2022 рік – 0,13 т/га; 2023 рік – 0,16; 2024 рік – 0,15 т/га)

Найвищий врожай зерна сої отримали 2023-го, найсприятливішого за погодними умовами, року за системи удобрення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  + інокуляція азотфіксуючими бактеріями за використання сульфату амонію (рис. 5) – 4,12 т/га. В орному шарі ґрунту (рис. 2) містилося 5,3 мг/кг нітратів, 127,8 мг/кг легко гідролізованого азоту (рис. 1), 134,9 мг/кг фосфатів та 11,9 мг/кг калію (рис. 5). Такі параметри родючості ґрунту цьому сприяли. Водночас викиди в атмосферу закису азоту були мінімальними, нітратів в орному, підорному та нижньому (40–60 см) горизонті як в фазі сходів, так і до збирання врожаю було відносно менше. Найменше нітратів та емісії газоподібного закису азоту було тільки на фоні без добрив.

Отже, на фосфорно-калійному фоні  $P_{60}K_{60}$  сульфат амонію у малій дозі  $N_{30}$ , нітрапірин після сівби в норму 1,7 л/га та інокуляція насіння азотфіксуючими та фосформобілізаційними бактеріями є дієвими важелями підвищення врожаю зерна сої у Малому Поліссі. Збільшена в системі удобрення культури норма азоту до  $N_{60}$  та використання амонійної селітри не забезпечили кращих показників врожайності упродовж 2022–2024 років експериментів. Застосування нітрапірину позитивно вплинуло на врожайність культури, обмежило накопичення нітратів по всьому профілю ґрунту, але не вплинуло на емісію закису азоту, яка залежить від кількості внесених азотних добрив.



## Обговорення

Багато дослідників ретельно у різних природно-кліматичних умовах вивчали вплив азотних добрив на врожайність зерна сої. Застосування стартового азоту спрямоване на забезпечення сої легкодоступним ґрунтовим азотом у фазі сходів підвищує врожайність зерна сої (Lykhtochvor et al., 2017). Проте внесення азотних добрив при сівбі в рядки може знизити фіксацію  $N_2$  сої та її врожай (Lykhtochvor et al., 2016). Отже, результати дослідів є суперечливими. Z. Gai et al. (2017), F. Dou et al. (2007) в Техасі повідомили, що стартовий азот не вплинув на висоту рослин сої, живу масу пагонів, площу листя або врожайність зерна. Z. Gai et al. (2017) дослідили вплив норм основного азотного добрива на активність коренів сої щодо забезпечення рослин азотом, фотосинтез листків та врожайність зерна. Автори наводять припущення, що азот, який надходить від симбіотичної фіксації  $N_2$ , не завжди є достатнім для максимізації врожайності зерна сої (Ray et al., 2005). Менша температура ґрунту після сівби може обмежити активність ґрунтових мікробів і, отже, потенційно затримати фіксацію азоту та, можливо, вегетативний ріст на ранній стадії. Існує багато факторів, що впливають на азотфіксацію сої та реакцію на внесені азотне добриво. R. Sorensen & L. Purcell (1978) повідомили, що рН ґрунту, температура та вологість впливають на реакцію сої на внесені азотне добриво.

Велику увагу дослідженням та оцінці амонійного і нітратного живлення рослин приділяли українські дослідники (Pavlenko, 2018). Ними було встановлено, що з форм азотних сполук для рослин однаково важливий як аміак, так і нітрати. У дослідях, проведених з метою виявлення переваги, чи рівнозначності для рослини окисненої чи відновленої форми азоту, амонійний азот зазвичай застосовується частіше, ніж нітратний. Наші дослідження показали явну перевагу сульфату амонію над амонійною селітрою.

Дослідження, проведене M. E. Starling et al. (Gai et al., 2017) для сої після кукурудзи у південній Алабамі, показали, що врожайність зерна та ріст рослин були вищими, коли як стартове добриво застосовували азотні добрива. Крім того, їхнє дослідження показало, що раннє внесення стартового азотного добрива мало значний вплив на врожайність зерна сої. На додаток до врожайності зерна – стартове азотне добриво збільшило висоту рослин і біомасу.

Польові експерименти, проведені P. Boroomandan et al. (2009), вказали, що низькі рівні азотних стартових добрив (до 40 кг/га) були оптимальними і підвищували врожайність зерна сої. Дослідження, проведені в прохолодному кліматі на півночі Великих рівнин, показали, що низькі норми (< 15 кг/га) стартового азотного добрива під час сівби підвищили врожайність зерна сої порівняно з відсутністю застосування азотних добрив. D. R. Jeffery et al. (2006) зазначили, що велика кількість азотних добрив значно підвищує врожайність зерна сої при зрошенні й на богарі, а фіксація  $N_2$  може бути обмежена. Це може зменшувати врожайність зерна сої, вирощуваної як в зрошуваних, так і в незрошуваних ґрунтах.

Y. Ono et al. (2021) випробували застосування амонійної селітри та карбаміду і встановили, що вони по-різному змінюють концентрацію уреїдів, сечовини, амінокислот та інших метаболітів у соку ксилеми та в органах рослин сої, оскільки рослини сої також поглинають азот із ґрунту та добрив через своє коріння. Утворення бульбочок, ріст бульбочок і фіксація азоту можуть пригнічуватися, коли корені з азотфіксуючим апаратом піддаються безпосередньому впливу високих концентрацій комбінованих форм азоту, особливо нітратів. Автори повідомляють про такі ефекти інгібування нітратів, як зменшення кількості бульбочок, їхньої маси та активності фіксації азоту. Виявлене прискорення старіння або й розпад сформованих вузликів. Інгібування нітратами діазотрофії не можна пояснити якимось простим механізмом (Tajima et al., 2004). Сульфатні азотні добрива мають вагому перевагу над шкідливими для азотфіксаторів нітратними, оскільки ще й підживлюють сою сіркою (Tong & Xu, 2012).

M. Shelby (2017) у своїх дослідженнях з'ясувала, що оскільки азот має найбільшу здатність з усіх поживних речовин бути втраченим з ґрунту, використання інгібіторів стало популярним у агросекторі. Такі розробки для мінімізації втрат азоту продиктовані турботою про навколишнє середовище та пов'язані з високими цінами на добрива. Більшість розроблених інгібіторів ефективно працюють, запобігаючи втратам (Fernández et al., 2009). У Західному Лісостепу стабілізатор азоту нітрапирин є ефективним в системі азотного удобрення і сприяє віддачі більших норм азотного добрива (Shestak et al., 2023). В наших описаних експериментах із системою удобрення сої у Малому Поліссі це підтверджено. За узагальненнями V. Pavlenko (2018), 239 дослідів в 25 країнах Світу підтверджують позитивний вплив інгібіторів нітрифікації на стабілізацію азоту в ґрунті, засвоєння азоту з добрив та їхню віддачу, зниження втрат шляхом денітрифікації і вилугування нітратів, покращення азотного живлення культур, підвищення їх врожаю і якості зерна.

Ми підтверджуємо, що для отримання високого врожаю зерна сої дуже важливе інтенсивне бульбочкоутворення, висока і тривала активність фіксації азоту, оскільки доступність азоту в ґрунті зазвичай недостатня для підтримки росту сої, а азот в насінні та хімічні стартові добрива вичерпуються за кілька тижнів після сівби.

## Висновки

Норми азоту, форми азотних добрив, інгібування нітратоутворення і втрати закису азоту мають вагомий значення у вирощуванні високих врожаїв сої на дерновому, глибокому, глейовому, піщанисто-легкосуглинковому ґрунті у Малому Поліссі на Заході України.

Найвищий за 2022–2024 роки врожай отримали найсприятливішого для сої 2023 року на фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію) з інокуляцією насіння препаратом ХайКот Супер Соя (виробник БАСФ), який містить азотомобілізаційні бактерії



*Bradyrhizobium japonicum* – 4,12 т/га зерна за прибавки щодо контролю  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію) 0,43 т/га ( $HP_{05} = 0,16$  т/га).

Внесення нітрапірину при застосуванні сульфату амонію як у меншій нормі  $N_{30}$ , так і в більшій  $N_{60}$  у два прийоми дало більшу прибавку врожаю, ніж на аналогічних фонах амонійної селітри, відповідно 0,11–0,35 та 0,04–0,24 т/га.

На фоні  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію) з інокуляцією насіння препаратом ХайКот Супер Соя (виробник БАСФ), який містить азотомобілізаційні бактерії *Bradyrhizobium japonicum*, урожай зерна сої був на 0,35 т/га, а з додатковим застосуванням фосформобілізаційного препарату Райс Пі (виробник Агрітема) з бактеріями *Bacillus amyloliquefaciens* – на 0,40 т/га.

Система удобрення сої з мінімальною та подвійною нормою азоту, внесеного у формі сульфату амонію з використанням стабілізатора нітратів та бактерійних інокулянтів, забезпечила істотне обмеження накопичення нітратів в орному та підорних горизонтах ґрунту (на 21,1 % порівняно з контролем  $N_{30}P_{60}K_{60}$  (сульфат амонію). Застосування на цьому фоні азотфіксувального інокулянта ХайКот Супер Соя неістотно змінює запаси нітратів в орному шару ґрунту. Подвоєння норми азотного удобрення від  $N_{30}$  до  $N_{60}$  збільшило обсяги емісії закису азоту в атмосферу на 25 %. Система удобрення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  з використанням сульфату амонію + N-мобілізуючі бактерії стримувала викиди газоподібного азоту на рівні контрольного варіанту без інокулянта. Дослідження підтверджують ефективність удосконаленої системи удобрення сої стосовно збереження якості природного довкілля в аграрній сфері.

#### Відомості про конфлікт інтересів

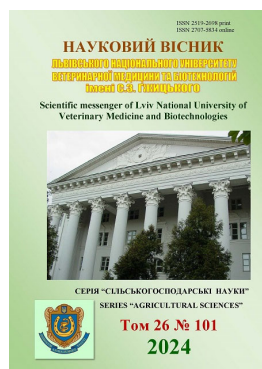
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

#### References

- Baliuk, S. A., & Miroshnychenko, M. M. (Ed.). (2016). Systemy udobrennia silskohospodarskykh kultur u zemlerobstvi pochatku XXI stolittia: monohrafiia. Kyiv: Alfa-stevia (in Ukrainian).
- Baliuk, S. A., Medvediev, V. V., Miroshnychenko, M. M., Skrylnyk Ye. V., Tymchenko, D. O., Fatiev, A. I., Khrystenko, A. O., & Tsapko, Yu. L. (2012). Ekologichnyi stan gruntiv Ukrainy. Ukrainnyi heohrafichnyi zhurnal, 2, 38–42. URL: [https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38\\_0.pdf](https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf) (in Ukrainian).
- Board, J. (Ed.). (2013). A Comprehensive Survey of International Soybean Research – Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships. InTech. DOI: 10.5772/45867.
- Boroomandan, P., Khoramivafa, M., Haghi, Y., & Ebrahimi, A. (2009). The effects of nitrogen starter fertilizer and plant density on yield, yield components and oil and protein content of soybean (*Glycine max* L. Merr). Pakistan journal of biological sciences : PJBS, 12(4), 378–382. DOI: 10.3923/pjbs.2009.378.382.
- Bouwman, A. F., Bouwman, L. J. M., & Batjes, N. H. (2002). Emissions of  $N_2O$  and NO from fertilized fields: Summary of available measurement data. Global Biogeochem Cycles, 16(4), 1058. DOI: 10.1029/2001GB001811.
- Butterbach-Bahl, K., Baggs, E. M., Dannenmann, M., Kiese, R., & Zechmeister-Boltenstern, S. (2013). Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls?. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, 368(1621), 20130122. DOI: 10.1098/rstb.2013.0122.
- Dou, F., Wright, A. L., & Hons, F. M. (2007). Depth distribution of soil organic C and N after long-term soybean cropping in Texas. Soil & Tillage Research, 94(2), 530–536. DOI: 10.1016/j.still.2006.10.001.
- Engel, R. E., Towey, B. D., & Gravens, E. (2015). Degradation of the urease inhibitor NBPT as affected by soil pH. Soil Sci. Soc. Am. J., 79(6), 1674–1683. DOI: 10.2136/sssaj2015.05.0169.
- Fernández, F. G., Nafziger, E. D., Ebelhar, S. A., & Hoeft, R. G. (2009). Managing nitrogen. Illinois Agronomy Handbook. University of Illinois at Urbana-Champaign. Cooperative Extension Service. <http://extension.cropsciences.illinois.edu/handbook/pdfs/chapter09.pdf>.
- Fowler, D., Coyle, M., Skiba, U., Sutton, M. A., Cape, J. N., Reis, S., Sheppard, L. J., Jenkins, A., Grizzetti, B., Galloway, J. N., Vitousek, P., Leach, A., Bouwman, A. F., Butterbach-Bahl, K., Dentener, F., Stevenson, D., Amann, M., & Voss, M. (2013). The global nitrogen cycle in the twenty-first century. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, 368(1621), 20130164. DOI: 10.1098/rstb.2013.0164.
- Fu, Q., Abadie, M., Bland, A., Carswell, A., Misselbrook, T., Clark, I. M., & Penny, R. (2020). Effects of urease and nitrification inhibitors on soil N, nitrifier abundance and activity in a sandy loam soil. Biology and Fertility of Soils, 56(2), 185–194. DOI: 10.1007/s00374-019-01411-5.
- Gai, Z., Zhang, J. & Li, C. (2017). Effects of Starter Nitrogen Fertilizer on Soybean Root Activity, Leaf Photosynthesis and Grain Yield. PLoS ONE, 12, e0174841. DOI: 10.1371/journal.pone.0174841.
- Gentile, R., Vanlauwe, B., Chivenge, P., & Six, J. (2008). Interactive effects from combining fertilizer and organic residue inputs on nitrogen transformations. Soil Biology and Biochemistry, 40, 2375–2384. DOI: 10.1016/j.soilbio.2008.05.018.
- Hnativ, P. S., Lytvyn, O. F., Ivaniuk, V. Ya., Lahush, N. I., Shestak, V. H., & Kotsiuba, B. I. (2022). Development and testing of statistical modeling software for the probability of agronomic experiment results. Bulletin of LNAU. Agronomy, 26, 157–162. DOI: 10.31734/agronomy2022.26.157.
- IUSS Working Group WRB (2015). World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports. FAO. Rome. URL: <http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.

- Jeffery, D. R., Larry, G. H., & Felix, B. F. (2006). Influence of large amount of nitrogen on nonirrigated and irrigated soybean. *Crop Sci.*, 46(1), 52–60. DOI: 10.2135/cropsci2005.0043.
- Li, Y., Chapman, S. J., Nicol, G. W., & Yao, H. (2018). Nitrification and nitrifiers in acidic soils. *Soil Biol. Biochem.*, 116, 290–301. DOI: 10.1016/j.soilbio.2017.10.023.
- Lohinova, I. V., Horodnii, M. M., & Hrytsak, I. P. (2010). Ahrokhimichna otsinka roli inhibitora nityfikatsii 3(5)-metylpirazolu v pidvyshchenni efektyvnosti azotnykh dobyrv. *Naukovi dopovidi NUBiP*, 22. URL: <https://nd.nubip.edu.ua/2010-6/10livnfe.pdf> (in Ukrainian).
- Lykhochvor, V. V., & Petrychenko, V. F. (2021). Fiziologichna rol elementiv zhyvlennia ta systemy udobrennia polovykh kultur: pidruchnyk. 3-tie vyd., pererobl. Lviv: Ukrainski tekhnolohii (in Ukrainian).
- Lykhochvor, V. V., Panasiuk, O. V., Panasiuk, R. M., & Shcherbachuk, V. M. (2017). Optimaiz yak zasib pidvyshchennia produktyvnosti soi ta rodiuchosti hruntu. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*, 1, 60–62 (in Ukrainian).
- Lykhochvor, V. V., Shcherbachuk, V. M., Panasiuk, R. M., & Panasiuk, O. V. (2016). Vplyv udobrennia na formuvannia fotosyntetychnoi ta zernovoi produktyvnosti soi v umovakh Zakhidnoho Lisostepu. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*, 60, 88–96 (in Ukrainian).
- Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospo-darskoho pryznachennia (2019): kerivnyi normatyvnyi dokument / Za red. Yatsuka I. P., Baliuka S. A. 2-he vyd., dopov. Kyiv. URL: <https://www.iogu.gov.ua/literature/instructions/1.pdf> (in Ukrainian).
- Mørkved, P. T., Dörsch, P., & Bakken, L. R. (2007). The N<sub>2</sub>O product ratio of nitrification and its dependence on long-term changes in soil pH. *Soil Biol. Biochem.*, 39(8), 2048–2057. DOI: 10.1016/j.soilbio.2007.03.006.
- Nitrogen Stabilizer Products that Must Be Registered under FIFRA (2022). Substances excluded from the definition of a nitrogen stabilizer. U.S. Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/nitrogen-stabilizer-products-must-be-registered-under-fifra#substances>.
- Ono, Y., Fukasawa, M., Sueyoshi, K., Ohtake, N., Sato, T., Tanabata, S., Toyota, R., Higuchi, K., Saito, A., & Ohya, T. (2021). Application of Nitrate, Ammonium, or Urea Changes the Concentrations of Ureides, Urea, Amino Acids and Other Metabolites in Xylem Sap and in the Organs of Soybean Plants (*Glycine max* (L.) Merr.). *International journal of molecular sciences*, 22(9), 4573. DOI: 10.3390/ijms22094573.
- Orr, C. H., James, A., Leifert, C., Cooper, J. M., & Cummings, S. P. (2011). Diversity and activity of free-living nitrogen-fixing bacteria and total bacteria in organic and conventionally managed soils. *Applied and environmental microbiology*, 77(3), 911–919. DOI: 10.1128/AEM.01250-10.
- Pavlenko, V. (2018). Vizmit vtraty azotu pid kontrol. *Zeleni storinky*. Diupon Ukraina, 2. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=991](https://agromage.com/stat_id.php?id=991) (in Ukrainian).
- Ray, J. D., Heatherly, L. G., & Fritsch, F. B. (2005). Influence of Large Amounts of Nitrogen on Nonirrigated and Irrigated Soybean. *Crop Sci.*, 46(1), 52–60. DOI: 10.2135/cropsci2005.0043.
- Roelandt, C., van Wesemael, B., & Rousevell, M. (2005). Estimating annual N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils in temperate climates. *Global Change Biol.*, 11(10), 1701–1711. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2005.01025.x.
- Sanz-Cobena, A., Sanchez-Martin, L., Garcia-Torres, L., & Vallejo, A. (2012). Gaseous emissions of N<sub>2</sub>O and NO and NO<sub>3</sub>-leaching from urea applied with urease and nitrification inhibitors to a maize crop. *Agric. Ecosys. Environ.*, 149, 64–73. DOI: 10.1007/s11027-014-9548-5.
- Shelby, M. (2017). The use of fertilizer nitrogen applications to increase productivity of soybean. Mann thesis Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Crop Sciences in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign, 2017. Urbana, Illinois. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/158321593.pdf>.
- Shestak, V., Hnativ, P., Ivaniuk, V., Olifir, Y., Szulc, W., Rutkowska, B., Sychaj-Fabisiak, E., Vega, N., Parkhuc, B., Kachmar, O., Kocyuba, B., & Bahaj, T. (2023). Dynamics of the forms of nutrient nitrogen in Greyic Luvic Phaeozem when regulating their resources with fertilizers and nitrapyrin applied to winter barley. *Journal of Elementology*, 28(1), 41–58. DOI: 10.5601/jelem.2023.28.1.2352.
- Soils of Lviv region (2019). A collective monograph, edited by S. P. Pozniak. Lviv: Ivan Franko LNU (in Ukrainian).
- Sorensen, R. C., & Purcell, L. C. (1978). Nitrogen fertilization of soybeans. *Agron J.*, 70(2), 213–216. DOI: 10.2134/agronj1978.00021962007000020001x.
- Suryantini, & Kuntastuti, H. (2015). Effect of nitrogen fertilization on soybean production under two cropping patterns. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3(3), 316–323. DOI: 10.18006/2015.3(3).316.323.
- Światowa produkcja soi według kraju (2024). URL: <https://www.atlasbig.com/pl/kraje-wedlug-produkcji-soi>.
- Tago, K., Ishii, S., Nishizawa, T., Otsuka, S., & Senoo, K. (2011). Phylogenetic and functional diversity of denitrifying bacteria isolated from various rice paddy and rice-soybean rotation fields. *Microbes and environments*, 26(1), 30–35. DOI: 10.1264/jsme2.me10167.
- Tajima, S., Nomura, M., & Kouchi, H. (2004). Ureide biosynthesis in legume nodules. *Frontiers in bioscience: a journal and virtual library*, 9, 1374–1381. DOI: 10.2741/1345.
- The European Chemicals Agency ECHA (2023). Nitrapyrin. URL: <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.016.076>.
- Ti, C., & Yan, X. (2020). Nitrogen Regulation in China's Agricultural Systems. In: Liu, X., Du, E. (eds) *Atmospheric Reactive Nitrogen in China*. Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-13-8514-8\_13.

- Tong, D., & Xu, R. (2012). Effects of urea and (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on nitrification and acidification of Ultisols from southern China. *Journal of environmental sciences (China)*, 24(4), 682–689. DOI: 10.1016/s1001-0742(11)60832-2.
- Touchton, J. T., & Rickerl, D. H. (1986). Soybean growth and yield response to starter fertilizers. *Soil Sci Soc Am J*, 50(1), 234–237. DOI: 10.2136/sssaj1986.03615995005000010045x.
- Yeshchenko, V. O. et al. (2014). *Fundamentals of scientific research in agronomy*, edited by V. O. Yeshchenko. Vinnytsia: PP “TD “Edelweiss and K” (in Ukrainian).
- Yoshiki, M., Sachie, H., Toshihide, M., & Motoki, K. (2013). Soybean as a Nitrogen Supplier. *InTech*. DOI: 10.5772/51017.
- Zhang, X., Davidson, E. A., Mauzerall, D. L., Searchinger, T. D., Dumas, P., & Shen, Y. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*, 528(7580), 51–59. DOI: 10.1038/nature15743.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10132  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.2.03:637.11

## Motivation of milking high productivity cows under the conditions of robotic systems

M. M. Lutsenko✉, V. V. Popkov

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 05.09.2024  
Received in revised form  
07.10.2024  
Accepted 08.10.2024

Bila Tserkva National Agrarian  
University, 8/1, Soborna Sq.,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-067-856-55-33  
E-mail:  
mariia.lutsenko@btsau.edu.ua

**Lutsenko, M. M., & Popkov, V. V. (2024). Motivation of milking high productivity cows under the conditions of robotic systems. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 205–209. doi: 10.32718/nvlvet-a10132**

Scientific research was carried out at the TDV “Terezine” farm of Bila Tserkva district, Kyiv region, on a newly created dairy farm for 500 cows with robotic milking systems of the De Laval Company. The herd of cows has been housed in a room with new volume-planning and technological solutions of 36 m wide and 10.5 m high. In the center of the room are eight robotic systems where the animals enter for milking at their request. The article highlights the research results into the structure of the milking herd of a dairy farm. It has been established that at the farm with robotic milking systems for 500 cows, there are animals with 1–6 lactations. The most significant part of the herd consists of cows of the first lactation (142 heads) and the smallest one - of the sixth lactation (11 heads). The parts of cows of the third, fourth, and fifth lactation are, respectively, 3rd – heads, 4th – 45 heads, and 5th – 28 heads. Such a structure of the herd indicates that the cows are highly productive. We studied the milking frequency of cows of different ages under robotic milking depending on the lactation period and their productivity. It has been shown that the technology of milking cows using robotic milking systems radically differs from that of milking on traditional machines. It was found that first-born cows had the lowest number of milking times per lactation (2.17 times), and cows of the second lactation had the highest (2.24 times) with a gradual decrease in the third (2.21 times) and the fourth (2.18 times). The decrease in the frequency of milking in the third and fourth lactation is because as the age of lactating cows increases, milk productivity increases, and, accordingly, the size of the udder, which does not require frequent release. Studies have proven that the higher the daily milk yield, the more often the cow comes to be milked. So, the first-born cows with an average daily milk yield of 10–20 kg go to milking 2.12 times, and with a productivity of 20–30 kg, the number of milking increases by 0.1 time, and with daily milk yields of 31–40 kg and 41–50 kg, the need in milking increases by 0.35 and 0.43 times. It has also been established that the need for milking is 0.52 times higher in animals of second lactation than in first-born cows. It has also been established that when the daily productivity of cows increases, the intervals between milking are shortened. With a daily milking of 10–20 kg, the average interval between milking is 10.5 hours, and with a milking of 40 kg and above – 7.3 hours. The most extended interval between milking is observed at night between the evening and morning milking. Based on the obtained research results, the farm's work schedule is suggested to be adjusted.

**Key words:** motivational milking, technology, milking frequency, lactation period, milk yield.

## Мотивація доїння високопродуктивних корів в умовах роботизованих систем

М. М. Луценко✉, В. В. Попков

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Наукові дослідження проведені в господарстві ТДВ “Терезине” Білоцерківського району Київської області на новоствореній молочній фермі на 500 корів з роботизованими системами доїння фірми De Laval. Поголів'я корів розміщене в приміщенні з новими об'ємно-планувальними і технологічними рішеннями шириною 36 м і висотою 10,5 м. По центру приміщення розміщено 8 роботизованих систем, куди тварини заходять на доїння за власним бажанням. В статті висвітлено результати досліджень структури



дійного стада молочної ферми. Встановлено, що на фермі з роботизованими системами доїння на 500 корів перебувають тварини 1–6 лактації. Найбільшу частину поголів'я складають корови першої лактації (142 голови), а найменшу – шостої лактації (11 голів). Частки корів третьої, четвертої і п'ятої лактації становлять відповідно: 3-ї – голів, 4-ї – 45 голів, 5-ї – 28 голів. Така структура стада свідчить про те, що за високої продуктивності корів термін використання складає 3–4 лактації. Дослідження кратності доїння корів різного віку в умовах роботизованого доїння залежно від періоду лактації та їх продуктивності. Встановлено також, що технологія доїння корів за використання роботизованих систем доїння кардинально відрізняється від технології доїння на традиційних доїльних установках. Встановлено, що найменшу кратність доїння за лактацію мали корови-первістки (2,17 раза), а найбільшу корови другої лактації (2,24 раза) з поступовим зниженням у третю (2,21 раза) і четверту (2,18 раза). Зниження кратності доїння у третю і четверту лактацію обумовлено тим, що зі зростанням віку корів у лактаціях відбувається підвищення молочної продуктивності, а відповідно й розмірів вимені, що не потребує частого його звільнення. Дослідженнями доведено, що чим вищий добовий надій, тим частіше корова заходить на доїння. Так, корови-первістки за середньодобових надоїв 10–20 кг заходять на доїння 2,12 раза, а при продуктивності 20–30 кг число доїнь збільшується на 0,1 раза, а за добових надоїв 31–40 кг і 41–50 кг потреба в доїння збільшується на 0,35 і 0,43 раза. Встановлено також, що у тварин другої лактації потреба в доїння на 0,52 раза вища порівняно з коровами первістками. Встановлено також, що при збільшенні добової продуктивності корів скорочуються інтервали між доїннями. За добового надою 10–20 кг середній інтервал між доїннями складає 10,5 години, а при надої 40 кг і вище – 7,3 години. Найбільша тривалість проміжків між доїннями спостерігається у нічний час між вечірнім і ранковими доїннями. На основі отриманих результатів досліджень пропонується коригувати розпорядок роботи ферми.

**Ключові слова:** мотиваційне доїння, технологія, кратність доїння, період лактації, надій.

### Вступ

В останні роки в країнах з розвинутим молочним скотарством широкого поширення набули ресурсощадні технології виробництва молока, в основу яких покладено роботизовані системи доїння, які без участі людини забезпечують процес доїння корів, зокрема підготовку їх до доїння, контроль самого процесу доїння та виконання заключних операцій (Lutsenko & Zvoleiko, 2013; Köpf et al., 2014; Smoliar & Tiutiunyyk, 2014; Paliy et al., 2016; Novytskyi, 2016; McWilliams et al., 2024). Такі технології почали впроваджуватися і в умовах молочних ферм України. Спочатку було створено декілька ферм, де працювали 1–2 роботи, а потім – уперше в країні була створена молочна ферма на 500 корів, на якій одночасно працює 8 роботизованих систем доїння.

За такої технології кожній тварині забезпечується самостійний вибір часу і частоти доїння, що сприяє формуванню у тварин нового стереотипу поведінкових і адаптивних реакцій. За даними науковців така технологія сприяє збереженню здоров'я і підвищенню молочної продуктивності (Halachmi et al., 2009; Vorobiov, 2011; Borshch, 2014; Zvoleiko, 2016; Paliy, 2016; Cherven & Toporova, 2017; Odorčić et al., 2019; Gargiulo et al., 2022). Це обумовлено тим, що дана технологія ґрунтується на формуванні у тварин спеціальної поведінки, спрямованої на задоволення своїх фізіологічних і етологічних потреб за допомогою мотиваційних подразників, які викликають відхилення показників гомеостазу від норми.

У даній технології використовуються дві модальності мотивації:

- негативна – якщо корова не дасть молока, то вона не отримає корм, їй не дозволять лежати, вона відчуватиме дискомфорт у повному вимені;
- позитивна – приваблення тварин концентрованим кормом.

У всякому разі в умовах роботизованого доїння тварини повинні бути приучені до умов нової технології. Час на адаптацію до нової системи повинен складати 1–3 тижні, тварини повинні звикнути до проходження через робота-дояра 2–3 рази на добу до кінця першого тижня.

Згідно з отриманими результатами досліджень встановлено, що корови за своєю природою прагнуть до періодичності свого добового ритму, регулярно виконуючи ті самі дії у відповідний проміжок часу. Це пов'язано із циклічними коливаннями інтенсивності різних біологічних процесів організму корів та ритмічною зміною світлих і темних годин протягом доби (Lutsenko & Halai, 2018).

Зарубіжними вченими проведені дослідження добового розподілення кратності доїння залежно від часу доби, які показують, що тварини збільшують частоту відвідування доїльного робота з 6 до 7 годин ранку, що обумовлено появою на фермі обслуговуючого персоналу. Встановлено також максимальну частоту відвідування коровами доїльного боксу, яка припадає на 9–11 годину ранку після роздавання їм повнорационної кормосуміші.

Встановлено також, що в положенні стоячи корови перебувають 11,6 години, тобто 48,3 % від добового часу, а в положенні лежачи – 12,4 години (51,7 %). Близько 40 % часу доби худоба лежить вдень і 60 % вночі.

Аналізуючи характер поведінки тварин залежно від їхньої добової продуктивності, з'ясовано, що з підвищенням надоїв збільшується і тривалість споживання корму, води і перебування у роботизованому боксі та відпочинку лежачи і знижується період стояння.

Дані дослідження проведені в умовах малих ферм, на яких працював 1–2 роботи-дояри. Водночас на фермах, де працюють 8 роботизованих систем доїння, такі дослідження не проводились, і тому перед вченими і практиками постає ціла низка питань. Зокрема, немає єдиної думки щодо оптимальної частоти видоювання корів різних лактацій залежно від їхнього віку, продуктивності й фізіологічного стану, не з'ясовано впливу роботизованих систем доїння в умовах великих ферм на процес молоковіддачі, термінів використання тварин, не вивчено адаптаційних реакцій молочної худоби в умовах “мотиваційного” доїння.

## Мета дослідження

Мета роботи – дослідити кратність доїння корів різного віку залежно від періоду лактації та її продуктивності.

## Матеріал і методи досліджень

Наукові дослідження проведені в господарстві ТДВ “Терезине” Білоцерківського району Київської області на новоствореній молочній фермі на 500 корів з роботизованими системами доїння. Така ферма в Україні створена вперше. Поголів’я корів розміщене в приміщенні з новими об’ємно-планувальними і технологічними рішеннями шириною 36 м і висотою 10,5 м. По центру приміщення з одного боку розміщено 8 роботизованих систем, куди тварини заходять на доїння за власним бажанням. Приміщення розділене на секції, кожна з яких розрахована на 130 корів. Спосіб утримання тварин безприв’язно-боксовий, годівля – повнораціонними кормами з кормового столу шириною 5 м.

На фермі використовується одностійна впродовж року, годівля корів. Раціони формуються з урахуванням добової продуктивності тварини та живої маси корів упродовж лактації. Приготування і роздавання суміші здійснюється два рази на добу за допомогою багатофункціонального кормороздавача “Umix plus 20U-25”. Напування корів проводиться за допомогою групових напувалок, які розміщені в кожній секції приміщення.

Кратність доїння корів різного віку залежно від періоду лактації та їхньої продуктивності вивчали за допомогою систем автоматичного управління процесом доїння, що встановлені в роботизовану доїльну установку VMS-2012 та доїльну установку типу “Паралель – 2×16”. Отримані показники фіксувалися на комп’ютері з визначенням дати, персонального номера тварини, маси надоеного молока, швидкості молоковіддачі по кожній частині вимені та тривалість доїння.

Щоб потрапити у роботизований бокс на доїння кожна корова проходить через селекційні ворота, де за допомогою спеціальної селекційної системи з її індивідуального електронного чіпу зчитується інформація, яка аналізується центральним комп’ютером і в разі відповідності тварина відправляється на переддоїльний майданчик, а у разі невідповідності (менше ніж 5 годин після останнього доїння) – назад у секцію.

Процес доїння починається з ідентифікації корови за її індивідуальним номером і відбувається лише тоді, коли з’являється потік молока. Якщо традиційні системи доїння працюють з потоком молока з усього вимені, то робот-дояр працює з кожною дійкою окремо.

Для проведення дослідів було сформовано чотири групи корів-аналогів, розділених за віком в лактаціях по 32 голови в кожній. Показники кратності доїння, середньої і максимальної швидкості молоковидедення та загальних надоев за лактацію визначались за допомогою АСУПТ ферми.

Експериментальні дані, опрацьовані з використанням методів варіаційної статистики та прикладного забезпечення MS Excel. Критерії вірогідності, визначалися за рівнів ймовірності:  $P > 0,95$ ;  $P > 0,99$ ;  $P > 0,999$ .

## Результати та їх обговорення

На початку досліджень нами проведений аналіз структури дійного стада ферми, який показав, що поголів’я, яке обслуговується роботизованою системою доїння в умовах молочної ферми на 500 корів, на 1–6 лактації, де найбільшу частину займають тварини першої лактації (142 гол.), а найменшу – шостої (11 гол.). Частки корів третьої, четвертої і п’ятої лактації становлять відповідно: 3-ї – 100 гол., 4-ї – 45 гол., 5-ї – 28 голів.

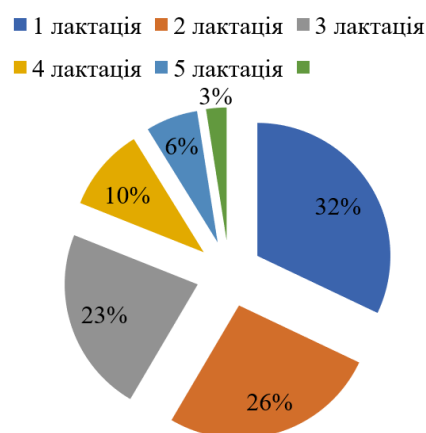


Рис. 1. Відсоткове співвідношення корів у стаді залежно від віку в лактаціях

Аналіз технології доїння корів за використання роботизованих систем доїння показав, що вона кардинально відрізняється від технології на традиційних доїльних установках. Тварина заходить на доїння лише за умови його мотивації: це коли вим’я повністю заповнюється молоком, підвищується внутрішньочистеральний тиск і коли фізіологія корів потребує його звільнення від молока.

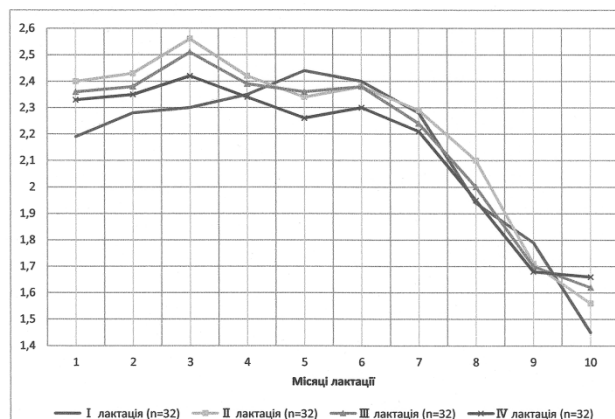


Рис. 2. Кратність доїння корів різних лактацій залежно від місяця лактації

Дослідженнями встановлено (табл. 1), що найменшу кратність доїнь за лактацію мали корови-первістки (2,17 раза), а найбільшу – корови другої лактації (2,24 раза) з поступовим зниженням у третю (2,21 раза) і четверту (2,18 раза).

Починаючи з четвертого місяця лактації, дана потреба у корів 2–4-ї лактації поступово знижується і стрімко падає в кінці лактації до 1,56–1,66 раза на добу.

Таке зниження кратності доїння при підвищенні продуктивності корів у третю і четверту лактації обумовлено тим, що зі зростанням віку в лактаціях вим'я

корів досягає максимальних розмірів, що позитивно впливає на процес молокоутворення і не вимагає частого звільнення.

При більш детальному розгляді потреби корів у доїнні протягом лактації з'ясовано, що вона досягає піку в корів-первісток на п'ятому місяці і становить 2,14 раза на добу, після чого поступово спадає. У корів же другої, третьої і четвертої лактації пік числа доїнь спостерігається на третьому місяці лактаційного періоду, після чого поступово знижується (рис. 2).

Також доведено, що чим вищий добовий надій, тим частіше корови заходять на доїння (табл. 2).

**Таблиця 1**

Кратність доїння корів різних лактацій залежно від періоду лактації ( $M \pm m$ ,  $n = 32$ )

| Показники         | 0–100 днів      | 101–200 днів    | 201–305 днів    | Середнє за лактацію |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 1 лактація        | 2,28 $\pm$ 0,07 | 2,37 $\pm$ 0,07 | 1,87 $\pm$ 0,18 | 2,17 $\pm$ 0,24     |
| 2 лактація        | 2,45 $\pm$ 0,11 | 2,36 $\pm$ 0,09 | 1,92 $\pm$ 0,10 | 2,24 $\pm$ 0,22     |
| 3 лактація        | 2,41 $\pm$ 0,06 | 2,34 $\pm$ 0,08 | 1,89 $\pm$ 0,21 | 2,21 $\pm$ 0,21     |
| 4 лактація        | 2,36 $\pm$ 0,09 | 2,30 $\pm$ 0,05 | 1,87 $\pm$ 0,20 | 2,18 $\pm$ 0,32     |
| Середнє по групах | 2,38 $\pm$ 0,08 | 2,34 $\pm$ 0,07 | 1,88 $\pm$ 0,17 | 2,20 $\pm$ 0,06     |

**Таблиця 2**

Кратність доїння корів різних лактацій залежно від продуктивності ( $M \pm m$ ,  $n = 32$ )

| Надій за лактацію | 3550–6500 кг    | 6550–9500 кг    | 9550–12500 кг   | 12550–15500 кг    |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Добові надії      | 10–20 кг        | 21–30 кг        | 31–40 кг        | 41–50 кг          |
| 1 лактація        | 2,12 $\pm$ 0,17 | 2,22 $\pm$ 0,12 | 2,57 $\pm$ 0,15 | 3,00 $\pm$ 0,18** |
| 2 лактація        | 2,64 $\pm$ 0,18 | 2,74 $\pm$ 0,11 | 3,12 $\pm$ 0,14 | 4,10 $\pm$ 0,17** |
| 3 лактація        | 2,38 $\pm$ 0,17 | 2,57 $\pm$ 0,15 | 2,82 $\pm$ 0,11 | 3,34 $\pm$ 0,13** |
| 4 лактація        | 2,22 $\pm$ 0,16 | 2,42 $\pm$ 0,12 | 2,60 $\pm$ 0,14 | 3,10 $\pm$ 0,19** |
| Середнє по групах | 2,34 $\pm$ 0,09 | 2,49 $\pm$ 0,07 | 2,78 $\pm$ 0,18 | 3,39 $\pm$ 0,29   |

Примітка: \*\* –  $P > 0,99$  порівняно з групою із продуктивністю 10–20 кг

Так, корови-первістки за середньодобових надій 10–20 кг заходять на доїння 2,12 раза, а з підвищенням продуктивності від 21 до 30 кг число доїнь збільшується на 0,1 раза. За добових надій 31–40 і 41–50 кг дана потреба зростає відповідно на 0,35 і 0,4 раза.

У тварини другої лактації потреба в доїнні за добової продуктивності 10–20 кг перебуває на рівні 2,64 раза, що на 0,52 раза вище порівняно з коровами-первістками.

Таким чином, отримані результати досліджень свідчать про те, що високопродуктивні корови з надоем 8000 кг за лактацію і вище мають триразову потре-

бу в доїнні у першу половину лактаційної діяльності, а другу – дворазову. Це дозволяє обґрунтувати новий розпорядок дня на фермі залежно від потреби в доїнні високопродуктивних корів.

Встановлено також, що зі збільшенням добової продуктивності скорочується тривалість проміжків між доїннями. Так, при добовому надое корів 10–20 кілограмів середній інтервал між доїннями становить 10,5 години, а при надое 40 кг і вище – 7,3 години. При цьому найбільша тривалість проміжків між доїннями спостерігається у нічний час між вечірнім і ранковим доїннями (табл. 3).

**Таблиця 3**

Середній інтервал між доїннями у корів різних лактацій залежно від продуктивності, годин ( $M \pm m$ ,  $n = 32$ )

| Надій за лактацію | 3550–6500 кг    | 6550–9500 кг    | 9550–12500 кг  | 12550–15500 кг   |
|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| Добові надії      | 10–20 кг        | 21–30 кг        | 31–40 кг       | 41–50 кг         |
| 1 лактація        | 11,5 $\pm$ 0,51 | 10,9 $\pm$ 0,41 | 9,5 $\pm$ 0,42 | 8,1 $\pm$ 0,51** |
| 2 лактація        | 9,3 $\pm$ 0,33  | 8,8 $\pm$ 0,30  | 7,5 $\pm$ 0,51 | 5,8 $\pm$ 0,59** |
| 3 лактація        | 10,1 $\pm$ 0,57 | 9,4 $\pm$ 0,38  | 8,5 $\pm$ 0,38 | 7,2 $\pm$ 0,51** |
| 4 лактація        | 10,9 $\pm$ 0,45 | 10,0 $\pm$ 0,33 | 9,2 $\pm$ 0,59 | 7,9 $\pm$ 0,41** |
| Середнє по групах | 10,5 $\pm$ 0,46 | 9,8 $\pm$ 0,35  | 8,7 $\pm$ 0,47 | 7,3 $\pm$ 0,48** |

Примітка: \*\* –  $P > 0,99$  порівняно з групою із продуктивністю 10–20 кг

## Висновки

Таким чином, проведені дослідження дозволили визначитись у структурі поголів'я корів на роботизованій фермі на 500 корів, встановити кардинальну відмінність нової технології порівняно з традиційною технологією, кратність доїння корів різної лактації залежно від періоду лактації і їхньої продуктивності та тривалість інтервалів між доїннями.

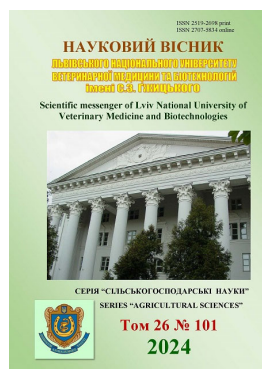
## Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

- Borshch, O. V. (2014). Osoblyvosti doinnia koriv na robotyzovani ustanovtsi. *Visnyk BNAU*, 2, 131–135. URL: [https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/2293/1/osoblyvosti\\_doinna.pdf](https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/2293/1/osoblyvosti_doinna.pdf) (in Ukrainian).
- Cherven, I. I., & Toporova, T. S. (2017). Sutnist ti osoblyvosti innovatsiinykh tekhnolohii v molochnomu skotarstvi. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky*. Mykolaiv, 15, 332–337. URL: <http://global-national.in.ua/archive/15-2017/68.pdf> (in Ukrainian).
- Gargiulo, J. I., Lyons, N. A., & García, S. C. (2022). Optimising profitability and productivity of pasture-based dairy farms with automatic milking systems. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 16(9), 100605. DOI: 10.1016/j.animal.2022.100605.
- Halachmi, I., Shoshani, E., Solomon, R., Maltz, E., & Miron, J. (2009). Feeding soyhulls to high-yielding dairy cows increased milk production, but not milking frequency, in an automatic milking system. *Journal of dairy science*, 92(5), 2317–2325. DOI: 10.3168/jds.2007-0958.
- Köpf, M., Gellrich, K., Küchenhoff, H., Meyer, H. H., & Kliem, H. (2014). Effects of continuous milking during a field trial on productivity, milk protein yield and health in dairy cows. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 8(7), 1130–1138. DOI: 10.1017/S1751731114001062.
- Lutsenko, M. M., & Halai, O. Yu. (2018). Resursozberihaiuchi tekhnolohii vyrobnytstva moloka z vykorystanniam lekhozbirnykh prymishchen ta vysokoproduktyvnykh doilnykh ustanovok. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu vetmedytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Hzhyskoho*, 20(84), 166–170. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnuvmbegn\\_2018\\_20\\_84\\_32](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnuvmbegn_2018_20_84_32) (in Ukrainian).
- Lutsenko, M., & Zvoleiko, D. (2013). Efektyvnist vykorystannia robotyzovanykh system doinnia. *Naukovo-vyrobnychi zhurnal: Tekhnika i tekhnolohii APK*, 5, 13–15 (in Ukrainian).
- McWilliams, C. J., Pereira, M. N., Duffield, T. F., Wood, K. M., & DeVries, T. J. (2024). Effect of glycerol supplementation in early lactation on metabolic health, milking activity, and production of dairy cows in automated milking system herds. *Journal of dairy science*, 107(11), 9360–9378. DOI: 10.3168/jds.2024-24785.
- Novytskyi, A. V. (2016). Ohliad teoretychnykh doslidzen nadiinoho funktsionuvannia skladnykh tekhnichnykh system u tvarynnystvi. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK*, 221–235 (in Ukrainian).
- Odorčić, M., Rasmussen, M. D., Paulrud, C. O., & Bruckmaier, R. M. (2019). Review: Milking machine settings, teat condition and milking efficiency in dairy cows. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 13(S1), s94–s99. DOI: 10.1017/S1751731119000417.
- Palii, A. P. (2016). Doslidzhennia vplyvu doilnykh system na diiky vymeni koriv. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 6–9 (in Ukrainian).
- Palii, A. P., Naumenko, O. A., & Chyhryn, O. A. (2016). Zastosuvannia robotyzovanykh system yak shliakh pidvyshchennia efektyvnosti protsesu otrymannia moloka. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 170, 60–66. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg\\_2016\\_170\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2016_170_11) (in Ukrainian).
- Smoliar, V., & Tiutiunyk, Yu. (2014). I v molochnomu skotarstvi – napriamok na robotyzatsiiu. *Tekhnika i tekhnolohii APK*, 11, 31–35. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titapk\\_2014\\_11\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titapk_2014_11_11) (in Ukrainian).
- Vorobiov, H. (2011). Rozumna ferma. *The Ukrainian Farmer*, 92–93 (in Ukrainian).
- Zvoleiko, D. V. (2016). Vplyv riznykh typiv doilnykh ustanovok na protses molokoviddachi, produktyvnist koriv. *Dys. kand. s.-h. nauk: 06.02.04*. Kharkiv (in Ukrainian).





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10133  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 638.1:638.124, 577.12:546.3

## Transfer coefficients of heavy metals and fatty acid content of total lipids in freshly built beehives in different territories of the Carpathian region

Y. F. Rivis<sup>1</sup>, V. O. Postoienko<sup>2</sup>, B. V. Gutyj<sup>3</sup>, O. I. Stadnytska<sup>1✉</sup>, I. I. Saranchuk<sup>4</sup>, O. Ya. Klym<sup>1</sup>,  
A. V. Shelevach<sup>1</sup>, O. B. Diachenko<sup>1</sup>, O. O. Hopanenko<sup>5</sup>, O. O. Bezalychna<sup>6</sup>, V. M. Yasko<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS of Ukraine, v. Obroshino, Lviv region, Ukraine

<sup>2</sup>NSC “Institute of beekeeping them. P. I. Prokopovich”, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>4</sup>Bukovyna State Agricultural Experimental Station of NAAS of Ukraine, Chernivtsi, Ukraine

<sup>5</sup>Andrei Krupynskyi Lviv Medical Academy, Lviv, Ukraine

<sup>6</sup>Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

### Article info

Received 09.09.2024

Received in revised form

14.10.2024

Accepted 15.10.2024

Institute of Agriculture of  
the Carpathian region of  
the National Academy of  
Agrarian Sciences of Ukraine  
Grushevskogo Str. 5, Obroshino,  
Pustomytovsky District,  
Lviv Region, 81115, Ukraine.  
Tel.: +38-067-747-18-36  
E-mail: stadnytskaolha@ukr.net

NSC “Institute of beekeeping  
them. P. I. Prokopovich”,  
Zabolotnogo Str., 19, Kyiv,  
03680, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Bukovyna State Agricultural  
Experimental Station of  
NAAS of Ukraine,  
Bohdan Kryzhanovskiy Str., 21-A,  
Chernivtsi, 58026, Ukraine.

Andrei Krupynskyi Lviv Medical  
Academy, Doroshenko Str., 70,  
Lviv, 79000, Ukraine.

Odessa State Agrarian University,  
Panteleymonivska Str., 13,  
Odessa, 65012, Ukraine.

**Rivis, Y. F., Postoienko, V. O., Gutyj, B. V., Stadnytska, O. I., Saranchuk, I. I., Klym, O. Ya., Shelevach, A. V., Diachenko, O. B., Hopanenko, O. O., Bezalychna, O. O., & Yasko, V. M. (2024). Transfer coefficients of heavy metals and fatty acid content of total lipids in freshly built beehives in different territories of the Carpathian region. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 210–216. doi: 10.32718/nvlvet-a10133**

In the literature, there is only fragmentary data on the content of heavy metals and certain forms of fatty acids in freshly built bee combs (tongues) in different territories of the Carpathian region. The work aimed to determine the transfer coefficients of heavy metals from bee combs and abdominal tissues to bee combs and the fatty acid content of total lipids in freshly built bee combs (tongues) in different territories of the Carpathian region. Experimental apiaries of clinically healthy honey bees of the Carpathian breed were selected based on private apiary farms in the mountain, foothills, and forest-steppe territories of the Lviv region. The content of heavy metals in bee pollen, abdominal tissues of honey bees, and freshly built bee combs were studied to determine the transition coefficients. The content of heavy metals in selected samples of bee pollen, abdominal tissues of honey bees, and freshly built bee combs was determined using an atomic absorption spectrophotometer, and the fatty acids of total lipids in the combs were determined using a gas-liquid chromatographic apparatus. It was established that in the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe territories of the Carpathian region, the content of Ferrum, Zinc, Cuprum, Cobalt, Chromium, Nicol, Plumbum, and Cadmium in bee pollen (pollen), tissues of the abdomen of honey bees and in freshly built bee combs increases (tongues). In the above direction, the transfer coefficients of Ferrum, Zinc, Copper, Chromium, Nicol, and especially Plumbum and Cadmium from bee pollen to bee combs increase strongly; Ferrum, Zinc, Cobalt, Nicol and especially Lead and Cadmium from abdominal tissues. The total content of esterified forms of fatty acids in bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and especially the forest-steppe area of the Carpathian region is lower than in combs selected from beehives located in the mountainous area. The content of fatty acids of total lipids, which are characterized by antimicrobial activity, in freshly built bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to combs selected from beehives located in the mountainous area, is lower. Freshly built bee combs (tongues) can be bioindicators of the ecological state of the environment. In the future, it is necessary to establish the wax productivity of worker bees in different territories of the Carpathian region and search for ways to obtain high-quality honey in the above region.

**Key words:** different territories of the Carpathian region, worker bees, the content of heavy metals and fatty acids of total lipids in freshly built bee hives.

# Коефіцієнти переходу важких металів та вміст жирних кислот загальних ліпідів у свіжопобудованих бджолиних стільниках на різних територіях Карпатського регіону

Й. Ф. Рівіс<sup>1</sup>, В. О. Постоєнко<sup>2</sup>, Б. В. Гутий<sup>3</sup>, О. І. Стадницька<sup>1✉</sup>, І. І. Саранчук<sup>4</sup>, О. Я. Клим<sup>1</sup>,  
А. В. Шелевач<sup>1</sup>, О. Б. Дяченко<sup>1</sup>, О. О. Гопаненко<sup>5</sup>, О. О. Безалтична<sup>6</sup>, В. М. Ясько<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, с. Оброшине, Львівська область, Україна

<sup>2</sup>ННЦ “Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича НААН”, м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>4</sup>Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція ІСГКР НААН, м. Чернівці, Україна

<sup>5</sup>ВНКЗ ЛОР “Львівська медична академія імені Андрея Крупинського”, м. Львів, Україна

<sup>6</sup>Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

У літературі є тільки фрагментарні дані щодо вмісту важких металів і окремих форм жирних кислот у свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках) на різних територіях Карпатського регіону. Метою роботи було визначити коефіцієнти переходу важких металів із бджолиного обніжжя та тканин черевця в бджолині стільники та вміст жирних кислот загальних ліпідів у свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках) на різних територіях Карпатського регіону. Піддослідні пасіки клінічно здорових медоносних бджіл породи карпатська, були підібрані на базі приватних пасічних господарств гірської, передгірної та лісостепової територій Львівської області. Для визначення коефіцієнтів переходу досліджувався вміст важких металів у бджолиному обніжжі, тканинах черевця медоносних бджіл і в свіжопобудованих бджолиних стільниках. Вміст важких металів у відібраних зразках бджолиного обніжжя, тканинах черевця медоносних бджіл і в свіжопобудованих бджолиних стільниках визначався на атомно-абсорбційному спектрофотометрі, а жирних кислот загальних ліпідів в стільниках – на газорідному хроматографічному апараті. Встановлено, що в напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової територій Карпатського регіону зростає вміст Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту, Хрому, Нікелю, Плюмбуму та Кадмію в бджолиному обніжжі (пилку рослин), тканинах черевця медоносних бджіл і в свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках). У наведеному вище напрямку сильно зростають коефіцієнти переходу Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Нікелю та особливо Плюмбуму й Кадмію з бджолиного обніжжя в бджолині стільники; Феруму, Цинку, Кобальту, Нікелю та особливо Плюмбуму й Кадмію з тканин черевця. Загальний вміст естерифікованих форм жирних кислот у бджолиних стільниках (язиках), отриманих з вуликів, розміщених на передгірній та особливо лісостеповій території Карпатського регіону, порівняно з стільниками, відібраних з вуликів, розміщених на гірській території, є менший. Вміст жирних кислот загальних ліпідів, котрим властива антимікробна активність, в свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках), отриманих з вуликів, розміщених на передгірній та лісостеповій територіях Карпатського регіону, порівняно з стільниками, відібраними з вуликів, розміщених на гірській території, є менший. Свіжопобудовані бджолині стільники (язики) можуть бути біоіндикаторами екологічного стану довкілля. У подальшому необхідно встановити воскову продуктивність робочих бджіл на різних територіях Карпатського регіону та провести пошуки шляхів отримання високоякісних медів у наведеному вище регіоні.

**Ключові слова:** різні території Карпатського регіону, робочі бджоли, вміст важких металів і жирних кислот загальних ліпідів у свіжопобудованих бджолиних стільниках.

## Introduction

Beeswax is produced by special wax glands on the bee's abdomen (Zhohlo et al., 1996; Griffin & Niebergall, 1999). Through the tiny pores of the glands, the wax is released to the outside, where it hardens in the form of miniature wax disks (hard wax mirrors). On the last four abdominal half-rings of the worker bee, bare body parts with a shiny surface are visible. They are called wax mirrors and serve as a place for accumulating a thin layer of wax in the form of plates during the functioning of the glands. Wax is secreted only by young worker bees (the age of individuals does not exceed 20 days), which stopped consuming royal jelly and began to eat large quantities of bee pollen and fresh honey (Hepburn et al., 1991). Such nutrition contributes to the accumulation of many nutrients and enzymes in the body of bees. Adult bees are unable to synthesize wax (Hepburn et al., 1991).

The primary purpose of the wax created by the bee family is the construction of honeycombs (Bogdanov, 2015). After the substance secreted by the glands turns into dense plates on the insect's abdomen, the bees use the resulting wax mirrors to arrange the hive. At the same

time, bees build nests and honeycombs from synthetic wax in the form of two-sided hexagonal cells with the bottom facing each other (Harman, 2019). Beeswax in a freshly built honeycomb is white (Coppock, 2021).

Beeswax consists of complex esters (in this case, esters) of monobasic fatty acids, which have from 8 to 24 carbon atoms in their chain, and higher monoatomic alcohols, which already have from 22 to 32 carbon atoms in their chain (Hepburn et al., 1991; Hepburn et al., 2014; Kastratović, 2022). Moreover, the main component of beeswax is an ester of palmitic acid (which has 16 carbon atoms in its chain) and myric alcohol (which has 30 carbon atoms in its chain) (Roy, 2024). Beeswax mainly contains esters of monobasic fatty acids and higher monoatomic alcohols. Wax esters have strong, water-repellent properties (Fakhreddin Hosseini et al., 2023).

Esters of high-atom cholesterol alcohol and long-chain fatty acids in beeswax occupy a small share (Finley & deMan, 2018). The presence of cholesterol esters in beeswax indicates that the bee body has a powerful influence on the synthetic processes in the wax glands (Xu et al., 2024). However, this does not exclude a robust concomitant influence of feed components, particularly per-

ga, honey, and especially bee pollen, on the synthesis of beeswax (Fedak, 2022). This is confirmed by the fact that the already mentioned higher monoatomic alcohols do not enter the body of bees with food but must be synthesized anew from feed sugars (Furse et al., 2023).

Data from the literature also indicate that beeswax contains a certain amount of non-esterified forms of fatty acids (Hepburn et al., 2014). Due to these acids, waxes can bind ions of heavy metals like copper, Chromium, zinc, Ferrum, etc. In this case, there is a process of formation of anionic forms of fatty acids.

Waxes belong to relatively very stable compounds, although, like fats, they can undergo hydrolysis (Kastratović, 2022; Krendlinger, 2023). Compared to fats, waxes are richer in Carbon (80–82 %) and Hydrogen (13–14 %) and, therefore, contain less Oxygen (4–7 %) (Mekhed et al., 2013).

The quality indicators of the wax strongly depend on the region and the forage of the bees. The best wax is produced in steppe areas (Mischenko et al., 2019). Bee honey, compared to sugar syrup, has a much better effect on the quality indicators of wax (Fedak, 2022). At the same time, the best indicators of the development of cells of the wax-secreting gland were found in the group of bees that consumed bee honey, primarily rapeseed.

3.5 kg of honey and some perga are used by bees to produce 1 kg of wax (Brovarskyi et al., 2013).

### Aim of the research

The work aimed to determine the transfer coefficients of heavy metals from bee combs and abdominal tissues to bee combs and the content of fatty acids and total lipids in freshly built bee combs (tongues) in different territories of the Carpathian region.

## Materials and Methods

Experimental apiaries of clinically healthy honey bees of the Carpathian breed were selected based on private apiary farms in the mountain (Slavsko village of Stryi district), foothills (Nizhnya Stynava village of Stryi district) and forest-steppe (Myklashiv village of Lviv district) territories of Lviv region. Ferrum, Zinc, Cuprum, Cobalt, Chromium, Nickel, Lead, and Cadmium content in bee honey, abdominal tissues of honey bees, and freshly built bee combs (tongues) were studied to determine the transition coefficients. The content of heavy metals in selected samples of bee pollen (pollen), abdominal tissues of honey bees, and freshly built bee combs (tongues) was determined using an atomic absorption spectrophotometer (Vlizlo et al., 2012), and fatty acids of total lipids in cells – on a gas-liquid chromatographic apparatus (Rivis et al., 2022). The research results were processed using a statistical method.

## Results and discussion

It has been established that the content of Ferrum, Zinc, Copper, Cobalt, Chromium, Nicol, Plumbum, and Cadmium increases in the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe territories of the Carpathian region in bee pollen (plant pollen), the tissues of the abdomen of honey bees and in freshly built bee combs (tongues). At the same time, in the above direction, the transfer coefficients of Ferrum, Zinc, Copper, Chromium, Nickel, and especially Lead and Cadmium from bee pollen are increasing strongly Ferrum Zinc, Cobalt, Nicol, and Lead Cadmium. It is interesting to note that Chromium's transition rate from bee pollen to bee combs is significantly reduced in the above direction. It should be noted that the transition coefficient of Chromium from the tissues of the abdomen to the bee comb is high only in the foothills of the Carpathian region because, already in the forest-steppe territory, this transition coefficient does not increase. The above indicates that bee pollen through the alimentary canal and its wall and further through the lymph strongly influences transfer coefficients and the content of heavy metals in bee combs.

**Table 1**

The content of heavy metals, including toxic ones, in bee pollen (plant pollen) in different territories of the Carpathian region,  $\text{g} \cdot 10^{-3} / \text{kg}$  of air-dry mass ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

| Metal and its symbol | Territories of the Carpathian region |                     |                        |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|
|                      | Mountain                             | foothills           | Forest-steppe          |
| Ferrum, Fe           | $33.52 \pm 0.830$                    | $37.11 \pm 0.781^*$ | $43.39 \pm 2.253^{**}$ |
| Zinc, Zn             | $34.39 \pm 1.91$                     | $39.20 \pm 0.900^*$ | $42.72 \pm 0.872^{**}$ |
| Cuprum, Cu           | $2.01 \pm 0.089$                     | $3.02 \pm 0.169^*$  | $4.20 \pm 0.170^{***}$ |
| Cobalt, Co           | $1.01 \pm 0.029$                     | $1.14 \pm 0.050^*$  | $1.44 \pm 0.112^{***}$ |
| Chrome, Cr           | $4.10 \pm 0.177$                     | $5.02 \pm 0.180^*$  | $6.68 \pm 0.149^{***}$ |
| Nicole, Ni           | $0.58 \pm 0.015$                     | $0.65 \pm 0.015^*$  | $0.74 \pm 0.023^{**}$  |
| Lead, Pb             | $0.12 \pm 0.007$                     | $0.18 \pm 0.009^*$  | $0.26 \pm 0.012^{**}$  |
| Cadmium, Cd          | $0.04 \pm 0.003$                     | $0.07 \pm 0.007^*$  | $0.10 \pm 0.009^{**}$  |

Note. Here and further, the differences are probably compared to the mountainous territory: \* –  $P < 0.05$ – $0.02$ ; \*\* –  $P < 0.01$ ; \*\*\* –  $P < 0.001$

**Table 2**

The content of heavy metals, including toxic ones, in the abdominal tissues of honey bees in different territories of the Carpathian region,  $\text{g} \cdot 10^{-3}/\text{kg}$  raw weight ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

| Metal and its symbol | Territories of the Carpathian region |                         |                          |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                      | Mountain                             | foothills               | Forest-steppe            |
| Ferrum, Fe           | $46.48 \pm 1.046$                    | $63.72 \pm 1.220^{***}$ | $77.03 \pm 1.630^{***}$  |
| Zinc, Zn             | $77.08 \pm 1.190$                    | $91.32 \pm 1.536^{**}$  | $104.24 \pm 2.060^{***}$ |
| Cuprum, Cu           | $0.34 \pm 0.012$                     | $0.47 \pm 0.014^{**}$   | $0.59 \pm 0.014^{***}$   |
| Cobalt, Co           | $0.31 \pm 0.009$                     | $0.36 \pm 0.014^*$      | $0.43 \pm 0.017^{**}$    |
| Chrome, Cr           | $2.43 \pm 0.070$                     | $3.12 \pm 0.082^*$      | $3.78 \pm 0.112^{**}$    |
| Nicole, Ni           | $2.43 \pm 0.035$                     | $3.40 \pm 0.067^{***}$  | $4.13 \pm 0.059^{***}$   |
| Lead, Pb             | $0.88 \pm 0.035$                     | $1.21 \pm 0.038^{**}$   | $1.50 \pm 0.046^{***}$   |
| Cadmium, Cd          | $0.09 \pm 0.009$                     | $0.16 \pm 0.006^{**}$   | $0.21 \pm 0.012^{**}$    |

**Table 3**

The content of heavy metals, including toxic ones, in bee combs (tongues) in different territories of the Carpathian region,  $\text{g} \cdot 10^{-3}/\text{kg}$  natural mass ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

| Metal and its symbol | Territories of the Carpathian region |                       |                       |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                      | Mountain                             | foothills             | Forest-steppe         |
| Ferrum, Fe           | $21.31 \pm 0.425$                    | $41.02 \pm 2.682^*$   | $84.11 \pm 2.523^*$   |
| Zinc, Zn             | $2.13 \pm 0.125$                     | $5.01 \pm 0.158^{**}$ | $8.10 \pm 0.255^{**}$ |
| Cuprum, Cu           | $0.06 \pm 0.005$                     | $0.12 \pm 0.003^{**}$ | $0.15 \pm 0.006^{**}$ |
| Cobalt, Co           | $0.03 \pm 0.003$                     | $0.12 \pm 0.006^{**}$ | $0.18 \pm 0.003^{**}$ |
| Chrome, Cr           | $0.85 \pm 0.010$                     | $1.19 \pm 0.035^{**}$ | $1.36 \pm 0.023^{**}$ |
| Nicole, Ni           | $0.32 \pm 0.005$                     | $0.53 \pm 0.020^*$    | $0.75 \pm 0.020^{**}$ |
| Lead, Pb             | $0.42 \pm 0.003$                     | $0.64 \pm 0.025^*$    | $0.94 \pm 0.047^{**}$ |
| Cadmium, Cd          | $0.02 \pm 0.047$                     | $0.05 \pm 0.073^*$    | $0.07 \pm 0.006^*$    |

**Table 4**

Transfer coefficients of heavy metals, including toxic ones, from bee pollen to bee combs (tongues)

| Heavy metals and their symbol | Territories of the Carpathian region |           |               |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------|---------------|
|                               | Mountain                             | foothills | Forest-steppe |
| Ferrum, Fe                    | 0.640                                | 1.112     | 2.020         |
| Zinc, Zn                      | 0.062                                | 0.160     | 0.170         |
| Cuprum, Cu                    | 0.030                                | 0.040     | 0.100         |
| Cobalt, Co                    | 0.079                                | 0.105     | 0.125         |
| Chrome, Cr                    | 0.350                                | 0.237     | 0.204         |
| Nicole, Ni                    | 0.637                                | 0.815     | 1.014         |
| Lead, Pb                      | 0.325                                | 3.556     | 3.615         |
| Cadmium, Cd                   | 0.200                                | 0.571     | 0.700         |

**Table 5**

Transfer coefficients of heavy metals, including toxic ones, from the tissues of the abdomen of bees to bee combs (tongues)

| Heavy metals and their symbol | Territories of the Carpathian region |           |               |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------|---------------|
|                               | Mountain                             | foothills | Forest-steppe |
| Ferrum, Fe                    | 0.458                                | 0.644     | 1.092         |
| Zinc, Zn                      | 0.028                                | 0.055     | 0.078         |
| Cuprum, Cu                    | 0.176                                | 0.255     | 0.254         |
| Cobalt, Co                    | 0.097                                | 0.333     | 0.343         |
| Chrome, Cr                    | 0.132                                | 0.381     | 0.360         |
| Nicole, Ni                    | 0.132                                | 0.156     | 0.182         |
| Lead, Pb                      | 0.477                                | 0.529     | 0.627         |
| Cadmium, Cd                   | 0.222                                | 0.323     | 0.333         |

Bee combs are built by very young worker bees, only one and a half to two weeks old, and feed on bee honey and honey. Moreover, bee pollen has a more significant effect on the activity of the wax-synthesizing glands of young worker bees than honey (Fedak, 2022). These data

answer where heavy metals, including toxic lead and cadmium, come from in freshly built honeycombs.

The following should be noted. Ferum, Nicol, and Plumbum have high transition coefficients from bee pollen to bee combs: medium – Zinc, Cobalt, Chromium, and Cadmium; low – Cuprum. Plumbum, especially Ferum,



has high transition coefficients from abdominal tissues to bee combs; medium – copper, cobalt, Chromium, nickel, and cadmium; and low-zinc. The bee's body can regulate the interstitial transfer of heavy metals. The following facts confirm this. High coefficients of transition from bee honey and abdominal tissues to Ferum, Nicola, and especially Plumbum bee combs may indicate that the bee's body can, in this way, free itself to some extent from the mineral elements it needs less. In bee combs, low or medium transfer coefficients of the most probiotic mineral elements, zinc, copper, and cobalt, may indicate that they are unnecessary in wax.

The high level of heavy metals in bee combs obtained from hives located in the foothills and especially forest-steppe areas of the Carpathian region is a consequence of its urbanization and industrialization. Therefore, the content of heavy metals in freshly built beehives (tongues) can indicate technogenic pollution of the territory. In general, bee pollen, honey bee tissues, and freshly built bee combs (tongues) can be bioindicators of the ecological state of the environment.

It was established that in bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to honeycombs selected from beehives located in the mountainous area, the content of fatty acids of total lipids changes, which affects their physical properties, antibacterial and antifungal activity (Guimarães & Venâncio, 2022). In particular, it was established that the intensity of the artificial load on the environment affects the fatty acid content of total lipids in freshly built bee combs (Table 6). Thus, the total content of fatty acids and lipids in bee combs obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to combs selected from beehives located in mountainous areas, is lower. The lowest content of fatty acids in total lipids was found in bee combs obtained from beehives in the Carpathian region's forest-steppe territory (545.07 g/kg of natural weight). The content of fatty acids of total lipids found in bee combs obtained from beehives located in the foothills of the Carpathian region was 620.62 g/kg of natural weight, while in the mountains – 764.18 g/kg of natural weight.

**Table 6**

The fatty acid content of total lipids in bee combs (tongues) in different territories of the Carpathian region, g/kg natural weight ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

| Fatty acids and their code | Territories of the Carpathian region |                       |                         |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                            | Mountain                             | foothills             | Forest-steppe           |
| Caprylic, 8:0              | $5.82 \pm 0.108$                     | $3.89 \pm 0.231^*$    | $2.94 \pm 0.248^{**}$   |
| Capric, 10:0               | $2.71 \pm 0.159$                     | $1.14 \pm 0.058^*$    | $0.59 \pm 0.034^{**}$   |
| Lauric, 12:0               | $3.35 \pm 0.050$                     | $1.12 \pm 0.065^{**}$ | $0.61 \pm 0.024^{**}$   |
| Myristic, 14:0             | $3.60 \pm 0.312$                     | $1.83 \pm 0.051^*$    | $1.23 \pm 0.067^*$      |
| Pentadecanoic, 15:0        | $24.48 \pm 1.628$                    | $18.64 \pm 1.832^*$   | $17.47 \pm 3.222^{**}$  |
| Palmitic, 16:0             | $230.14 \pm 1.560$                   | $186.38 \pm 3.128^*$  | $163.38 \pm 1.861^*$    |
| Palmitoleic, 16:1          | $5.84 \pm 0.229$                     | $3.12 \pm 0.039^*$    | $2.60 \pm 0.044^{**}$   |
| Stearic, 18:0              | $52.52 \pm 2.221$                    | $36.67 \pm 1.987^*$   | $35.68 \pm 1.485$       |
| Oleic, 18:1                | $182.48 \pm 3.700$                   | $132.70 \pm 0.514^*$  | $114.90 \pm 0.514^{**}$ |
| Linoleic, 18:2             | $22.14 \pm 0.032$                    | $12.74 \pm 0.688^*$   | $9.27 \pm 0.402^{**}$   |
| Linolenic, 18:3            | $231.10 \pm 9.030$                   | $222.39 \pm 8.221^*$  | $196.40 \pm 8.542^*$    |

A decrease in the content of fatty acids of total lipids in freshly built bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to bee combs (tongues) obtained from mountain hives, is accompanied by a decrease in the ratio of saturated fatty acids to unsaturated fatty acids of acids (respectively 0.67 and 0.69 against 0.73), which is connected with the protective function of bee combs in the direction of its strengthening. It can be concluded that the above processes occur in honey bees' wax glands.

The decrease in the content of polyunsaturated fatty acids in freshly built bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to bee combs (tongues) obtained from mountain hives, is accompanied by a substantial decrease in the ratio of polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$  family -6 to polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$ -3 family (respectively 0.06 and 0.05 versus 0.10), which is related to the protective function of bee combs in the direction of its strengthening. It can be concluded that the above processes occur in honey bees' wax glands.

Caprylic, capric, lauric, myristic, pentadecanoic, palmitoleic, oleic, linoleic, and linolenic acids show the most pronounced antibacterial and antifungal activity (Yoon et al., 2018). The antimicrobial activity of saturated fatty acids in bee combs is due to the low concentration of hydrogen ions in them and the ability of unsaturated fatty acids to affect the cell membranes of bacteria and fungi because their high content of double bonds is unfavorable for the existence of microorganisms under the normal osmotic pressure of the surrounding environment (Casillas-Vargas et al., 2021). It was recorded that the intensity of technogenic load on the environment significantly affects the total concentration of the above fatty acids and total lipids in bee combs (tongues). Thus, their total content in bee combs obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to combs selected from beehives located in the mountainous area, decreases (respectively, 397.52 and 346.01 versus 481.52 g/kg natural weight).

It was found that the intensity of technogenic load on the environment has a significant effect on the total content of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids

of total lipids, which exhibit maximum antibacterial and antifungal activity, in freshly built bee combs (Casillas-Vargas et al., 2021). Thus, the total content of non-esterified forms of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to combs selected from beehives located in the mountainous area, is lower (respectively 370, 95 and 323.17 against 346.01 g/kg of natural weight). Their content decreases the most in beehives obtained from hives in the Carpathian region's forest-steppe territory.

Table 6 shows that in freshly built bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to combs selected from beehives located in the mountainous area, the content of such saturated fatty acids of total lipids probably decreases, such as caprylic, capric, lauric, myristic, palmitic, and stearic, such monounsaturated fatty acids as palmitoleic and oleic, and such polyunsaturated fatty acids as linoleic and linolenic.

Fatty acids of waxes can bind heavy metals, primarily divalent ones (de Carvalho & Caramujo, 2018). Moreover, non-esterified forms of long-chain fatty acids (18 or more carbon atoms in the chain) have the maximum ability to bind heavy metals (Blanco et al., 2019; Mischenko et al., 2019). The binding of fatty acids to heavy metals occurs in honey bees' wax glands (Hu et al., 2017). At the same time, anionic forms of fatty acids are formed (Blanco et al., 2019).

It was discovered a long time ago that natural wax has antimicrobial, including bactericidal, properties (Fratini et al., 2016). Thanks to the wax, the processes of rotting and molding pollen and other food reserves are not observed in the hives. Wax acts as a preservative (Fakhreddin Hosseini et al., 2023). Without bee wax, the family will be unable to save food reserves for the winter and die.

The content of caprylic, capric, lauric, myristic, palmitoleic, oleic, linoleic, and linolenic fatty acids in total lipids, which have antibacterial and antifungal activity. The maximum antibacterial and antifungal activity is shown by monounsaturated (palmitoleic and oleic) and especially polyunsaturated (linoleic and linolenic) fatty acids (Kacániová et al., 2012; Coraça-Huber et al., 2021) and antimicrobial activity (Mirbagheri Firoozabad & Mohammadi Nasr, 2022).

All over the world, the search for means of bioindication of the ecological state of the environment is underway (Didukh, 2012). We have established that freshly built bee combs (tongues) fully meet these requirements.

## Conclusions

In the direction from the mountain to the foothills and further to the forest-steppe territories of the Carpathian region, the content of Ferrum, Zinc, Cuprum, Cobalt, Chromium, Nickel, Plumbum, and Cadmium increases in bee pollen (plant pollen), tissues of the abdomen of honey bees and in freshly built bee combs (tongues). In the above direction, the coefficients of transition of Ferrum, Zinc, Copper, Chromium, Nicol, and especially Plumbum and Cadmium from bee pollen to bee combs increase

strongly; Ferrum, Zinc, Cobalt, Nicol, and especially Lead and Cadmium from abdominal tissues. The total content of esterified forms of fatty acids in bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and especially the forest-steppe area of the Carpathian region is lower than in combs selected from beehives located in the mountainous area. The content of fatty acids of total lipids, which are characterized by antimicrobial activity, in freshly built bee combs (tongues) obtained from beehives located in the foothills and forest-steppe areas of the Carpathian region, compared to combs selected from beehives located in the mountainous area, is lower. Freshly built bee combs (tongues) can be bioindicators of the ecological state of the environment. In the future, it is necessary to establish the wax productivity of worker bees in different territories of the Carpathian region and search for ways to obtain high-quality honey in the above region.

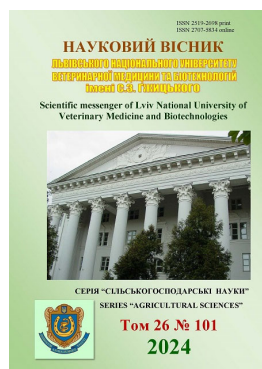
## Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

## References

- Agyemang, B., Grabulos, J., Hubert, O., Bourlieu, C., Nigen, M., Lebrun, M., Coffigniez, F., Guillard, V., & Brat, P. (2022). Properties of beeswax antifungal coatings obtained by high pressure homogenisation and their application for preserving bananas during storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(4), 5349–5356. DOI: 10.1111/ijfs.15865.
- Blanco, D., Rivera, N., Oulego, P., & Díaz, M. (2019). Novel fatty acid anion-based ionic liquids: Contact angle, surface tension, polarity fraction and spreading parameter. *Journal of Molecular Liquids*, 288, 95–110. DOI: 10.1016/j.molliq.2019.110995.
- Bogdanov, S. (2015). Beeswax: Quality issues today. *Bee World*, 85(3), 46–50. DOI: 10.1080/0005772X.2004.11099623.
- Brovarskyi, V. D., Losiev, O. M., & Holovetskyi, I. I. (2013). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii bdzhilnytstva*. Kyiv (in Ukrainian).
- Casillas-Vargas, G., Ocasio-Malavé, C., Medina, S., Morales-Guzmán, C., Del Valle, R. G., Carballeira, N. M., & Sanabria-Ríos, D. J. (2021). Antibacterial fatty acids: An update of possible mechanisms of action and implications in the development of the next-generation of antibacterial agents. *Progress in lipid research*, 82, 101093. DOI: 10.1016/j.plipres.2021.101093.
- Coppock, R. W. (2021). Bee products as nutraceuticals for bees. *Nutraceuticals*, 813–833. DOI: 10.1016/B978-0-12-821038-3.00047-1.
- Coraça-Huber, D. C., Steixner, S., Wurm, A., & Nogler, M. (2021). Antibacterial and Anti-Biofilm Activity of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids against Periprosthetic Joint Infections-Isolated Multi-Drug Resistant Strains. *Biomedicine*, 9, 334. DOI: 10.3390/biomedicine9040334.
- de Carvalho, C. C. C. R., & Caramujo, M. J. (2018). The Various Roles of Fatty Acids. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(10), 2583. DOI: 10.3390/molecules23102583.

- Didukh, Ya. P. (2012). *Osnovy bioindykatsii*. Kyiv: Naukova dumka (in Ukrainian).
- Fakhreddin Hosseini, S., Mousavi, Z., & Julian McClements, D. J. (2023). Beeswax: A review on the recent progress in the development of superhydrophobic films/coatings and their applications in fruits preservation. *Food Chemistry*, 424, 1369–1404. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.136404.
- Fedak, V. V. (2022). Vplyv yakosti kormu na pokaznyky rozvytku voskovydilnoi zalozy v medonosnykh bdzhil (*Apis mellifera* L.). *Bdzhilnytstvo Ukrainy*, 9(15), 109–113 (in Ukrainian).
- Finley, J. W., & deMan, J. M. (2018). Lipids. In: *Principles of Food Chemistry*. Food Science Text Series. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-63607-8\_2.
- Fratini, F., Cilia, G., Turchi, B., & Felicioli, A. (2016). Beeswax: A minireview of its antimicrobial activity and its application in medicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(9), 839–843. DOI: 10.1016/j.apjtm.2016.07.003.
- Furse, S., Koch, H., Wright, G. A., & Stevenson, P. C. (2023). Sterol and lipid metabolism in bees. *Metabolomics : Official journal of the Metabolomic Society*, 19(9), 78. DOI: 10.1007/s11306-023-02039-1.
- Griffin, E. N., & Niebergall, P. J. (1999). Release kinetics of a controlled-release multiparticulate dosage form prepared using a hot-melt fluid bed coating method. *Pharmaceutical development and technology*, 4(1), 117–124. DOI: 10.1080/10837459908984231.
- Guimarães, A., & Venâncio, A. (2022). The Potential of Fatty Acids and Their Derivatives as Antifungal Agents: A Review. *Toxins*, 14(3), 188. DOI: 10.3390/toxins14030188.
- Harman, A. (2019). Beeswax. In: Starr, C. (eds) *Encyclopedia of Social Insects*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-90306-4\_173-1.
- Hepburn, H., Bernard, R., Davidson, B., Muller, W., Lloyd, P. Kurstjens, S.P., & Vincent, S. L. (1991). Synthesis and secretion of beeswax in honeybees. *Apidologie*, 22, 21–36. DOI: 10.1051/apido:19910104.
- Hepburn, H., Pirk, C., & Duangphakdee, O. (2014). Conversion of Wax Scales into Comb Wax. In: *Honeybee Nests*. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-54328-9\_13.
- Hu, F. L., Bíliková, K., Casabianca, H., Daniele, G., Salmen Espindola, F., Feng, M., & Zhou, J. H. (2017). Standard methods for *Apis mellifera* royal jelly research. *Journal of Apicultural Research*, 58(2), 1–68. DOI: 10.1080/00218839.2017.1286003.
- Kacániová, M., Vukovic, N., Chlebo, R., Haščík, P., Rovná, K., Cubon, J., Džugan, M., & Pasternakiewicz, A. (2012). The antimicrobial activity of honey, bee pollen loads and beeswax from Slovakia. *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, 64(3), 927–934. DOI: 10.2298/ABS1203927K.
- Kastratović, V. (2022). Some aspects of beeswax hydrolysis. *Agriculture and Forestry*, 68(4), 79–88. DOI: 10.17707/AgricultForest.68.4.07.
- Krendlinger, E. (2023). Waxes. In book: *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 1–28. DOI: 10.1002/0471238961.2301240503152020.a01.pub3.
- Mekhed, O. B., Yakovenko, B. V., & Tretiak, O. P. (2013). *Bioorganichna khimiia*. Chernihiv: Chernihivskiy natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni T. H. Shevchenka. 2013. 208 c. URL: <https://epub.chnpu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6389/1/Біоорганічна%20хімія%20Навчальний%20посібник.pdf> (in Ukrainian).
- Mirbagheri Firoozabad, M. S., & Mohammadi Nasr, M. (2022). Antimicrobial activities of microbial essential fatty acid against foodborne pathogenic bacteria. *Iranian journal of microbiology*, 14(2), 214–218. DOI: 10.18502/ijm.v14i2.9190.
- Mischenko, O., Lytvynenko, O., & Kryvoruchko, D. (2019). The effect of feeding bees for the production of wax. *Visnyk agrarnoi nauky*, 98(3), 45–49. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-06.
- Rai, P. K., Lee, S. S., Zhang, M., Tsang, Y. F., & Kim, K. H. (2019). Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment international*, 125, 365–385. DOI: 10.1016/j.envint.2019.01.067.
- Rivis, Y., Zaborski, D., Guttyj, B., Hopanenko, O., Diachenko, O., Stadnytska, O., Klym, O., Saranchuk, I., Bratyuk, V., & Fedak, V. (2022). Quantitative and simultaneous gas chromatographic determination of various forms long-chain fatty acids in biological material. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 65(2), 24–29. URL: [https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2022/issue\\_2/Art3.pdf](https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_2/Art3.pdf).
- Roy, D. (2024). *Applied chemistry for the health sciences*. American River College.
- Vlizio, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B. ta in. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvi ta veterinaryarnii medytsyni*. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Xu, R., Ma, B., Yang, Y., Dong, X., Li, J., Xu, X., & Fang, Y. (2024). Proteome-metabolome profiling of wax gland complex reveals functional changes in honeybee, *Apis mellifera* L. *iScience*, 27(3), 109279. DOI: 10.1016/j.isci.2024.109279.
- Yoon, B. K., Jackman, J. A., Valle-González, E. R., & Cho, N. J. (2018). Antibacterial Free Fatty Acids and Monoglycerides: Biological Activities, Experimental Testing, and Therapeutic Applications. *International journal of molecular sciences*, 19(4), 1114. DOI: 10.3390/ijms19041114.
- Zhohlo, F., Vozniak, V., Popovych, V. ta in. (1996). *Dopomizhni rehovyny ta yikh zastosuvannya v tekhnolohii likarskykh form*. Lviv (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10134  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.084.4242+085.2

## Biomass increase of *Spirulina platensis* as a feed additive with different doses of sulfur in the nutrient environment

Y. V. Hryhorash, S. V. Merzlov✉

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 16.09.2024  
Received in revised form  
17.10.2024  
Accepted 18.10.2024

Bila Tserkva National Agrarian  
University, 8/1 Soborna sq.,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-096-901-31-99  
E-mail: merzlovagv@ukr.net

**Hryhorash, Y. V., & Merzlov, S. V. (2024). Biomass increase of *Spirulina platensis* as a feed additive with different doses of sulfur in the nutrient environment. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 217–222. doi: 10.32718/nvlvet-a10134**

*Spirulina* biomass is a renewable resource that can be cultivated on cheap nutrient media and used as a feed supplement for animal and poultry diets. It contains many complete proteins, vitamins, trace elements, and other biologically active substances. The nutrient medium for growing spirulina contains many macro-elements and micro-elements. Sulfur is essential for algae. This element is very important in nitrogen anabolism and protein and chlorophyll synthesis. The issue of the effectiveness of using increased doses of Sulfur and its various sources as part of the nutrient medium for spirulina remains insufficiently researched. The work aimed to study different doses of Sulfur in purified, alimentary form and in the form of Glauber's salt to increase spirulina biomass and the total protein and chlorophyll content in its biomass. Four groups of phytoreactors were formed for research. Zarruk nutrient medium with standard sulfur content was placed in the phytoreactors in the control room. Additional purified alimentary Sulfur was added to the nutrient medium from the I, II, and III research groups to bring the level of the element in the medium, respectively, to the level of 250.0; 300.0 and 350.0 mg/dm<sup>3</sup> (I series of experiments). In the II series of experiments in the I, II, and III experimental groups, the Sulfur content in the nutrient medium was brought to the level of 250.0, 300.0, and 350.0 mg/dm<sup>3</sup> using Glauber's salt. During the experiment, the optical density of the nutrient medium with spirulina and the content of total protein and chlorophyll in the biomass of spirulina were determined. During the first series of studies, it was established that the intensity of the increase in spirulina biomass depended on the concentration of Sulfur in the nutrient medium. The lowest optical density of the nutrient medium was found in the control group and the highest in the medium containing 350.0 mg/dm<sup>3</sup> of Sulfur. The difference between the optical density index in the III experimental group and the control one was 16.7%. Using Glauber's salt as an additional source of Sulfur, the tendency was maintained that the higher the element's content in the nutrient medium, the higher its optical density. It has been proven that the cultivation of spirulina on a nutrient medium with a sulfur content of 350.0 mg/dm<sup>3</sup> in alimentary form and the form of Glauber's salt leads to an increase in the content of total protein and chlorophyll in the spirulina biomass, respectively, by 4.2 and 5.7 % and 11.4 and 13.4 % relatively to the control group.

**Key words:** cyan bacteria, total protein, phytoreactors, chlorophyll, Zarruk medium, optical density.

## Нарощування біомаси *Spirulina platensis* як кормової добавки за різних доз сульфуру у поживному середовищі

Ю. В. Григораш, С. В. Мерзлов✉

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Біомаса спіруліни відноситься до поновлюваних ресурсів, яку можна культивувати на дешевих поживних середовищах і використовувати як кормову добавку до раціонів тварин і птиці. Вона містить значну кількість повноцінного білка, вітамінів, мікроелементів та інших біологічно активних речовин. Поживне середовище для вирощування спіруліни містить значну кількість макроелементів та мікроелементів. Важливе значення для водоростей має Сульфур. Даний елемент має велике значення у анаболізмі



Нітрогену, синтезі білка та хлорофілу. Не досить дослідженням залишається питання ефективності використання підвищених доз Сульфур у різних його джерел у складі поживного середовища для спіруліни. Метою роботи було вивчення різних доз Сульфур у очищеній, аліментарній формі та у формі глауберової солі на нарощування біомаси спіруліни і вмісту у її біомасі загального білка та хлорофілу. Для досліджень формували 4 групи фітореакторів. У контрольні фітореактори поміщали поживне середовище Заррука із стандартним вмістом Сульфур. У поживне середовище із I, II та III дослідної групи вносили додатково очищений аліментарний Сульфур щоб довести рівень елемента у середовищі, відповідно, до рівня 250,0; 300,0 та 350,0 мг/дм<sup>3</sup> (I серія дослідів). У II серії дослідів у I, II та III дослідних групах вміст Сульфур у поживному середовищі доводили до рівня 250,0; 300,0 та 350,0 мг/дм<sup>3</sup> за допомогою глауберової солі. Під час дослідів визначали оптичну густину поживного середовища із спіруліною, вміст загального білка та хлорофілу у біомасі спіруліни. За виконання I серії досліджень було встановлено, що інтенсивність збільшення біомаси спіруліни залежала від концентрації Сульфур у поживному середовищі. Найменша оптична густина поживного середовища була виявлена у контрольній групі, а найбільша у поживному середовищі, яке містило 350,0 мг/дм<sup>3</sup> Сульфур. Різниця між показником оптичної густини у III дослідній групі і контролі становила 16,7 %. Використовуючи як додаткове джерело Сульфур глауберову сіль була збережена тенденція чим більший вміст елемента був у поживному середовищі тим його оптична густина була більшою. Доведено, що вирощування спіруліни на поживному середовищі із вмістом Сульфур 350,0 мг/дм<sup>3</sup> у аліментарній формі та формі глауберової солі призводить до підвищення вмісту у біомасі спіруліни загального білка та хлорофілу, відповідно, на 4,2 і 5,7 % та 11,4 і 13,4 % відносно контролю.

**Ключові слова:** ціанобактерії, загальний білок, фітореактори, хлорофіл, середовище Заррука, оптична густина.

## Вступ

Поновлюваною кормовою добавкою багатою на есенціальні фактори живлення для тварин і птиці є біомаса ціанобактерій *Spirulina platensis*. В біомасі спіруліни міститься від 43,0 до 71,0 % білка на суху речовину. Такий білок за біологічною цінністю не поступається протеїну м'язової тканини, яєць чи сої. Спіруліна у середньому містить 15,5–18,5 % сухої речовини. За амінокислотним складом (лейцином, валіном, треоніном, ізолейцином, тирозином, метіоніном та триптофаном) білок спіруліни переважає показники ідеального протеїну (Ciferri, 1983; Reed et al., 1985; Vinogradova et al., 2000; Kartysh et al., 2000; Khan et al., 2007; Merzlova, 2015).

В біомасі водорості міститься до 9,0–12,0 % ліпідів, до складу яких входить  $\gamma$ -ліноленова кислота, до 15,0–19,0 % вуглеводів, комплекс фізіологічно необхідних для життя жиророзчинних водорозчинних вітамінів, широкий спектр важливих мінеральних речовин (Ciferri, 1983; Reed et al., 1985; Kartysh et al., 2000). Біомаса *Spirulina platensis* маючи унікальний, динамічний склад поживних та біологічно активних речовин потрапляючи у організм тварин та птиці має можливість проявляти імунomodельючу, імуностимулюючу, антиоксидантну дію та здатність впливати на анаболічні та катаболічні процеси (Vinogradova et al., 2000; Khan et al., 2005).

Адаптивні та пластичні властивості спіруліни під час культивування останньої дозволяють змінювати якісні та кількісні показники за рахунок зміни складу поживного середовища (Merzlova, 2015). Такі властивості біооб'єкта дозволяють вирощувати його біомасу збагачену амінокислотами та макроелементами. Важливе значення серед макроелементів має Сульфур.

Сульфур має велике біологічне значення як для рослинних так і для тваринних організмів. За росту рослин Сульфур приймає участь у забезпеченні їх захисту від різноманітних патогенів, що сприяє фізіологічно здоровому розвитку (Nwachukwu et al., 2012). Сульфур є невід'ємним компонентом основних сірковмісних амінокислот в тому числі цистеїну та метіоніну і в подальшому білків. Елемент також критично необхідний для анаболізму ключових сполук, які виконують центральну роль у метаболічних процесах

та гомеостазі (Ingenbleek & Kimura, 2013). Сульфурвмісні сполуки є невід'ємними елементами багатьох антиоксидантів, які беруть участь у внутрішньоклітинних захисних механізмах, таких як глутатіон (GSH), ліпоєва кислота, N-ацетилцистеїн тощо (Colovic et al., 2018). Мікрободорості та бактерії можуть засвоювати Сульфур із органічних та мінеральних сполук (Francioso et al., 2020). Ефективним способом у боротьбі з іржею та борошнистою росою на ранніх зернових, а також під час знешкодження *Erisiphe graminis* і *Streptomyces scabies* на рослинах є використання підвищених доз Сульфур. Фунгіцидний вплив елемента є результатом його прямого впливу на патогенні клітини або через реакції сполук відновлення Сульфур (Piekarska et al., 2010; Gaj & Klikocka, 2011).

Сульфурвмісні сполуки, що синтезуються у рослинах (аліїн часнику) володіють антибактеріальними та фунгіцидними властивостями (Marska & Wróbel, 2000).

Вирощування та використання біомаси спіруліни збагаченої Сульфуром, а також із підвищеним вмістом сірковмісних амінокислот, які є есенціальними факторами живлення для тварин і птиці має науково-практичне значення.

## Мета дослідження

Метою роботи на першому етапі було дослідження впливу у поживному середовищі низьких доз Сульфур із різних джерел на нарощування біомаси спіруліни та синтез у ній загального білка та хлорофілу.

## Матеріал і методи досліджень

Для впливу невисоких доз Сульфур на показники росту синьо-зеленої водорості застосовували ціанобактерії *Spirulina platensis* (Gom.) Geitl. (чиста трихомна культура) штаму ЛГУ-603. Дослідження було проведено в умовах віварію Інституту тваринництва та харчових технологій Білоцерківського НАУ.

Культивування ціанобактерій проводили у фітореакторах виготовлених із скляних ємностей. Освітлення скляних ємностей проводили цілодобово, динамічно із чотирьох сторін застосовуючи світлодіодні лампи. Для вирощування культури *Spirulina platensis*

застосовували поживне середовище Заррука де вміст Сульфуру забезпечувалось за рахунок солей макроеlementів (Калій, Магній і ферум сірчаноокислий) та мікроelementів (Цинк та курпум сірчаноокислий) – стандартна рецептура (Ciferri, 1983; Reed et al., 1985; Vinogradova et al., 2000; Khan et al., 2005). Як розчинник для мінеральних та органічних солей для середовища Заррука застосовували дистильовану воду.

Фітореактори розміщували у боксах із поліетиленової плівки де температури витримували на рівні 27–28 °C. Перемішування поживного середовища із клітинами ціанобактерій у фітореакторах здійснювали продовж усього дослідження безперебійно. Тривалість експериментів становила 16 діб.

У контрольній групі фітореакторів для спіруліни використовували поживне середовище із вмістом

Сульфуру 212,0 мг/дм<sup>3</sup>. У I дослідній групі вміст Сульфуру у поживному середовищі збільшили на 6,6 % відносно контролю. У II та III дослідних групах поживне середовище містило по 300,0 та 350,0 мг/дм<sup>3</sup> Сульфуру. Концентрацію Сульфуру у поживному середовищі із дослідних груп збільшували шляхом додавання аліментарної очищеної сірки (I серія дослідів) (табл. 1).

У II серії досліджень у контрольній групі застосовували стандартне середовище Заррука із вмістом Сульфуру 212,0 мг/дм<sup>3</sup>. У I, II та III дослідних групах вміст Сульфуру доводили, відповідно, до рівня 250,0; 300, та 350,0 мг/дм<sup>3</sup> за рахунок додавання глауберової солі (натрію сульфат).

**Таблиця 1**

Схема дослідження

| Група фітореакторів | Кількість ємкостей/ об'єм середовища Заррука, дм <sup>3</sup> | Вміст Сульфуру, мг/дм <sup>3</sup> |
|---------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Контрольна          | 3/15,0                                                        | 212,0                              |
| I дослідна          | 3/15,0                                                        | 250,0                              |
| II дослідна         | 3/15,0                                                        | 300,0                              |
| III дослідна        | 3/15,0                                                        | 350,0                              |

Проби поживного середовища із спіруліною відбирали на 4, 8, 12 та 16 добу культивування. Дослідження оптичної густини поживного середовища разом із культурою ціанобактерій проводили на початку експерименту і в день відбирання контрольних проб. Встановлення оптичної густини здійснювали спектрофотометричним методом. Вміст загального білка та хлорофілу у біомасі спіруліни визначали за методиками викладеними у статті (Kotyński et al., 2000).

## Результати

Інтенсивність нарощування клітини ціанобактерії *Spirulina platensis* оцінювали за динамікою показників оптичної густини поживного середовища із культурою. Проводячи I серію досліджень було виявлено, що інтенсивність збільшення біомаси спіруліни у поживному середовищі залежала від концентрації Сульфуру (аліментарна, очищена форма) у останньому (рис. 1).

На першу добу (початок експериментів) оптична густина поживного середовища із спіруліною була однаковою (в межах 0,61 D) як у дослідних так і у контрольній групі. Через 96 годин (закінчення фази адаптації культури до складу поживного середовища) від початку вирощування ціанобактерій було виявлено, що у I дослідній групі фітореакторів за впливу підвищеної дози Сульфуру оптична густина поживного середовища збільшується на 9,0 % відносно контролю. У поживному середовищі із II дослідної групи на 4-ту добу культивування теж спостерігали зростання метаболічних процесів і активацію ділення клітин спіруліни, що підтверджується збільшенням показника D. У III дослідній групі оптична густина поживного середовища була більшою на 36,3 % відносно контролю.

На 8 добу вирощування спіруліни (фаза, яка характеризується нарощуванням культури в межах біологічного плато) зберігалась закономірність чим більше у поживне середовище вносили аліментарного Сульфуру тим показники оптичної густини були більшими. Найвищі показники оптичної густини були виявлені у II та III дослідній групі різниця із контролем становила 11,7 %.

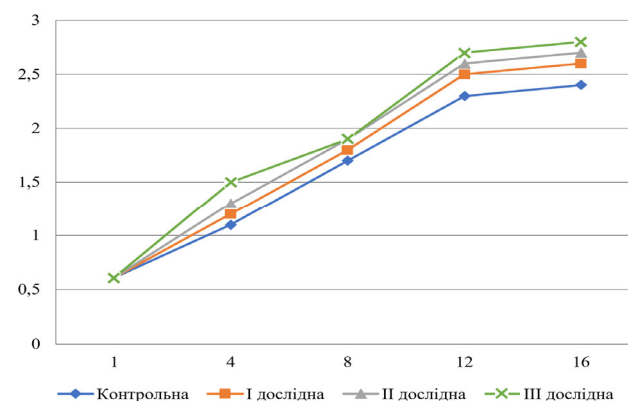


**Рис. 1.** Вплив аліментарного Сульфуру на нарощування біомаси спіруліни (за оптичною густиною).

За збільшення вмісту Сульфуру у поживному середовищі на 6,6 % (II дослідна група) на 8 добу культивування стимулюється утворення клітин спіруліни, що підтверджується зростанням оптичної густини поживного середовища на 5,8 % відносно контролю.

Аналізуючи показники оптичної густини поживного середовища на 12-ту добу (початок фази старіння культури) культивування виявлено вплив різних доз Сульфуру у поживному середовищі на збільшення кількості клітин спіруліни. У I дослідній групі оптична густина поживного середовища була більшою ніж

у контролі на 8,6 %. За підвищення вмісту Сульфору у поживному середовищі до 300,0 мг/дм<sup>3</sup> (II дослідна група) оптична густина була більшою відносно показника у контролі на 13,0 %. У цей період найінтенсивніше збільшувалось нарощування біомаси спіруліни у поживному середовищі із III дослідної групи показник оптичної густини був більшим у порівнянні із контролем, I та II дослідною групами, відповідно, на 17,5; 8,0 та 3,8 %.

На кінець експерименту (16 доба культивування) була збережена закономірність чим більше у поживне середовище вносили Сульфур тим оптична густина останнього була більшою. Найменша оптична густина поживного середовища була виявлена у поживному середовищі із контрольної групи, а найбільша у поживному середовищі, яке містило найвищу концентрацію Сульфору. Різниця між показником оптичної густини у III дослідній групі і контролі становила 16,7 %. У контрольній групі оптична густина відносно показника на 12 добу збільшилась на 4,3 %. У дослідних групах цей показник відносно 12 доби експерименту становив 3,7–4,0 %, що свідчить про швидке старіння клітин внаслідок високої оптичної густини та зниження інтенсивності проникнення променів світла необхідного для клітин. Найінтенсивніше нарощування біомаси спіруліни у дослідних групах проходило із 4-ї до 8-ї доби. Таким чином, доведено стимулюючий ефект невеликих доз елементу у формі аліментарного очищеного Сульфору.

У II серії дослідів визначали вплив Сульфору у формі натрію сульфату на ріст і нарощування біомаси спіруліни. Досліджуючи оптичну густина поживного середовища із клітинами культури на першу добу експерименту виявлено аналогічні показники у дослідних і контрольній групі (рис. 2).

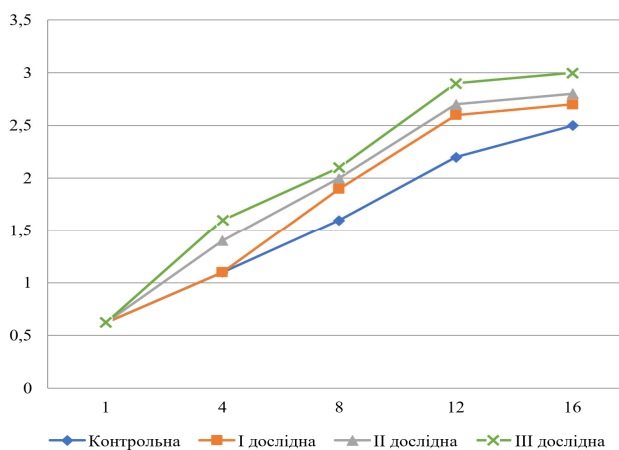


**Рис. 2.** Вплив Сульфору у складі глауберової солі на нарощування біомаси спіруліни (за оптичною густиною)

У період адаптації (1–4 доба) виявлено стимулюючий ефект Сульфору у поживному середовищі і у формі глауберової солі. У I дослідній групі оптична густина була аналогічною, що і у контролі.

За внесення у поживне середовище 300,0 мг/дм<sup>3</sup> Сульфору оптична густина поживного середовища збільшується на 27,7 % відносно контролю. За найбільшої дози Сульфору у поживному середовищі опти-

чна густина у останньому із III дослідної групи на 4 добу культивування збільшується на 45,5 %. Дане явище є свідченням стимулюючої дії додаткових доз елементу на розмноження клітин спірулін так як чим більша оптична густина середовища тим кількість клітин ціонабактерії більша.

У період інтенсивного нарощування біомаси спіруліни (8 доба експерименту) найменший показник оптичної густини було виявлено у поживному середовищі із контрольної групи. Найбільший показник оптичної густини поживного середовища було виявлено у III дослідній групі. Різниця із контролем становила 31,2 %. Збільшення показника D у цій самій групі відносно даних отриманих на 4 добу культивування було в межах 2,58 рази.

Підвищений вміст Сульфору у поживному середовищі із дослідних груп позитивно впливав на утворення біомаси спіруліни із 8 до 12 доби експерименту. У I, II та III дослідній групі показники оптичної густини були більшими ніж у контролі, відповідно, на 18,1; 22,7 та 31,8 %. На 16 добу культивування було виявлено ознаки старіння спіруліни і сповільнення збільшення клітин культури. Збільшення оптичної густини на 16 добу відносно 12 доби культивування у контролі, I, II та III дослідній групі були лише в межах, відповідно, на 13,6; 3,8; 3,7 та 3,4 %.

Порівнюючи ріст спіруліни за оптичною густиною щодо вирощування її на поживному середовищі із підвищеним вмістом Сульфору із різних джерел виявлено, що за використання Сульфору у формі глауберової солі оптична густина на 4; 8; 12 та 16 добу була більшою, відповідно, на 6, 7; 10,5; 7,4 та 7,1 % відносно варіантів де вміст Сульфору підвищували за рахунок його очищеної аліментарної форми.

Вивчаючи вміст загального білка у біомасі спіруліни було виявлено, що у контрольній групі цей показник був найменший. За використання у поживному середовищі 250,0 мг/дм<sup>3</sup> Сульфору (додаткове внесення аліментарного очищеного елементу) вміст загального білка був більшим ніж у контролі на 1,9 %. У спіруліні із II та III дослідної групи вміст білка був вищим порівняно із контролем, відповідно, на 3,2 та 4,2 % (табл. 2).

Додаткове внесення Сульфору у аліментарній формі позитивно вплинуло на підвищення хлорофілу у біомасі спіруліни. За використання найменшої додаткової дози Сульфору (I дослідна група) вміст хлорофілу збільшується на 4,9 % відносно контролю. Виявлено тенденцію щодо збільшення вмісту хлорофілу у біомасі спіруліни із II та III дослідної групи відносно контрольної групи.

За використання підвищених доз Сульфору у формі глауберової солі вміст у I дослідній групі був вищим ніж у біомасі спіруліни із I дослідної групи де елемент додатково вносили у аліментарній формі на 2,07 %. У II та III дослідній групі збільшення загального білка стимулювалось Сульфуром у складі глауберової солі, відповідно, на 1,4 та 1,6 %. За використання додаткових доз Сульфору у формі глауберової солі у біомасі спіруліни із дослідних груп підвищується вміст хлорофілу, відповідно, на 5,9; 11,2 та 13,4 % відносно контролю. Різниця мала характер тенденції.

Таблиця 2

Хімічний склад сухої речовини біомаси спіруліни

| Група фітореакторів                                 | Уміст загально білка, г/кг | Уміст хлорофілу, г/кг |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Додаткове внесення Сульфур у аліментарній формі     |                            |                       |
| Контрольна                                          | 52,1 ± 1,08                | 1,83 ± 0,367          |
| I дослідна                                          | 53,1 ± 0,78                | 1,92 ± 0,154          |
| II дослідна                                         | 53,8 ± 0,95                | 1,98 ± 0,204          |
| III дослідна                                        | 54,3 ± 1,65                | 2,04 ± 0,298          |
| Додаткове внесення Сульфур у формі глауберової солі |                            |                       |
| Контрольна                                          | 52,2 ± 0,84                | 1,86 ± 0,125          |
| I дослідна                                          | 54,2 ± 0,95                | 1,97 ± 0,106          |
| II дослідна                                         | 54,6 ± 1,34                | 2,07 ± 0,177          |
| III дослідна                                        | 55,2 ± 1,76                | 2,11 ± 0,181          |

### Обговорення

Експериментально було встановлено, що внесення додаткових доз Сульфур до складу поживного середовища позитивно впливає на збільшення біомаси спіруліни. Отримані результати підтверджуються даними досліджень (Maruyama-Nakashita, 2017; Künstler et al., 2020). Де стверджується, що Сульфур є важливим елементом для росту і розвитку рослинних організмів і за оптимального надходження цього елемента підвищується захист рослин, реалізується генетичний потенціал щодо росту і підвищується урожайність. Прискорення утворення нових клітин спіруліни і формування біомаси обґрунтовується активною участю оптимальних доз Сульфур у синтезі ензимів, вітамінів, протеїну і захисних сполук одноклітинної водорості. За додаткового надходження Сульфур у клітинах рослин оптимально використовується Нітроген, що інтенсифікує нарощування біомаси.

Порівнюючи різні джерела Сульфур встановлено, що більш стимулюючий ефект на розмноження клітин спіруліни мала глауберова сіль у порівнянні із аліментарним, очищеним Сульфуром. На нашу думку поясненням такого явища є те, що Сульфур у складі глауберової солі має кращу розчинність, а також біодоступність у порівнянні із елементом у аліментарній формі.

Виявлено стимулюючий ефект додаткових доз Сульфур у складі поживного середовища на синтез хлорофілу у клітинах спіруліни. Аналогічний вплив Сульфур на вміст хлорофілу у рослинах було встановлено дослідниками (Wielebski, 2012; Merzlova, 2014; Skwierawska et al., 2016). За даними цих авторів дефіцит Сульфур призводить до пригнічення процесу фотосинтезу, що виражається у забарвленні поверхні рослин. У рослинних організмах, які страждають від сильного голодування на Сульфур, було блідо-зелене або жовтувате, вузьке, коротке та дрібне листя та менша за норму коренева система, що було пов'язано зі зниженим синтезом хлорофілу. Дослідники стверджують, що зростаючий дефіцит Сульфур в ґрунті призводить до зниження засвоєння Магнію, а отже, до обмеженого синтезу хлорофілу.

Вивчаючи вміст загального білка у біомасі спіруліни вирощеної на поживному середовищі із підвищеним вмістом Сульфур було виявлено зростання цього показника. Виявлено тенденцію чим більше поживне середовище містило Сульфур тим вміст

білка був вищим у біомасі синьо-зеленої водорості. Підтвердження результатів досліджень відображено в працях дослідників (Krauze & Bowszys, 2000; Podleśna 2003), які стверджують, що за оптимального вмісту Сульфур у ґрунті можливо впливати на засвоєння Нітрогену рослинами і як наслідок позитивно впливати на склад і якість рослин (Krauze & Bowszys, 2000; Podleśna, 2003). Автори також стверджують, що метаболізм Сульфур в рослинних клітинах регулюється відповідним співвідношенням N:S. У вегетативних органах рослин співвідношення N:S у білках майже однакове (близько 15:1) (Potarzycki & Grzebisz, 2007; Grzebisz & Przygocka-Cyna, 2007). У рослинах забезпечених Сульфуром вміст білка збільшується у порівнянні із рослинами, які засвоюють менші дози Сульфур, що свідчить про важливу роль сірки в синтезі білка (Wielebski, 2012; Skwierawska et al., 2016).

Отже, за підвищених доз Сульфур у поживному середовищі зростає його засвоєння у клітини спіруліни і включення у метаболічні процеси внаслідок чого зростає засвоєння Нітрогену, синтез сірковмісних, незамінних амінокислот, загального білка та хлорофілу, що у свою чергу прискорює поділ клітин і нарощування біомаси водорості.

Експериментально виявлено підвищену біодоступність Сульфур із складу глауберової солі у порівнянні із його очищеною, аліментарною формою, що підтверджується зростанням нарощування біомаси спіруліни та підвищеним вмістом у ній загального білка та хлорофілу.

Таким чином, результати наших експериментів не розбігаються із даними інших науковців і є доповненням до них.

### Висновки

Доведено, що за додаткового внесення у поживне середовище Сульфур (138,0 мг/дм<sup>3</sup>) у аліментарній, очищеній формі та формі глауберової солі сприяє підвищенню нарощування біомаси спіруліни, що підтверджується збільшенням оптичної густини, відповідно, на 16,6 та 20,0 % відносно контролю.

За підвищених доз Сульфур у поживному середовищі підвищується синтез загального білка та хлорофілу у біомасі Спіруліни, відповідно, на 4,2 і 5,7 % та 11,4 і 13,4 %. Більш оптимальним джерелом Сульфур



ру виявлено глауберову сіль у порівнянні із його аліментарною очищеною формою

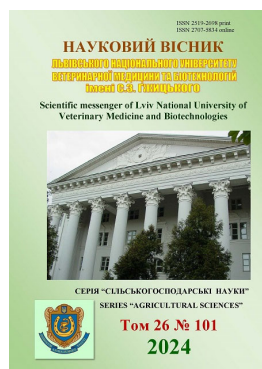
*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому передбачається провести дослідження щодо амінокислотного складу біомаси спіруліни вирощеної на поживному середовищі із підвищеним вмістом Сульфуру.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

- Ciferri, O. (1983). Spirulina, the edible microorganism. *Microbiological reviews*, 47(4), 551–578. DOI: 10.1128/mr.47.4.551-578.1983.
- Colovic, M. B., Vasic, V. M., Djuric, D. M., & Krstic, D. Z. (2018). Sulphur-containing amino acids: Protective role against free radicals and heavy metals. *Current Medicinal Chemistry*, 25(3), 324–35. DOI: 10.2174/0929867324666170609075434.
- Francioso, A., Baseggio Conrado A., Mosca L., & Fontana, M. (2020). Chemistry and biochemistry of sulfur natural compounds: Key intermediates of metabolism and redox biology. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 8294158. DOI: 10.1155/2020/8294158.
- Gaj, R., & Klikocka, H. (2011). Multifunctional sulphur effect in plants – from nutrition to protection. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.*, 51(1), 33–44.
- Grzebisz, W., & Przygocka-Cyna, K. (2007). Spring malt barley's response to elemental sulphur – the prognostic value of N and S concentration in malt barley leaves. *Plant Soil Environ.*, 53(9), 388–394. DOI: 10.17221/2295-PSE.
- Ingenbleek, Y., & Kimura, H. (2013). Nutritional essentiality of sulfur in health and disease. *Nutrition reviews*, 71(7), 413–432. DOI: 10.1111/nure.12050.
- Kartys, A. P., Horban, Ye. M., & Chekman, I. S. (2000). Spirulina – likarskyi zasib shyrokooho spektra dii. *Farmatsevtichnyi zhurnal*, 2, 105–109 (in Ukrainian).
- Khan, Z., Bhadouria, P., & Bisen, P. S. (2005). Nutritional and therapeutic potential of Spirulina. *Current pharmaceutical biotechnology*, 6(5), 373–379. DOI: 10.2174/138920105774370607.
- Kotynskyi, A. V., Saliuk, A. I., Nikulin, O. F., & Karpenko, V. I. (2000). Vplyv svitlovykh umov kultyvuvannia na produktyvnist mikrovodorosti Spirulina platensis pry vyroshchuvanni yii u ploshchynnomu aerliftnomu fo-tobioreaktori zakrytoho typu. *Naukovi zapysky. Bioloheia ta ekoloheia*, 18, 56–62 (in Ukrainian).
- Krauze, A., & Bowszys, T. (2000). Effect of applying different technologies of sulfur fertilizer application on yield and quality of winter and spring rape. *Fol. Univ. Stetin., Agric.*, 204(81), 133–142.
- Künstler, A., Gullner, G., Ádám, A. L., Nagy, K., & Király, L. (2020). The versatile roles of sulfur-containing biomolecules in plant defense-A road to disease resistance. *Plants (Basel)*, 9(12), 1705. DOI: 10.3390/plants9121705.
- Marska, E., & Wróbel, J. (2000). Importance of sulphur for crops. *Fol. Univ. Stetin., Agric.*, 81, 69–76.
- Maruyama-Nakashita, A. (2017). Metabolic changes sustain the plant life in low-sulfur environments. *Current opinion in plant biology*, 39, 144–151. DOI: 10.1016/j.pbi.2017.06.015.
- Merzlova, G. V. (2015). Obtaining Zink enriched Spirulina biomass and establishing its toxicity. *Zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Bila Tserkva*, 107–111.
- Merzlova, H. V. (2014). Vmist khlorofilu u biomasі spiruliny za dii riznykh doz mikroelementiv u pozhyvnomu seredovyschi. *Bioloheia tvaryn*, 16(2), 86–91. URL: <https://aminbiol.com.ua/20142pdf/9.pdf> (in Ukrainian).
- Merzlova, H. V. (2015). Reception biomass of spirulina enriched zine and establish its toxicity. *Zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Bila Tserkva*, 87–90.
- Nwachukwu, I. D., Slusarenko, A. J., & Gruhlke, M. C. (2012). Sulfur and sulfur compounds in plant defence. *Natural product communications*, 7(3), 395–400. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22545416>.
- Piekarska, A., Bartoszek, A., & Namieśnik, J. (2010). Biofumigation as an alternative method of crop protection. *Ecol. Chem Eng S.*, 17(14), 527–547. URL: [https://www.researchgate.net/publication/299101567\\_BIOFUMIGATION\\_AS\\_AN\\_ALTERNATIVE\\_METHOD\\_OF\\_CROP\\_PROTECTION](https://www.researchgate.net/publication/299101567_BIOFUMIGATION_AS_AN_ALTERNATIVE_METHOD_OF_CROP_PROTECTION).
- Podleśna, A. (2003). Preliminary estimation of sulfur fertilization requirements of winter oilseed rape. *Rośl.Oleiste - Oilseed Crops*, 24(2), 641–649.
- Potarzycki, J., & Grzebisz, W. (2007). Effect of phosphoric fertilizers as a source of sulphur on malt barley total and technological grain yields. *Plant Soil Environ.*, 53(9), 395–402. URL: <https://pse.agriculturejournals.cz/pdfs/pse/2007/09/04.pdf>.
- Reed, R. H., Warr, S. R. C., Richardson, D. L., Moore, D. J., & Stewart, W. D. P. (1985). Bluegreen algae (cyanobacteria): prospects and perspectives. *Plant Soil*, 89, 97–106. DOI: 10.1007/BF02182236.
- Skwierawska, M., Benedycka, Z., Jankowski, K., & Skwierawski, A. (2016). Sulphur as a fertiliser component determining crop yield and quality. *Journal of Elementology*, 21(2), 609–623. DOI: 10.5601/jelem.2015.20.3.992.
- Vinogradova, O. M., Wasser, S. P. et al. (2000). Biodiversity of Cyanoprocaryotes, algae and fungi of Israel. In: E.D. Nevo, S.P. Wasser. *Konigstein: Koeltz Sci. Books*.
- Wielebski, F. (2012). Response of winter oilseed rape to sulphur fertilization depending on level of nitrogen supply to plants. *Rośl. Oleiste - Oilseed Crops*, 34(2), 245–272.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10135  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 577.1:636.32/38:677.31

## Productivity, chemical composition and physical properties of wool under conditions of feeding ewes with increased levels of mineral elements

V. M. Tkachuk<sup>1</sup>, N. Z. Ohorodnyk<sup>1</sup>, B. Ya. Kyryliv<sup>2</sup>, N. R. Motko<sup>3</sup>✉, S. Ya. Pavkovych<sup>1</sup>, I. F. Dudar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lviv National Environmental University, Dubliany, Lviv Region, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Animal Biology, National Academy of Agrarian Sciences, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 23.09.2024

Received in revised form

24.10.2024

Accepted 25.10.2024

**Tkachuk, V. M., Ohorodnyk, N. Z., Kyryliv, B. Ya., Motko, N. R., Pavkovych, S. Ya., & Duda, I. F. (2024). Productivity, chemical composition and physical properties of wool under conditions of feeding ewes with increased levels of mineral elements. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 223–228. doi: 10.32718/nvlvet-a10135**

Lviv National University of  
Nature Conservation,  
Volodymyra Velykoho Str., 1,  
Dubliany, Lviv Region,  
80831, Ukraine.

Institute of Animal Biology NAAS,  
Vasyl Stus Str., 38, Lviv,  
79034, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-579-20-55  
E-mail: nataliamotko@ukr.net

Increasing the productivity and quality of sheep products depends mainly on feeding, including providing the optimal amount of mineral substances, which significantly affect metabolic processes in the body. In this regard, there was conducted a study of the effect of increased levels, by 25 % of the existing norms, of a mixture of macro- and microelements (Sulfur, Zinc, Copper, Iodine, Selenium, and Cobalt) due to the additional introduction of sodium sulfate, zinc sulfate, copper carbonate, potassium iodide, sodium selenite, and cobalt sulfate to the diet of animals. The study was conducted on lactating ewes of the Prekos breed. The object of research was wool, samples of which were taken at the end of the experiment from the skin area behind the shoulder blade. It was established that the effect of mineral elements is aimed at intensifying the growth of wool, which is indicated by the increase in wool growth in the animals of the test group by 27.77 % compared to the control group ( $P < 0.05$ ). A tendency to decrease the number of beta- and increase in gamma keratosis was also noted, which is natural because gamma keratosis contains a large amount of sulfur-rich proteins. In contrast, beta keratosis contains a small amount of them. It was shown that the inclusion of increased levels of macro- and microelements, including Sulfur, in the essential diet leads to its probable increase in the wool of the test ewes ( $P < 0.05$ ) due to an increase in cystine ( $P < 0.001$ ). Tyrosine ( $P < 0.05$ ) and hexosamines ( $P < 0.01$ ) also increased significantly in the wool of animals in the tested group. The latter has a direct effect on the strength of the wool. The formation of wool fiber strength is also influenced by the growth of Sulfur and cystine, which directly form disulfide bonds. Thus, under the influence of the factors we applied, the breaking force of fibers was observed to increase by 15.25 % ( $P < 0.05$ ), from 7.41 cH/tex in the control group to 8.54 cH/tex in the test group. The alimentary factors we used had no significant effect on wool's total nitrogen content, tryptophan, and fineness.

**Key words:** wool, growth, Sulfur, tyrosine, hexosamines, strength.

## Продуктивність, хімічний склад та фізичні властивості вовни за умов згодовування вівцематкам підвищених рівнів мінеральних елементів

В. М. Ткачук<sup>1</sup>, Н. З. Огородник<sup>1</sup>, Б. Я. Кирилів<sup>2</sup>, Н. Р. Мотько<sup>3</sup>✉, С. Я. Павкович<sup>1</sup>, І. Ф. Дудар<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Підвищення продуктивності та якості продукції овець, в значній мірі залежить від годівлі, в тому числі від забезпечення оптимальною кількістю мінеральних речовин, які суттєво впливають на обмінні процеси в організмі. У зв'язку з цим, проведено дослідження впливу підвищених рівнів, на 25 % від існуючих норм, суміші макро- та мікроелементів (Сульфур, Цинк, Купрум, Йод, Селен та Кобальт) за рахунок додаткового введення до раціону тварин сульфату натрію, сірчаноокислого цинку, вуглекислої міді, йодистого калію, селеніту натрію та сірчаноокислого кобальту. Дослідження проведено на лактуючих вівцематках породи прекоп. Об'єктом досліджень слугувала вовна, зразки якої відбирали у кінці досліду, з ділянки шкіри за лопаткою. Встановлено, що дія мінеральних елементів направлена на інтенсифікацію росту вовни, на що вказує зростання у тварин дослідної групи, в порівнянні з контрольною, приростів вовни на 27,77% ( $P < 0,05$ ). Також відмічена тенденція до зменшення кількості бета- і збільшення гамма-кератозу, що є закономірним, з урахуванням того, що гамма-кератоз містить велику кількість протеїнів багатих на Сульфур, натомість у бета-кератозі їх міститься незначна кількість. Показано, що включення до складу основного раціону підвищених рівнів макро- і мікроелементів, в тому числі Сульфур, призводить до його вірогідного зростання у вовні вівцематок дослідної групи ( $P < 0,05$ ) за рахунок збільшення цистину ( $P < 0,001$ ). У вовні тварин дослідної групи також вірогідно зростають тирозин ( $P < 0,05$ ) та гексозаміни ( $P < 0,01$ ). Останні мають безпосередній вплив на міцність вовни. На формування міцності вовняних волокон також впливає зростання Сульфур та цистину, які приймають безпосередню участь в утворенні дисульфідних зв'язків. Так, під впливом стосованих нами чинників розривне зусилля волокон збільшується на 15,25 % ( $P < 0,05$ ), зі 7,41 сН/текс у контрольній групі, до 8,54 сН/текс — у дослідній. Стосовані нами аліментарні фактори не мали суттєвого впливу на вміст у вовні загального Нітрогену, триптофану та її тонину.

**Ключові слова:** вовна, прирости, Сульфур, тирозин, гексозаміни, міцність.

## Вступ

Реалізація генетичного потенціалу сільськогосподарських тварин і птиці неможлива без забезпечення науково обґрунтованої повноцінної годівлі. Сучасні раціони для годівлі тварин контролюються за 20–25 показниками, серед яких основними є поживні та біологічно активні речовини, зокрема вміст протеїну, жиру, вуглеводів, вітамінів, амінокислот (Saha & Pathak, 2021). Важливе значення у балансуванні раціонів мають мінеральні речовини, які відіграють надзвичайно важливу роль у годівлі тварин, хоча самі при цьому не володіють ні пластичними, ні енергетичними цінностями (Sousa et al., 2021). Однак, в організмі тварин, мінеральні речовини, виконують цілий ряд функцій, зокрема забезпечують активацію ферментативних реакцій, є складовими окремих транспортних білків і гормонів, приймають участь у підтриманні водно-електролітного та кислотно-лужного балансу, у регулюванні осмотичного тиску та клітинний проникності, що відіграє життєво важливу роль у профілактиці цілого ряду захворювань (Jin et al., 2020; Rizvan et al., 2023).

Серед усіх видів сільськогосподарських тварин вівцям притаманна найбільша різноманітність за господарсько корисними ознаками, у зв'язку з чим велике значення для них має не лише загальний рівень живлення, але й збалансованість раціонів за окремими макро- і мікроелементами (Stapay et al., 2019; Van Saun, 2023). Нестача або відсутність їх, чи неправильне співвідношення часто призводить до порушення обміну речовин в організмі овець, затримується їх ріст, розвиток, зменшується продуктивність (Meng et al., 2024). Особливо важливий мінеральний статус для організму вівцематок, який повинен забезпечити не лише їх продуктивність, але й продуктивність майбутнього приплоду. Потреба лактуючих вівцематок в мінеральних елементах набагато більша оскільки з молоком матері виділяється значна кількість цих речовин, які обов'язково повинні бути відповідно відновлені (Magolski et al., 2011).

Для нормального функціонування організму вівці необхідні усі мінеральні елементи, але найбільш необхідними є: Кальцій, Фосфор, Магній, Натрій, Хлор,

Сульфур, Калій, Кобальт, Йод, Купрум, Селен, Силіцій (Wu et al., 2020; Jin et al., 2023). Особливо важливе значення мінеральні елементи мають для формування вовнового покриву овець, оскільки цей процес для нормального перебігу потребує не лише достатньої кількості пластичних і енергетичних субстратів, але й цілого спектра мінеральних речовин (Stewart et al., 2021; Sun et al., 2023).

Аналіз даних про фактичний мінеральний склад кормів з різних регіонів свідчить про їх дефіцитність за багатьма мінеральними елементами (Julian et al., 2020; Fan et al., 2020; Huo et al., 2020). Це стосується і нашої країни. Зокрема, ґрунти і водні джерела західної геохімічної зони України бідні на рухомі форми мінеральних елементів, особливо Йоду, Кобальту, Цинку Купруму, Мангану та Селену (Tkachuk, 2011). Ось чому питання мінерального забезпечення тварин і, зокрема, овець, привертає увагу широкого кола спеціалістів даної галузі. Окрім того, враховуючи, що дослідження у цьому напрямі були проведені лише на окремих породах і статеві-вікових групах, і не за всіма елементами, то перспективним на даний час є розроблення та удосконалення норм мінеральних елементів для овець різних порід та статеві-вікових і продуктивних груп.

## Мета дослідження

Метою нашої роботи було дослідити вплив підвищених рівнів мінеральних елементів на вовнову продуктивність та фізико-хімічні показники вовни лактуючих вівцематок.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на вівцематках породи прекоп в умовах навчально-науково виробничого центру “Комарнівське” Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. За принципом пар-аналогів (породність тварин, їх вік, жива маса) було сформовано дві групи повновікових лактуючих вівцематок породи прекоп (по 10 голів у кожній), з яких одна

контрольна і одна дослідна. Дослід проведено у зимово-стійловий період.

У зрівняльний період, який тривав 10 днів, усі тварини отримували основний раціон, збалансований згідно існуючих норм годівлі (McDonald et al., 2022). У дослідний період, який тривав 62 доби, тварини контрольної групи отримували основний раціон зрівняльного періоду. Вівцематкам дослідної групи до складу основного раціону включено суміш макро- та мікроелементів (Сульфур, Цинк, Купрум, Йод, Селен та Кобальт) на 25 % вище існуючих норм, за рахунок додаткового введення сульфату натрію, сірчаноокислого цинку, вуглекислої міді, йодистого калію, селеніту натрію та сірчаноокислого кобальту.

Годівля тварин була груповою. Фактичне споживання кормів визначалось щоденно протягом двох суміжних днів шляхом зважування кормів та їх залишків. Тварини мали вільний доступ до води. Раціони піддослідних тварин подані у таблиці 1.

**Таблиця**

Раціони піддослідних вівцематок

| Показник                       | Група тварин |          |
|--------------------------------|--------------|----------|
|                                | Контрольна   | Дослідна |
| Сіно лучне, кг                 | 1,100        | 1,100    |
| Солома пшенична, кг            | 0,200        | 0,200    |
| Сінаж (вико-вівсяна суміш), кг | 2,500        | 2,500    |
| Жом буряковий, кг              | 1,500        | 1,500    |
| Комбікорм всього, кг:          | 0,600        | 0,600    |
| у тому числі:                  |              |          |
| — пшениця, кг                  | 0,200        | 0,200    |
| — овес, кг                     | 0,200        | 0,200    |
| — ячмінь, кг                   | 0,200        | 0,200    |
| Вітамінно-мінеральна добавка   | 0,015        | 0,015    |
| Кормові одиниці                | 2,15         | 2,15     |
| Обмінна енергія, мДж           | 23,79        | 23,79    |
| Суша речовина, кг              | 2,98         | 2,98     |
| Сирий протеїн, г               | 256,29       | 256,29   |
| Сира клітковина, г             | 775,20       | 775,20   |
| Сирий жир, г                   | 62,81        | 62,81    |
| Кальцій, г                     | 17,50        | 17,50    |
| Фосфор, г                      | 6,70         | 6,70     |
| Магній, г                      | 5,40         | 5,40     |
| Сульфур, г                     | 7,20         | 9,00     |
| Ферум, мг                      | 736,00       | 736,00   |
| Манган, мг                     | 181,40       | 181,40   |
| Цинк, мг                       | 125,90       | 157,40   |
| Купрум, мг                     | 20,10        | 25,10    |
| Кобальт, мг                    | 1,25         | 1,55     |
| Селен, мг                      | 0,40         | 0,50     |
| Йод, мг                        | 1,00         | 1,25     |

Прирости вовни визначали за її кількістю за період досліді на обліковій площі шкіри розміром 36 см<sup>2</sup>. Об'єктом біохімічних досліджень служили зразки вовни, яку відбирали в кінці досліді з ділянки шкіри за лопаткою. У вовні визначали вміст кератоз, загального Нітрогену, Сульфору, цистину, тирозину, триптофану і гексозамін за загально прийнятими методами (Vlizlo et al., 2012); а також фізичні показники – міцність (на апараті ДШ-3М) та тонину (за допомогою мікрометра).

Одержані у експериментах дані опрацьовували біометрично, застосовуючи дисперсійний аналіз (ANOVA). Статистичну вірогідність визначали за критерієм Ст'юдента, де враховували межі достовірності:  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$  (Rudenko, 2012).

## Результати та їх обговорення

Ріст вовни, насамперед, зумовлений генетичними факторами (Zhao et al., 2017; Chai et al., 2021). Окрім того, він у значній мірі залежить від породних особливостей овець, їх віку і статі, фізіологічного стану організму, зокрема кітності і лактації маток, а також характеру і рівня годівлі, та інших факторів, які впливають на процеси метаболізму в їх організмі (Baba et al., 2020). У зв'язку з різностороннім характером продуктивності овець велике значення для них має не лише загальний рівень живлення, але й збалансованість раціонів за мінеральними елементами.

У результаті проведених нами досліджень, зі згодовування вівцематкам підвищених рівнів макро- та мікроелементів, встановлено (рис. 1), що дія мінеральних елементів направлена на інтенсифікацію росту вовни, оскільки прирости вовни у вівцематок дослідної групи становили 0,401 мг/см<sup>2</sup>/добу, що 27,77 % більше, у порівнянні з контрольною групою (0,324 мг/см<sup>2</sup>/добу).

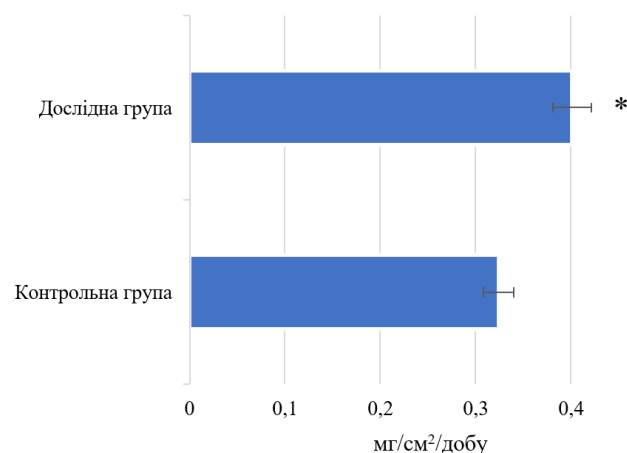


**Рис. 1.** Прирости вовни у вівцематок

Щодо стосованих нами аліментарних факторів, то вони практично не впливали на макроструктуру вовняних волокон (рис. 2). У вовні тварин, яким згодовували підвищені рівні макро- і мікроелементів спостерігається лише тенденція до зменшення кількості бета- і збільшення гамма-кератози. Такі зміни є цілком закономірні, якщо врахувати, що гамма-кератоза містить велику кількість білків багатих на Сульфур, натомість у бета-кератозі міститься їх незначна кількість (Deb-Choudhury, 2018).

Роль амінокислот, особливо сульфурвмісних, як нутрієнтів, необхідних для вовноутворення, добре відома і достатньо вивчена. Тим не менше, на сьогодні існує дещо видозмінена концепція щодо їхньої дії у згаданих процесах. Це стосується, насамперед цистину. Говорячи про сам морфогенез волоса і ріст вовни в овець потрібно пам'ятати, що вовнова продуктив-



ність перебуває у тісному зв'язку із живленням тварин і обміном речовин у їх організмі. При недостатній годівлі овець трансформація амінокислот у білки вовни зменшується (Cao et al., 2021). Ось чому в системі живлення овець головною проблемою завжди повинна бути біологічна повноцінність раціонів, балансування їх за усіма поживними речовинами, у тому числі і мінеральними (Szigeti et al., 2020).

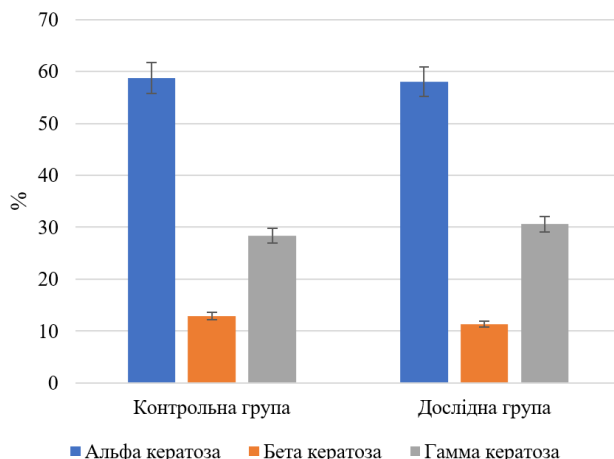


Рис. 2. Вплив мінеральних речовин на вміст кератоз у вовні

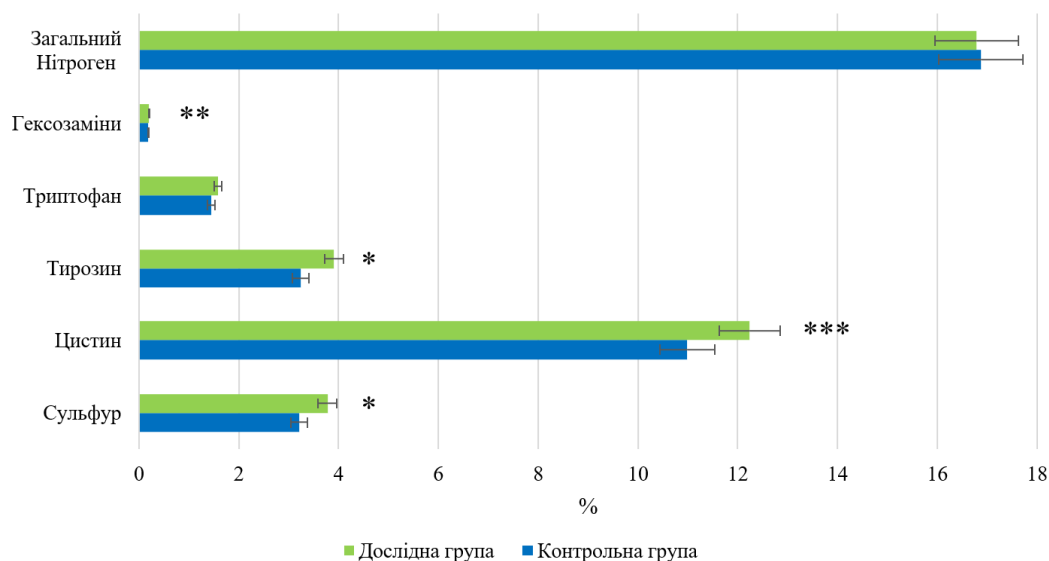


Рис. 3. Вплив мінеральних речовин на хімічний склад вовни

Щодо вмісту загального Нітрогену та триптофану, то за умов наших досліджень вірогідних змін цих хімічних сполук не відмічено.

Дані, які характеризують фізичні властивості волокон, зокрема їх міцність, віддзеркалюють зміни, пов'язані з їх хімічним складом. Зокрема, з даних рисунка 4 видно, що під впливом стосованих нами чинників розривне зусилля вовни зростає. Так показники міцності волокон у тварин контрольної групи в середньому становили 7,41 сН/текс, а дослідної — 8,54 сН/текс, що на 15,25 % більше. Як один з компо-

Нашими дослідженнями показано (рис. 3), що включення до складу основного раціону підвищених рівнів макро- і мікроелементів, зокрема Сульфур, призводить до збільшення цього елементу у вовні вівцематок дослідної групи ( $P < 0,05$ ). Цілком закономірно, що зростання останнього призводить і до збільшення цистину ( $P < 0,001$ ). Нагадаємо, що амінокислота цистин є головним чинником в постсинтетичній стабілізації кератину волокон, яка полягає в окисненні сульфгідрильних груп з утворенням дисульфідних зв'язків (Buchacher et al., 2022). Саме цистин стабілізує четвертинну структуру вовни за рахунок внутрішніх- і міжмолекулярних дисульфідних зв'язків, надаючи їй стійкості (Plowman et al., 2021).

Поки-що важко пояснити збільшення під впливом стосованих нами чинників гексозамінів ( $P < 0,01$ ) та тирозину ( $P < 0,05$ ). Однак слід зауважити, що останній бере участь в процесах синтезу тироксину та трийодтироніну у щитоподібній залозі за активної участі Йоду (Declas et al., 2022). А збільшення тирозину зафіксоване у вовні тварин, яким згодовували Йод на 25 % вище норми, що забезпечує оптимальний потік субстратів для функціонування щитоподібної залози, гормони якої і здійснюють властивий їм контроль за процесами вовноутворення (Todini, 2007).

нентів мукополісахаридів безпосередній вплив на міцність вовни мають гексозаміни (Starkova, 2022), кількість яких, як було сказано вище, вірогідно зростає. Також безпосередню участь у формуванні фізичних властивостей вовняних волокон, зокрема й міцності, приймають Сульфур та цистин, за рахунок формування внутрішньо- та міжмолекулярних дисульфідних зв'язків (Zhang & Fan, 2021).

Вірогідних змін тонини вовни, під впливом застосованих нами чинників, відмічено не було.

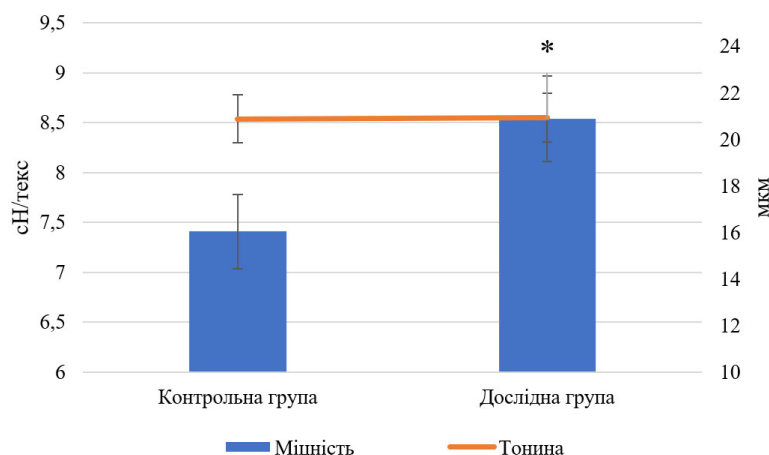


**Рис. 4.** Вплив мінеральних речовин на фізичні показники вовни

Отже, згодовування вівцематкам суміші макро- і мікроелементів призводить до зростання вовнової продуктивності вівцематок, та покращення фізико-хімічних, а отже і технологічних властивостей вовни.

### Висновки

Включення до основного раціону вівцематок підвищених рівнів (на 25%) Сульфуру, Цинку, Купруму, Йоду, Селену та Кобальту призводить до збільшення приростів вовни на 23,77 % ( $P < 0,05$ ). Також відбувається покращення хімічних показників вовняного волокна, за рахунок зростання Сульфуру ( $P < 0,05$ ), цистину ( $P < 0,001$ ), тирозину ( $P < 0,05$ ) та гексозамінів ( $P < 0,01$ ), що призводить до зростання його міцності на розрив на 15,25 % ( $P < 0,05$ ).

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу різних макро- та мікроелементів на продуктивність овець та якісні характеристики отриманої від них вовняної сировини.

### Відомості про конфлікт інтересів

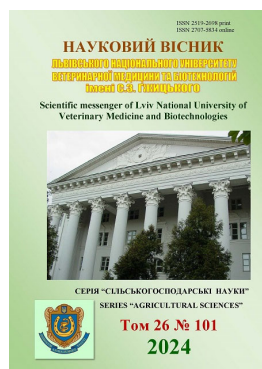
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

### References

- Baba, M. A., Ahanger, S. A. Hamadani, A., Rather, M. A., & Shah, M. M. (2020). Factors affecting wool characteristics of sheep reared in Kashmir. *Trop Anim Health Prod*, 52, 2129–2133. DOI: 10.1007/s11250-020-02238-1
- Buchacher, M., Bechtold, T., & Pham, T. (2022). Characterisation of reduction state of cystine linkages on wool fibre surface under heterogeneous reaction conditions. *Polymer Testing*, 106, 107438. DOI: 10.1016/j.polymertesting.2021.107438.
- Cao, Y., Yao, J., Sun, X., Liu, S., & Martin G. B. (2021). Amino acids in the nutrition and production of sheep and goats. *Adv Exp Med Biol*, 1285, 63–79. DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1\_5
- Chai, Y., Sun, Y., Liu, B., Guo, L., Liu, Z., Zhou, L., Dai, L., Jia, C., Zhang, W., & Li, C. (2021). Role of sulfur

- metabolism gene and high-sulfur gene expression in wool growth regulation in the cashmere goat. *Front Genet*, 12, 715526. DOI: 10.3389/fgene.2021.715526.
- Deb-Choudhury, S. (2018). Crosslinking between trichocyte keratins and keratin associated proteins. *Adv Exp Med Biol*, 1054, 173–183. DOI: 10.1007/978-981-10-8195-8\_12
- Declas, N., Maynard, J. R. J., Menin, L., Gasilova, N., Götze, S., Sprague, J. L., Stallforth, P., Matile, S., & Waser, J. (2022). Tyrosine bioconjugation with hypervalent iodine. *Chemical science*, 13(43), 12808–12817. DOI: 10.1039/d2sc04558c.
- Fan, Q., Wang, Z., Chang, S., Peng, Z., Wanapat, M., Bowatte, S., & Hou, F. (2020). Relationship of mineral elements in sheep grazing in the highland agroecosystem. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 33(1), 44–52. DOI: 10.5713/ajas.18.0955.
- Huo, B., Wu, T., Song, C., & Shen, X. (2020). Studies of Selenium Deficiency in the Wumeng Semi-Fine Wool Sheep. *Biological trace element research*, 194(1), 152–158. DOI: 10.1007/s12011-019-01751-1.
- Jin, X., Meng, L., Zhang, R., Tong, M., Qi, Z., & Mi, L. (2023). Effects of essential mineral elements deficiency and supplementation on serum mineral elements concentration and biochemical parameters in grazing Mongolian sheep. *Frontiers in veterinary science*, 10, 1214346. DOI: 10.3389/fvets.2023.1214346.
- Jin, Y. Q., Ding, N., Diao, X. G., Yu, S. C., Zhao, J. X., & Zhang, J. X. (2020). Net micromineral requirements for maintenance and growth of ewe lambs at the latter fattening period. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 33(9), 1421–1429. DOI: 10.5713/ajas.19.0390.
- Julian, A. A. M., Scasta, J. D., Stam, B. R., Sebade, B. M., Page, C. M., Springer, B. E., Renner, W. T., Cunningham-Hollinger, H., & Stewart, W. C. (2020). Mineral element concentrations of common grass and shrub species on sheep winter range in Wyoming: insights for mineral supplementation strategies. *Translational animal science*, 4(Suppl 1), S11–S16. DOI: 10.1093/tas/txaa088.
- Magolski, J. D., Luther, J. S., Neville, T. L., Redmer, D. A., Reynolds, L. P., Caton, J. S., & Vonnahme, K. A. (2011). Maternal nutrition during pregnancy influences offspring wool production and wool follicle de-

- velopment. *Journal of animal science*, 89(11), 3819–3823. DOI: 10.2527/jas.2010-3687.
- McDonald, P., Greenhalgh, J. F. D., Edwards, R. A., Morgan, C., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2022). *Animal Nutrition*. Great Britain: Pearson.
- Meng, L., Jin, X., Qi, Z., & Mi, L. (2024). Effects of dietary minerals deficiency and supplementation on different parts of muscle minerals content in grazing Mongolian sheep. *Front Vet Sci*, 11, 1301852. DOI: 10.3389/fvets.2024.1301852.
- Plowman, J. E., Miller, R. E., Thomas, A., Grosvenor, A. J., Harland, D. P., & Deb-Choudhury, S. (2021). A detailed mapping of the readily accessible disulphide bonds in the cortex of wool fibres. *Proteins*, 89(6), 708–720. DOI: 10.1002/prot.26053.
- Rizwan, H. M., Sajid, M. S., Younus, M., Naeem, M. A., Taseer, M. S. A., & Ebaid, H. (2023). Evaluation of trace elements in forages and their effect on gastrointestinal parasite burden in grazing sheep. *Saudi journal of biological sciences*, 30(9), 103768. DOI: 10.1016/j.sjbs.2023.103768.
- Rudenko, V. M. (2012). *Matematychna statystyka*. Center for Educational Literature: Kyiv, Ukrainian, 234–245 (in Ukrainian).
- Saha, S. K., & Pathak, N. N. (2021). *Fundamentals of animal nutrition*. Singapore: Springer Nature. DOI: 10.1007/978-981-15-9125-9.
- Sousa, D. L., Marcondes, M. I., Silva, L. P., Lima, F. W. R., Herbster, C. J. L., Souza, J. G., Rodrigues, J. P. P., Bezerra, L. R., Oliveira, R. L., & Pereira, E. S. (2021). Macromineral and trace element requirements for Santa Ines sheep. *Scientific reports*, 11(1), 12329. DOI: 10.1038/s41598-021-91406-w.
- Stapay, P. V., Tkachuk, V. M., Sedilo, G. M., & Ogorodnyk, N. Z. (2019). *Lipidy shkiry ta vovny ovets, yikh rol u protsesakh vovnoutvorennia i zberezheni pryrodnykh vlastyvostei volokon*. Lviv: Bona (in Ukrainian).
- Starkova, O., Sabalina, A., Voikiva, V., & Osite, A. (2022). Environmental effects on strength and failure strain distributions of sheep wool fibers. *Polymers (Basel)*, 14(13), 2651. DOI: 10.3390/polym14132651.
- Stewart, W. C., Scasta, J. D., Taylor, J. B., Murphy, T. W., & Julian, A. A. M. (2021). Mineral nutrition considerations for extensive sheep production systems: review. *Applied Animal Science*, 37, 256–272. DOI: 10.15232/aas.2021-02143.
- Sun, M., Chen, M., Li, S., Dai, C., & Chen, Y. (2023). Study on structure and properties of Hu sheep wool. *J Nat Fibers*, 20(1), 2160405. DOI: 10.1080/15440478.2022.2160405.
- Szigeti, E., Káta, J., Komlósi, I., Oláh, J., & Szabó, C. (2020). Newly grown wool mineral content response to dietary supplementation in sheep. *Animals (Basel)*, 10(8), 1390. DOI: 10.3390/ani10081390.
- Tkachuk, V. M., Stapay, P. V., & Kyryliv Ya. I. (2011). *Khimichniy sklad i pozhyvna vartist kormiv NNVTs "Komarnivske" Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho*. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Series "Agricultural sciences", 13(2), 137–142 (in Ukrainian).
- Todini, L. (2007). Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors. *Animal*, 1(7), 997–1008. DOI: 10.1017/S1751731107000262.
- Van Saun, R. J. (2023). Trace Mineral Nutrition of Sheep. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 39(3), 517–533. DOI: 10.1016/j.cvfa.2023.07.001.
- Vlizlo, V.V. (Ed.). (2012) *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvi ta veterynarii medytyni [Laboratory methods of researches in biology, live-stock and veterinary medicine]: dovidnyk*. Lviv, SPOLOM (in Ukrainian).
- Wu, T., Song, M., & Shen, X. (2020). Seasonal Dynamics of Copper Deficiency in Wumeng Semi-Fine Wool Sheep. *Biological trace element research*, 197(2), 487–494. DOI: 10.1007/s12011-019-02018-5.
- Zhang, W., & Fan, Y. (2021). Structure of Keratin. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 2347, 41–53. DOI: 10.1007/978-1-0716-1574-4\_5.
- Zhao, J., Liu, N., Liu, K., He, J., Yu, J., Bu, R., Cheng, M., De, W., Liu, J., & Li, H. (2017). Identification of genes and proteins associated with anagen wool growth. *Animal genetics*, 48(1), 67–79. DOI: 10.1111/age.12480.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10136  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.7.088:616(0477)

## Canis therapy: implementation needs and development problems in Ukraine

N. Yu. Krempa<sup>✉</sup>, B. V. Gutyj, O. V. Kozenko, I. V. Dvylyuk, N. V. Magrelo, H. V. Klym, U. M. Vus,  
A. O. Vysotskyi, T. V. Martyshuk, S. S. Popadiuk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 23.09.2024  
Received in revised form  
24.10.2024  
Accepted 25.10.2024

**Krempa, N. Yu., Gutyj, B. V., Kozenko, O. V., Dvylyuk, I. V., Magrelo, N. V., Klym, H. V., Vus, U. M., Vysotskyi, A. O., Martyshuk, T. V., & Popadiuk, S. S. (2024). Canis therapy: implementation needs and development problems in Ukraine. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 229–235. doi: 10.32718/nvlvet-a10136**

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-098-588-83-88  
E-mail: [krempanadia@ukr.net](mailto:krempanadia@ukr.net)

From scientific medical-pedagogical and veterinary-cynological literature sources, it is known that one of the methods of positive psychosocial and physio rehabilitation influence on people who need it is canine therapy, which through specially trained and certified dogs has a beneficial effect on the patient. Canine therapy is one of the types of auxiliary therapy for complex treatment, which includes using dogs to improve the patient's social, emotional, or cognitive functions. The purpose of the work is to expand understanding and highlight the competencies of influence of both the direction of activity and the term "canine therapy," to monitor the needs of its implementation and development problems in Ukraine, to study the features of the regulatory and legal side of the organization of human-animal interaction (HAI) and to clarify the main concepts and format of the work of therapy dogs. It has been established that the requirements for the professionalism of human-animal interaction (HAI) are that to achieve the most effective constructive and therapeutic effect, it is necessary to know the peculiarities of the formation and functioning of not only the human psyche, psychology, and zoopsychology but also the availability of certified specialists (cynologist, therapist, psychologist, rehabilitation specialist, speech therapist, defectologist). Considering that the canine therapy area of activity is only developing, and unfortunately, there are no regulatory and legal recommendations regarding participants and requirements for its organization that would guarantee safety and compliance in the sanitary-hygienic and legal fields of implementation, specialists in the provision of canine therapy services should rely on the provisions of the "White Book" in their work, which is an official document and appeal of the International Association of Human-Animal Interaction Organizations (IAHAIO). Its goal is to form a respectful and responsible attitude towards people and animals during work and interaction between them. The concepts of canis therapy, "One Health" and "One Wellbeing," spelled out in the regulations, significantly impact LTV methods, which are united by a common goal to preserve and improve human health, well-being, and functioning.

**Key words:** canis therapy, well-being, emotional support dogs, rehabilitation, CDC, ESCCAP, IAHAIO, LTV.

## Каністерапія: потреби впровадження та проблеми розвитку на теренах України

Н. Ю. Кремпа<sup>✉</sup>, Б. В. Гутій, О. В. Козенко, І. В. Двилюк, Н. В. Магрело, Г. В. Клим, У. М. Вус,  
А. О. Висоцький, Т. В. Мартишук, С. С. Попадюк

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Із наукових медико-педагогічних та ветеринарно-кінологічних літературних джерел відомо, що одним із методів позитивного психосоціального і фізіореабілітаційного впливу на людей, які цього потребують, є каністерапія, яка через спеціально навчених та



сертифікованих собак має сприятливий вплив на пацієнта. Каністерапія є однією із видів допоміжної терапії комплексного лікування, яка включає в себе використання собак для поліпшення соціальних, емоційних або когнітивних функцій пацієнта. Мета роботи – розширити розуміння та висвітлити компетенції впливу як напрямку діяльності, так і терміну “каністерапія”, провести моніторинг потреб її впровадження та проблеми розвитку в Україні, вивчити особливості нормативно-правової сторони організації людино-тваринної взаємодії (ЛТВ) і роз’яснити головні концепції та формат роботи собак-терапевтів. Встановлено, що вимоги щодо фаховості людино-тваринної взаємодії (ЛТВ) зумовлені тим, що для досягнення найбільш ефективного конструктивного та терапевтичного ефекту необхідно, володіти знаннями щодо особливостей формування та функціонування не лише людської психіки, психології та зоопсихології, а й наявності дипломованих спеціалістів (кінолог, терапевт, психолог, реабілітолог, педагог-логопед, дефектолог). Враховуючи те, що каністерапевтичний напрямок діяльності тільки розвивається, а нормативно-правових рекомендацій щодо учасників та вимог її організації, які гарантуватимуть безпечність та відповідність в санітарно-гігієнічному та правовому полях виконання, на жаль, немає, спеціалістам із надання каністерапевтичних послуг у своїй роботі варто опиратися на положення “Білої книги”, яка є офіційним документом та зверненням Міжнародної Асоціації Організацій Людино-Тваринної взаємодії – МАОЛТВ (International Association of Human-Animal Interaction Organizations – IAHAIО). Її мета – формування шанобливого та відповідального ставлення до людей і тварин під час роботи та взаємодії між ними. Концепції каністерапії “Одне здоров’я” та “Один добробут”, які прописані у положеннях, мають величезний вплив щодо методів ЛТВ, які об’єднані спільною метою задля збереження та поліпшення здоров’я людини, її добробуту та функціонування.

**Ключові слова:** каністерапія, благополуччя, собаки емоційної підтримки, реабілітація, CDC, ESCCAP, IAHAIО, ЛТВ.

## Вступ

Ідея терапії за участю тварин ще понад 50 років тому з’явилася в американського психіатра Бориса Левінсона, який помітив, що його клієнти значно краще реагують на лікування після спілкування з його домашнім улюбленцем – жвавим, товариським псом Джинглом із веселою вдачею та схильністю до емпатії. Позитивний досвід Левінсона перейняли й інші психологи і психіатри, і цей метод реабілітації став надзвичайно популярним у багатьох країнах. І хоча в Україні Міністерство охорони здоров’я (МОЗ) ще не визнав каністерапію офіційною практикою, проте її вже використовують як альтернативу в комплексному підході до лікування психоемоційних розладів. Останні п’ять років українські собаки-терапевти успішно працюють у різних кутках нашої країни, отримуючи при цьому слова вдячності та любові від маленьких та дорослих пацієнтів (Kravchenko et al., 2020; Smahina, 2021).

Варто зазначити, що незважаючи на свою назву, каністерапія – це не лікування собаками, а використання їх партнерських якостей фахівцем (психологом та реабілітологом) при роботі з пацієнтами, якими можуть бути діти, військові, дорослі, люди похилого віку, мета якої – позитивні зрушення соціально-емоційних або когнітивних функцій пацієнта (Kravchenko, 2021; Kashuba & Chekan, 2023).

З наукових джерел відомо, що анімалотерапія (від латинського “animal” – тварина) – вид терапії, що у своїй роботі використовує тварин та їх образи для надання психотерапевтичної допомоги. Це цивілізований науковий метод лікування та профілактики серйозних захворювань. В анімалотерапії використовуються певні схематичні зображення, символи тварин, малюнки, казкові персонажі, іграшки, імітація звуків тварин, а також справжніх тварин, спілкування з якими має бути безпечним (Protokol z diahnostyky ..., 2015; Tytarenko, 2018; Kamyshyna, 2023).

Існують два види анімалотерапії: неспрямована анімалотерапія, яка передбачає взаємодію із тваринами в домашніх умовах без усвідомлення та розуміння їх терапевтичного значення та спрямована анімалотерапія – цілеспрямоване використання тварин, їх символів за спеціально розробленими терапевтичними

програмами. Цей вид анімалотерапії використовує спеціально навчених тварин.

Спрямована анімалотерапія поділяється на види, залежно від того, які саме тварини використовуються: іпотерапію, дельфінотерапію, фелінотерапію та каністерапію.

Із інформаційних джерел відомо, що реабілітація за допомогою анімалотерапії – це хоч і не повноцінне лікування, але достатньо ефективне доповнення до нього: амплітуда руху коней позитивно впливає на центральну нервову систему, м’язи та хребет людини, а перебування із собакою-терапевтом знижує рівень тривожності та депресії (Tataryntseva, 2016; Mushkevych & Chaharna, 2017; Rasenko, 2024).

Каністерапія (з латинської *canis* – собака та англійської *therapy* – терапія, dog assisted services) – це різновид психотерапевтичної допомоги за участі собак-терапевтів, які в даній методиці оздоровлення виступають партнерами для людини, з якою працюють. Через собаку-терапевта розвивається й підтримується довіра та розвиток особистості, розкриваються почуття та емоції, прискорюється процес соціальної адаптації. Для України це достатньо новий метод реабілітації за допомогою спеціально навчених і відібраних собак, терапевтичний вплив яких здатен компенсувати дефіцит людини у спілкуванні, підвищити рівень самооцінки при психоемоційних розладах та неврозах (Yukhymchuk, 2022; Iachniuk et al., 2023).

**Актуальність теми:** Закордонний досвід (Banks & Banks, 2002; Chitic & Rusu, 2014; Stefanini et al., 2015) та вітчизняні інформаційні джерела свідчать про позитивний вплив залучення кудлатих терапевтів до лікування депресії, безсоння, розладів харчової поведінки, неврозів, відновлення після травм, інсультів, корекції ДЦП, синдрому Дауна, хвороби Альцгеймера, різних видів деменцій, а також розладів аутистичного спектру (РАС), синдромом порушення активності та уваги (СПАУ), посттравматичних синдромів (ПТСР). Враховуючи особливості сьогодення, наслідками яких є погіршення психо-емоційного стану населення, велика кількість військових, що потребують кваліфікованої реабілітації, пацієнтів паліативних центрів та гериатричних пансіонатів, дошкільних закладів та шкіл, які відвідують діти із потребою підтримки їх психічного здоров’я, загострюється потреба

впровадження та розвитку практики кністерапії (Zakon Ukrainy, 2006; Stefanini et al., 2015; Kravchenko et al., 2020; Kivva, 2023).

### Мета дослідження

Висвітлити питання необхідності впровадження та проблеми розвитку на теренах України терапевтичної практики із залученням та використанням собак. Для досягнення поставленої мети треба з'ясувати декілька особливих умов, необхідних для реалізації даного питання, зокрема: провести моніторинг потреби впровадження кністерапії; окреслити нормативно-правові рекомендації до представників терапії та умов-правил її організації та проведення, які гарантуватимуть безпечність і відповідність як в правовому, так і в санітарно-гігієнічному полях виконання; компетенції впливу та формат роботи; головні концепції, яких дотримуються власники собак-терапевтів у своїй роботі.

### Матеріал і методи досліджень

Матеріалом досліджень слугували інформаційне наповнення круглого столу “Необхідність розробки та особливості впровадження санітарно-гігієнічних норм та умов при проведенні занять з кністерапії в Україні” та наукові публікації стосовно позитивного впливу та необхідності розвитку кністерапії в Україні.

### Результати та їх обговорення

За ініціативи керівника ГО “Школа кністерапії” А. Гошовської на базі ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького 21.09.2024 року відбувся круглий стіл “Необхідність розробки та особливості впровадження санітарно-гігієнічних норм та умов при проведенні занять з кністерапії в Україні”, на який з'їхались фахівці цього напрямку терапії з різних куточків України. Власне в рамках даного заходу обговорювали необхідність та актуальні проблеми, пов'язані із запровадженням та застосуванням на державному рівні кністерапії, як ефективної терапії у разі прояву ПТРС (посттравматичного синдрому), психологічних та емоційних розладів у різних категорій людей (військовослужбовців, онкохворих, людей літнього віку, дітей з особливими потребами).

Із наукових джерел відомо, що кністерапія впливає на розвиток емпатії, зниження тривоги, поліпшення настрою, нормалізацію дихальних і серцевих ритмів, нормалізацію артеріального тиску, м'язового тонусу, поліпшення комунікації, підвищення ефективності навчання, посттравматичного стресового розладу. Кінологиня Оксана Шибарова розповіла: “Така взаємодія з собаками сприяє зниженню рівня тривожності та депресії, покращує настрій, знімає емоційне навантаження, військові стають більш відкритими та комунікабельними. Крім того, собаки-терапевти допомагають у фізичній реабілітації. Із задоволенням супроводжуючи їх у прогулянках, вони стимулюють рухову активність та допомагають військовим із по-

раненнями відновити м'язову та суглобову функцію” (Zakon Ukrainy, 2006; Kivva, 2023).

Для того, щоб метод реабілітації за допомогою кністерапії став доступним для українців, першочерговим завданням є виведення цього питання на державний рівень, адже займаючись такою діяльністю на комерційних чи волонтерських засадах, неможливо зробити метод доступним для тих мас, які його потребують. Оскільки в Україні відповідних норм та вимог до використання тварин для комплексного лікування ще немає, вже існуючі центри з надання кністерапевтичних послуг, зокрема “Відродження” (м. Чернігів) та “Пагінець” (м. Рівне) працюють винятково за протоколом Всесвітньої організації з кністерапії та кінології.

Варто зазначити, що необхідними складовими впровадження у нашої державі такого виду діяльності є розроблення відповідної української нормативної бази, яка регламентуватиме діяльність фахівців цієї сфери, а також окреслення рекомендацій стосовно санітарно-гігієнічних норм та правил проведення занять із кністерапії. Окремо хотілось би наголосити на проблемі відсутності у переліку державного класифікатора професій назви “кністерапевт”. Це спеціаліст, який володіє фаховими знаннями та навиками у сфері дефектології, педагогіки, логопедії, психології, психіатрії, реабілітології та кінології. Варто враховувати, що окрім вітчизняної системи підготовки та тестування як самих собак, що працюють в Україні, котрих сертифікують фахівці з Польщі, Литви та Німеччини, у нас, на жаль, немає й дипломованих кністерапевтів, лише сертифіковані. І все ж умовами сьогодення диктуються правила, що вимагають підготовки спеціалістів такого напрямку роботи. Тож для “легалізації” даного напрямку терапії, як було запропоновано на обговоренні, спершу варто було б розпочинати роботу із назвою “Кінолог із надання кністерапевтичних послуг” або “Собака емоційної підтримки”.

Організація роботи із надання кністерапевтичних послуг вимагає забезпечення безпеки роботи як для тварин, так для людей, зокрема дотримання правил біологічної безпеки та виконання вимог для здійснення біозахисту (Novoselska et al., 2017; Korshun & Krasnokutska, 2024). Розкриваючи питання безпечності роботи даного виду діяльності, не можна оминати увагою питання виникнення та розповсюдження зоонозів (зооантропонозів – захворювань тварин, які можуть в певних ситуаціях становити загрозу для здоров'я людей) (Epidemichna ta epizootychna sytuatsiia..., 2015; Dereza, 2022; Nainebezpechnishi zoonozni khvoroby..., 2024). В 2019 році на теренах України розпочала свою діяльність перша неурядова організація стосовно питань контролю паразитологічної ситуації Національна громадська організація “Асоціація Європейської Наукової Ради з проблем паразитозів тварин-компаньйонів в Україні” (ESCCAP UA), яка є повноправним членом ESCCAP, що несе відповідальність за переклад і адаптацію керівних принципів та цілей даної організації у нашому регіоні (ESCCAP, 2014; 2017; 2021).

Враховуючи той факт, що даний напрямок терапії в Україні мало розвинутий, а відсутність нормативної документації та відповідних рекомендацій відсутня, роботу із розвитку та впровадження каністерапії варто розпочинати, опираючись на досвід спеціалістів міжнародного рівня, зокрема досвіду країн ЄС та США. Створивши та впровадивши в роботу ще у 1946 році Центри з контролю та профілактики захворювань в США (англ. Centers for Disease Control and Prevention, CDC), робота яких полягає в охороні громадського здоров'я та гарантуванні безпеки шляхом надання необхідної інформації задля покращення рішень у сфері охорони здоров'я, дотримуючись концепцій “Єдиного здоров'я”, підкреслюють важливість дотримання певних вимог роботи: поліпшення стану здоров'я одного учасника за рахунок іншого, принцип доброти має бути врахований для всіх, з обов'язковим дотриманням принципу п'яти свобод (Demchuk & Kozenko, 2008).

Провідне ж місце у формуванні людино-тваринних відносин (ЛТВ) належить Міжнародній Асоціації Організацій людино-тваринної взаємодії – МАОЛТВ (International Association of Human-Animal Interaction Organizations – IANAIO), яка має на меті сприяти формуванню шанобливого та відповідального ставлення до людей та тварин під час роботи та взаємодії між ними. Згідно з визначеннями “Білої книги”, яка є офіційним документом та зверненням МАОЛТВ (IANAIO), людино-тваринна взаємодія є цілеспрямованим та структурованим методом, який залучає тварин до лікувальної, навчальної та соціальної роботи з метою досягнення в людей терапевтичних змін. Оновлення “Білої книги” 2018 року включають визначення тренування або консультування з твариною та визначення підходу “Одне здоров'я” і “Один добробут” в ЛТВ (Chitic & Rusu, 2014; Pinillos et al., 2016; Bila knyha..., 2018).

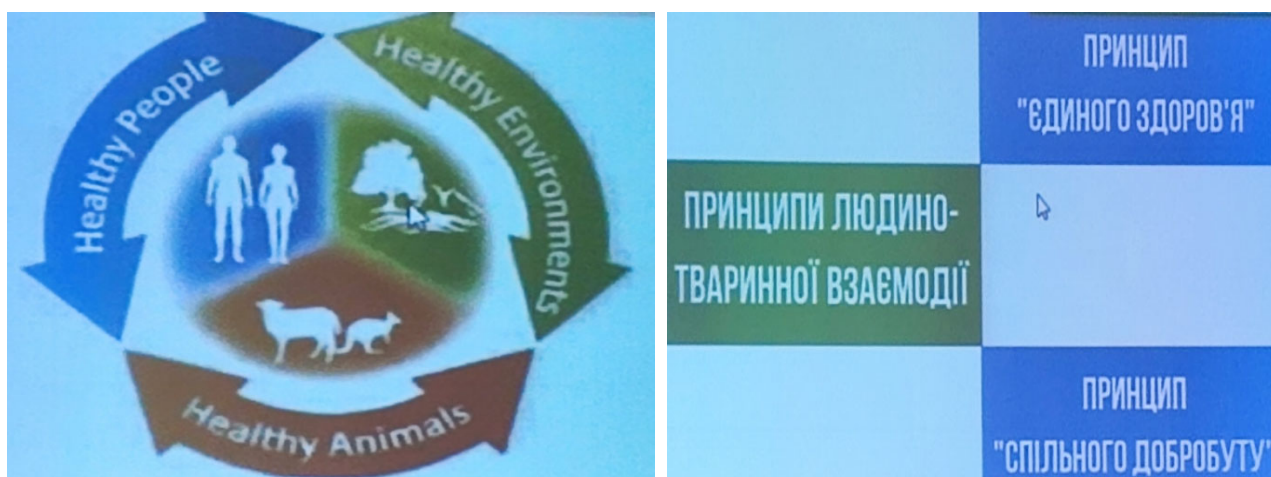


**Рис. 1.** Головні концепції каністерапії: “Здоров’я людей, здоров’я тварин та збереження здоров’я навколишнього середовища” – принцип “Єдиного здоров’я”, принцип “Людино-тваринної взаємодії” (ЛТВ) та “Спільного добробуту”

Концепція “Одне здоров’я” з’явилась у 1800-х роках, коли науковці визначили багато спільного у процесах захворювання людей і тварин (зоонози). Зовсім недавно її застосування почало використовуватись науковцями у ветеринарній та інших галузях, які співпрацюють задля захисту здоров’я людей та визнають, що “здоров’я людей пов’язане зі здоров’ям тварин та навколишнім середовищем”, і “метою концепції є досягнення оптимальних показників здоров’я, акцентуючи увагу на взаємозв’язку між людьми, тваринами, рослинами та довкіллям” (CDC – Центр Контролю Захворювань, США), який затвердив визначення Всесвітньої організації охорони здоров’я щодо здоров’я, а саме “стан повного фізичного, психічного та емоційного добробуту” (Bila knyha..., 2018). Концепція “Єдиний добробут” визнає взаємозв’язок між добробутом тварин, добробутом людей та навколишнім середовищем (Pinillos et al., 2016).

Таким чином, концепції “Одне здоров’я” та “Один добробут” мають величезний вплив щодо методів людино-тваринної взаємодії, які об’єднані спільною

метою задля поліпшення здоров’я людини, її добробуту та функціонування.

Згідно з інформаційними джерелами (Potapchuk, 2021), у 2020 році в Україні вперше було організовано професійні курси з каністерапії 1-го рівня, які провели польські фахівці за міжнародними стандартами ЄС, з видачею відповідних сертифікатів на собак і дипломів про проходження навчання. Місію узяла на себе організація Stowarzyszenie Zwierzęta Ludziom (Польща), що є дійсним членом та представником IANAIO, автором та виконавцем багатьох міжнародних проєктів, зокрема і з розробки Європейських стандартів каністерапії, рекомендації для якої зібрані у положеннях “Білої книги”.

Окрему увагу варто приділити й обговоренню формату роботи з надання каністерапевтичних послуг. На **рисунку 2** графічно зображено дві форми роботи: форма трикутника та квадрата. Форма трикутника передбачає тристороннє спілкування: фахівець (кінолог, терапевт, психолог, реабілітолог, педагог-логопед, дефектолог), пацієнт (клієнт) та собака. Формат чотирикутника вимагає залучення до процесу не



лише учасників, які вказані у форматі трикутника, а ще й асистента для допомоги в роботі із собакою. Вважається, що найбільш ефективним є формат чотирикутника, за якого собаки-терапевти – це інструмент, який фахівець використовує з різними варіантами терапії, виходячи з розуміння позитивного впливу

тварин на здоров'я людини-клієнта. Як пояснюють психологи, секрет у тому, що тварини неупереджено ставляться до людей та здатні проявляти емпатію (співпереживання), що на підсвідомому рівні допомагає позбутися людині тривоги.

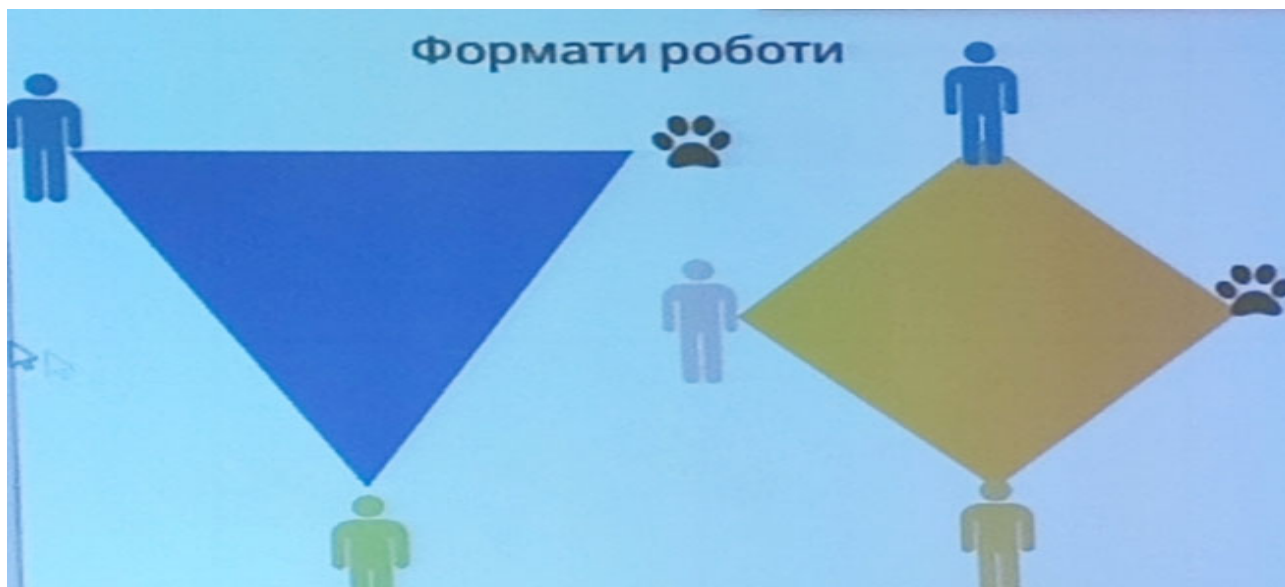


Рис. 2. Формат роботи учасників каністерапії

Хотілось би акцентувати увагу на випадку практичного використання кудлатих терапевтів, за якого виявлено позитивний вплив на стан когнітивних функцій хлопчика 9 років, про який розповіла студентка 3-го курсу факультету ветеринарної медицини (ФВМ) ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького Марина Макаринська. Дівчина з батьками проживає у смт Добровеличківка (Кіровоградська область), мама дівчини – сертифікований кінолог-заводчик, яка власне за використання трирічного золотистого ретривера на ім'я Мішель мала змогу позитивно вплинути на стан здоров'я дитини. В ході спілкування собаки та дитини виявлено покращення когнітивних навичок хлопчика, зокрема він зумів ідентифікувати та запам'ятати “свого лікаря” з-поміж інших. У дитини, зі слів Марини, було діагностовано розлади функцій когнітивного спектру, зокрема здатність дитини сприймати, “зберігати” та обробляти інформацію у “комірках” довготривалої пам'яті. Однак це не єдиний випадок, про який розповіла студентка: їхні собаки беруть активну участь у підтримці як емоційного, так і фізичного здоров'я довколишніх. До прикладу, своєю підтримкою та допомогою лабрадори, які утримуються сім'єю Марини, допомагають юнакові, який страждає хронічним неврологічним захворюванням, та дівчині із інвалідністю.

## Висновки

Опрацювання та аналіз літератури, яка описує особливості роботи із собаками-терапевтами, розкриває суть та потребу впровадження й розвитку складної взаємодії людини та тварини, що володіє корекційним та терапевтичним ефектом для пацієнтів.

Встановлено, що систематичне та цілеспрямоване використання такої взаємодії сприяє конструктивним змінам у психіці пацієнта, що проявляється в пізнавальних та поведінкових змінах. Залучення спеціально навчених собак для взаємодії з різними категоріями людей з метою психологічної роботи має великий потенціал для урізноманітнення методів психокорекції. Встановлено, що використання тваринної терапії як комплементарного методу терапевтичної роботи з людьми з особливими потребами може допомогти подолати процесуальні бар'єри взаємодії дефектолога, логопеда, психолога та клієнта-пацієнта. Тож вивчення та науковий аналіз людино-тваринної взаємодії в контексті психотерапевтичної реабілітації або корекції допоможе вітчизняним фахівцям розробити ефективні програми та рекомендації для каністерапевтичної діяльності.

*Перспективи подальших досліджень.* Зважаючи на умови сьогодення, які сповнені психоемоційного перенапруження, а також враховуючи наслідки війни, подальші дослідження та сприяння розвитку в Україні даного виду діяльності є надзвичайно потрібними. Сподіваємося на ефективне врегулювання нормативно-правового колапсу та розробку санітарно-гігієнічних норм у роботі каністерапевтів. Такі напрацювання необхідні для того, щоб визнання цього методу терапії дало можливість офіційно працювати зі спеціально підготовленими собаками у дитячих дошкільних та навчальних закладах, спеціальних школах-інтернатах, медичних установах, паліативних, геріатричних та реабілітаційних центрах, вхід та робота у яких каністерапевтів на даний час заборонена.



## Подяки

Висловлюємо слова вдячності керівникові ГО “Школа каністерапії” Антоніні Гашовській, яка ініціювала проведення круглого столу “Необхідність розробки та особливості впровадження санітарно-гігієнічних норм та умов при проведенні занять з каністерапії в Україні” та всім його учасникам, які привернули увагу до потреби впровадження каністерапії в Україні.

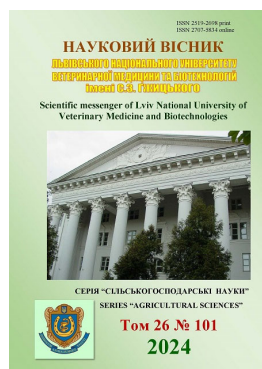
## Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

## References

- Banks, M. R., & Banks, W. A. (2002). The effects of animal-assisted therapy on loneliness in an elderly population in long-term care facilities. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 57(7), M428–M432. DOI: 10.1093/gerona/57.7.m428.
- Bila knyha mizhnarodnoi asotsiatsii orhanizatsii liudynotvarynnoi vzaiemodii (MAOLTV - IAHAIO) 2014, onovleno 2018. URL: <https://iahaio.org/wp/wp-content/uploads/2019/04/white-paper-ukrainian-2019-updated.pdf> (in Ukrainian).
- Chitic, V., & Rusu, A. S. (2014). An Interdisciplinary Approach of Animal Assisted Therapy for the Special Needs Children. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*, 101–108. DOI: 10.15405/epsbs.2016.12.14.
- Demchuk, M. V., & Kozenko, O. V. (2008). *Zahalna veterynarna profilaktyka, rozdil “Dobrobut tvaryn”* Lviv (in Ukrainian).
- Dereza, Yu (2022). *Yaki khvoroby mozhut peredaty domashni tvaryny svoim hospodariam*. URL: <https://zmist.pl.ua/blogs/yaki-hvoroby-mozhut-peredaty-domashni-tvaryny-svoyim-gospodaryam> (in Ukrainian).
- Epidemichna ta epizootychna sytuatsiia shchodo zoonoznykh infektsii, spilnykh dlia liudei i tvaryn (2015). URL: [https://svyat.kyivcity.gov.ua/news/epidemichna-ta-epizootichna-situatsiya-shchodo-zoonoznykh-infektsiy-spilnykh-dlya-lyudey-i-tvarin\\_](https://svyat.kyivcity.gov.ua/news/epidemichna-ta-epizootichna-situatsiya-shchodo-zoonoznykh-infektsiy-spilnykh-dlya-lyudey-i-tvarin_) (in Ukrainian).
- ESCCAP (2014). *ESCCAP-Schema zur individuellen Entwurmung*. URL: [https://www.esccap.de/v2/wp-content/uploads/2020/06/Entwurmungsschema\\_7-2014.pdf](https://www.esccap.de/v2/wp-content/uploads/2020/06/Entwurmungsschema_7-2014.pdf).
- ESCCAP (2017). *Deutschland*. URL: <http://www.esccap.de/start>.
- ESCCAP (2021). *Worm Control in Dogs and Cats. ESCCAP Guideline 01 Sixth Edition – May 2021*. URL: [https://www.esccap.org/uploads/docs/oc1bt50t\\_0778\\_ESCCAP\\_GL1\\_v15\\_1p.pdf](https://www.esccap.org/uploads/docs/oc1bt50t_0778_ESCCAP_GL1_v15_1p.pdf).
- Iachniuk, M. Yu., Zendyk, O. V., Hulina, L. V., Yachniuk, Ye. M. (2023). *Vykorystannia kanisterapii u rehabilitatsiinomu likuvanni ditei*. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova*, 12(172), 198–201. DOI: 10.31392/UDU-nc.series15.2023.12(172).39.
- Kamyshyna, O. A. (2023). *Zastosuvannia elementiv kanisterapii v roboti z ditmy z osoblyvymy osvithni-my potrebamy na zaniattiakh “KhVYLYNKY DOBROTY” z dosvidu roboty fakhivtsia inkliuzyvno-resursnoho tsentru Novokakhovskoi miskoi rady, vchytelia-lohopeda ZDO № 18 Novokakhovskoi miskoi rady Kamyshynoi Oksany Arkadiivny. Kherson (in Ukrainian)*.
- Kashuba, L., & Chekan, O. (2023). *Kanisterapiia yak metod psykhhokorektsii v spetsialnii osviti. Visnyk naukovodoslidnoi laboratorii inkliuzyvnoi pedahohiky. “Spetsialna ta inkliuzyvna osvita: teoriia, metodyka, praktyka” Materialy IKh Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (30-31 bereznia 2023 r.)*, 9, 67–71. URL: <http://dspace-s.msu.edu.ua:8080/handle/123456789/9708> (in Ukrainian).
- Kivva, I. (2023). *Zooterapiia: shcho tse i yak dopomahaie viiskovym v Ukraini*. URL: <https://zaborona.com/zooterapiya-shho-cze-i-yak-dopomagaye-vijskovym-v-ukrayini> (in Ukrainian).
- Korshun, M. M., & Krasnokutska, L. M. (2024). *Pryntsyp «trokh R» ta shliakhy yoho realizatsii u toksykologohihiienichnykh doslidzhenniakh. Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*, 3-4, 66–73. DOI: 10.33573/ujoh2005.03.066 (in Ukrainian).
- Kravchenko, O. (2021). *Kanisterapiia yak innovatsiinyi napriam sotsialno-psykholohichnoi rehabilitatsii. Innovatyka u vykhovanni*, 13(1), 28–38. DOI: 10.35619/iiu.v1i13.327 (in Ukrainian).
- Kravchenko, O. O., Kryvokolynska, N. M., Strelchenko, N. A., & Kashtan, S. M. (2020). *Kanisterapiia yak innovatsiinyi napriam sotsialno-psykholohichnoi rehabilitatsii ditei z osoblyvymy osvithni-my potrebamy: monohrafiia. MON Ukrainy, Umanskyi derzh. ped. un-t imeni Pavla Tychyny. Uman: Vydavets “Sochins-kyi M. M.” (in Ukrainian)*.
- Kravchenko, O., Koliada, N., & Levchenko, N. (2020). *Youth Workers and Innovative Development of Social Work*. In: Kantola, J., Nazir, S., Salminen, V. (eds) *Advances in Human Factors, Business Management and Leadership. AHFE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1209. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-50791-6\_54.
- Mushkevych, M. I., & Chaharna, S. Ye. (2017). *Osnovy psykhoterapii: navchalnyi posibnyk. Skhidnoievropeiskyi natsionalnyi universytet imeni Lesi Ukrainky. Lutsk (in Ukrainian)*.
- Nainebezpechnishi zoonozni khvoroby v Ukraini y Cherkaskii oblasti ta yikh profilaktyka (2024). *Cherkaskyi oblasnyi tsentr kontroliu ta profilaktyky khvorob*. URL: <https://ck.cdc.gov.ua/news/najnebezpechnishi-zoonozni-hvoroby-v-ukrayini-j-cherkaskij-oblasti-ta-yih-profilaktyka> (in Ukrainian).
- Novoselska, L. P., Ivashchenko, T. H., Handziura, V. P., & Kulnych, O. P. (2017). *Osnovy biobezpeky (ekolohichnyi skladnyk): navch. posib. K. : Instytut ekolohichnoho upravlinnia ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannia (in Ukrainian)*.
- Pinillos, R. G., Appleby, M. C., Manteca, X., Scott-Park, F., Smith, C., & Velarde, A. (2016). *One Welfare - a platform for improving human and animal welfare. The Veterinary record*, 179(16), 412–413. DOI: 10.1136/vr.i5470.

- Potapchuk, N. (2021). Sobacha terapiia: za robotoiu – chotyrylapi “reabilitolohy”. Ukrinform. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-yakisne-zhyttia/3280543-sobaca-terapia-za-robotou-cotirilapi-reabilitologi.html> (in Ukrainian).
- Protokol z diahnostryky ta terapii PTSR Natsionalnoho instytutu klinichnoi maisternosti Velykobry-tanii (NICE) Vydannia zdiisnene u partnerstvi z ukrainskym instytutom kohnityvno-povedinkovoi terapii ta fondom «Shveitsarske biuro spivrobitnytstva v Ukraini». Lviv, 2015. 47 s. (in Ukrainian).
- Rasenko, O. (2024). Kanisterapiia dlia mentalnoho zdorovia: yak sobaky-terapevty likuiut u Polshchi. URL: <https://socportal.info/ua/news/kanisterapiya-dlya-mentalnogo-zdorovya-yak-sobaki-terapevty-likuiut-u-polshchi> (in Ukrainian).
- Smahina, A. (2021). Rubryka vse po polychkakh. Kanisterapiia dlia pensioneriv: yak bezprytulni sobaky dopomahaiut liudiam pokhyloho viku u Vinnytsi. URL: <https://rubryka.com/article/kanisterapiya-vinnytsia> (in Ukrainian).
- Spektor, O. M., Yenzheievska, L. M., Moskalyk, E. A., & Khailenko, A. O. (2018). Humanne ta vidpovidalne stavlennia do tvaryn : metodychnyi posibnyk BO “BF “Shchaslyva lapa”. Kyiv. URL: <https://nenc.gov.ua/wp-content/uploads/2018/04/posibnykGSdT.pdf> (in Ukrainian).
- Stefanini, M. C., Martino, A., Allori, P., Galeotti, F., & Tani, F. (2015). The use of Animal-Assisted Therapy in adolescents with acute mental disorders: A randomized controlled study. *Complementary therapies in clinical practice*, 21(1), 42–46. DOI: 10.1016/j.ctcp.2015.01.001.
- Tataryntseva, N. A. (2016). Kanisterapiya yak metod roboty z molodymy liudmy z porushennymy mozhlyvostiamy zdorovia (18-30 rokiv). *Vne Ramok, Vne Hranits*, 121–124 (in Ukrainian).
- Tytarenko, T. M. (2018). Sotsialno-psykholohichna reabilitatsiia osobystosti: etapy, tekhnolohii, tekhniky. *Naukovi studii iz sotsialnoi ta politychnoi psykholohii*, 41, 157–167. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nssp\\_2018\\_41\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nssp_2018_41_14) (in Ukrainian).
- Yukhymchuk, I. (2022). U Kyievi vidkryvsia pershyi tsentr terapii za dopomohoiu sobak. URL: <https://socportal.info/ua/news/u-kyievi-vidkrivsya-pershii-tcentr-terapii-za-dopomogoiu-sobak> (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy (2006). Pro reabilitatsiiu osib z invalidnistiu v Ukraini. (Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 2006, № 2-3, st. 36. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2961-15> (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10137  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.084/087:581.19:636.2

## Adjustment of feeding as a way to prevent fodder poisoning in cattle

T. B. Nahirniak<sup>✉</sup>, Y. I. Pivtorak, R. A. Kukhta, B. M. Ivashchuk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnology, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 23.09.2024  
Received in revised form  
24.10.2024  
Accepted 25.10.2024

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-098-588-83-88  
E-mail: [krempanadia@ukr.net](mailto:krempanadia@ukr.net)

**Nahirniak, T. B., Pivtorak, Y. I., Kukhta, R. A., & Ivashchuk, B. M. (2024). Adjustment of feeding as a way to prevent fodder poisoning in cattle. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 236–241. doi: 10.32718/nvlvet-a10137**

The publication notes that feeding conditions can contribute to healing or, on the contrary, cause fodder poisoning and specific diseases, weakening of the body's immunity against pathogens of various diseases. The specific diseases caused by the unsatisfactory condition and properties of feed include diseases of insufficient nutrition, which are caused by insufficient supply of vital nutrients to animals and are often accompanied by metabolic disorders, as well as feed poisoning. In infectious and invasive diseases of animals, nutrition plays the role of a powerful factor that determines the body's resistance. Significant damage to animal husbandry from fodder poisoning is expressed primarily in the death of a fairly large number of animals of various species, as well as in significant losses of production or reduced performance of animals. For the effective fight against poisoning and, in particular, for the prevention of the latter, it is necessary for all animal husbandry specialists to orientate themselves in the sources of fodder poisoning, their clinic and diagnosis, as well as know the possibilities and methods of providing assistance to sick animals. Depending on the place of growth, the same plants are poisonous in some cases, and used as fodder in others. Fluctuations and accumulation of poisonous substances take place in the same plants in different phases of vegetation (before and after flowering), in different parts of plants depending on meteorological conditions and in individual months. Many of these plants have a fairly high nutrient content and can be of considerable forage value. One of the causes of fodder poisoning of animals can be fodder affected by various parasitic and saprophytic fungi. Many types of rust, soot, mold and other fungi are widespread in nature. They affect feed (coarse, concentrated, juicy), which causes their harmful properties. Often, animal poisoning is not caused by poisonous plants contained in hay and grain fodder, or by their seeds, but is caused by their spoilage by molds or other fungi. The following factors should be attributed to the causes of poisoning: lack of feed quality control; grazing animals on fields and pastures where fertilizers are used; careless attitude towards animals. In order to reduce the damage caused to cattle by fodder poisoning, it is necessary to carry out appropriate preventive measures, and in case of animal diseases related to poisoning, to provide them with qualified assistance in a timely manner, which is possible only with the ability to recognize poisoning and establish the causes that caused it.

**Key words:** fodder poisoning, poisonous plants, poisonous substances, cattle, feeding, prevention, diagnosis.

## Коригування годівлі як шлях профілактики кормових отруєнь великої рогатої худоби

Т. Б. Нагірняк<sup>✉</sup>, Я. І. Півторак, Р. А. Кухта, Б. М. Іващук

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У публікації зазначається, що умови годівлі ВРХ можуть сприяти вилікуванню або, навпаки, стати причиною кормових отруєнь і специфічних захворювань, послаблення імунітету організму проти збудників різних хвороб. До специфічних захворювань, причиною яких є незадовільний стан і властивості кормів, належать хвороби недостатнього живлення, що викликаються незабе-

зпеченістю тварин життєво важливими поживними речовинами і часто супроводжуються порушенням обміну речовин, а також кормові отруєння. При інфекційних та інвазійних захворюваннях тварин живлення відіграє роль потужного фактора, що зумовлює резистентність організму. Значна шкода тваринництву від кормових отруєнь виражається насамперед у загибелі досить великої кількості тварин різних видів, а також у значних втратах продукції або зниженні працездатності тварин. Для ефективної боротьби з отруєннями і, зокрема, для профілактики останніх необхідно, щоб усі фахівці тваринництва орієнтувалися в джерелах кормових отруєнь, їх клініці та діагностиці, а також знали можливості та прийоми надання допомоги хворим тваринам. Ті самі рослини залежно від місця росту в одних випадках отруйні, а в інших – використовуються як кормові. Коливання і накопичення отруйних речовин мають місце в тих самих рослин у різні фази вегетації (до і після цвітіння), в різних частинах рослин залежно від метеорологічних умов і в окремі місяці. Багато з таких рослин відрізняються досить високим вмістом поживних речовин і можуть виявляти чималу цінність у кормовому плані. Однією з причин кормових отруєнь тварин можуть бути корми, уражені різними паразитними та сапрофітними грибами. Багато видів іржевих, сажкових, плісневих та інших грибів широко поширені в природі. Вони вражають корми (грубі, концентровані, соковиті), чим зумовлюють їхні шкідливі властивості. Часто отруєння тварин викликаються не отруйними рослинами, що містяться в сіні і зернових кормах, або їх насінням, а зумовлюються псуванням їх пліснявими чи іншими грибами. До причин отруєння варто зарахувати такі фактори: відсутність контролю якості корму; випасання тварин на полях і пасовищах, де застосовують добрива; неувважне ставлення до тварин. Щоб знизити шкоду, заподіяну ВРХ кормовими отруєннями, необхідно проводити належні профілактичні заходи, а при захворюваннях тварин, пов'язаних з отруєннями, своєчасно надавати їм кваліфіковану допомогу, що можливо тільки при вмінні розпізнавати отруєння і встановлювати причини, що їх викликали.

**Ключові слова:** кормові отруєння, отруйні рослини, отруйні речовини, ВРХ, годівля, профілактика, діагностика.

## Вступ

Від якості корму залежить не тільки кількість і якість виробленої продукції, а й здоров'я тварин (Kulyk et al., 2003). Годувати тварин потрібно тільки доброякісними кормами з урахуванням виду, віку, фізіологічного стану, продуктивності. Неякісні корми згодувати тваринам не варто, адже згодовування таких кормів може призводити до розвитку патологічних явищ, порушення обміну речовин, а як наслідок – виникнення захворювань (Slobodian et al., 2021).

Втрати у тваринництві через неправильну і недостатню годівлю надзвичайно великі. Втрачаються не тільки продукція та корми, а й молодняк і дорослі тварини внаслідок захворювань і низького імунітету інфекціям (Grymak et al., 2020).

Для одержання біологічно повноцінної високоякісної продукції тварини мають бути здоровими. Від тварин, уражених інфекціями, інвазіями, та тих, що мають незаразні хвороби, одержують мало продукції, а її біологічна цінність невисока. При будь-якому захворюванні порушуються взаємовідносини між організмом і середовищем, а також між системами організму. Як наслідок – знижується пристосованість і реактивність організму, тобто порушується узгодженість реакцій організму на вплив умов життя.

На жаль, за останній період велика кількість тварин у господарствах різних форм власності істотно страждає від кормових отруєнь різного ступеня та походження. Істотна частка кормових отруєнь тварин викликається отруйними рослинами, що трапляються в травостой пасовищ і сіні. Тому необхідно насамперед добре знати види отруйних рослин в різних місцевостях, місця їхнього росту, умови утворення і накопичення отруту, а також локалізацію отруйних речовин у рослині.

## Мета дослідження

Мета дослідження – проаналізувати особливості кормових отруєнь, процеси відновлення здоров'я ВРХ коригуванням годівлі.

## Результати та їх обговорення

Причиною кормових отруєнь є отруйні речовини, що містяться в деяких рослинах, котрі поїдаються тваринами, або в інших кормах (Gutyj et al., 2016; 2017). Отрути виробляються рослинами або у кормах під впливом будь-яких зовнішніх впливів, наприклад при грибкових чи бактеріальних ураженнях.

Дія отруйних речовин на організм тварини може бути різною залежно від характеру та кількості, реакції організму та багатьох інших умов. Зміни, викликані отрутою, що потрапила в організм, іноді обмежуються лише місцем безпосереднього впливу отруйної речовини без помітної реакції з боку всього організму.

До отрут, що відрізняються при прийомі внутрішньо переважно місцевою дією на шлунково-кишковий тракт, належать, наприклад, гірчичні олії, сік молодцяю. Багато отрут не завдають у місцях свого проникнення в тіло тварини шкідливого впливу, але вони всмоктуються, потрапляють у кровоносну систему і разом зі струменем крові розносяться по всьому організму. Іноді можливе звикання тварин до отрути.

Отож, основними діючими речовинами, що зумовлюють токсичність отруйних рослин і багатьох кормів, є алкалоїди, токсини, глікозиди, ефірні олії, смоли, органічні кислоти та їдкі речовини молочного соку різних рослин (макові та ін.) (Kutsan et al., 2022; Orobchenko et al., 2023).

До власне кормових отруєнь належать виключно такі, які викликаються поїданням тваринами кормів, що відрізняються природно властивими їм отруйними речовинами. До них не слід зараховувати отруєння, викликані поїданням будь-яких сторонніх отруйних речовин, навіть і таких, які тим чи іншим шляхом потрапили до кормів (Gutyj et al., 2019).

Тому за походженням усі кормові отруєння можна поділити на дві групи: 1) отруєння, що викликаються різними хімічними отрутами, що містяться у складі кормових засобів; 2) отруєння, що зумовлюються бактеріальними, грибковими та іншими ураженнями кормів (Slobodian et al., 2019).

Причини отруєнь першої групи: 1) отруйні рослини, що трапляються на пасовищах або містяться в



грубих кормах (сіні, соломі); 2) домішки отруйного насіння в зернових, борошнистих та інших кормах; 3) багато звичайних кормів, у яких при неправильному використанні утворюються отруйні речовини (синильна кислота, азотистокислі солі); 4) непомірне або неправильне використання для годівлі тваринних кормів.

До другої групи належать отруєння кормами, ураженими бактеріями або грибами, а також шкідниками комор. Причиною різних грибкових отруєнь можуть бути, по-перше, цвілі та деякі інші форми сапрофітних грибів, що виростають на мертвому субстраті (органічній речовині) та розвиваються в кормах частіше при неправильному їх зберіганні; по-друге, деякі види паразитних грибів, здатних виростати на живій тканині і викликати ураження.

Для боротьби з кормовими отруєннями ВРХ має значення швидке їх розпізнавання. У більшості випадків тільки комплекс клінічних ознак, патологоанатомічних змін та анамнестичних даних може бути основою встановлення кормового отруєння у тварин. Нерідко для впевненого висновку про те, що відбулося кормове отруєння, необхідно проводити хімічний аналіз або вмісту шлунково-кишкового тракту, або кормів.

Для кормових отруєнь характерні такі особливості: 1) захворювання виникає раптово, без будь-яких видимих причин. Іноді при кормовому отруєнні тварин, які з вечора були абсолютно здоровими, знаходять вранці мертвими. Дуже цінним показником у таких випадках є захворювання групи тварин одразу після зміни корму або давання нового, особливо якщо тварини, що залишилися на старому кормі, не захворіли; 2) масовий характер захворювання при однаковій картині в основному клінічній картині та подібних патологоанатомічних змінах; 3) незаразний характер та швидке припинення захворювань після вилучення підозрілого корму. Причину отруєння в багатьох випадках легше встановити, якщо на тлі того чи іншого загального симптомокомплексу (шлунково-кишкового, нервового та ін.) вдається виявити специфічні ознаки, пов'язані з ураженням певних органів або систем організму. Загальні патологічні зміни, спричинені дією отруйних речовин, можуть спостерігатися у крові та інших тканинах і навіть органах загалом (Sudakova, 2002; Pavlov, 2015).

Необхідно з'ясувати обставини, які супроводжували захворювання, і уважно врахувати всі умови, які могли слугувати причиною виникнення захворювань. Повинні бути з'ясовані всі питання, що стосуються годівлі тварин у період, що передував захворюванням, особливо останніми днями, і навіть години до появи захворювань.

Зокрема, при стійловій годівлі треба з'ясувати склад раціонів і якість всіх кормів, що використовувалися, порядок зміни кормів, якщо це мало місце; питання про способи підготовки кормів і їх використання, через який час після підготовки вони згодовуються, у яких умовах зберігаються. Надалі провести вивчення даних про надходження в господарство в цей період нових кормів і про їх використання для годівлі тварин.

У літній період необхідно ознайомитися зі станом пасовищ і травостоем, звернувши особливу увагу на наявність у травостой шкідливих рослин; водночас слід з'ясувати питання про зміну пасовищ та особливості пасовищних ділянок, що використовуються у період до появи захворювань. Дуже важливо щодо хворих тварин врахувати всі місця їх перебування та годування в останні дні до захворювання (Farafonov, 2019).

Крім того, слід уважно ознайомитися з умовами зберігання всіх кормів, наявністю в господарстві отрутохімікатів (інсектофунгіцидів, мінеральних добрив і ін.), місцем та порядком їх зберігання, можливістю потрапляння їх у корми, потрапляння будь-яких інших отрут у корми іншими шляхами. Варто ознайомитися також з якістю води, що використовується для водопостачання господарства та для напування тварин.

Важкі отруєння тварин можуть викликати навіть деякі високоцінні корми. Причинами таких отруєнь є або токсичні сполуки (синильна кислота, гірчична олія, азотистокислі сполуки), що утворюються з неотруйних речовин, які містяться в них, або непомірне, неправильне використання для годівлі тварин кормів, котрі містять дуже незначні кількості токсичних речовин (Slivinska et al., 2019).

Так, отруєння тварин картоплею зумовлюються вмістом у ній глікоалкалоїду соланіну. Найбільше міститься соланіну в ягодах і бадиллі. У зрілих і здорових бульбах він міститься в невеликих кількостях (0,01 %). Різко підвищується кількість соланіну в бульбах при їх проростанні. У цей час вміст соланіну в них сягає 0,5 %, причому особливо багато його в паростках. Багато також соланіну у недозрілих і уражених різними грибами бульбах.

Соланін, проявляючи в максимальній мірі свою токсичну дію, викликає гостре отруєння, яке може призвести до швидкої загибелі тварини. Звичайною ознакою такої форми отруєння є пригнічений стан, тварини часто не реагують на окрики та зовнішні дії. Іноді періоду пригнічення передують короточасне занепокоєння: тварина безцільно прагне вперед, нашо-вхується на перешкоди.

Особливо характерна при нервовій формі отруєнь слабкість заді і задніх кінцівок, що супроводжується часто судомою, паралічами ніг і заді. Поряд з такими явищами у тварин часто швидко настає ослаблення дихання, порушується робота серця, нерідкі аборти.

При легших і зокрема при хронічних отруєннях – явища нервового порядку виражені слабше. У цих випадках частіше спостерігаються розлади з боку травлення: блювання, здуття, коліки, запори, проноси.

У деяких випадках у великої рогатої худоби може ще з'являтися суха екзема на різних місцях шкіри або запалення шкіри (картопляна висипка), найчастіше навколо рота, піхви, ануса, на нижніх частинах кінцівок (мокрець), на вимені, біля кореня хвоста. Екзема та висипка супроводжуються свербежем, у тварин погіршується апетит, хода стає напруженою.

На практиці часто спостерігають захворювання ВРХ, що викликаються згодовуванням зіпсованих (загнилих) буряків або "гички". Ці захворювання

мають досить широке поширення в районах бурякосіяння, характеризуються сезонністю. Буряк і “гичка” при загниванні набувають токсичних властивостей. Так, при гнитті сирого буряка в ньому відбувається утворення нітритів, як і в вареному буряку. У тварин спостерігаються пригнічений стан, повна відсутність апетиту та спрага. Незабаром з’являється м’язове тремтіння, яке швидко змінюється судомами. Слизові оболонки анемічні, з синюшним відтінком. З боку шлунково-кишкового тракту – посилена перистальтика та поява проносу; калові маси іноді мають домішки крові (Nazaruk et al., 2021).

Згодовування у значних кількостях бурякового бадилля може призвести іноді до захворювань тварин, причиною яких є щавлевокислі солі, що містяться в бадиллі у великих кількостях (калійні).

Буряк, вирощений на добре удобрених азотом ґрунтах, слід перевіряти на вміст нітратів. За наявності у буряках значної кількості нітратів їх слід згодовувати в обмежених кількостях для того, щоб вміст нітратів не перевищував 0,5 % у сухій речовині раціону. Є наукові дані, що цукрові буряки можуть викликати отруєння ВРХ внаслідок вмісту у них сапонінів.

За останній період виявлені численні випадки захворювань великої рогатої худоби при випасанні на кукурудзі (у фазі молочно-воскової стиглості зерна або на отаві), а також при згодовуванні худобі скошеної зеленої маси кукурудзи. Викликані кукурудзою захворювання ВРХ пояснюються також наявністю у ній нітратів. Найбільший їх вміст – у стеблах.

Отруєння тварин отруйними рослинами можливі і на пасовищі, і при стійловому утриманні, тому відповідні заходи повинні проводитися як улітку, так і взимку. Найрадикальнішим заходом профілактики є знищення отруйних рослин на пасовищах та луках. Це досягається корінним поліпшенням лук і пасовищ: осушенням, вапнуванням, гіпсуванням, оранкою та іншими агротехнічними прийомами, що сприяють зміні рослинності на сіножатях і пасовищах. Велике значення мають і такі заходи, як введення відповідних сівозмін з травосіянням, ретельне очищення насіннєвого матеріалу.

Необхідні також правильний догляд за пасовищами, скошування та знищення шкідливих рослин, і особливо раціональна організація пасовищного утримання тварин. Необхідно мати на увазі, що багато гербіцидів, що застосовуються в даний час для боротьби з бур’янами, є токсичними.

Перед вигоном тварин на нову пасовищну ділянку слід ознайомитися з травостоєм на цій ділянці та при виявленні місць з наявністю великої кількості отруйних рослин попереджати про небезпеку випасання тварин на таких ділянках, а в деяких випадках доцільно навіть обгороджувати такі ділянки. На пасовищах отруйні рослини можна легше виявити, якщо звернути увагу на рослини, що залишаються нез’їденими тваринами.

Найчастіше отруйні рослини трапляються на лісових і заболочених ділянках, у парках та садах. Проте оскільки багато отруйних рослин з’являються дуже рано (жовтці, проліски), то не слід навесні виганяти

ВРХ на такі пасовища до того часу, поки не з’явиться на них у достатній кількості корисна рослинність.

Після тривалого стійлового періоду тварини дуже жадібно накидаються на трави. Якщо в інший час вони зазвичай уникають більшості отруйних рослин, то на початку пасовищного періоду поїдають без вибору будь-яку зелень, і отруєння частішають. На початку пасовищного періоду дуже корисно підгодовувати тварин перед вигоном на пасовище. З обережністю слід випасати тварин по стерні, де часто трапляються отруйні рослини.

У деяких випадках для запобігання пасовищним отруєнням доцільно ділянки, що відрізняються травостоєм із вмістом отруйних рослин, використовувати для заготівлі сіна (Stolyarchuk et al., 2011). Варто, однак, враховувати видовий склад отруйних рослин, що трапляються на пасовищах, оскільки багато з них повністю зберігають свої отруйні властивості й після висушування і становлять однакову небезпеку як на пасовищі, так і в сіні.

Слід звертати увагу на те, щоб зерновий фураж і зернові відходи, що використовуються на корм тваринам, не містили насіння отруйних рослин.

З метою запобігання отруєнням пророслу, недостиглу, уражену картоплю слід згодовувати тільки в добре провареному вигляді та в помірних кількостях. У пророслих бульб перед варінням необхідно видалити паростки. Молодняку до року картоплю, навіть здорову, краще згодовувати вареною.

Відомі важкі отруєння ВРХ, що спостерігалися в деяких випадках при годівлі її сухим картопляним бадиллям, заготовленим протягом літа. Найбільш доцільно картопляне бадилля використовувати для силосування, особливо в суміші з іншою зеленою масою.

Отже, отруєння можуть бути викликані: отруйною травною (люцерна, люпин, болиголов, папороть, суданська трава і ін.); буряком (доцільно згодовувати не більше ніж 10–12 кг коренеплодів на добу) та патокою у великих кількостях; отруйними хімічними сполуками; великою кількістю кухонної солі; кормами, ураженими мікотоксинами; отруйними грибами; картоплею, яка лежала на сонці; хімічними сполуками, отрутохімікатами – солями міді, ртуттю, миш’яком, нітратами, пестицидами; цвілью.

Своєчасна діагностика отруєнь дуже важлива. У разі потрапляння отруту в організм тварини нерідко настає летальний результат.

Отруєння у корів проявляється досить виражено. Воно може характеризуватися такими симптомами: здуття живота; пронос (кал змінює колір, в ньому виявляється слиз, кров, пінисті включення), блювота і рясне слиновиділення; тварина пригнічена та ослаблена; тварина частіше лежить, витягнувши кінцівки; прискорене дихання та серцебиття; звужені або розширені зіниці; при отруєнні миш’яком слизова оболонка ротової порожнини синюшна або червона з виразками при отруєнні ртуттю; порушення координації нервової діяльності; підвищена температура до 42 °С; відсутність апетиту; підвищене сечовиділення; слиновиділення або сухість у роті.

Спостерігаючи подібні симптоми, діяти потрібно негайно, тому що отрута, що потрапила в шлунок, продовжує всмоктуватися в кров, посилюючи стан корови. Коли стан здоров'я стабілізується, дозволяється вводити в раціон різні бовтанки – борошняну, вівсяну. У міру появи апетиту тварину поступово переводять на буденний раціон. Діагноз ставиться, виходячи з симптомів та аналізу кормів.

### Висновки

При діагностиці захворювань тварин, котрі викликають підозру в кормовому отруєнні у зв'язку з різними властивостями отруйних речовин, що трапляються в окремих рослинах або кормах, а також іншими обставинами, клінічні ознаки при отруєнні можуть бути надзвичайно різноманітними.

Для профілактики виникнення отруєнь ВРХ необхідно чітко контролювати якість зелених і склад грубих кормів, що надходять тваринам. Також не допускати випасання їх у місцях, де часто використовуються мінеральні добрива для рослин. Адже внаслідок недотримання встановлених правил зберігання, транспортування, недбалого поводження отрутохімікати можуть забруднювати пасовища, корми, що часто призводить до отруєнь ними тварин.

Перехід на літню годівлю повинен бути поетапним – не менше ніж тиждень. Бо поступова зміна кормів не приводить до пригнічення діяльності мікроорганізмів, до зниження надоїв і жирності молока; не викликає порушення живлення.

Якщо ж отруєння тварини все ж сталося, необхідно своєчасно діагностувати зміни в її стані, надавати необхідну медичну допомогу і підтримувати здоров'я ВРХ полівітамінними добавками, забезпечувати якісними кормами. Тільки ретельний контроль якості корму дозволить уникнути отруєнь ВРХ.

*Перспективи подальших досліджень.* Низка питань, що стосуються отруйних компонентів рослин, залишаються маловивченими або навіть зовсім не вивченими. Тож знання умов, що впливають на токсичність тих чи інших отруйних рослин, може мати істотне значення при використанні їх для кормових цілей.

### Відомості про конфлікт інтересів

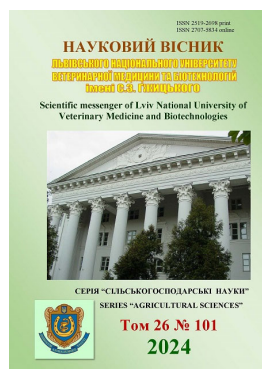
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Farafonov, S. (2019). *Mozhlyvi kormovi otruvannya sil'skohospodars'kykh tvaryn pid chas vypasannya na pryrodnykh pasovyshchakh Volyni*. Zernovi kul'tury, 3(1), 180–190. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/grcr\\_2019\\_3\\_1\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/grcr_2019_3_1_27) (in Ukrainian).
- Grymak, Y., Skoromna, O., Stadnytska, O., Sobolev, O., Guttyj, B., Shalovylo, S., Hachak, Y., Grabovska, O., Bushueva, I., Denys, G., Hudyma, V., Pakholkiv, N., Jarochoovich, I., Nahirniak, T., Pavliv, O., Farionik, T., & Bratyuk, V. (2020). Influence of “Threomagnile” and “Thyrioton” preparations on the antioxidant status of pregnant cows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 122–126. DOI: 10.15421/2020\_19.
- Gutyj, B. V., Murs'ka, S. D., Gufrij, D. F., Hariv, I. I., Lev-kivs'ka, N. D., Nazaruk, N. V., Gajdjuk, M. B., Pryjma, O. B., Bilyk, O. Ja., & Guta, Z. A. (2016). Influence of cadmium loading on the state of the antioxidant system in the organism of bulls. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*, 24(1), 96–102. DOI: 10.15421/011611.
- Gutyj, B. V., Ostapyuk, A. Y., Sobolev, O. I., Vishchur, V. J., Gubash, O. P., Kurtyak, B. M., Kovalskyi, Y. V., Darmohray, L. M., Hunchak, A. V., Tsisaryk, O. Y., Shcherbatyy, A. R., Farionik, T. V., Savchuk, L. B., Palyadichuk, O. R., & Hrymak, K. (2019). Cadmium burden impact on morphological and biochemical blood indicators of poultry. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 236–239. URL: <https://www.ujecology.com/articles/cadmium-burden-impact-on-morphological-and-biochemical-blood-indicators-of-poultry.pdf>.
- Gutyj, B., Stybel, V., Darmohray, L., Lavryshyn, Y., Turko, I., Hachak, Y., Shcherbatyy, A., Bushueva, I., Parchenko, V., Kaplaushenko, A., & Krushelnytska, O. (2017). Prooxidant-antioxidant balance in the organism of bulls (young cattle) after using cadmium load. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 589–596. URL: <https://www.ujecology.com/articles/prooxidant-antioxidant-balance-in-the-organism-of-bulls-young-cattle-after-using-cadmium-load.pdf>.
- Kulyk, M. F., Zasukha, T. V., Obertyukh, YU. V., Borshchenko, V. V. (2003). *Kormy: otsinka, vykorystannya, vyrobnytstvo tvarynnytstva, ekolohiya*. Vinnytsya: Tezys (in Ukrainian).
- Kutsan, O. T., Dukhnyts'kyi, V. B., Boyko, H. V., & Ishchenko, V. D. (2022). *Veterynarna toksykolohiya: pidruchnyk*. Kyiv: NUBiP Ukrayiny (in Ukrainian).
- Nazaruk, N. V., Guttyj, B. V., Gufrij, D. F., Leskiv, Kh. Ya., Ivashkiv, R. M., & Martyschuk, T. V. (2021). The effect of methyphen and vitamix se on the level of products of bull lipid peroxide oxidation under nitrate-cadmium load. *Colloquium-journal*, 7(94), 16–18. DOI: 10.24412/2520-6990-2021-794-16-18.
- Orobchenko, O. L., Roman'ko, M. YE. ta in. (2023). *Osnovy toksykolohichnoyi bezpeky kormiv u sil's'komu hospodarstvi*. Kharkiv (in Ukrainian).
- Pavlov, M. YE. (2015). *Naybil'sh rozshyreni vnutrishni khvoroby tvaryn: Navchal'nyy posibnyk*. Za red. M.YE. Pavlova. Kharkiv (in Ukrainian).
- Slivinska, L. G., Shcherbatyy, A. R., Lukashchuk, B. O., Zinko, H. O., Guttyj, B. V., Lychuk, M. G., Chernushkin, B. O., Leno, M. I., Prystupa, O. I., Leskiv, K. Y., Slepokura, O. I., Sobolev, O. I., Shkromada, O. I., Kysterna, O. S., & Musiienko, O. V. (2019). Correction of indicators of erythropoiesis and microelement blood levels in cows under conditions of technogenic pollution. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 127–135. URL: <https://www.ujecology.com/articles/correction-of-indicators-of-erythropoiesis-and-microelement-blood-levels-in-cows-under-conditions-of-technogenic-poll.pdf>.
- Slobodian, S. O., Guttyj, B. V., & Leskiv, K. Y. (2019). The level of lipid peroxidation products in the rats

- blood under prolonged cadmium and lead loading. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 2(3), 15–18. DOI: 10.32718/ujvas2-3.04.
- Slobodian, S., Gutyj, B., Shalovylo, S., Yaroshovych, T., Kurylas, L., Chajkovska, O. I., Stadnytska, O., Garnazhenko, J., Shnaider, V., & Bezpalyi, I. (2021). Influence of Metisevit Plus feed additive on the activity of the glutathione system of the body of bulls under conditions of man-caused load. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 23(104), 84–89. DOI: 10.32718/nvlvet10414.
- Stolyarchuk, P. Z., Pivtorak, YA. I., & Holodyuk, I. P. (2011). Zahotivlya kormiv, normovana rokiv tvaryn ta profilaktyka alimentarnykh zakhvoryuvan': navch. posib. L'viv: "Dobryy druk" (in Ukrainian).
- Sudakova, M. O. (2002). Vnutrishni nezarazni khvoroby tvaryn: pidruchnyk. Za red. M. O. Sudakova. Kyiv (in Ukrainian).





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10138

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 547.461.5:591.17

## Biological role and use of L-glutamic acid and its influence on the body

O. O. Korytko<sup>✉</sup>

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnology, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 23.09.2024

Received in revised form  
24.10.2024

Accepted 25.10.2024

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-096-256-00-84  
E-mail: [olenaop0205@ukr.net](mailto:olenaop0205@ukr.net)

**Korytko O. O. (2024). Biological role and use of L-glutamic acid and its influence on the body. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 242–250. doi: 10.32718/nvlvet-a10138**

L-glutamic acid (GA) is an non-essential ubiquitous amino acid present in most foods in either the free form (as free glutamate, Glu) or bound to peptides and proteins. Animals and people receives L-glutamic acid from the diet as a result of the breakdown of proteins in the intestine. This review contains new information important for a better understanding of the physiological functions of L-glutamic acid in the body, the use of monosodium glutamate MSG – a food supplement, with a characteristic taste called umami (“savory deliciousness”), which is considered distinct from the four other basic tastes (sweet, sour, salty, and bitter), and the metabolism of L-glutamic acid. Glutamate occupies a central place in the metabolism of animals and humans. Glutamate supplies the amino group for the biosynthesis of all other amino acids, is a substrate for glutamine and glutathione synthesis; important key neurotransmitter in the brain and energy source for certain tissues. L-glutamic acid is important precursor of compounds used in the development of new drugs based on the knowledge of neurodegeneration caused by high doses of this acid. Despite the high daily turnover, the total pool of glutamic acid in the blood is quite small due to its rapid removal and use by various tissues, including muscle and liver. L-glutamic acid is transformed in the cells of the intestinal mucosa into alanine, and in the liver – into glucose and lactate. The blood-brain barrier effectively excludes the passive flow of plasma glutamate to the central nervous system. Glutamate occurs naturally in virtually all foods, including meat, fish, poultry, breast milk and vegetables, and does not cause health problems. However, obtained by industrial methods L-glutamic acid can have a toxic effect on living cells. Various processed and prepared foods, such as traditional seasonings, sauces and certain restaurant foods can also contain significant levels of free glutamate, both from natural sources and from added MSG (flavor enhancers in food). MSG - sodium salt of L-glutamic acid, food additive E620 with umami taste, which is considered different from the other four basic tastes (sweet, sour, salty and bitter), enhances the intensity of taste and improves the palatability of food. Due to these properties, monosodium glutamate is often purposefully added to various products, which can be the cause of a number of adverse reactions in people who have consumed products with this additive. MSG has been implicated as the causative agent in the symptom complex known as Chinese restaurant syndrome and also as a trigger for bronchoconstriction in some asthmatic individuals. The European Food Safety Agency (EFSA) and the Joint FAO/WHO Committee on Food Additives (JECFA) have evaluated MSG and determined it to be safe for consumption within specified limits. MSG is usually produced as a white crystalline powder by microbial fermentation. *Corynebacterium glutamicum* is widely used for the biotechnological production of amino acids. Amino acid producing strains have been improved classically by mutagenesis and screening as well as in a rational manner using recombinant DNA technology. MSG is typically produced from fermentation processes using molasses from sugar cane or sugar beet, as well as starch hydrolysates. We established that content of some amino acids and L-glutamic acid into of peat is increased under the influence of incubation and of sodium sulfate introduction. It is well known that peat amino acids are metabolites of accompanying microflora. Feeding such peat to broiler chickens in the form of a feed supplement to the main diet improved the metabolism in the body, growth and weight gain.

**Key words:** L-glutamic acid, monosodium glutamate, amino acid, neurodegeneration, glutamate transporters, biotechnological method, biosynthesis, precursor, microorganisms, bio-substrate.

# Біологічна роль і застосування глутамінової кислоти та вплив на організм

О. О. Коритко✉

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

L-глутамінова кислота (ГК, GA) – це замінна амінокислота, одна з найбільш поширених в природі. Входить до складу більшості харчових продуктів як у вільній формі (як вільний глутамат Glu), так і зв'язаному виді з іншими амінокислотами в білках. Цей огляд містить нову інформацію, важливу для кращого розуміння фізіологічних функцій глутамінової кислоти в організмі, застосування глутамату натрію як носія смаку умами (“нікантна смакота”) та безпеки споживання його як харчової добавки. Глутамат займає центральне місце в метаболізмі тварин і людей, постачає аміногрупу для біосинтезу всіх інших амінокислот, є субстратом для глутаміну і синтезу глутатіону, це ключовий нейромедіатор у мозку, а також важливе джерело енергії для деяких тканин. L-глутамінова кислота є попередником сполук, які використовуються при виготовленні нових ліків на основі знань про нейродегенерацію, спричинену високими дозами цієї кислоти. Незважаючи на високий добовий обмін, загальний пул глутамінової кислоти в крові досить малий через його швидке вилучення та використання різними тканинами, зокрема м'язами та печінкою. L-глутамінова кислота, яку організм тварин та людей отримує з дієти внаслідок розпаду білків у кишківнику трансформується в клітинах слизової оболонки кишківника в аланін, а в печінці – в глюкозу і лактат. Гематоенцефалічний бар'єр ефективно виключає пасивний приплив плазматичного глутамату до центральної нервової системи (ЦНС). Глутамат міститься практично у всіх природних харчових продуктах (м'ясо, риба, птиця) і не створює проблем для здоров'я, на відміну від L-глутамінової кислоти, одержаної промисловими методами, яка може мати токсичний вплив на живі клітини. Різні оброблені та готові продукти (приправи, соуси та деякі ресторанный страви) також можуть містити вільний глутамат як з природних джерел, так і внаслідок додавання підсилювачів смаку до їжі. Глутамат натрію (MSG) – натрієва сіль глутамінової кислоти, харчова добавка E620 зі смаком умами, який вважається відмінним від чотирьох інших основних смаків (солодкий, кислий, солоний і гіркий), посилює інтенсивність смаку та покращує смакові якості харчів. Завдяки цим властивостям глутамат натрію часто цілеспрямовано додають до різних продуктів, що може бути причиною низки побічних реакцій у людей, які вживали продукти з цією добавкою, зокрема, виникнення симптоматичного комплексу, відомого як синдром “китайського ресторану.” Європейське агентство з безпеки харчових продуктів (EFSA) і Об'єднаний комітет ФАО/ВООЗ з харчових добавок (JECFA) оцінили MSG і визначили його як безпечний для споживання у визначених межах. MSG зазвичай виробляється у вигляді білого кристалічного порошку в результаті мікробного бродіння. Для біотехнологічного виробництва амінокислот широко використовується *Corynebacterium glutamicum*, а також інші мікроорганізми. Для ферментаційних процесів використовують продукти гідролізу цукристих речовин, крохмалю тощо. У процесі досліджень нами встановлено, що під впливом інкубування і внесення натрію сульфату в торф, в ньому збільшився вміст деяких амінокислот, зокрема L-глутамінової кислоти. Відомо, що амінокислоти торфу є метаболітами супутньої мікрофлори. Згодовування такого торфу курчатам-бройлерам у формі кормової добавки до основного раціону покращило метаболізм в організмі курчат, ріст і прирости маси.

**Ключові слова:** L-глутамінова кислота, глутамат, глутамат натрію, амінокислота, біотехнологічний метод, транспортери глутамату, біосинтез, прекурсор, мікроорганізми, біосубстрат.

## Вступ

Одним з основних напрямів рівноважного розвитку суспільства у двадцять першому столітті є природоохоронні біотехнології, які тісно пов'язані з екологічною хімічною продукцією на основі відновлювальної сировини. Дослідження та інновації в цій сфері проводяться з метою створення біологічних процесів, організмів, клітин та їх компонентів, а також нових інструментів та продуктів зі широким спектром застосувань в основних галузях, зокрема у сільському господарстві, медицині, ветеринарії, харчовій промисловості (Kuang et al., 2016; Ranjha et al., 2022; Hodge & PLOS Biology staff editors, 2023; Bezuhlyi et al., 2024). Забезпечення людства продуктами харчування та іншими життєво важливими речовинами без подальшої шкоди для довкілля вимагає правильного використання природного різноманіття. В умовах зростання виробництва продуктів за допомогою сучасних технологій попит на відновлювану сировину повинен враховувати різноманітність і складність природного середовища. Важлива роль належить синергічному прогресу в хімічному синтезі та системній метаболічній інженерії. Майбутньою ефективною стратегією вважають впровадження системи спільного виробництва із залученням фабрики мікробних клітин

для накопичення кількох продуктів з використанням подвійних синтетичних шляхів у сконструйованих мікроорганізмах для досягнення синергічного виробництва бажаної сполуки. Розгортання технологій повинно відбуватися на основі етичних і моральних цінностей, поєднуючи науку, економіку і суспільство, які формують наш сучасний світ (Becker & Wittmann, 2015; Montagu, 2019).

Для розвитку сталого суспільства вирішальне значення має зелене хімічне виробництво за допомогою мікробних процесів як одна з найбільш розвинених індустрій отримання екологічної хімічної продукції. На даний час мікробний синтез використовують як біоінструмент, який надає можливість одержувати заданий продукт (Park & Lee, 2008). Серед продуцентів різноманітних продуктів все більшу увагу привертають мікроби завдяки своєму швидкому росту, легкому культивуванню та генетичним модифікаціям порівняно з іншими організмами або тканинами. Важливими промисловими продуцентами в біотехнології стали бактерії *Corynebacterium glutamicum*, *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae* (Becker & Wittmann, 2015).

У мікробних процесах підвищена увага приділяється виробництву амінокислот, оскільки амінокислоти можна використовувати також і як попередники для виробництва інших хімічних

речовин (Tsuge & Matsuzawa, 2021). Амінокислоти є біоактивними хімічними сполуками, які широко розповсюджені в природі і відіграють важливу роль в різних процесах життєдіяльності організмів, а також можуть модулювати метаболічні процеси в організмі тварин і людей, і як результат, забезпечувати краще здоров'я. Зростання попиту на амінокислоти в сучасному житті стимулює розвиток нових більш ефективних способів виробництва порівняно з традиційними, які ґрунтуються на хімічному синтезі або екстракції з природних тканин (Wu et al., 2019).

### Результати та їх обговорення

Сьогодні розмір виробництва багатьох амінокислот, які одержують завдяки продукції мікробними клітинами, стрімко зріс. Широке практичне використання амінокислот в багатьох галузях, зокрема у косметичній, фармацевтичній промисловості, сільському господарстві, харчуванні людей та годівлі тварин, спричинило їх ферментативне виробництво в багатомільйонному масштабі (Park & Lee, 2008). Відтоді, як японські вчені Shukuo Kinoshita і Shigezo Ueda (1956 р.) виділили бактерію *Corynebacterium glutamicum*, яка продукує велику кількість глутамінової кислоти, стало очевидним, що амінокислоти можуть продукуватись мікробними клітинами. *Corynebacterium glutamicum* традиційно вважається одним з найбільш поширених промислових продуцентів амінокислот (Hirasawa & Shimizu, 2016).

*Corynebacterium glutamicum* – грампозитивна, ґрунтова неспороутворююча факультативно-анаеробна бактерія, що належить до типу актинобактерій (Wolf et al., 2021), не утворює спорів, не виробляє ендотоксини і вважається безпечною (GRAS), що дозволяє синтезувати низку комерційних продуктів для харчової і фармацевтичної промисловості (Nakayama et al., 2018). Бактерія споживає різні вуглецеві субстрати та може одночасно використовувати суміші субстратів для бродіння, сприяючи застосуванню навіть відходів як екологічно чистої сировини (Wolf et al., 2021).

З моменту свого відкриття *Corynebacterium glutamicum* і споріднені підвиди (*Corynebacterium crenatum*) успішно використовуються в промисловій біотехнології як виробники L-амінокислот, завдяки системній метаболічній інженерії, стають ефективними виробничими платформами для різних хімікатів, матеріалів (Becker & Wittmann, 2012). На сьогоднішній день *Corynebacterium glutamicum* використовується для виробництва амінокислот шляхом ферментації, зокрема L-глутамату, L-лізину, L-аргініну, L-триптофану та L-треоніну (Wu et al., 2019; Wolf et al., 2021).

У харчовій промисловості вже кілька десятиліть з використанням модифікованих *Corynebacterium glutamicum* ведеться біотехнологічне виробництво глутамату натрію. Найбільше глутамату та лізину, крім *Corynebacterium glutamicum*, щорічно виробляють *Escherichia coli* (Wu et al., 2019). Виробництво глутамінової кислоти методом

мікробної ферментації сягає понад 2.5 млн тонн в рік (Hirasawa & Shimizu, 2016). Мікробна ферментація з використанням *Corynebacterium glutamicum* в даний час забезпечує виробництво амінокислот сімейства L-глутаматів (GFAAs – *L-glutamate family amino acids*), які включають L-глутамат, L-аргінін, L-цитрулін, L-орнітин, L-пролін, L-гідроксипролін,  $\gamma$ -аміномасляну кислоту та 5-амінолевулінову кислоту (Schneider et al., 2011; Hao et al., 2015; Feng et al., 2016). Ці сполуки є складовими білків, підтримують цикл сечовини та забезпечують попередники для біосинтезу фармацевтичних препаратів, а також широко застосовуються у харчовій, фармацевтичній, медичній, косметичній та кормовій промисловості (Sheng et al., 2021).

Досягнуто значного прогресу у виробництві інших мономерів біологічного походження на основі амінокислот таких як путресцин, кадаверин, 1-піпекоева кислота, 4-аміно-1-бутанол, які використовуються у харчових і нехарчових цілях, для виробництва фармацевтичних засобів і продуктів, які покращують здоров'я (Yokoyama et al., 2004; Tsuge & Matsuzawa, 2021). Завдяки метаболічній інженерії розроблені нові шляхи виробництва амінокислот, а також ферментативного виробництва неприродних сполук, отриманих з амінокислот або їх метаболічних прекурсорів. Вони включають дипептиди,  $\alpha,\omega$ -діаміни,  $\alpha,\omega$ -діакислоти, кетокислоти, ацетильовані амінокислоти та  $\omega$ -амінокислоти (Wendisch, 2014).

Фактично джерелом всіх атомів азоту, які входять до складу всіх амінокислот чи інших органічних речовин, є L-глутамінова кислота і глутамін. Їх синтезують різні мікроорганізми, вони є фундаментом процесів біосинтезу амінокислот. Реакції з участю цих сполук лежать в основі утворення  $\alpha$ -аміногруп безпосередньо з аміаку (Eggeling & Bott, 2015). Запас L-глутамату у середовищі є лімітуючим фактором для біосинтезу L-аргініну (Guo et al., 2017).

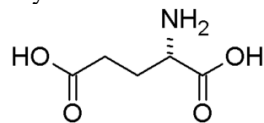
Спектр продуктів *Corynebacterium glutamicum* значно виріс і включає різні хімічні речовини (лактат, цис,цис-муконат, кадаверин, аміновалерат, 3-аміно-4-гідроксibenзоат). Виробництво амінокислот за допомогою *Corynebacterium glutamicum* базуються на середовищах, що містять глюкозу з гідролізу крохмалю чи фруктозу та сахарозу патоки (Schneider et al., 2011).

При промисловому синтезі (хімічному, ферментному і синтезі шляхом ферментації) чистих амінокислот основна увага приділяється синтезу (S)-глутамінової кислоти і, меншою мірою, (S)-лізину та (R,S)-метіоніну, на які припадає близько 90% загального світового виробництва амінокислот. Глутамінова кислота використовується як смакова добавка (MSG) для раціону людини, а лізін і метіонін як добавки до годівлі домашніх тварин (Ault, 2004).

L-глутамінова кислота ( $\alpha$ -аміноглутарова кислота, Глу, Glu) – найбільш поширена заміна амінокислота. Зустрічається у всіх організмах у вільному стані, входить до складу практично всіх природних білків та інших біологічно активних речовин (глутатіону, фолієвої кислоти). Це також ключовий регулятор експресії генів, клітинної сигналізації та



антиоксидантної дії, функціонує як ключовий нейромедіатор (Burrin & Stoll, 2009). У вільному стані міститься у всіх тканинах живих організмів. Була вперше виявлена у глютені пшениці, завдяки чому і отримала свою назву.



L-глутамінова кислота

L-Глутамінова кислота – основна складова білків їжі та тканин. Як одна з амінокислот у складі білка або у вільній формі становить до 8–10 % вмісту амінокислот у раціоні людини; середнє споживання глутамату з харчових джерел (білки та вільний глутамат) становить від 10 до 20 г/день (Tomé, 2018). У водних розчинах L-глутамінова кислота існує в йонізованому стані, тобто у формі негативно зарядженого залишку глутамату (Glu). Глутамат – основний попередник амінокислоти для біосинтезу білка, а також сполук, які відіграють важливу роль у клітинному метаболізмі та фізіології клітин у ссавців, включаючи людей. Протягом останніх років зростає інтерес до метаболізму Glu в організмі тварин (Hou & Wu, 2018). Основними джерелами глутамату є продукти з високим вмістом білка, такі як м'ясо, яйця, різні сири, морепродукти, риба та деякі овочі (помідори, гриби та зелені боби), а також ферментовані продукти (бобова паста, соєвий соус) (Vandenbeuch & Kinnamon, 2016; Ahangari et al., 2024). Високий вміст глутамату є в молоці та внутрішньоклітинній рідині (Miyaki et al., 2016).

Глутамат бере участь у багатьох метаболічних шляхах в організмі (Fernstrom, 2018), відіграє ключову роль в азотистому обміні. Сукупність зворотних ферментативних реакцій перенесення аміногруп в живих організмах (переамінування) відбувається в системі L-глутамінова кислота – глутамін (неповний амід L-глутамінової кислоти) –  $\alpha$ -кетоглутарова кислота. Біосинтез глутамінової кислоти прямим амінуванням  $\alpha$ -кетоглутарової кислоти за участю специфічних ферментів – головний шлях асиміляції аміаку для багатьох організмів. L-Глутамінова кислота служить донором аміногрупи в реакціях переамінування і необхідна для синтезу багатьох замінних амінокислот. За участю *глутамінсинтетази* ця амінокислота переходить в глутамін заміною групи -ОН на аміногрупу -NH<sub>2</sub>. Останній у великих кількостях поступає через мембрани в нейрони, де під дією ферменту глутамінази знову утворюється глутамат. Цей спосіб активно використовується для утворення глутамату як нейромедіатора ЦНС. Інші важливі фізіологічні функції, які виконує глутамат, пов'язані з його сенсорною роллю як одного з основних смаків (як глутамат натрію – мономатрієва сіль глутамінової кислоти (MSG) (Fernstrom, 2018). Глутамат натрію – добре відомий підсилювач смаку, який широко використовується в харчовій промисловості, індивідуальне споживання якого постійно зростає в усьому світі (Wolf et al., 2021). На сьогоднішній день широко глутамат натрію

використовують у виробництві харчових продуктів і ліків.

Глутамат відіграє особливу роль серед різних L-амінокислот, оскільки надає їжі особливого смаку, названого “умами” (в перекладі з японської означає пікантний або смачний), що пов'язано з підсиленням “м'ясного смаку” (El-Meghawry El-Kenawy et al., 2013). Його відкрили японські вчені завдяки бульйонному смаку соусу умами з ламінарії, який передає так званий “п'ятий смак” (відмінний від солодкого, солоного, кислого та гіркого), що покращує смакові якості та сприйняття багатьох продуктів і, таким чином, збільшує споживання їжі. Підвищення смакових якостей їжі завдяки широкому застосуванню глутамату передбачає також зменшення вмісту натрію або жиру у стравах (Vandenbeuch & Kinnamon, 2016).

Модернізації моделей харчування, споживанню фастфуду приписують пандемію неінфекційних захворювань. Виробники харчової продукції (напівфабрикатів, концентратів, чіпсів, крекерів, соусів, бульйонних кубиків, сухих супів) застосовують харчові добавки (нітрати та нітроти, підсолоджувачі, глутамат натрію), що завдає шкоди життєво важливим органам, збільшує ризик розвитку різних захворювань, деяких видів раку (Eid et al., 2019; Morozova, 2023).

Завдяки смаковим рецепторам відчуття смаку умами запускає механізм підготовки до перетравлення їжі (Tomé, 2018). При цьому глутамат діє у ролі смакового стимулу і нейромодулятора (Vandenbeuch & Kinnamon, 2016). Приправа “умами” підвищує почуття ситості у дорослих людей з нормальною масою тіла (Miyaki et al., 2016).

Надмірне споживання MSG може підвищити ризик серцево-судинних захворювань, мати значний вплив на метаболізм триметиламіну, амінокислот з розгалуженим ланцюгом і вітаміну B6, а також на комбіновані зміни ниркового та печінкового метаболізму і порушити функціонування мікробіому кишківника (Ahangari et al., 2024). Глутамат натрію має комплексний механізм дії, негативно впливає на роботу органів-мішеней гормонів гіпоталамусу з ураженням вегетативної нервової системи, викликає гіпоксію та фіброз в органах, порушення функцій гістогематичних бар'єрів (Yeroshenko et al., 2021). Встановлено, що кожне збільшення споживання глутамату натрію на 1 г значно підвищує ризик розвитку метаболічного синдрому або надмірної ваги, незалежно від загального споживання енергії та рівня фізичної активності (Insawang et al., 2012).

У досліджах на щурах, яких годували стандартним пюре виробників з додаванням глутамату натрію (120 мг/кг/день), відмічали вищий рівень сечової кислоти, холестерину в сироватці крові та тригліцеридів, збільшення ваги, погіршення фертильності та змін у функціональних тестах основних органів, підвищення смертності порівняно з контрольними щурами, яких вирощували на стандартному кормі без MSG (Nnadozie et al., 2019). Відмічено пошкодження печінки щурів під дією глутамату натрію (El-Meghawry El-Kenawy et al., 2013).

Через необґрунтоване припущення, що для



задоволення своїх потреб організм людей і тварин може синтезувати L-глутамат в достатній кількості, його традиційно не розглядають як поживну речовину, що необхідна в раціоні. І хоча L-глутамат – одна з найпоширеніших амінокислот у харчових білках, його концентрація в крові є однією з найнижчих.

Глутамат проявляє вплив на фізіологію шлунково-кишкового тракту. Вивчено вплив MSG на мікробіом кишківника, печінку та нирки. Дані, зібрані з баз даних, включаючи PubMed, Scopus, Web of Science і ScienceDirect, за допомогою системи пошуку та ключових слів, пропонують новий погляд на вплив MSG на кишкову флору, проливаючи світло на потенційний зв'язок між споживанням MSG і здоров'ям людини. Дослідження вказують, що існує кореляція між споживанням MSG і мікробіотою кишківника, а також метаболічним дисбактеріозом, який може бути пов'язаний з цим (Ahangari et al., 2024).

Результати досліджень на людях і тваринах свідчать про те, що глутамат є основним окислювальним паливом для кишківника. Харчовий глутамат інтенсивно метаболізується під час проходження через кишківник, окиснюючись в епітеліальних клітинах тонкої кишки під час міжклітинної міграції від просвіту до кровотоку та після його поглинання з кровотоку. Глутамат – найважливіше паливо для тканини кишківника, він бере участь у метаболізмі кишкового білка та є попередником різних важливих молекул, що виробляються в слизовій оболонці кишківника: 2-оксоглутарату, аланіну, орнітину, аргініну, проліну, глутатіону,  $\gamma$ -аміномасляної кислоти (ГАМК). Глутамат є попередником глутатіону та N-ацетилглутамату в ентероцитах, деяких амінокислот (Tomé, 2018).

Харчові добавки з вмістом 2 % глутамату сприяють виробленню молока у лактуючих свиноматок, підтримують здоровий стан кишківника та запобігають кишковій дисфункції у відлучених поросят. Глутамат необхідний для синтезу дієтичного аргініну і підвищення поживної цінності корму, максимального росту порослят (Hou & Wu, 2018).

Неперетравлені харчові білки та ендogenousні білки, які потрапляють у товстий кишківник, розщеплюються супутньою бактеріальною флорою, яка потім вивільняє L-глутамат у просвіт, який може служити попередником бутирату та ацетату в бактеріях (Blachier et al., 2009).

Дослідження на порослятах показали, що при згодовуванні глутамату у більших (у 4 рази) за норму кількостях, більшість молекул глутамату окиснюються або метаболізуються слизовою оболонкою в інші незамінні амінокислоти. Домінуюча роль глутамату як окислювального палива може мати терапевтичний потенціал для покращення функції кишківника немовлят, якому властива висока швидкість обміну епітеліальних клітин (Burrin & Stoll, 2009).

Тривале споживання MSG негативно впливає на печінку, мозок, підшлункову залозу, нирки, репродуктивні органи, а також сприяє захворюванням, таким як гіпертонія, ожиріння, астма, головні болі.

Вживання MSG може призвести до окислювального стресу, посилення хронічних ефектів, згаданих раніше (Ahangari et al., 2024). Глутамат, ГАМК і глутамін та їх відповідні везикулярні і плазматичні мембранні транспортери відіграють важливу роль у секреції інсуліну та глюкагону (Jenstad & Chaudhry, 2013).

У 2017 році комісія експертів з харчових добавок і джерел поживних речовин, що додаються до харчових продуктів, оцінила новий метод виробництва з використанням генетично модифікованого штаму *Corynebacterium glutamicum* EA-12 для L-глутамінової кислоти як харчової добавки та дійшла висновку, що нема занепокоєння щодо безпеки через зміну методу виробництва харчових добавок глутамінової кислоти-глутаматів (E 620–625), які включають глутамінову кислоту (E 620), глутамат натрію (E 621), глутамат калію (E 622), глутамат кальцію (E 623), глутамат амонію (E 624) і глутамат магнію (E 625). Комісія запропонувала 30 мг/кг/маси тіла на день як безпечну дозу для використання глутамату та його споріднених солей як харчової добавки (Mortensen et al., 2017).

Вивчення різнобічного впливу на організм людини та піддослідних тварин різних доз глутамату натрію (E621) з метою додавання її до ряду харчових продуктів у безпечних кількостях, які б не спричиняли токсичної дії на організм, є дуже важливим. Але основна причина тривалих всесвітніх досліджень глутамату пов'язана з тим, що глутамат проявляє збудливу дію на нервові клітини і відіграє ключову роль у передачі збудження в центральній нервовій системі (ЦНС) ссавців. Це найбільш поширена вільна амінокислота в мозку і, фактично, головний трансмітер збудження у мозку (Burrin & Stoll, 2009). Глутамат діє на постсинаптичні мембрани і цей ефект зумовлений рецепторами глутамату на поверхні клітин мозку. Транспортери глутамату запобігають надмірній активації цих рецепторів шляхом постійного видалення глутамату з позаклітинної рідини в мозку (Zhou & Danbolt, 2014).

Глутамат як нейромодулятор модулює вивільнення інших нейромедіаторів, таких як серотонін і АТФ. Введений безпосередньо в мозок глутамат викликає збудження і судоми. Подібні симптоми спостерігають при отруєнні агоністами глутамату, частина яких є токсинами рослин. Глутамат бере участь у багатьох метаболічних шляхах в організмі, виконує важливі фізіологічні функції, які включають роль у функції нейронів як попередник для синтезу  $\gamma$ -аміномасляної кислоти (ГАМК), яка проявляє гальмівну дію у ГАМК-ергічних нейронах (Vandenbeuch & Kinnamon, 2016; Fernstrom, 2018).

Враховуючи той факт, що глутамат є збудливим нейромедіатором із потенційною токсичністю, застосування його в сучасних дієтах викликає занепокоєння щодо впливу на здоров'я (Nnadozie et al., 2019). Вивчення цього питання на гризунах, приматах і людях показало, що споживання MSG з їжею не викликає помітного підвищення концентрації глутамату в крові і функціональних порушень у мозку, а гематоенцефалічний бар'єр ефективно обмежує проходження глутамату з крові в мозок (Fernstrom, 2018).

Споживання MSG впливає на когнітивні функції, які зростають у зв'язку з покращенням смакових якостей (Kouzuki et al., 2019).

Добавки глутамату можуть бути корисними у дорослих із поганим станом кісток внаслідок недостатнього споживання білка. Встановлено, що відносно великі дози глутамату натрію у випадках помірного обмеження білка, ймовірно, сприяють збільшенню концентрації глутаміну в плазмі, стимулюють активність остеобластів, покращують мікроархітектуру кісток (Blais et al., 2019).

Відомо, що багато локальних глутаматергічних нейронів у центральній нервовій системі дрозоді широко налаштовані на запахи. Іонофорезний глутамат гіперполяризує всі основні типи клітин антенальної частки дрозоді в нюховій системі, і цей ефект блокується пригніченням гена *GluClα*, який кодує канал, керований глутаматом (Liu & Wilson, 2013).

Дослідники припускають, що Glu відіграє важливу роль у різних психічних захворюваннях. Різноманітний спектр неврологічних і психіатричних захворювань пов'язують із дисфункцією іонних каналів рецепторів глутамату, які є основними медіаторами синаптичної передачі збудження в мозку людини (Mayer, 2016).

Перспективними є розробки фармакологічного лікування численних психічних розладів на основі глутамату у формі агоністів або антагоністів. Як амінокислота та нейромедіатор, глутамат має великий набір нормальних фізіологічних функцій. Дисфункція глутамату має серйозні наслідки при хворобах, травмах. Метаботропні рецептори глутамату (mGlu), пов'язані з G-білком, знаходяться в головному та спинному мозку в нейронах, регулюють збудливість, а тому є мішенями для лікування тривожних розладів у людей (Swanson et al., 2005).

Отримані на мишах дані вказують на вплив mGluR5 у формуванні стабільності переходів між станами сну і гомеостатичної відповіді на втрату сну (Ahnaou et al., 2015). Метаботропний рецептор глутамату 5 типу (mGluR5) є новою терапевтичною мішенню для різних нервових розладів. У мишей з пригніченим рецептором відмічено поведінку, схожу на шизофренію, включаючи ненормальний сон. Припускають, що агенти, націлені на рецептор mGluR5, можуть негативно впливати на здоровий сон та щоденні моделі потужності електроенцефалографічної (ЕЕГ) активності (Aguilar et al., 2020). Впливаючи на метаботропну активацію глутаматного рецептора 2 (mGluR2), можна змінити поведінку, пов'язану з тривогою, що дає можливість лікувати тривогу (Munguba et al., 2024).

Оскільки багато біологічно активних сполук є корисними для здоров'я людини, вони привертають все більше уваги в сучасному житті. Нові методи виробництва на основі біотехнології з використанням мікробної ферментації демонструють великий потенціал як альтернативу поточним системам виробництва. Мікробне виробництво типових біоактивних сполук, таких як амінокислоти, у зв'язку із зростанням їхнього споживання, є одним з

основних напрямків виробництва в найближчому майбутньому. Крім того, збільшення споживання м'яса населенням пов'язано із забезпеченням тварин амінокислотами, які необхідні для прискорення та кращого їх росту (Wu et al., 2019).

У дослідженнях, проведених нами, вивчалась синтетична здатність мікроорганізмів, які природно населяють торф, продукувати біологічно активні сполуки, зокрема амінокислоти. Було відібрано зразки торфу з двох місцевих родовищ. Встановлено, що у торфі міститься ряд амінокислот, зокрема глутамінова кислота. Вміст глутамінової кислоти в зразках торфу з двох різних торфородовищ був різним: в одному – 4.35 мг/г, в іншому – 2.72 мг/г натуральної речовини. Для стимулювання мікробіологічного синтезу у дослідні зразки торфу нами було внесено неорганічне джерело сірки – сульфат натрію з розрахунку 0.3 % від сирової маси субстрату. У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст глутамінової кислоти під дією сульфату натрію протягом дослідного періоду зріс у зразках торфу з обидвох родовищ до 5.69 мг/г та до 3.148 г/мг натуральної речовини, відповідно. Відмічено зростання вмісту глутамінової кислоти у дослідних зразках торфу з двох родовищ під впливом інкубування при температурі 25 °C до 5.40мг/г та 3.09 г/мг натуральної речовини, відповідно. Інкубування зі сульфатом натрію також сприяло зростанню вмісту глутамінової кислоти: в одних зразках – до 5.23 г/мг та до 3.075 г/мг натуральної речовини – в інших, відповідно. Отже, активування мікробіологічних процесів шляхом інкубування торфу при температурі 25 °C і під впливом сульфату натрію, внесеного до мікробного середовища, сприяло підвищенню вмісту глутамінової кислоти.

Нами також вивчався вплив біосубстрату, одержаного інкубуванням торфу з добавкою сульфату натрію протягом трьох діб при температурі 18 °C, як кормової добавки до основного раціону курчат-бройлерів протягом відгодівельного періоду. Відмічено кращий ріст і розвиток птиці протягом відгодівлі, а також вищі прирости живої маси і вищу якість продукції. В результаті проведених досліджень встановлено доцільність стимулювання життєдіяльності симбіотичної асоціації мікроорганізмів у торфі для підвищення вмісту амінокислот, зокрема L-глутамінової кислоти. Як було показано раніше, при цьому у торфі зростає вміст також інших амінокислот, зокрема аргініну, а також деяких вітамінів. Таку біодобавку доцільно застосовувати у відгодівлі курчат-бройлерів.

## Висновки

L-Глутамінову кислоту (глутамат) широко застосовують у різних галузях народного господарства: в медицині, у харчовій промисловості як підсилювач смаку (харчова добавка Е620) поряд зі солями (глутаматами) в ряді продуктів, у сільському господарстві як кормову добавку у складі комбікормів, що скорочує витрату дефіцитних тваринних білків. Глутамат виконує важливі функції в організмі тварин і людей,

лежить в основі синтезу багатьох фізіологічно активних сполук, необхідних для нормальної життєдіяльності організму. Найбільш перспективним і економічно доцільним способом виробництва L-глутамінової кислоти є мікробіологічний синтез. Світове виробництво глутамату сягає сотень тисяч тонн/рік. Глутамат і глутамін (амід глутамінової кислоти) синтезують різні мікроорганізми, вони є фундаментом процесів біосинтезу амінокислот. Почавши як виробник глутамату, *C. glutamicum* відіграє важливу роль у промисловому виробництві амінокислот, а з огляду на потенціал, вважається однією з найперспективніших та найцінніших мікробних культур, які можуть започаткувати нову еру промислової мікробної біотехнології.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

### References

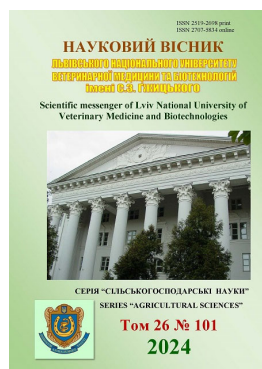
- Aguilar, D. D., Strecker, R. E., Basheer, R., & McNally, J. M. (2020). Alterations in sleep, sleep spindle, and EEG power in mGluR5 knockout mice. *Journal of neurophysiology*, 123(1), 22–33. DOI: 10.1152/jn.00532.2019.
- Ahangari, H., Bahramian, B., Khezerlou, A., Tavassoli, M., Kiani-Salmi, N., Tarhriz, V., & Ehsani, A. (2024). Association between monosodium glutamate consumption with changes in gut microbiota and related metabolic dysbiosis-A systematic review. *Food science & nutrition*, 12(8), 5285–5295. DOI: 10.1002/fsn3.4198.
- Ahnaou, A., Raeymaekers, L., Steckler, T., & Drinkenbrug, W. H. (2015). Relevance of the metabotropic glutamate receptor (mGluR5) in the regulation of NREM-REM sleep cycle and homeostasis: evidence from mGluR5 (-/-) mice. *Behavioural brain research*, 282, 218–226. DOI: 10.1016/j.bbr.2015.01.009.
- Ault, A. (2004). The monosodium glutamate story: the commercial production of MSG and other amino acids. *Journal of Chemical Education*, 81(3), 347–355. DOI: 10.1021/ed081p347.
- Becker, J., & Wittmann, C. (2012). Bio-based production of chemicals, materials and fuels -Corynebacterium glutamicum as versatile cell factory. *Current opinion in biotechnology*, 23(4), 631–640. DOI: 10.1016/j.copbio.2011.11.012.
- Becker, J., & Wittmann, C. (2015). Advanced biotechnology: metabolically engineered cells for the bio-based production of chemicals and fuels, materials, and health-care products. *Angewandte Chemie (International ed. in English)*, 54(11), 3328–3350. DOI: 10.1002/anie.201409033.
- Bezuhlyi, M. D., Shcherbak, O. V., & Pylypenko, D. M. (2024). Suchasna biotekhnolohiia: stan ta perspektyvy rozvytku. *Materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii*, 25–26 kvitnia 2024 r. Derzhavnyi biotekhnolohichnyi universytet. Kharkiv, 13–14. URL: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi> (in Ukrainian).
- Blachier, F., Boutry, C., Bos, C., & Tomé, D. (2009). Metabolism and functions of L-glutamate in the epithelial cells of the small and large intestines. *The American journal of clinical nutrition*, 90(3), 814S–821S. DOI: 10.3945/ajcn.2009.27462S.
- Blais, A., Rochefort, G. Y., Moreau, M., Calvez, J., Wu, X., Matsumoto, H., & Blachier, F. (2019). Monosodium Glutamate Supplementation Improves Bone Status in Mice Under Moderate Protein Restriction. *JBM plus*, 3(10), e10224. DOI: 10.1002/jbm4.10224.
- Burrin, D. G., & Stoll, B. (2009). Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. *The American journal of clinical nutrition*, 90(3), 850S–856S. DOI: 10.3945/ajcn.2009.27462Y.
- Eggeling, L., & Bott, M. (2015). A giant market and a powerful metabolism: L-lysine provided by *Corynebacterium glutamicum*. *Applied microbiology and biotechnology*, 99(8), 3387–3394. DOI: 10.1007/s00253-015-6508-2.
- Eid, R. A., Al-Shraim, M., Zaki, M. S., Kamar, S. S., Abdel Latif, N. S., Negm, S., Al-Ani, B., & Haidara, M. A. (2019). Vitamin E protects against monosodium glutamate-induced acute liver injury and hepatocyte ultrastructural alterations in rats. *Ultrastructural pathology*, 43(4-5), 199–208. DOI: 10.1080/01913123.2019.1673860.
- El-Meghawry El-Kenawy, A., Osman, H. E., & Daghestani, M. H. (2013). The effect of vitamin C administration on monosodium glutamate induced liver injury. An experimental study. *Experimental and toxicologic pathology : official journal of the Gesellschaft fur Toxikologische Pathologie*, 65(5), 513–521. DOI: 10.1016/j.etp.2012.02.007.
- Feng, L., Zhang, Y., Fu, J., Mao, Y., Chen, T., Zhao, X., & Wang, Z. (2016). Metabolic engineering of *Corynebacterium glutamicum* for efficient production of 5-aminolevulinic acid. *Biotechnology and bioengineering*, 113(6), 1284–1293. DOI: 10.1002/bit.25886.
- Fernstrom, J. D. (2018). Monosodium glutamate in the diet does not raise brain glutamate concentrations or disrupt brain functions. *Ann Nutr Metab*, 73(5), 43–52. DOI: 10.1159/000494782.
- Guo, J., Man, Z., Rao, Z., Xu, M., Yang, T., Zhang, X., & Xu, Z. (2017). Improvement of the ammonia assimilation for enhancing L-arginine production of *Corynebacterium crenatum*. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 44(3), 443–451. DOI: 10.1007/s10295-017-1900-9.
- Hao, N., Mu, J., Hu, N., Xu, S., Yan, M., Li, Y., Guo, K., & Xu, L. (2015). Improvement of L-citrulline production in *Corynebacterium glutamicum* by ornithine acetyltransferase. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 42(2), 307–313. DOI: 10.1007/s10295-014-1561-x.
- Hirasawa, T., & Shimizu, H. (2016). Recent advances in amino acid production by microbial cells. *Curr Opin Biotechnol.*, 42, 133–146. DOI: 10.1016/j.copbio.2016.04.017.
- Hodge, R., & PLOS Biology staff editors (2023). The future is bright, the future is biotechnology. *PLoS biology*, 21(4), e3002135. DOI: 10.1371/journal.pbio.3002135.
- Hou, Y., & Wu, G. (2018). L-Glutamate nutrition and metabolism in swine. *Amino acids*, 50(11), 1497–1510. DOI: 10.1007/s00726-018-2634-3.
- Insawang, T., Selmi, C., Cha'on, U., Pethlert, S., Yongvanit, P., Areejitranusorn, P., Boonsiri, P.,



- Khampitak, T., Tangrassameeprasert, R., Pinitsoontorn, C., Prasongwattana, V., Gershwin, M. E., & Hammock, B. D. (2012). Monosodium glutamate (MSG) intake is associated with the prevalence of metabolic syndrome in a rural Thai population. *Nutrition & metabolism*, 9(1), 50. DOI: 10.1186/1743-7075-9-50.
- Jenstad, M., & Chaudhry, F. A. (2013). The Amino Acid Transporters of the Glutamate/GABA-Glutamine Cycle and Their Impact on Insulin and Glucagon Secretion. *Frontiers in endocrinology*, 4, 199. DOI: 10.3389/fendo.2013.00199.
- Kouzuki, M., Taniguchi, M., Suzuki, T., Nagano, M., Nakamura, S., Katsumata, Y., Matsumoto, H., & Urakami, K. (2019). Effect of monosodium L-glutamate (umami substance) on cognitive function in people with dementia. *European journal of clinical nutrition*, 73(2), 266–275. DOI: 10.1038/s41430-018-0349-x.
- Kuang, X. J., Zou, L. Q., Li, Y., Sun, C., & Chen, S. L. (2016). Key technologies in synthetic biology of natural products. *Zhongguo Zhong yao za zhi = Zhongguo zhongyao zazhi = China journal of Chinese materia medica*, 41(22), 4112–4118. DOI: 10.4268/cjcmm20162205.
- Liu, W. W., & Wilson, R. I. (2013). Glutamate is an inhibitory neurotransmitter in the Drosophila olfactory system. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(25), 10294–10299. DOI: 10.1073/pnas.1220560110.
- Mayer, M. L. (2016). Structural biology of glutamate receptor ion channel complexes. *Current opinion in structural biology*, 41, 119–127. DOI: 10.1016/j.sbi.2016.07.002.
- Miyaki, T., Imada, T., Hao, S. S., & Kimura, E. (2016). Monosodium L-glutamate in soup reduces subsequent energy intake from high-fat savoury food in overweight and obese women. *The British journal of nutrition*, 115(1), 176–184. DOI: 10.1017/S0007114515004031.
- Montagu, M. V. (2019). The future of plant biotechnology in a globalized and environmentally endangered world. *Genetics and molecular biology*, 43(1 suppl 2), e20190040. DOI: 10.1590/1678-4685-GMB-2019-0040.
- Morozova, L. P. (2023). Kharchova dobavka hlutamat natriiu (E621): perspektyvy zastosuvannia v kharchovii promyslovosti ta vplyv na orhanizm liudyny. *Prodovolchi resursy*, 11(20), 61–71. DOI: 10.31073/foodresources2023-20-07 (in Ukrainian).
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Dusemund, B., Frutos, M. J., et al. (2017). Re-evaluation of glutamic acid (E 620), sodium glutamate (E 621), potassium glutamate (E 622), calcium glutamate (E 623), ammonium glutamate (E 624) and magnesium glutamate (E 625) as food additives. *EFSA Journ.*, 15(7), 4910–4919.
- Munguba, H., Gutzeit, V. A., Srivastava, I., Kristt, M., Singh, A., Vijay, A., Arefin, A., Thukral, S., Broichhagen, J., Stujenske, J. M., Liston, C., & Levitz, J. (2024). Projection-Targeted Photopharmacology Reveals Distinct Anxiolytic Roles for Presynaptic mGluR2 in Prefrontal- and Insula-Amygdala Synapses. *bioRxiv : the preprint server for biology*, 2024.01.15.575699. DOI: 10.1101/2024.01.15.575699.
- Nakayama, Y., Komazawa, K., Bavi, N., Hashimoto, K. I., Kawasaki, H., & Martinac, B. (2018). Evolutionary specialization of MscCG, an MscS-like mechanosensitive channel, in amino acid transport in *Corynebacterium glutamicum*. *Scientific reports*, 8(1), 12893. DOI: 10.1038/s41598-018-31219-6.
- Nnadozie, J. O., Chijioke, U. O., Okafor, O. C., Olusina, D. B., Oli, A. N., Nwonu, P. C., Mbagwu, H. O., & Chijioke, C. P. (2019). Chronic toxicity of low dose monosodium glutamate in albino Wistar rats. *BMC research notes*, 12(1), 593. DOI: 10.1186/s13104-019-4611-7.
- Park, J. H., & Lee, S. Y. (2008). Towards systems metabolic engineering of microorganisms for amino acid production *Current Opinion in Biotechnology*, 19(5), 454–460. DOI: 10.1016/j.copbio.2008.08.007.
- Ranjha, M. M. A. N., Shafique, B., Khalid, W., Nadeem, H. R., Mueen-Ud-Din, G., & Khalid, M. Z. (2022). Applications of Biotechnology in Food and Agriculture: a Mini-Review. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India. Section B*, 92(1), 11–15. DOI: 10.1007/s40011-021-01320-4
- Schneider, J., Niermann, K., & Wendisch, V. F. (2011). Production of the amino acids l-glutamate, l-lysine, l-ornithine and l-arginine from arabinose by recombinant *Corynebacterium glutamicum*. *Journal of biotechnology*, 154(2-3), 191–198. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2010.07.009.
- Sheng, Q., Wu, X. Y., Xu, X., Tan, X., Li, Z., & Zhang, B. (2021). Production of l-glutamate family amino acids in *Corynebacterium glutamicum*: Physiological mechanism, genetic modulation, and prospects. *Synthetic and systems biotechnology*, 6(4), 302–325. DOI: 10.1016/j.synbio.2021.09.005.
- Swanson, C. J., Bures, M., Johnson, M. P., Linden, A. M., Monn, J. A., & Schoepp, D. D. (2005). Metabotropic glutamate receptors as novel targets for anxiety and stress disorders. *Nature reviews. Drug discovery*, 4(2), 131–144. DOI: 10.1038/nrd1630.
- Tomé, D. (2018). The roles of dietary glutamate in the intestine. *Ann Nutr Metab*, 73(Suppl 5), 15–20. DOI: 10.1159/000494777.
- Tsuge, Y., & Matsuzawa, H. (2021). Recent progress in production of amino acid-derived chemicals using *Corynebacterium glutamicum*. *World journal of microbiology & biotechnology*, 37(3), 49. DOI: 10.1007/s11274-021-03007-4.
- Vandenbeuch, A., & Kinnamon, S. C. (2016). Glutamate: Tastant and Neuromodulator in Taste Buds. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 7(4), 823S–7S. DOI: 10.3945/an.115.011304.
- Wendisch, V. F. (2014). Microbial production of amino acids and derived chemicals: synthetic biology approaches to strain development. *Current opinion in biotechnology*, 30, 51–58. DOI: 10.1016/j.copbio.2014.05.004.
- Wolf, S., Becker, J., Tsuge, Y., Kawaguchi, H., Kondo, A., Marienhagen, J., Bott, M., Wendisch, V. F., & Wittmann, C. (2021). Advances in metabolic engineering of *Corynebacterium glutamicum* to produce high-value active ingredients for food, feed, human health, and well-being. *Essays in biochemistry*, 65(2), 197–212. DOI: 10.1042/EBC20200134.



- Wu, X., Zha, J., & Koffas M. A. G. (2019). Microbial production of bioactive chemicals for human health. *Current Opinion in Food Science*, 32, 9–16. DOI: 10.1016/j.cofs.2019.12.007.
- Yeroshenko, H. A., Donets, I. M., Shevchenko, K. V., Hryhorenko, A. S., Riabushko, O. B., & Klepets, O. V. (2021). Strukturni osoblyvosti lehen shchuriv ta yikh remodeliuvannia pislia dii riznykh ekzohennykh chynnykiv. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 2(160), 26–29. URL: <https://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/16515> (in Ukrainian).
- Yokoyama, K., Nio, N., & Kikuchi, Y. (2004). Properties and applications of microbial transglutaminase. *Applied microbiology and biotechnology*, 64(4), 447–454. DOI: 10.1007/s00253-003-1539-5.
- Zhou, Y., & Danbolt, N. C. (2014). Glutamate as a neurotransmitter in the healthy brain. *Journal of neural transmission (Vienna, Austria : 1996)*, 121(8), 799–817. DOI: 10.1007/s00702-014-1180-8.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10139  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.612.0

## Blood research of Simmental breed animals in the Carpathian region

V. D. Fedak<sup>1</sup>, O. I. Stadnytska<sup>1✉</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, M. I. Polulikh<sup>1</sup>, N. V. Nazaruk<sup>2</sup>, O. O. Bezalychna<sup>3</sup>,  
A. P. Kitaeva<sup>3</sup>, V. M. Dovgoplov<sup>3</sup>, N. Yu. Kibenko<sup>4</sup>, O. B. Shevchenko<sup>4</sup>, V. Ya. Binkevych<sup>2</sup>,  
N. O. Kravchenko<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS of Ukraine, v. Obroshino, Lviv region, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

<sup>4</sup>DBTU “State Biotechnology University”, Kharkiv, Ukraine

### Article info

Received 25.09.2024

Received in revised form

28.10.2024

Accepted 29.10.2024

**Fedak, V. D., Stadnytska, O. I., Gutyj, B. V., Polulikh, M. I., Nazaruk, N. V., Bezalychna, O. O., Kitaeva, A. P., Dovgoplov, V. M., Kibenko, N. Yu., Shevchenko, O. B., Binkevych, V. Ya., & Kravchenko, N. O. (2024). Blood research of Simmental breed animals in the Carpathian region. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 26(101), 251–257. doi: 10.32718/nvlvet-a10139**

Institute of Agriculture of  
the Carpathian region of  
the National Academy of  
Agrarian Sciences of Ukraine  
Grushevskogo Str. 5, Obroshino,  
Pustomytsky District,  
Lviv Region, 81115, Ukraine.  
Tel.: +38-067-747-18-36  
E-mail: stadnytskaolha@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Odessa State Agrarian University,  
Panteleymonyvska Str., 13,  
Odessa, 65012, Ukraine.

State Biotechnological University,  
Alchevsky Str., 44, Kharkiv,  
61002, Ukraine.

Physiological and biochemical blood parameters in Simmental heifers in postnatal ontogenesis of different types of constitution are presented. The physiological and selection index was calculated on the basis of digital indicators of the intensity of transamination enzymes and body weight of heifers in the corresponding periods of growth. It is shown that at the age of 6 months it is possible to assess the young, in this case heifers, by the type of constitution. The number of erythrocytes in the blood of heifers at 6, 12, 18 months old in the experimental group was higher than that of the control ones by 4.25; 9.91; 9.82 %, respectively. On average, over the entire period of rearing, the animals of the experimental group exceeded the control counterparts by 7.92 %. In terms of hemoglobin content in the blood, the experimental heifers at the ages of 6, 12, 18 months exceeded the control counterparts by 8.20; 10.83; 10.90 %, respectively. On average, over the entire period of rearing, the animals of the experimental group exceeded the control counterparts by 7.64 %. In terms of total protein content in the blood serum, the heifers at the ages of 6, 12, 18 months old in the experimental group exceeded the control counterparts by 7.47; 15.23; 8.64 %. On average, over the entire growing period, the animals of the experimental group outnumbered the control counterparts by 8.09 %. Another important indicator, which also characterizes protein metabolism in the animal body, is the activity of aminotransferases in the blood serum. In terms of AST activity in the blood serum, on average over the entire period of growing animals, the experimental group exceeded the control group by 11.78 %. A similar pattern was found in terms of ALT activity in the blood serum. Thus, the heifers of the experimental group in terms of ALT activity in the blood serum at 6, 12, 18 months old exceeded the control peers by 4.72; 8.13; 8.01; 10.28 %, respectively. In terms of the content of total sulphydryl groups in the blood of heifers of the experimental group at 6, 12, 18 months, they were superior to the control analogues by 10.85; 27.50; 23.44; 18.01 %, respectively. In terms of the content of residual SH-groups in the blood of animals of the experimental group in postnatal ontogenesis, they were superior to the control analogues by 24.34 %. Experimental heifers in terms of total glutathione content at the age periods of 6, 12, 18 months old exceeded control counterparts by 8.38; 20.25; 7.44; 5.48 %, respectively. A similar pattern was observed in terms of reduced glutathione content in the blood of experimental animals. Thus, in terms of reduced glutathione content in the blood of individuals of the experimental group for the entire period of cultivation, they exceeded control peers by an average of 9.56 %.

**Key words:** blood, physiological blood parameters, heifers, Simmental breed, constitutional type.

### Introduction

An important element in the directed breeding of heifers for breeding use is the assessment of animals by the type of constitution. We have developed a method for

assessing the type of constitution by the physiological and selection index (Fedak, 2001). The physiological and selection index is calculated on the basis of transamination enzymes and the live weight of heifers in the corresponding growth periods. Already at the age of 6 months

it is possible to assess the young stock, in this case heifers, by the type of constitution.

Blood is a constantly circulating fluid that connects various structures of the animal organism. The main physiological functions of blood include excretory, respiratory, protective, mechanical, and other systems. These functions are performed by a complex of enzymes (Kuziv et al., 2012; Gutyj et al., 2016; 2019; 2024). A study of the physiological and biochemical blood parameters of the Simmental breed of Prykarpattia of different types of constitution was conducted (Kytaieva & Pronoza, 2014).

Heifers of the experimental group of Simmental breed in the conditions of the CisCarpathian region in postnatal ontogenesis significantly outperformed their counterparts of the control group by 8–10 % in terms of basic biochemical blood parameters at different periods of development.

Blood in the animal's body performs many vital functions, in particular, erythrocytes perform respiratory functions, and leukocytes perform protective functions (Khariv et al., 2017; Hunchak et al., 2020; Klimkovetska et al., 2024). It has been noted that the content of erythrocytes in the blood of growing animals of different breeds can determine the level of metabolic processes that occur in the body during growth. This indicates a sufficient supply of oxygen to the young organism during growth and development and optimizes the corresponding growth of organs and systems. It has been established that the number of erythrocytes in the blood of bulls is higher than that of heifers, which is due to the sexual dimorphism of animals (Naumenko et al., 2014; Slivinska et al., 2019).

A special place in redox processes in the blood and in the body as a whole is occupied by catalase, glutathione, hemoglobin, total protein, and other components that are found in erythrocytes and take the most active part in the respiratory function of the blood (Baklanova, 2019).

An important biochemical indicator that reflects the level of redox processes in the blood is the enzyme catalase. It is a kind of orderly in cells and tissues, splitting hydrogen peroxide into oxygen and water. With age, the change in catalase activity occurs differently, a wave-like change in catalase activity in the blood is noted in the postnatal period at a moderate level of rearing of young animals of different breeds (Fedoruk, 2008).

Glutathione is also one of the important blood enzymes that stimulates the growth of animals. It takes an active part in the respiratory function of the blood. Glutathione is a peptide of glutamic acid, cysteine, and glycine. The presence of SH groups in the structure of glutathione allows it to be a donor, being oxidized to the SS form, or an acceptor, being reduced back to the SH form by an oxidizing agent. Glutathione is found in erythrocytes, but it is absent in blood plasma (Behma, 2016).

At different age periods, the content of total glutathione in blood is different, which indicates the different orientation of redox processes in growing young animals. The highest content of glutathione was found in 3-month-old calves with a subsequent decrease with minor fluctuations in the process of growth and development. Over time, dissimilation processes in body increase, therefore the content of glutathione (total, oxidized and reduced) in blood is an indicator of the intensity of redox processes

that occur in the body of young animals in postnatal ontogenesis (Aleksandrova, 2016).

Hemoglobin is a compound that transports oxygen from the lungs to the body's tissues, and from the tissues to the lungs it carries the metabolic product - carbon dioxide. The level of hemoglobin concentration is used to judge the respiratory function of the blood and characterize the biological features of the animal body.

Blood proteins, which are part of a complex complex of enzyme systems, play an important role in the metabolic and synthetic processes of the body. The concentration of total protein in blood serum is an indicator of complex metabolic processes occurring in the body. In the postnatal period, the content of total protein in blood serum in young cattle increases, which is due to a decrease in the intensity of metabolic processes along age (Kucher, 2012; Ostapyuk et al., 2021; Vyslotska et al., 2021).

The structure of sulfur-containing amino acids, glutathione, and other enzymes includes SH-groups, the level of which in blood serum indicates the intensity of protein metabolism in the animal body (Butkaliuk, 2004).

Considering the fact that the entire set of metabolic processes in the body is interconnected, the correlation coefficient between these indicators is quite high. Therefore, the activity of blood enzymes can also largely characterize the level of metabolic processes in general and, in particular, protein metabolism in the body.

### The purpose of the study

To study the physiological indicators of the blood of Simmental heifers of the Carpathian breed of different types of constitution.

### Materials and methods

Research on the study of physiological and biochemical blood parameters of Simmental heifers was conducted at LLC "Litynske" in Drohobych district, Lviv region during 2021–2022. The control group (n = 10) included animals with a low physiological and selection index of the constitutional type (46 units), and the experimental group (n = 10), respectively, with a high physiological and selection index of the constitutional type (57 units).

Physiological and biochemical blood parameters in postnatal ontogenesis in Simmental heifers were studied according to the methodological guidelines of V. V. Vlizlo et al. (2012). The number of erythrocytes, hemoglobin content, total protein, AST, ALT and catalase activity, total, reduced and oxidized glutathione content and SH group content were determined of the blood and characterize the biological features of the animal body.

### Results and discussion

It is known that erythrocytes perform vital functions in the body, one of which is respiratory. The indicators of age-related changes in the number of erythrocytes in the blood of experimental animals are given in Table 1.

The number of erythrocytes in the blood of heifers at 6, 12, and 18 months old in the experimental group was higher than that of the control group by 4.25; 9.91;

9.82 %, respectively. On average, over the entire period of rearing, the animals of the experimental group exceeded the control counterparts by 7.92 %.

Another important component of blood, which is part of erythrocytes, is hemoglobin, which carries oxygen from the lungs to the tissues, and from there transports carbon dioxide to the lungs (Table 2).

In terms of hemoglobin content in the blood, experimental heifers at the age periods of 6, 12, and 18 months exceeded control heifers of the same age by 6.67; 8.20; 10.83; 10.90 %, respectively. On average, over the entire period of rearing, animals of the experimental group exceeded control counterparts by 7.64 %.

Thus, according to the main morphological indicators of blood, animals of the high-enzyme type (experimental group) significantly outperformed their counterparts of the low-enzyme type (control group) in postnatal ontogenesis. This indicates that in animals of the experimental group, the level of metabolic processes in the body proceeded more intensively than in control counterparts.

One of the main indicators of protein metabolism in the animal body is the content of total protein in blood

serum, the activity of transamination enzymes in blood serum, as well as the index of assessment of the type of animal constitution, which is calculated based on the activity of AST and ALT in blood serum and economically useful traits of animals.

In terms of total protein content in blood serum, heifers at the age periods of 6, 12, and 18 months of the experimental group exceeded control counterparts by 6.25; 9.77; 7.47; 15.23; 8.64 %, respectively (Table 3). On average, over the entire period of rearing, animals of the experimental group exceeded control counterparts by 8.09 %.

Another important indicator, which also characterizes protein metabolism in the animal body, is the activity of aminotransferases in the blood serum. In terms of AST activity in the blood serum, on average over the entire period of cultivation, the animals of the experimental group exceeded the control ones by 11.78 % (Table 4).

The same pattern was found for ALT activity in blood serum. Thus, heifers of the experimental group in terms of ALT activity in blood serum at 6, 12, 18 months exceeded control heifers of the same age by 4.72; 8.13; 8.01; 10.28 %, respectively (Table 5).

**Table 1**

The number of erythrocytes in the blood of Simmental cattle heifers,  $10^{12}/L$

| Age, months             | Groups ( $M \pm m$ ) |                       | $\pm$ to control |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|
|                         | control (n = 10)     | experimental (n = 10) |                  |
| 6                       | $6.86 \pm 0.25$      | $7.54 \pm 0.38$       | + 0.68           |
| 12                      | $4.58 \pm 0.17$      | $5.03 \pm 0.04^{**}$  | + 0.45           |
| 18, before insemination | $5.16 \pm 0.09$      | $5.20 \pm 0.11$       | + 0.04           |
| on the average          | $5.81 \pm 0.15$      | $6.27 \pm 0.13^{**}$  | + 0.46           |

**Table 2**

Hemoglobin content in the blood of Simmental cattle heifers, g/L

| Age, months             | Groups ( $M \pm m$ ) |                       | $\pm$ to control |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|
|                         | control (n = 10)     | experimental (n = 10) |                  |
| 6                       | $122.0 \pm 4.1$      | $132.0 \pm 2.1^{**}$  | + 10.0           |
| 12                      | $109.0 \pm 3.8$      | $120.8 \pm 3.0^{**}$  | + 11.8           |
| 18, before insemination | $115.9 \pm 2.1$      | $120.1 \pm 0.3^{*}$   | + 4.2            |
| on the average          | $111.3 \pm 2.7$      | $119.8 \pm 2.6^{**}$  | + 8.5            |

**Table 3**

Total protein content in blood serum of Simmental cattle heifers, g/L

| Age, months             | Groups ( $M \pm m$ ) |                       | $\pm$ to control |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|
|                         | control (n = 10)     | experimental (n = 10) |                  |
| 6                       | $68.8 \pm 1.2$       | $73.1 \pm 1.7^{**}$   | + 4.3            |
| 12                      | $68.6 \pm 2.5$       | $75.3 \pm 1.3^{**}$   | + 6.7            |
| 18, before insemination | $70.9 \pm 0.9$       | $76.2 \pm 1.4^{****}$ | + 5.3            |
| on the average          | $69.2 \pm 1.50$      | $74.8 \pm 1.52^{**}$  | + 5.6            |

**Table 4**

AST activity in blood serum of Simmental cattle heifers, units/ $L^{-3}$

| Age, months             | Groups ( $M \pm m$ ) |                         | $\pm$ to control |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|------------------|
|                         | control (n = 10)     | experimental (n = 10)   |                  |
| 6                       | $29.70 \pm 0.44$     | $33.03 \pm 0.58^{****}$ | + 3.33           |
| 12                      | $30.36 \pm 1.07$     | $39.12 \pm 2.24^{****}$ | + 8.86           |
| 18, before insemination | $37.02 \pm 0.38$     | $44.33 \pm 0.32^{****}$ | + 7.31           |
| on the average          | $34.89 \pm 0.56$     | $39.00 \pm 0.71^{****}$ | + 4.11           |



**Table 5**

ALT activity in the blood serum of Simmental cattle heifers, units/L<sup>-3</sup>

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 15.74 ± 0.58     | 19.29 ± 0.38****      | + 3.55       |
| 12                      | 16.96 ± 0.83     | 21.39 ± 0.26****      | + 4.43       |
| 18, before insemination | 21.90 ± 0.29     | 23.68 ± 0.40***       | + 1.78       |
| on the average          | 21.22 ± 0.59     | 23.81 ± 0.52***       | + 2.59       |

According to this indicator, the average difference in favor of experimental animals over the growing period was 12.20 %.

A complex indicator of the body's protein metabolism in combination with economically useful traits is the physiological and breeding index for assessing the type of constitution of Simmental breed heifers at the age of 6, 12, and 18 months (Table 6).

Animals of the experimental group at the age periods of 6, 12, 18 months by the index of assessment of the type of constitution prevailed over control counterparts by 4.52; 23.81; 39.06; 22.00 %, respectively.

On average, over the entire period of cultivation, the animals of the experimental group outperformed the control counterparts in terms of the constitutional type assessment index by 25.05 %.

In terms of the main indicators of protein metabolism, the experimental animals significantly outperformed the control counterparts, which indicates a more intensive level of metabolic processes in their body.

Sulfhydryl groups are part of sulfur-containing amino acids and also characterize protein metabolism in the animal body. In practice, total, residual and protein SH-groups are determined (Table 7). In terms of the content of residual SH-groups in the blood of animals of the experimental group, they exceeded the control analogues by 24.34 % (Table 8).

Heifers of the experimental group at 6, 12, and 18 months of age exceeded control counterparts in terms of the content of protein sulfhydryl groups in the blood by 18.11; 13.22; 8.78; 2.69 %, respectively (Table 9).

Thus, in terms of the content of total, residual and protein SH-groups, animals of the high-enzyme type (experimental group) in postnatal ontogenesis significantly outperformed their counterparts of the low-enzyme type (control group). This indicates that, according to these indicators of protein metabolism, metabolic processes in the body of animals of the experimental group proceeded more intensively than in control counterparts.

**Table 6**

Physiological and breeding index for assessing the type of constitution of Simmental cattle heifers

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 28.90            | 35.78                 | + 6.88       |
| 12                      | 51.20            | 71.20                 | + 20.00      |
| 18, before insemination | 83.13            | 101.42                | + 18.29      |
| on the average          | 46.01            | 57.54                 | + 11.53      |

**Table 7**

Content of total sulfhydryl groups in blood of Simmental cattle heifers, g<sup>-3</sup>/L of cysteine

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 459.3 ± 5.0      | 585.6 ± 13.13****     | + 126.3      |
| 12                      | 689.0 ± 28.7     | 850.5 ± 54.6**        | + 161.5      |
| 18, before insemination | 504.7 ± 17.9     | 595.6 ± 22.0***       | + 90.9       |
| on the average          | 581.3 ± 18.6     | 687.9 ± 29.0***       | + 106.6      |

**Table 8**

The content of residual SH-groups in the blood of Simmental cattle heifers, g<sup>-3</sup>/L of cysteine

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 135.3 ± 5.3      | 178.7 ± 5.3****       | + 43.4       |
| 12                      | 131.2 ± 7.2      | 159.5 ± 5.3***        | + 28.3       |
| 18, before insemination | 123.1 ± 8.1      | 149.3 ± 4.0***        | + 26.2       |
| on the average          | 131.9 ± 5.4      | 164.0 ± 4.0****       | + 32.1       |

**Table 9**

The content of protein SH-groups in blood of Simmental cattle heifers, g<sup>-3</sup>/L of cysteine

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 4712.3 ± 62.2    | 5565.7 ± 246.4***     | + 853.4      |
| 12                      | 8105.3 ± 576.2   | 9176.5 ± 764.4        | + 1071.2     |
| 18, before insemination | 5378.9 ± 187.7   | 5851.2 ± 136.9*       | + 472.3      |
| on the average          | 6513.7 ± 337.5   | 7008.4 ± 376.4        | + 494.7      |

Redox processes in the blood of experimental animals are also one of the important parameters for assessing the intensity of metabolic processes in the animal body. The respiratory pigment hemoglobin, as well as a number of enzymes, including catalase and glutathione, are contained in erythrocytes and take an important part in redox processes in the cells and tissues of the body.

Glutathione in blood performs a redox function and generally takes part in the respiratory process of the body. Therefore, the content of total, reduced and oxidized glutathione in the blood indicates the intensity of the course of redox processes in the animal body. The content of total glutathione in the blood of experimental animals is given in Table 10.

Experimental heifers in terms of total glutathione content at the age periods of 6, 12, 18 months exceeded control counterparts by 8.38; 20.25; 7.44; 5.48 %, respectively. A similar pattern was observed in terms of reduced glutathione content in the blood of experimental animals. Thus, in terms of reduced glutathione content in the blood of individuals of the experimental group over the entire period of cultivation, they exceeded control peers by an average of 9.56 % (Table 11).

In terms of the content of oxidized glutathione in the blood of heifers at 6, 12, and 18 months, the experimental group exceeded the control counterparts by 7.92; 15.13; 7.77; 6.52 %, respectively (Table 12).

**Table 10**

Total glutathione content in blood of Simmental cattle heifers, g<sup>-3</sup>/L

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 313.1 ± 7.0      | 376.5 ± 5.4****       | + 63.4       |
| 12                      | 375.2 ± 6.9      | 403.1 ± 2.6***        | + 27.9       |
| 18, before insemination | 428.7 ± 4.5      | 452.2 ± 5.3***        | + 23.5       |
| on the average          | 389.1 ± 7.72     | 426.7 ± 4.53****      | + 37.6       |

**Table 11**

The content of reduced glutathione in blood of Simmental cattle heifers, g<sup>-3</sup>/L

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 279.4 ± 12.4     | 337.7 ± 3.5****       | + 58.3       |
| 12                      | 334.8 ± 9.4      | 360.1 ± 3.7**         | + 25.3       |
| 18, before insemination | 385.2 ± 3.8      | 412.4 ± 3.7****       | + 27.2       |
| on the average          | 346.3 ± 9.8      | 379.4 ± 7.3**         | + 33.1       |

**Table 12**

Oxidized glutathione content in blood of Simmental cattle heifers, g<sup>-3</sup>/L

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 33.7 ± 5.3       | 38.8 ± 4.1            | + 5.1        |
| 12                      | 39.9 ± 2.6       | 43.0 ± 2.8            | + 3.1        |
| 18, before insemination | 39.9 ± 3.1       | 42.5 ± 3.4            | + 2.6        |
| on the average          | 42.53 ± 3.3      | 47.2 ± 3.9            | + 4.7        |

On average, over the entire growing period, the content of oxidized glutathione in the blood of animals in the experimental group exceeded that of control peers by 10.98 %.

The catalase activity indicators in the blood of the experimental animals are given in Table 13. The obtained data show that the experimental heifers at the age periods

of 6, 12, 18 months in terms of catalase activity in the blood exceeded the control peers by 15.57; 4.53; 3.68 %, respectively. On average, over the entire period of growing, the animals of the experimental group in terms of catalase activity in the blood exceeded the control counterparts by 7.60 %.

**Table 13**

Catalase activity in blood of Simmental cattle heifers, g<sup>3</sup>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/L

| Age, months             | Groups (M ± m)   |                       | ± to control |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|
|                         | control (n = 10) | experimental (n = 10) |              |
| 6                       | 6.23 ± 0.34      | 7.20 ± 0.05           | + 0.97       |
| 12                      | 7.07 ± 0.06      | 7.39 ± 0.13           | + 0.32       |
| 18, before insemination | 6.62 ± 0.05      | 6.88 ± 0.30           | + 0.26       |
| on the average          | 6.84 ± 0.17      | 7.36 ± 0.16**         | + 0.52       |

### Conclusions

According to the main biochemical indicators of blood, characterizing redox processes in the body, animals with a high physiological-selection index (experimental group) significantly outperformed their counterparts with a low physiological-selection index (control group). This indicates that the level of metabolic processes in the body of animals of the experimental group in postnatal ontogenesis proceeded much more intensively than in control counterparts.

### Conflict of interest

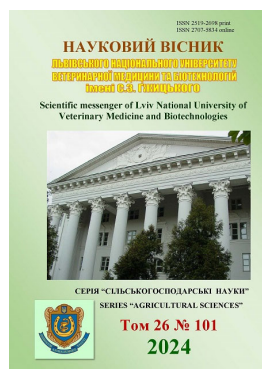
The authors declare no conflict of interest.

### References

- Aleksandrova, K. V. (2016). Structure and physicochemical properties of enzyme proteins. Classification and nomenclature of enzymes: metod. posibnyk. Zaporizhzhia (in Ukrainian).
- Baklanova, L. V. (2019). Activity of blood enzymes of lactating cows for different indicators of volume-weight ratio and number of lactations. *Visnyk aharnoi nauky Prychornomia*, 1, 84–89. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101) (in Ukrainian).
- Begma, N. (2016). The effect of the feed additive anisorb on the biochemical blood parameters of young pigs fed with the mixed fodder. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 4(1), 27–31. URL: <https://bulletin-biosafety.com/index.php/journal/article/view/58> (in Ukrainian).
- Butkaliuk, Zh. V. (2004). Hematological indicators of blood of cows of different types of constitution of the Ukrainian black-spotted dairy breed. *Visnyk DAU*, 1(12), 371–374 (in Ukrainian).
- Fedak, V. D. (2001). The method of complex assessment of the constitution type of cattle. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu do mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Perspektyvy rozvytku skotarstva u tretomu tysiacholitti” 2–5 zhovtnia*. Sumy, 2001. Spets. Vypusk, 178–181 (in Ukrainian).
- Fedoruk, R. S. (2008). Indicators of the physiological state and productivity of purebred and crossbred heifers of the Volyn beef and Limousin breeds during the period of physiological and sexual maturation. *Nauk. visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*, 10(4(39)), 262–265 (in Ukrainian).
- Gutyj, B., Goralskyi, L., Mylostyvyi, R., Sokulskyi, I., Stadnytska, O., Vus, U., Khariv, I., Martyshuk, T., Leskiv, K., Vozna, O., Adamiv, S., & Petrychka, V. (2024). The influence of “Butaselmavit” on the antioxidant status of the cows’ organisms during the development of endotoxemia. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(114), 210–216. DOI: 10.32718/nvlvet11431.
- Gutyj, B., Kulyaba, O., Prijma, O., Sobolta, A., Padovskiy, A., Svarchevskiy, O., Tafiichuk, R., Martyshuk, T., Leskiv, K., Romanovych, M., & Guta, Z. (2024). Impact of lipointersil and closaverm A on the antioxidant status of cows with fasciolosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(114), 190–197. DOI: 10.32718/nvlvet11428.
- Gutyj, B., Lavryshyn, Y., Binkevych, V., Binkevych, O., Paladischuk, O., Strons’kyj, J., & Hariv, I. (2016). Influence of «metisevit» on the activity of enzyme and nonenzyme link of antioxidant protection under the bull’s body cadmium loading. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18(2(66)), 52–58. DOI: 10.15421/nvlvet6612.
- Gutyj, B., Ostapiuk, A., Kachmar, N., Stadnytska, O., Sobolev, O., Binksevych, V., Petryshak, R., Petryshak, O., Kulyaba, O., Naumyuk, A., Nedashkivsky, V., Nedashkivska, N., Magrelo, N., Golodyuk, I., Nazaruk, N., & Binkevych, O. (2019). The effect of cadmium loading on protein synthesis function and functional state of laying hens’ liver. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 222–226. URL: <https://www.ujecology.com/articles/the-effect-of-cadmium-loading-on-protein-synthesis-function-and-functional-state-of-laying-hens-liver.pdf>.
- Hunchak, V. M., Martynishyn, V. P., Gutyj, B. V., Hunchak, A. V., Stefanyshyn, O. M., & Parchenko, V. V. (2020). Impact of 1,2,4-thio-triazole derivative-based liniment on morphological and immunological blood parameters of dogs suffering from dermatomycoses. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(2), 294–298. DOI: 10.15421/022044.
- Khariv, I., Gutyj, B., Hunchak, V., Slobodyuk, N., Vynyarska, A., Sobolta, A., Todoruk, V., & Seniv, R. (2017). The influence of brovitatoxide in conjunction with milk thistle fruits on the immune system of turkeys for eimeriosis invasion. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(73), 163–168. DOI: 10.15421/nvlvet7334.
- Klimkovetska, L., Karpovskyi, V., Gutyj, B., Hryshchuk, I., Postoi, V., & Karpovskyi, V. (2024). Glucose and hemoglobin as factors influencing the reproductive capacity of cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medi-*

- cine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 26(114), 119–123. DOI: 10.32718/nvlvet11417.
- Kucher, D. M. (2012). Morphological and biochemical indicators of the blood of first-born cows of different selection options. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*, 4, 96–100 (in Ukrainian).
- Kuziv, M. I., Kuziv, N. M., & Fedorovych, V. V. (2012). Morphological and biochemical indicators of blood and natural resistance of heifers of the Ukrainian black and spotted dairy breed. *Zb. nauk. pr. Podilskoho DATU*, 20, 139–141 (in Ukrainian).
- Kytaieva, A., & Pronoza, O. (2014). What do the hematological indicators of the Ukrainian red dairy breed depend on? *Tvarynnystvo Ukrainy*, 3/4, 40–43 (in Ukrainian).
- Naumenko, V. V., Diachynskyi, A. S., & Demchenko, V. Yu. (2014). *Physiology of farm animals : pidruchnyk*. Kyiv : Prosvita (in Ukrainian).
- Ostapyuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(4), 57–63. URL: <https://www.ujecology.com/articles/the-effect-of-sylimevit-metifen-and-milk-thistle-on-the-intensity-of-the-processes-of-peroxidation-of-lipids-in-the-body.pdf>.
- Slivinska, L. G., Shcherbatyy, A. R., Lukashchuk, B. O., Zinko, H. O., Gutyj, B. V., Lychuk, M. G., Chernushkin, B. O., Leno, M. I., Prystupa, O. I., Leskiv, K. Y., Slepokura, O. I., Sobolev, O. I., Shkromada, O. I., Kysterna, O. S., & Musiienko, O. V. (2019). Correction of indicators of erythropoiesis and microelement blood levels in cows under conditions of technogenic pollution. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 127–135. URL: <https://www.ujecology.com/articles/correction-of-indicators-of-erythropoiesis-and-microelement-blood-levels-in-cows-under-conditions-of-technogenic-poll.pdf>.
- Vlizlo, V. V. et al. (2012). *Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a handbook*. ed. V. V. Vlizlo. Lviv (in Ukrainian).
- Vyslotska, L., Gutyj, B., Kozenko, O., Khalak, V., Chornyj, M., Martyshuk, T., Krempa, N., Vozna, O., & Todoruk, V. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Sylimevit”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 10–17. DOI: 10.32718/nvlvet10402.





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10140  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.09:639.3.1.09:616.99

## Antioxidant status of one-year-old carp infected with *Eudiplozoon nipponicum* and the effects of corrective factors

O. V. Fedorovych✉, B. B. Saiuk, B. V. Gutyj, M. P. Drach, T. V. Martyshuk, S. I. Kravets, A. O. Boiko, U. M. Vus, O. Ye. Vozna, Kh. Ya. Leskiv, V. Ya. Momut

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 30.09.2024

Received in revised form

04.11.2024

Accepted 05.11.2024

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-063-983-08-02  
E-mail: qnc-sn@ukr.net

*Fedorovych, O. V., Saiuk, B. B., Gutyj, B. V., Drach, M. P., Martyshuk, T. V., Kravets, S. I., Boiko, A. O., Vus, U. M., Vozna, O. Ye., Leskiv, Kh. Ya., & Momut, V. Ya. (2024). Antioxidant status of one-year-old carp infected with Eudiplozoon nipponicum and the effects of corrective factors. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 258–263. doi: 10.32718/nvlvet-a10140*

One of the least studied monogeneosis diseases to date is carp diplostomosis. Outbreaks of this disease have been increasingly reported in fish farms in the western region of Ukraine. Moreover, this parasite is most commonly found in larger quantities in young fish. The aim of this study was to investigate the effect of the drug “Brovermectin-Granulat™” and ground milk thistle fruits on the levels of lipid peroxidation products and the activity of the enzymatic component of the antioxidant defense system in the hepatopancreas of one-year-old scale carp infected with *Eudiplozoon nipponicum*. The research was conducted in the pond fish farms of the State Enterprise “Rybgosp “Halytskyi” (now LLC “Rybgosp “Burshtynskyi”) in the Rohatyn district of Ivano-Frankivsk region and in the private farm “Dobrotvirskyi fish factory” in the Kamyanka-Buzka district of Lviv region, located in the warm waters of cooling ponds of the Burshtyn and Dobrotvir thermal power plants. One-year-old scale carp (with a body weight of 45–47 g), infected with *Eudiplozoon nipponicum*, were selected for the study. To examine the effects of “Brovermectin-Granulat™” and milk thistle fruits on lipid peroxidation products and the antioxidant system enzymes in the hepatopancreas, we formed three groups of fish, with 6 specimens in each group: a control group – fish infected with monogeneans, an experimental group I – fish treated with the antiparasitic drug “Brovermectin-Granulat™” (at a dose of 60 mg/kg body weight), experimental group II – fish treated with “Brovermectin-Granulat™” (at a dose of 60 mg/kg body weight) and ground milk thistle fruits (5 % of the compound feed was supplemented with ground milk thistle fruits by granulation). The study of peroxide processes and the antioxidant system status in the hepatopancreas of one-year-old scale carp infected with *Eudiplozoon nipponicum*, and after the application of the above-mentioned drugs, showed that in the experimental groups of fish, a reduction in the levels of lipid peroxidation products was observed. It was also noted that the studied supplement based on ground milk thistle fruits had a stimulating effect on the antioxidant status of the fish, as evidenced by significantly higher activity of catalase, superoxide dismutase, and glutathione peroxidase in the hepatopancreas of the experimental fish.

**Key words:** carp fish, *Eudiplozoon nipponicum*, hepatopancreas, TBC products, dienic conjugates, hydroperoxides, superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, milk thistle.

## Антиоксидантний статус організму однорічок коропа за їх ураження збудником *Eudiplozoon nipponicum* та дії коригувальних чинників

О. В. Федорович✉, Б. Б. Саюк, Б. В. Гутий, М. П. Драч, Т. В. Мартишук, С. І. Кравець, А. О. Бойко, У. М. Вус, О. Є. Возна, Х. Я. Леськів, В. Я. Момут

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Одним із найменш вивчених моногеніозів, на сьогоднішній день, є диплозоноз коропа. Спалахи цього захворювання все частіше почали реєструвати у рибицьких господарствах західного регіону України. Причому, частіше за все і в більший кількості цей

паразит зустрічається у молодих риб. Метою роботи було вивчити вплив препарату “Бровермектин-гранулят<sup>™</sup>” та розмелених плодів розторопші плямистої на рівень продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активність ензимної ланки системи антиоксидантного захисту у гепатопанкреасі однорічок коропа лускатого, інвазованих *Eudiplozoon pirroniscit*. Дослідження проведені у садово-рибних господарствах ДП “Рибгосп “Галицький” (нині ТОВ “Рибгосп “Буштинський”) Рогатинського району Івано-Франківської області та ФГ “Добровірський рибзаовод” Кам’янка-Бузького району Львівської області, розташованих на теплих водах водойм-охолоджувачів Буштинської та Добровірської ТЕС. Для дослідження були відібрані однорічки коропа лускатого (з масою тіла 45–47 г), інвазованих *Eudiplozoon pirroniscit*. Для вивчення впливу препарату “Бровермектин-гранулят<sup>™</sup>” та плодів розторопші плямистої на рівень продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активність ензимів антиоксидантної системи у гепатопанкреасі, нами було сформовано три групи риб по 6 екземплярів у кожній: контрольна – риби, уражені моногеніями, дослідна І – риби, яких лікували антипаразитарним препаратом “Бровермектин-гранулят<sup>™</sup>” (у розрахунку 60 мг/кг живої маси риби), дослідна ІІ – риби, яким застосовували препарат “Бровермектин-гранулят<sup>™</sup>” (у розрахунку 60 мг/кг живої маси риби) та розмелені плоди розторопші плямистої (до складу комбікорму методом гранулювання додатково вводили розмелені плоди розторопші плямистої в кількості 5% відповідно). Дослідження інтенсивності пероксидних процесів і стану антиоксидантної системи в гепатопанкреасі однорічок коропа лускатого, інвазованого *Eudiplozoon pirroniscit*, та після застосування вищезазначених препаратів свідчать, що у риби дослідних груп спостерігалось зниження рівня продуктів пероксидного окиснення ліпідів. Також констатовано стимулювальний вплив досліджуваної добавки на основі розмелених плодів розторопші плямистої на антиоксидантний статус організму риб, про що свідчить вірогідно вища активність каталази, супероксиддисмутази та глутатіонпероксидази у гепатопанкреасі дослідних риб.

**Ключові слова:** коропові риби, *Eudiplozoon pirroniscit*, гепатопанкреас, ТБК-продукти, дієнові кон’югати, гідроперокси-ди, супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза, розторопша плямиста.

## Introduction

Fish farming plays a crucial role in meeting the population's food needs, with a particular emphasis on producing high-quality fish as a food product. The development of this sector, the increase in production, and the assurance of fish quality are primarily dependent on the veterinary and sanitary condition of fish farms, as well as the timely implementation of veterinary-preventive measures, which form the foundation of their epizootic well-being (Fedorovych et al., 2022).

Recent practice and the results of parasitological studies of fish show that nearly all fish stock and breeding fish in fish ponds across Ukraine are infected with pathogens of invasive diseases, including *Ichthyophthirius multifiliis*, argulosis, lernosis, dactylogyrosis, gyrodactylosis, diplostomosis, and others. The presence of parasites in fish leads to growth and development delays, reduced condition, deterioration of marketable and taste qualities, reproductive disturbances, and even mortality (Valigurová et al., 2011; Loboiko et al., 2017; Roudnický et al., 2018; Goncharov, 2019).

The response of fish to the action of toxins or pathogens of invasive diseases results from the interaction of two processes: damage (destructive) and protection (compensatory-adaptive). The balance between these processes determines the aquatic environment's toxicity level for fish. In modern biology, the initiation of lipid peroxidation is considered a universal response of living systems to the action of extreme factors. Overall, the prooxidant-antioxidant status of an organism reflects the balance between two opposing forces: antioxidant properties (protection) and the formation of free radicals (damage). The impact of extreme factors, including pathogens of invasive diseases, leads to an imbalance in favor of prooxidant processes and the development of so-called “oxidative stress”. This condition is based on the free radical oxidation of fatty acids, or lipid peroxidation (Martyshuk et al., 2018; Guttyj et al., 2022; 2023; Golovach et al., 2023).

Lipid peroxidation is a physiological process occurring in all biological systems within the body. It involves the interaction of active oxygen species ( $O_2^-$ , OH,  $H_2O_2$ , NO) with easily oxidizable compounds, mainly unsaturat-

ed fatty acids, in the phospholipids of cellular membranes (Cadenas & Davies, 2000; Smychok et al., 2023; Verveha et al., 2023). With an increased synthesis of active oxygen species in tissues, high concentrations of unoxidized products, such as lipoperoxides, are formed. These products can migrate from their site of formation through the bloodstream and affect organs and cells both directly and distally (Demasi et al., 2021; Griendling et al., 2021; Lennicke & Cochemé, 2021; Guttyj et al., 2023).

In ensuring the normal functioning of fish organisms, free radical processes play a crucial role (Fedorovych et al., 2019). These processes form various products, which are the outcome of interactions between free radicals, both among themselves and with biological macromolecules (Lavryshyn et al., 2016; Knaus, 2021). The levels of these products provide an indication of the intensity of free radical peroxidative oxidation in different biological systems of the organism, making them essential as physiological-biochemical markers (Lavryshyn et al., 2016; Niki, 2021). The formation of free radicals and the process of lipid peroxidation (LPO) are physiological processes that, under normal conditions, occur steadily in the body and are essential for functions such as pinocytosis, phagocytosis, regulation of membrane permeability, and nerve impulse conduction.

The antioxidant defense system regulates free radical processes in cells and tissues, which helps maintain free radical homeostasis in the organism. Disruption of the balance between pro- and antioxidant systems underscores the significance of free radical peroxidative oxidation in the development of many pathological conditions (Deb & Das, 2013; Guberuk et al., 2015; Martyshuk & Guttyj, 2019).

It is known that the intensity of free radical reactions in the body is influenced by both endogenous and exogenous factors (Storey, 1996; Martyshuk et al., 2016; Lavryshyn et al., 2016).

## The aim of the study

The aim of our research was to study the effect of the drug “Brovermectin-Granulate<sup>™</sup>” and ground milk thistle fruits on the level of lipid peroxidation products and the

activity of the enzymatic component of the antioxidant defense system in the hepatopancreas of one-year-old scaled carp (*Cyprinus carpio*) infected with *Eudiplozoon nipponicum*.

### Materials and Methods

The research was conducted at the pond-fish farms of the State Enterprise “Ribgosp “Halytsky” (now LLC “Ribgosp “Burshtynskiy”) in the Rohatyn district of Ivano-Frankivsk region and the private farm “Dobrotvir Fish Hatchery” in the Kam'yanka-Buzkyi district of Lviv region, both located in the warm waters of the cooling reservoirs of the Burshtyn and Dobrotvir thermal power plants. One-year-old scaled carp (weighing 45–47 g), infected with *Eudiplozoon nipponicum*, were selected for the study.

To investigate the effect of the drug “Brovermectin-Granulate™” and milk thistle fruits on the level of lipid peroxidation products and the activity of antioxidant enzymes in the hepatopancreas, three groups of fish were formed, with 6 fish in each group: Control group – fish infected with monogeneans, Experimental group I – fish treated with the antiparasitic drug “Brovermectin-Granulate™” (at a dosage of 60 mg/kg body weight), I Experimental group II – fish treated with “Brovermectin-Granulate™” (at a dosage of 60 mg/kg body weight) and ground milk thistle fruits (5 % of the compound feed was supplemented with ground milk thistle fruits by granulation).

Each group was kept in separate 40-liter aquariums with artificial aeration at a temperature of 20–22 °C. The fish were cared for and fed according to the relevant standards and feeding protocols. Throughout the study period, observations were made on the behavior and clinical condition of the fish.

The level of lipid peroxidation products (LPO) and the activity of antioxidant enzymes in the fish were determined in the hepatopancreas. Tissue samples were collected and frozen in liquid nitrogen. The intensity of LPO processes was evaluated based on the content of TBC-reactive products in the hepatopancreas using the method of E. N. Korobeynikova, dienoic conjugates by the method of I. D. Stalnaya, and lipid hydroperoxides by the method of V.V. Mironchik. Antioxidant properties of the tissue were determined by the activity of superoxide dismutase (SOD), catalase, and glutathione peroxidase (Vlizlo et al., 2012).

The obtained numerical data were processed using methods of variation statistics on a personal computer with the Microsoft Excel “Statistica 7” program. The significance of the differences between the indicators was assessed using the Student's t-test. The level of significance, compared to the control group data –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.01$  – \*\*,  $P < 0.001$  – \*\*\*.

### Results and discussion

The study of peroxide processes and the state of the antioxidant system in the hepatopancreas of one-year-old scaled carp infected with *Eudiplozoon nipponicum*, and after the application of the aforementioned treatments, shows that in the fish of the experimental groups, there was a decrease in the level of lipid peroxidation products and an increase in the activity of antioxidant enzymes (Fig. 1 and 2).

Thus, the level of TBC-products in the hepatopancreas of fish treated with “Brovermectin-Granulate™” decreased by 2.07 nmol/mg protein ( $P < 0.001$ ) or 22 % compared to the control, dienoic conjugates decreased by 0.29 nmol/mg protein ( $P < 0.01$ ) or 12.3 %, and hydroperoxides decreased by 0.93 optical density units/g ( $P < 0.05$ ) or 25.8 %.

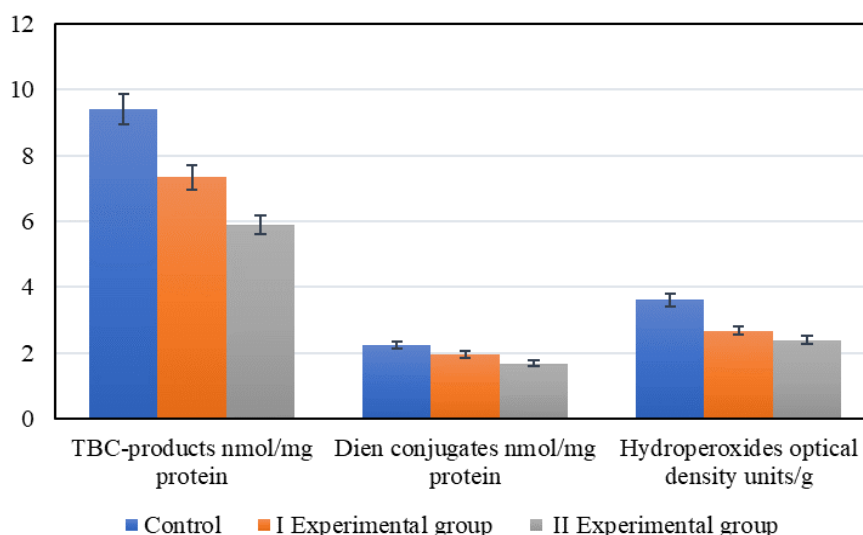


**Fig. 1.** Levels of POL products in the hepatopancreas of one-year-old carp infected with *Eudiplozoon nipponicum*, before and after the administration of drugs,  $M \pm m$  ( $n = 6$ ).

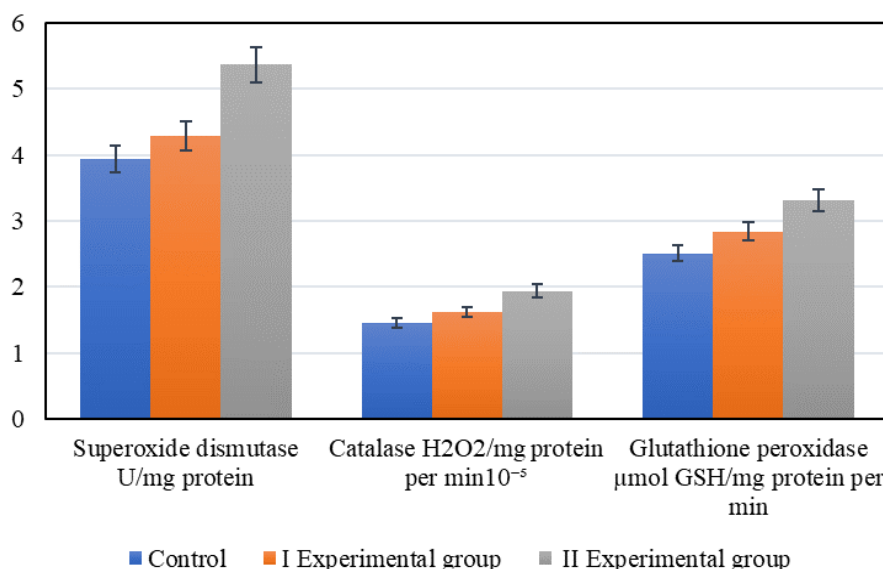


**Fig. 2.** Activity of AOC enzymes in the hepatopancreas of one-year-old carp infected with *Eudiplozoon nipponicum*, before and after the application of treatments,  $M \pm m$  ( $n = 6$ )

A further significant decrease in these parameters was observed in the hepatopancreas of the second experimental group, where the fish were treated with “Brovermectin-Granulate™” and 5 % milk thistle inclusion in the compound feed, compared to the control group. Specifically, the level of TBC-products in the hepatopancreas of one-year-old carp from the second experimental group decreased by 37.3 %, and the level of dien conjugates decreased by 25 % compared to the control group. The level of hydroperoxides was lowest in the hepatopancreas of the second experimental group, with a value of  $2.40 \pm 0.249$  optical density units/g, which was 33.5 % lower than in the control group.

The obtained results indicate a positive effect of ground milk thistle fruits and the preparation “Brovermectin-Granulate™” on the activity of antioxidant enzymes in the hepatopancreas of one-year-old scaled carp infected with *Diplostomum* parasites. Specifically, after treating the infected fish with “Brovermectin-Granulate™”, the activity of superoxide dismutase in their hepatopancreas increased by 0.35 U/mg protein ( $P < 0.001$ ), catalase by 0.16 mmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/mg protein per min 10<sup>-5</sup> ( $P < 0.01$ ), and glutathione peroxidase by 0.33 μmol GSH/mg protein per min, which corresponded to 8.8 %, 11 %, and 13 % increases, respectively.

When the infected fish were treated with the mentioned preparation and a 5 % milk thistle inclusion in the compound feed, the activity of antioxidant enzymes in the hepatopancreas increased even more significantly. Specifically, superoxide dismutase activity increased by 36.3 %, catalase by 32.9 %, and glutathione peroxidase by 31.9 %.

A significant difference was also observed between the one-year-old scaled carp of the first and second experimental groups in terms of superoxide dismutase and catalase activity, with differences of 1.08 U/mg protein ( $P < 0.001$ ) and 0.32 mmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/mg protein per min 10<sup>-5</sup> ( $P < 0.01$ ), respectively.

## Conclusions

The application of the drug “Brovermectin-Granulat™” and ground milk thistle fruits to one-year-old scale carp infected with monogeneans led to a suppression of lipid peroxidation processes and promoted an increase in the activity of the enzymatic component of the antioxidant system in their hepatopancreas. The combined use of the drug with milk thistle fruits had a more significant impact on the biological balance in the LPO↔AOS system during monogeneosis in fish.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

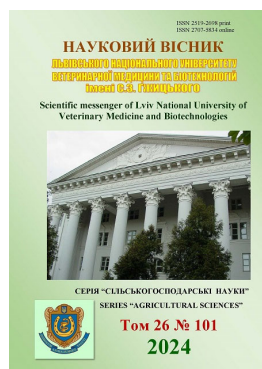
## References

- Cadenas, E., & Davies, K. J. (2000). Mitochondrial free radical generation, oxidative stress, and aging. *Free radical biology & medicine*, 29(3-4), 222–230. DOI: 10.1016/s0891-5849(00)00317-8.
- Deb, N., & Das, S. (2013). Chlorpyrifos toxicity in fish: A Review. *Curr World Environ*, 8(1). DOI: 10.12944/CWE.8.1.17
- Demasi, M., Augusto, O., Bechara, E. J. H., Bicev, R. N., Cerqueira, F. M., da Cunha, F. M., Denicola, A., Gomes, F., Miyamoto, S., Netto, L. E. S., Randall, L. M., Stevani, C. V., & Thomson, L. (2021). Oxidative Modification of Proteins: From Damage to Catalysis, Signaling, and Beyond. *Antioxidants & redox signaling*, 35(12), 1016–1080. DOI: 10.1089/ars.2020.8176.
- Fedorovych, O., Guttyj, B., Fedorovych, V., & Chornyj, I. (2019). Epizootic situation on fish invasion diseases in the waters of Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21(96), 95–100. DOI: 10.32718/nvlvet9617.
- Fedorovych, O., Stybel, V., Guttyj, B., Starostenko, I., Tkachenko, S., Tytarenko, I., Klopenko, N., Kunovskii, J., & Kuzmenko, P. (2022). The influence



- of the drugs “Brovermectin-granulate TM” and “Avesstim TM” on indicators of non-specific resistance of one year-old carp fish infested with monogeneans. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(107), 29–34. DOI: 10.32718/nvlvet10705.
- Golovach, P., Gutj, B., Kolomiets, I., Ostapiv, D., Oseredchuk, R., & Sloboda, O. (2023). The effect of B groups vitamins (B1, B2, B5, B6, B10, B12) on the activity of antioxidants protection system enzymes and the content of lipids peroxide oxidation products in the blood of feeding cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(112), 22–26. DOI: 10.32718/nvlvet11203.
- Goncharov, S. (2019). The morphological changes in the blood of the predatory fish species with eustrongylidosis. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21(93), 15–20. DOI: 10.32718/nvlvet9303.
- Griendling, K. K., Camargo, L. L., Rios, F. J., Alves-Lopes, R., Montezano, A. C., & Touyz, R. M. (2021). Oxidative Stress and Hypertension. *Circulation research*, 128(7), 993–1020. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.121.318063.
- Grynevych, N. (2018). The dynamics of the physiological state changes and hematological indicators of the rainbow trout during the launch of the biofilter in the installations of the closed water utilization. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(83), 19–24. DOI: 10.15421/nvlvet8304.
- Guberuk, V. O., Gutj, B. V., & Gufrij, D. F. (2015). Vplyv ursovit-ades ta selenitu natriju na riven' neenzymnoi' systemy antyoksydantnogo zahystu organizmu bychkiv za gostrogo nitratno-nitrytnogo toksykozu. *Naukovyj visnyk L'vivskogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotekhnologij im. G'zhyck'kogo*. 17, 1(1), 3–10. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2015\\_17\\_1%281%29\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2015_17_1%281%29_7) (in Ukrainian).
- Gutj, B. V., Martyshuk, T. V., Parchenko, V. V., Kaplaushenko, A. H., Bushueva, I. V., Hariv, I. I., Bilash, Y. P., Brygadyrenko, V. V., Turko, Y. I., & Radzykhovskiy, M. L. (2022). Effect of liposomal drug based on interferon and extract from *Silybum marianum* on antioxidative status of bulls against the background of contamination of fodders by cadmium and plumbum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(4), 419–425. DOI: 10.15421/022255.
- Gutj, B. V., Varkholiak, I. S., Verveha, B. M., Martyshuk, T. V., & Leskiv, K. Y. (2023). The antioxidant protection system state of rats under experimental doxorubicin intoxication and the effects of correcting factors. *Medical and Clinical Chemistry*, 1, 34–41. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2023.il.13714.
- Gutj, B., Petryshak, R., Mylostyvyi, R., Popadiuk, S., Petryshak, O., Martyshuk, T., Khalak, V., Oseredchuk, R., Prymych, V., & Naumyuk, O. (2023). The influence of the feed additive “Sylimevit” on the antioxidant protection of the body of dogs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 118–124. DOI: 10.32718/nvlvet-a9820.
- Knaus, U. G. (2021). Oxidants in Physiological Processes. *Handbook of experimental pharmacology*, 264, 27–47. DOI: 10.1007/164\_2020\_380.
- Lavryshyn, Y., Varkholiak, I., Martyshuk, T., Guta, Z., & Ivankiv, L. (2016). The biological significance of the antioxidant defense system of animals body. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18(2(66)), 100–111. DOI: 10.15421/nvlvet6622.
- Lennicke, C., & Cochemé, H. M. (2021). Redox metabolism: ROS as specific molecular regulators of cell signaling and function. *Molecular cell*, 81(18), 3691–3707. DOI: 10.1016/j.molcel.2021.08.018.
- Loboiko, Yu., Barylo, B., & Krushelnyska, O. (2017). Determination of the aminotransferase activity in tissues of infected with ectoparasites yearling carp. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(79), 17–21. DOI: 10.15421/nvlvet7904.
- Martyschuk, T. V., Gutj, B. V., & Vishchur, O. I. (2016). Level of lipid peroxidation products in the blood of rats under the influence of oxidative stress and under the action of liposomal preparation of “Butaselmavit”. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*, 6(2), 22–27. DOI: 10.15421/201631.
- Martyschuk, T. V., Gutj, B. V., & Vishchur, O. I. (2018). Indicators of functional and antioxidant liver status of rats under oxidative stress conditions and on the action of the liposomal drug “Butaselmavit”. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(89), 100–107. DOI: 10.32718/nvlvet8919.
- Martyschuk, T., & Gutj, B. (2019). Influence of feed additive “Butaselmavit-Plus” on antioxidant status of rats in conditions of oxidative stress. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(90), 76–81. DOI: 10.32718/nvlvet-a9013.
- Niki, E. (2021). Lipid oxidation that is, and is not, inhibited by vitamin E: Consideration about physiological functions of vitamin E. *Free radical biology & medicine*, 176, 1–15. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2021.09.001.
- Roudnický, P., Vorel, J., Ilgová, J., Benovics, M., Norek, A., Jedličková, L., Mikeš, L., Potěšil, D., Zdráhal, Z., Dvořák, J., Gelnar, M., & Kašný, M. (2018) Identification et caractérisation partielle d'un nouvelle serpine d'Eudiplozoon nipponicum (Monogenea, Polyopisthocotylea). *Parasite*, 25, 61. DOI: 10.1051/parasite/2018062.
- Smychok, L., Gutj, B., Sachuk, R., Khalak, V., Ilchysyn, M., Vus, U., Stadnytska, O., Todorciuk, V., Martyshuk, T., Sobolta, A., Vysotskyi, A., & Magrelo, V. (2023). System of antioxidant protection of young cattle under cadmium load. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 182–189. DOI: 10.32718/nvlvet-a9930.
- Storey, K. B. (1996). Oxidative stress: animal adaptations in nature. *Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e*

- biologicas, 29(12), 1715–1733. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9222437>.
- Valigurová, A., Hodová, I., Sonnek, R., Koubková, B., & Gelnar, M. (2011) *Eudiplozoon nipponicum* in focus: monogenean exhibiting a highly specialized adaptation for ectoparasitic lifestyle. *Parasitol Res.*, 108(2), 383–394. DOI: 10.1007/s00436-010-2077-6.
- Verveha, B. M., Guttyj, B. V., Lishchuk, S. H., Holubiev, M. I., & Mylostyvyi, R. V. (2023). Oxidative modification of proteins and antioxidant status in blood of the rats with experimental acute generalized peritonitis against the background of streptozotocin-induced diabetes. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(2), 260–265. DOI: 10.15421/022338.
- Vlizlo, V. V. et al. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarnii medytsyni. Dovidnyk* [za red. d. vet. n., prof., akademika NAAN V.V. Vlizla] Lviv, SPOLOM (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10141  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.082

## Some mathematical models of evaluation indices and their use in pig breeding: emphasis on the mechanism of selection of highly productive animals based on reproductive qualities

V. I. Khalak<sup>1✉</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, O. M. Bordun<sup>3</sup>, S. O. Usenko<sup>4</sup>, M. O. Ilchenko<sup>4</sup>, O. H. Fesenko<sup>4</sup>,  
B. S. Shaferivskyi<sup>4</sup>, O. I. Stadnytska<sup>5</sup>

<sup>1</sup>State institution – Institute of Grain Crops, National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Institute of Agriculture of the North-East of NAAS of Ukraine, v. Sad, Sumy region, Ukraine

<sup>4</sup>Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

<sup>5</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS of Ukraine, Obroshino, Ukraine

### Article info

Received 01.10.2024

Received in revised form

04.11.2024

Accepted 05.11.2024

State Institution Institute of  
grain crops of NAAS, V. Vernadsky  
Str., 14, Dnipro, 49027, Ukraine.  
Tel.: +38-067-892-44-04  
E-mail: v16kh91@gmail.com

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Institute of Agriculture of the  
North-East of NAAS of Ukraine,  
Zelena Str., 1, v. Sad, Sumy region,  
42343, Ukraine.

Poltava State Agrarian University,  
Skovorody Str., 1/3, Poltava,  
36006, Ukraine.

Institute of Agriculture of the  
Carpathian region of the National  
Academy of Agrarian Sciences of  
Ukraine, Grushevskogo Str. 5,  
Obroshino, Pustomytovsky District,  
Lviv Region, 81115, Ukraine.

**Khalak, V. I., Gutyj, B. V., Bordun, O. M., Usenko, S. O., Ilchenko, M. O., Fesenko, O. H., Shaferivskyi, B. S., & Stadnytska, O. I. (2024). Some mathematical models of evaluation indices and their use in pig breeding: emphasis on the mechanism of selection of highly productive animals based on reproductive qualities. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 264–271. doi: 10.32718/nvlvet-a10141**

The paper presents the results of a study of the reproductive qualities of sows of the Large White breed of French selection, assessed following the requirements of the Instructions for the grading of pigs, as well as some evaluation indices based on the results of the research, the criteria for selecting highly productive animals and the economic efficiency of their use were determined. The study was conducted in the conditions of a breeding reproducer for breeding pigs of the Large White breed of the research farm and the laboratory of animal husbandry and feed production of the Institute of Agriculture of the North-East of the NAAS. The work was carried out following the scientific research program of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine No. 30, “System of organizational and technological solutions for the adaptation of animals to climate change during the production of livestock products” (“Climatically adaptive and organic livestock farming”). It was established that sows of the “elite” class, as well as the I experimental group of intrabreed differentiation according to the M. D. Berezovsky index and the Yu. D. index Shatalina were superior to their peers of the “extra-class” class and the III experimental group in terms of multiparity and litter weight at the time of weaning at the age of 30 days by an average of 22.08–22.67 %. The number of reliable relationships between the indicators of reproductive qualities of sows, the M. D. Berezovsky index, and the Yu. D. Shatalina index is 80.0 %. The maximum increase in additional production was obtained from sows of the elite class (+4.23 %), then I experimental group of intrabreed differentiation by the M. D. Berezovsky index (+7.43 %) and the Yu. D. Shatalina index (+7.67 %), and its value, which was obtained from one sow of the indicated groups, is equal to +136.03, +238.98 and +246.65 UAH / head. / farrowing. To create a highly productive pig population, we propose to select animals of the “elite” class in terms of multiparity and litter weight at the time of weaning, as well as individuals in which the M. D. Berezovsky index and the Y. D. Shatalina index are equal to  $41.83 \pm 0.162$ ,  $69.29 \pm 0.330$  and more points, respectively, for the leading group of sows.

**Key words:** sow, breed, reproductive qualities, grading, index, correlation, value of additional production.

# Деякі математичні моделі оціночних індексів та їх використання у свинарстві: акцент на механізм відбору високопродуктивних тварин за відтворювальними якостями

В. І. Халак<sup>1</sup>✉, Б. В. Гутий<sup>2</sup>, О. М. Бордун<sup>3</sup>, С. О. Усенко<sup>4</sup>, М. О. Ільченко<sup>4</sup>, О. Г. Фесенко<sup>4</sup>,  
Б. С. Шаферівський<sup>4</sup>, О. І. Стадницька<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН, с. Сад, Сумський р-н, Сумська обл., Україна

<sup>4</sup>Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

<sup>5</sup>Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, с. Оброшине, Львівська область, Україна

В роботі наведено результати дослідження відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи французької селекції, оцінених згідно з вимогами Інструкції з бонітування свиней, а також деякими оціночними індексами; на основі результатів досліджень визначено критерії відбору високопродуктивних тварин та економічну ефективність їх використання. Дослідження проведено в умовах племінного репродуктора з розведення свиней великої білої породи дослідного господарства та лабораторії тваринництва і кормовиробництва Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Роботу виконано згідно з програмою наукових досліджень Національної академії аграрних наук України № 30 “Система організаційно-технологічних рішень з адаптації тварин до зміни клімату за виробництва продукції тваринництва” (“Кліматично – адаптивне та органічне тваринництво”). Установлено, що свиноматки класу “еліта”, а також I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної переважали ровесниць класу “позакласні” і III піддослідної групи за багатоплідністю і масою гнізда на час відлучення у віці 30 діб в середньому на 22,08–22,67 %. Кількість достовірних зв’язків між показниками відтворювальних якостей свиноматок, індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної становить 80,0 %. Максимальну прибавку додаткової продукції одержано від свиноматок класу еліта (+4,23 %), I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за індексом М. Д. Березовського (+7,43 %) та індексом Ю. Д. Шаталіної (+7,67 %), а її вартість, яку було одержано від однієї свиноматки зазначених груп, дорівнює +136,03, +238,98 і +246,65 грн / гол. / опорос. З метою створення високопродуктивної популяції свиней пропонуємо до провідної групи свиноматок відбрати тварин класу “еліта” за багатоплідністю та масою гнізда на час відлучення, а також особин, у яких індекс М. Д. Березовського та індекс Ю. Д. Шаталіної дорівнюють відповідно  $41,83 \pm 0,162$ ,  $69,29 \pm 0,330$  і більше балів.

**Ключові слова:** свиноматка, порода, відтворювальні якості, бонітування, індекс, кореляція, вартість додаткової продукції.

## Вступ

Виробництво свинини на гібридній основі передбачає підвищення ефективності селекційної роботи в Україні шляхом організації системи оцінки свиней з використанням останніх досягнень сільськогосподарської науки (Hetia, 2009). В основі даної системи є оцінка племінної цінності та відбір високопродуктивних тварин згідно з вимогами існуючих нормативних документів (Instructions on the sounding of pigs, 2003), а також на основі використання нових математичних моделей селекційних та оціночних індексів. Про ефективність їх використання свідчать роботи вітчизняних (Kodak, 2010; Holub & Chukhlib, 2011; Nebylytsia et al., 2012; Berezovskyi et al., 2020; Khalak & Hutyi, 2022) та зарубіжних вчених (Bergsma et al., 2008; Lillehammer et al., 2011; Hidalgo et al., 2015; Meuwissen et al., 2016). Так, результати досліджень Ващенко П. (Vashchenko, 2019) свідчать, що розроблені моделі для визначення племінної цінності свиней за відтворювальними якостями дають можливість на ранньому етапі онтогенезу визначити найбільш цінних тварин для ремонту стада. Автор зазначає, що у стаді свиней великої білої породи заводського типу “Багачанський” кореляційні зв’язки між оцінками племінної цінності маток за розробленими моделями та продуктивністю їх дочок були достовірними і у 9,9–10,5 раза сильнішими, ніж зв’язки між продуктивністю маток і продуктивністю їх дочок. Оцінки кнурів, отримані за

методом BLUP при виведенні заводського типу “Багачанський”, найбільш точно характеризують продуктивність їхніх потомків. Між результатами оцінювання плідників методом контрольної відгодівлі потомства та методом BLUP встановлено достовірний зв’язок для оцінок за довжиною тулуба ( $0,42 \pm 0,209$ ,  $P \leq 0,05$ ) і товщиною шпигу ( $r = 0,67 \pm 0,170$ ,  $P \leq 0,001$ ).

Засуха Л. та ін. (Zasukha et al., 2024) зазначають, що кількість достовірних коефіцієнтів парної кореляції між абсолютними показниками відтворювальних якостей свиноматок, деякими оціночними індексами становить 75,0 %.

Актуальність вибраного напрямку досліджень підтверджено науковими роботами інших вітчизняних вчених (Tsereniuk et al., 2010; Khalak et al., 2020; Pelykh & Babaieva, 2020; Pasiuta et al., 2020; Vashchenko & Berezovskyi, 2021; Lykhach et al., 2022; Akimov et al., 2023; Lykhach et al., 2023; Tsereniuk et al., 2023; Khalak et al., 2024).

## Мета дослідження

Метою нашої роботи було дослідити відтворювальні якості свиноматок та провести їх оцінку згідно з вимогами Інструкції з бонітування свиней, індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної; на основі результатів досліджень визначити критерії



відбору високопродуктивних тварин та економічну ефективність їх використання.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено в умовах племінного репродуктора з розведення свиней великої білої породи дослідного господарства та лабораторії тваринництва і кормовиробництва Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Роботу виконано згідно з програмою наукових досліджень Національної академії аграрних наук України № 30 “Система організаційно-технологічних рішень з адаптації тварин до зміни клімату за виробництва продукції тваринництва (“Кліматично-адаптивне та органічне тваринництво”).

**Таблиця 1**

Поправні коефіцієнти коригування маси гнізда поросят при відлученні на 60-добовий вік

| Вік відлучення<br>(зважування),<br>діб | Коефіцієнт | Вік відлучення<br>(зважування),<br>діб | Коефіцієнт | Вік відлучення<br>(зважування),<br>діб | Коефіцієнт | Вік відлучення<br>(зважування),<br>діб | Коефіцієнт |
|----------------------------------------|------------|----------------------------------------|------------|----------------------------------------|------------|----------------------------------------|------------|
| 21                                     | 3,000      | 31                                     | 2,428      | 41                                     | 1,708      | 51                                     | 1,275      |
| 22                                     | 2,976      | 32                                     | 2,356      | 42                                     | 1,656      | 52                                     | 1,250      |
| 23                                     | 2,952      | 33                                     | 2,284      | 43                                     | 1,604      | 53                                     | 1,225      |
| 24                                     | 2,928      | 34                                     | 2,212      | 44                                     | 1,552      | 54                                     | 1,200      |
| 25                                     | 2,904      | 35                                     | 2,140      | 45                                     | 1,500      | 55                                     | 1,150      |
| 26                                     | 2,880      | 36                                     | 2,064      | 46                                     | 1,460      | 56                                     | 1,120      |
| 27                                     | 2,804      | 37                                     | 1,988      | 47                                     | 1,420      | 57                                     | 1,090      |
| 28                                     | 2,728      | 38                                     | 1,912      | 48                                     | 1,380      | 58                                     | 1,060      |
| 29                                     | 2,652      | 39                                     | 1,836      | 49                                     | 1,340      | 59                                     | 1,030      |
| 30                                     | 2,500      | 40                                     | 1,760      | 50                                     | 1,300      | 60                                     | 1,000      |

Комплексну оцінку свиноматок за відтворювальними якостями проводили згідно з вимогами Інструкції з бонітування свиней ([Instructions on the sounding of pigs, 2003](#)), за індексом М. Д. Березовського (1) та індексом Ю. Д. Шаталіної (2):

$$I = B + 2 \times W + 35 \times G, \quad (1)$$

де:  $I$  – індекс М. Д. Березовського, бала;  $B$  – кількість поросят на час народження, гол.;  $W$  – кількість відлучених поросят, гол.;  $G$  – середньодобовий приріст поросят до відлучення, кг;

$$I = (1,27 \times X_1) + (2,74 \times X_2) + (0,304 \times X_3), \quad (2)$$

де:  $I$  – індекс Ю. Д. Шаталіної, бала;  $X_1$  – багатоплідність, гол.;  $X_2$  – кількість поросят на час відлучення, гол.;  $X_3$  – маса гнізда на час відлучення, кг ([Vashchenko, 2019](#)).

Формування піддослідних груп проводили на основі визначення середнього значення індексу М. Д. Березовського та індексу Ю. Д. Шаталіної, а також нормованого відхилення, яке дорівнювало  $X \pm (0,67 \times \sigma)$ .

Вартість додаткової продукції розраховували з використанням таких даних: закупівельна ціна одиниці продукції, відповідно до цін, які діють в Україні (грн); середня продуктивність тварин; середня надбавка основної продукції (%), яка виражена у відсотках на 1 голову при застосуванні нового і поліпшеного селекційного досягнення порівняно з продуктивністю тва-

Оцінку свиноматок великої білої породи французької селекції ( $n = 72$ ) за показниками відтворювальних якостей проводили з урахуванням таких кількісних ознак: багатоплідність, гол.; великоплідність, кг; кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб, маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг; маса гнізда на час відлучення у віці 60 діб, кг; збереженість поросят до відлучення у віці 30 діб, %.

Масу гнізда на час відлучення у віці 60 діб визначали розрахунковим методом. Для цього використовували поправні коефіцієнти коригування маси гнізда поросят на час відлучення у 60-добовому віці (додаток 10 до пункту 4.4.7 Інструкції з бонітування свиней у модифікації Халака В. І.) ([Khalak, 2009](#); [Khalak et al., 2024](#)) (табл. 1).

рин базового використання; постійний коефіцієнт зменшення результату, який пов’язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію (0,75); чисельність поголів’я сільськогосподарських тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення, голів ([Ladyka et al., 2023](#)).

Біометричну обробку результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками ([Sidorova et al., 2003](#); [Kovalenko et al., 2010](#); [Petrovska et al., 2022](#)).

### Результати та їх обговорення

Аналіз первинної зоотехнічної документації та результати наших досліджень свідчать, що багатоплідність свиноматок підконтрольної популяції становить  $11,6 \pm 0,11$  гол. ( $C_v = 8,90\%$ ), великоплідність –  $1,30 \pm 0,010$  кг ( $C_v = 6,79\%$ ), кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб –  $9,8 \pm 0,09$  гол. ( $C_v = 8,73\%$ ), маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб –  $74,7 \pm 0,75$  кг ( $C_v = 8,88\%$ ), маса гнізда на час відлучення у віці 60 діб –  $186,3 \pm 2,11$  кг ( $C_v = 9,95\%$ ), збереженість поросят на час відлучення у віці 30 діб –  $84,0 \pm 0,48\%$ . Індекс М. Д. Березовського дорівнює  $38,91 \pm 0,309$  бала ( $C_v = 6,98\%$ ), індекс Ю. Д. Шаталіної –  $64,26 \pm 0,620$  бала ( $C_v = 8,47\%$ ).

Дані [таблиці 2](#) свідчать, що максимальними показниками багатоплідності ( $11,9 \pm 0,08$  гол.), кількості поросят на час відлучення у віці 30 діб ( $10,2 \pm 0,05$  гол.), маси гнізда на час відлучення у віці 30 діб

(78,0 ± 0,47 кг) та маси гнізда на час відлучення у віці 60 діб (195,3 ± 1,55 кг) характеризуються свиноматки класу еліта.

Різниця між свиноматками класу “еліта” та класу “позакласні” за індексом М. Д. Березовського та інде-

ксом Ю. Д. Шаталіної становить 9,63 (td = 7,95; P < 0,001) і 19,86 бала (td = 5,44; P < 0,001) відповідно.

Результати дослідження відтворювальних якостей свиноматок різної племінної цінності, яку визначали за індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної, наведено у [таблицях 3 і 4](#).

**Таблиця 2**

Відтворювальні якості свиноматок великої білої породи різної племінної цінності

| Показники, одиниці виміру | Біометричні показники | Комплексний клас         |               |               |               |
|---------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                           |                       | Еліта                    | I             | II            | позакласні    |
|                           |                       | група                    |               |               |               |
|                           |                       | I                        | II            | III           | IV            |
|                           |                       | кількість тварин у групі |               |               |               |
|                           |                       | 54                       | 16            | 4             | 3             |
| 1                         | A                     | 11,9 ± 0,08              | 11,2 ± 0,14   | 10,2 ± 0,14   | 8,3 ± 0,68    |
|                           | B                     | 0,64 ± 0,061             | 0,56 ± 0,099  | 0,29 ± 0,102  | 1,18 ± 0,483  |
|                           | C                     | 5,37 ± 0,516             | 5,06 ± 0,895  | 2,86 ± 1,014  | 14,21 ± 5,823 |
| 2                         | A                     | 1,28 ± 0,011             | 1,33 ± 0,017  | 1,41 ± 0,016  | 1,44 ± 0,015  |
|                           | B                     | 0,08 ± 0,007             | 0,07 ± 0,012  | 0,03 ± 0,010  | 0,01 ± 0,004  |
|                           | C                     | 6,25 ± 0,601             | 5,35 ± 0,946  | 2,34 ± 0,829  | 1,84 ± 0,754  |
| 3                         | A                     | 10,2 ± 0,05              | 9,9 ± 0,12    | 9,1 ± 0,08    | 7,5 ± 0,52    |
|                           | B                     | 0,38 ± 0,036             | 0,51 ± 0,090  | 0,16 ± 0,056  | 0,91 ± 0,374  |
|                           | C                     | 3,72 ± 0,358             | 5,15 ± 0,911  | 1,75 ± 0,620  | 12,13 ± 4,971 |
| 4                         | A                     | 78,0 ± 0,47              | 69,2 ± 0,70   | 65,0 ± 1,61   | 56,5 ± 4,59   |
|                           | B                     | 3,46 ± 0,333             | 2,81 ± 0,497  | 3,22 ± 1,141  | 7,95 ± 3,258  |
|                           | C                     | 4,44 ± 0,427             | 4,06 ± 0,718  | 4,96 ± 1,758  | 14,07 ± 5,766 |
| 5                         | A                     | 195,3 ± 1,55             | 170,9 ± 1,90  | 160,3 ± 3,67  | 139,9 ± 11,08 |
|                           | B                     | 11,45 ± 1,102            | 7,60 ± 1,345  | 7,35 ± 2,606  | 19,20 ± 7,868 |
|                           | C                     | 5,86 ± 0,564             | 4,45 ± 0,787  | 4,59 ± 1,627  | 13,73 ± 5,627 |
| 6                         | A                     | 85,7 ± 0,55              | 88,4 ± 0,68   | 89,2 ± 1,41   | 90,3 ± 2,02   |
|                           | Lim                   | 36,36–43,96              | 34,50–39,13   | 34,71–1,79    | 28,11–31,89   |
| 7                         | A                     | 40,11 ± 0,224            | 37,28 ± 0,351 | 35,56 ± 0,289 | 30,48 ± 1,19  |
|                           | B                     | 1,64 ± 0,157             | 1,40 ± 0,247  | 0,57 ± 0,202  | 2,06 ± 0,844  |
|                           | C                     | 4,10 ± 0,394             | 3,78 ± 0,669  | 1,63 ± 0,578  | 6,78 ± 2,778  |
| 8                         | Lim                   | 61,88–73,10              | 55,60–62,90   | 55,00–57,42   | 39,77–50,97   |
|                           | A                     | 66,89 ± 0,353            | 60,60 ± 0,600 | 56,40 ± 0,589 | 47,03 ± 3,635 |
|                           | B                     | 2,59 ± 0,249             | 2,40 ± 0,424  | 1,17 ± 0,414  | 6,29 ± 2,577  |
|                           | C                     | 3,89 ± 0,374             | 3,97 ± 0,702  | 2,09 ± 0,741  | 13,39 ± 5,487 |

Примітка: 1 – багатоплідність, гол.; 2 – великоплідність, кг; 3 – кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб, гол.; 4 – маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг; 5 – маса гнізда на час відлучення у віці 60 діб, кг; 6 – збереженість поросят на час відлучення у віці 30 діб, %; 7 – індекс М. Д. Березовського, бала; 8 – індекс Ю. Д. Шаталіної, бала; а –  $\bar{X} \pm S_x$ ; б –  $\sigma \pm S_\sigma$ ; в –  $C_v \pm S_{C_v}$ , %

**Таблиця 3**

Відтворювальні якості свиноматок великої білої породи різної внутрішньопородної диференціації за індексом Березовського М. Д.

| Показники, одиниці виміру                               | Біометричні показники | Градації індексу Березовського М. Д., бала |              |              |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|--------------|--------------|
|                                                         |                       | 40,91–43,96                                | 37,14–40,63  | 28,11–36,98  |
|                                                         |                       | Група                                      |              |              |
|                                                         |                       | I                                          | II           | III          |
|                                                         | n                     | 20                                         | 42           | 15           |
| Багатоплідність, гол.                                   | $\bar{X} \pm S_x$     | 12,5 ± 0,10                                | 11,5 ± 0,07  | 10,3 ± 0,33  |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 0,48 ± 0,075                               | 0,46 ± 0,050 | 1,30 ± 0,00  |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}$ , % | 3,84 ± 0,607                               | 4,00 ± 0,436 | 12,62 ± 0,00 |
| Кількість свиноматок класу еліта                        | гол                   | 20                                         | 41           | 5            |
|                                                         | %                     | 100                                        | 97,6         | 33,3         |
| Великоплідність, кг                                     | $\bar{X} \pm S_x$     | 1,22 ± 0,017                               | 1,31 ± 0,010 | 1,38 ± 0,019 |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 0,07 ± 0,011                               | 0,06 ± 0,006 | 0,07 ± 0,012 |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}$ , % | 5,73 ± 0,906                               | 4,58 ± 0,500 | 5,07 ± 0,926 |
| Кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб, гол. | $\bar{X} \pm S_x$     | 10,8 ± 0,06                                | 10,2 ± 0,05  | 9,2 ± 0,22   |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 0,27 ± 0,042                               | 0,35 ± 0,038 | 0,88 ± 0,160 |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}$ , % | 2,50 ± 0,395                               | 3,43 ± 0,374 | 9,56 ± 1,747 |

|                                                     |                       |                   |                   |                   |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг     | $\bar{X} \pm S_x$     | 80,7 $\pm$ 0,58   | 75,3 $\pm$ 0,54   | 64,9 $\pm$ 1,58   |
|                                                     | $\sigma \pm S_\sigma$ | 2,62 $\pm$ 0,414  | 3,50 $\pm$ 0,382  | 6,14 $\pm$ 1,00   |
|                                                     | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 3,24 $\pm$ 0,512  | 4,64 $\pm$ 0,506  | 9,46 $\pm$ 1,00   |
| Маса гнізда на час відлучення у віці 60 діб, кг     | $\bar{X} \pm S_x$     | 202,6 $\pm$ 2,38  | 188,0 $\pm$ 1,67  | 159,7 $\pm$ 3,85  |
|                                                     | $\sigma \pm S_\sigma$ | 10,67 $\pm$ 1,688 | 10,79 $\pm$ 1,177 | 14,94 $\pm$ 2,731 |
|                                                     | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 5,26 $\pm$ 0,832  | 5,73 $\pm$ 0,625  | 9,35 $\pm$ 1,709  |
| Кількість свиноматок класу еліта                    | гол                   | 20                | 34                | 1                 |
|                                                     | %                     | 100               | 80,95             | 6,67              |
| Збереженість поросят до відлучення у віці 30 діб, % | $\bar{X} \pm S_x$     | 86,4 $\pm$ 0,71   | 88,7 $\pm$ 0,68   | 89,3 $\pm$ 1,41   |
| Індекс Березовського М. Д., бала                    | $\bar{X} \pm S_x$     | 41,83 $\pm$ 0,162 | 38,98 $\pm$ 0,152 | 34,79 $\pm$ 0,639 |
|                                                     | $\sigma \pm S_\sigma$ | 0,72 $\pm$ 0,113  | 0,98 $\pm$ 0,106  | 2,47 $\pm$ 0,451  |
|                                                     | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 1,74 $\pm$ 0,275  | 2,54 $\pm$ 0,277  | 7,11 $\pm$ 1,299  |

**Таблиця 4**

Відтворювальні якості свиноматок великої білої породи різної внутрішньопородної диференціації за індексом Шаталіної Ю. Д.

| Показники, одиниці виміру                               | Біометричні показники | Градації індексу Шаталіної Ю. Д., бала |                   |                   |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                                                         |                       | 67,90–73,10                            | 61,21–67,89       | 39,77–60,544      |
|                                                         |                       | Група                                  |                   |                   |
|                                                         |                       | I                                      | II                | III               |
|                                                         | n                     | 22                                     | 41                | 14                |
| Багатоплідність, гол.                                   | $\bar{X} \pm S_x$     | 12,5 $\pm$ 0,09                        | 11,5 $\pm$ 0,07   | 10,2 $\pm$ 0,33   |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 0,46 $\pm$ 0,069                       | 0,45 $\pm$ 0,049  | 1,25 $\pm$ 0,236  |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 3,68 $\pm$ 0,555                       | 3,91 $\pm$ 0,432  | 12,25 $\pm$ 2,315 |
| Кількість свиноматок класу еліта                        | гол                   | 22                                     | 40                | 4                 |
|                                                         | %                     | 100                                    | 97,56             | 28,57             |
| Великоплідність, кг                                     | $\bar{X} \pm S_x$     | 1,23 $\pm$ 0,016                       | 1,31 $\pm$ 0,011  | 1,39 $\pm$ 0,012  |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 0,07 $\pm$ 0,010                       | 0,07 $\pm$ 0,007  | 0,04 $\pm$ 0,007  |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 5,69 $\pm$ 0,858                       | 5,34 $\pm$ 0,590  | 2,87 $\pm$ 0,542  |
| Кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб, гол. | $\bar{X} \pm S_x$     | 10,8 $\pm$ 0,05                        | 10,1 $\pm$ 0,05   | 9,1 $\pm$ 0,067   |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 0,26 $\pm$ 0,039                       | 0,35 $\pm$ 0,038  | 0,43 $\pm$ 0,081  |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 2,40 $\pm$ 0,361                       | 3,46 $\pm$ 0,382  | 4,72 $\pm$ 0,892  |
| Маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг         | $\bar{X} \pm S_x$     | 80,9 $\pm$ 0,50                        | 74,9 $\pm$ 0,48   | 64,0 $\pm$ 1,47   |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 2,37 $\pm$ 0,357                       | 3,09 $\pm$ 0,341  | 5,53 $\pm$ 1,045  |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 2,92 $\pm$ 0,440                       | 4,12 $\pm$ 0,455  | 8,64 $\pm$ 1,633  |
| Маса гнізда на час відлучення у віці 60 діб, кг         | $\bar{X} \pm S_x$     | 203,9 $\pm$ 2,09                       | 187,1 $\pm$ 1,60  | 157,7 $\pm$ 3,55  |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 9,81 $\pm$ 1,479                       | 10,26 $\pm$ 1,133 | 13,29 $\pm$ 2,512 |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 4,83 $\pm$ 0,728                       | 5,48 $\pm$ 0,605  | 8,42 $\pm$ 1,591  |
| Кількість свиноматок класу еліта                        | гол                   | 22                                     | 30                | 0                 |
|                                                         | %                     | 100                                    | 73,17             | 0                 |
| Збереженість поросят до відлучення у віці 30 діб, %     | $\bar{X} \pm S_x$     | 86,4 $\pm$ 0,75                        | 87,8 $\pm$ 0,70   | 89,2 $\pm$ 1,35   |
| Індекс Ю. Д. Шаталіної, бала                            | $\bar{X} \pm S_x$     | 69,29 $\pm$ 0,330                      | 64,61 $\pm$ 0,306 | 55,36 $\pm$ 1,441 |
|                                                         | $\sigma \pm S_\sigma$ | 1,55 $\pm$ 0,233                       | 1,96 $\pm$ 0,216  | 5,39 $\pm$ 1,018  |
|                                                         | $C_v \pm S_{C_v}, \%$ | 2,24 $\pm$ 0,337                       | 3,04 $\pm$ 0,335  | 9,74 $\pm$ 1,841  |

Установлено, що свиноматки I групи внутрішньопородної диференціації за індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної переважали ровесниць III за багатоплідністю на 2,2 (td = 6,47; P < 0,001) і 2,3 гол. (td = 6,76; P < 0,001), кількістю поросят на час відлучення у віці 30 діб – 1,6 (td = 7,27; P < 0,001) і 1,7 гол. (td = 20,48; P < 0,001), масою гнізда на час відлучення у віці 30 діб – 15,8 (td = 9,40; P < 0,001) і 16,9 кг (td = 10,90; P < 0,001), масою гнізда на час відлучення у віці 60 діб – 42,9 (td = 9,49; P < 0,001) і 46,2 кг (td = 11,24; P < 0,001). Різниця між групами за індексом Березовського М. Д. становить 7,04 (td = 10,83; P < 0,001), індексом Шаталіної Ю. Д. – 13,93 бала (td = 9,47; P < 0,001).

Максимальний показник збереженості поросят до відлучення у віці 30 діб виявлено у свиноматок III групи внутрішньопородної диференціації за індексом

М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної – 89,3 і 89,2 % відповідно. Коефіцієнт мінливості ( $C_v$ , %) абсолютних показників відтворювальних якостей свиноматок різної племінної цінності коливається у межах від 2,40 до 12,62 %.

Коефіцієнт парної кореляції між показниками відтворювальних якостей свиноматок, індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної коливається у межах від -0,058  $\pm$  0,1136 (tr = 0,51; P < 0,001) до +0,981  $\pm$  0,0043 (tr = 228,58; P < 0,001) (табл. 5).

Кількість достовірних коефіцієнтів парної кореляції між зазначеними парами ознак становить 80,0 %, а саме: індекс М. Д. Березовського  $\times$  багатоплідність (r = +0,882; tr = 34,83), індекс М. Д. Березовського  $\times$  великоплідність (r = -0,606; tr = 8,40), індекс М. Д. Березовського  $\times$  кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб (r = +0,924; tr = 55,42), індекс М. Д.

Березовського × маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб ( $r = +0,887$ ;  $tr = 36,48$ ), індекс Ю. Д. Шаталіної × багатоплідність ( $r = +0,902$ ;  $tr = 42,44$ ), індекс Ю. Д. Шаталіної × великоплідність ( $r = -0,557$ ;  $tr = 7,08$ ), індекс Ю. Д. Шаталіної × кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб ( $r = +0,981$ ;  $tr = 228,58$ ), індекс Ю. Д. Шаталіної × маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб ( $r = +0,975$ ;  $tr = 173,18$ ).

Розрахунок економічної ефективності результатів досліджень свідчить, що максимальну прибавку додаткової продукції одержано від свиноматок класу еліта (+4,23 %), I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за індексом М. Д. Березовського (+7,43 %) та I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за Ю. Д. Шаталіною (+7,67 %) (табл. 6).

Таблиця 5

Коефіцієнти парної кореляції між ознаками відтворювальних якостей свиноматок, індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної

| Ознака                           |          | Біометричні показники     |           | Сила кореляційного зв'язку |
|----------------------------------|----------|---------------------------|-----------|----------------------------|
| <i>x</i>                         | <i>y</i> | $r \pm Sr$                | <i>tr</i> |                            |
| Індекс Березовського М. Д., бала | 1        | $+0,882 \pm 0,0253^{***}$ | 34,83     | Висока                     |
|                                  | 2        | $-0,606 \pm 0,0722^{***}$ | 8,40      | Помітна                    |
|                                  | 3        | $+0,924 \pm 0,0167^{***}$ | 55,42     | Дуже висока                |
|                                  | 4        | $+0,887 \pm 0,0243^{***}$ | 36,48     | Висока                     |
|                                  | 5        | $-0,058 \pm 0,1136$       | 0,51      | —                          |
| Індекс Шаталіної Ю. Д., бала     | 1        | $+0,902 \pm 0,0213^{***}$ | 42,44     | Дуже висока                |
|                                  | 2        | $-0,557 \pm 0,0786^{***}$ | 7,08      | Помітна                    |
|                                  | 3        | $+0,981 \pm 0,0043^{***}$ | 228,58    | Дуже висока                |
|                                  | 4        | $+0,975 \pm 0,0056^{***}$ | 173,18    | Дуже висока                |
|                                  | 5        | $-0,029 \pm 0,1139$       | 0,25      | —                          |

Примітка: 1 – багатоплідність, гол., 2 – великоплідність, кг; 3 – кількість поросят на час відлучення, гол.; 4 – маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг; 5 – збереженість поросят до відлучення, %; \*\*\* –  $P < 0,001$

Таблиця 6

Економічна ефективність результатів досліджень

| Комплексний клас, група,                                                                  | n  | Маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг | ± до середньопопуляційного значення | Вартість додаткової продукції, грн / гол. / опорос |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <i>внутрішньопородної диференціації згідно з вимогами Інструкції з бонітування свиней</i> |    |                                                 |                                     |                                                    |
| Позакласні                                                                                | 3  | $56,5 \pm 4,59$                                 | -24,36                              | -783,37                                            |
| II                                                                                        | 4  | $65,0 \pm 1,61$                                 | -12,98                              | -417,41                                            |
| I                                                                                         | 16 | $69,2 \pm 0,70$                                 | -7,36                               | -236,68                                            |
| Еліта                                                                                     | 54 | $78,0 \pm 0,47$                                 | +4,23                               | +136,03                                            |
| <i>внутрішньопородної диференціації свиноматок за індексом М. Д. Березовського</i>        |    |                                                 |                                     |                                                    |
| III                                                                                       | 15 | $64,9 \pm 1,58$                                 | -13,11                              | -421,59                                            |
| II                                                                                        | 42 | $75,3 \pm 0,54$                                 | +0,79                               | +25,40                                             |
| I                                                                                         | 20 | $80,7 \pm 0,58$                                 | +7,43                               | +238,98                                            |
| <i>внутрішньопородної диференціації свиноматок за індексом Ю. Д. Шаталіної</i>            |    |                                                 |                                     |                                                    |
| III                                                                                       | 14 | $64,0 \pm 1,47$                                 | -14,32                              | -292,21                                            |
| II                                                                                        | 41 | $74,9 \pm 0,48$                                 | +0,26                               | +8,36                                              |
| I                                                                                         | 22 | $80,9 \pm 0,50$                                 | +7,67                               | +246,65                                            |

Примітка: \* – ціна реалізації молодняку свиней на час проведення дослідження дорівнювала 57,40 гривні за 1 кг живої маси

Вартість додаткової продукції, яку було одержано від однієї свиноматки зазначених груп, дорівнює +136,03, +238,98 і +246,65 грн / гол. / опорос.

Висновки

1. Установлено, що свиноматки великої білої породи французької селекції в умовах Північного Сходу України характеризуються високими показниками відтворювальних якостей, а за багатоплідністю та масою гнізда на час відлучення у віці 60 діб належать до I класу та класу “еліта”.
2. Результати дослідження свідчать, що свиноматки класу “еліта”, а також I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за індексом М. Д. Березовського та I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за індексом Ю. Д. Шаталіної переважали ровесниць класу “позакласні” і III піддослідної групи за багатоплідністю і масою гнізда на час відлучення у віці 60 діб в середньому на 22,08–22,67 % відповідно.

завдяки чому вони отримували додаткову прибавку до продукції. Зокрема, у свиноматок класу “еліта” та I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної становить 80,0 %.

3. Кількість достовірних зв'язків між показниками відтворювальних якостей свиноматок, індексом М. Д. Березовського та індексом Ю. Д. Шаталіної становить 80,0 %.

4. Максимальну прибавку додаткової продукції одержано від свиноматок класу “еліта” (+4,23 %), I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за індексом М. Д. Березовського (+7,43 %) та індексом Ю. Д. Шаталіної (+7,67 %), а її вартість, яку



було одержано від однієї свиноматки зазначених груп, дорівнює +136,03, +238,98 і +246,65 грн / гол. / опоро.

5. З метою створення високопродуктивної популяції свиней пропонуємо до провідної групи свиноматок відбирати тварин класу “еліта” за багатоплідністю та масою гнізда на час відлучення, а також особин, у яких індекс М. Д. Березовського та індекс Ю. Д. Шаталіної дорівнюють відповідно  $41,83 \pm 0,162$ ,  $69,29 \pm 0,330$  і більше балів.

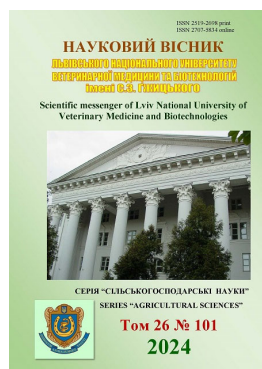
#### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

#### References

- Akimov, O. V., Tsereniuk, O. M., Vovk, V. O., & Chereuta, Yu. V. (2023). Analiz stanu vidtvorennia stada u DP «DH «ім. 9 Sichnia» ta zakhody shchodo yoho pokrashchennia. *Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo*. Poltava, 2(80), 30–41. DOI: 10.37143/2786-7730-2023-2(80)02 (in Ukrainian).
- Berezovskyi, M. D., Naryzhna, O. L., Vashchenko, P. A., & Odariuk, M. M. (2020). Vidtvoriuvalni yakosti chystopo-rodnykh i pomisnykh svynomatok u poiednanni z terminalnymy knuramy vlasnoho vidtvorennia ta inshymy bat-kivskymy formamy. *Svynarstvo: mizhvid. temat. nauk. zb. Instytutu svynarstva i APV NAAN*, 74, 26–34. DOI: 10.37143/0371-4365-2020-74-03 (in Ukrainian).
- Bergsma, R., Kanis, E., Verstegen, M. W., & Knol, E. F. (2008). Genetic parameters and predicted selection results for maternal traits related to lactation efficiency in sows. *Journal of animal science*, 86(5), 1067–1080. DOI: 10.2527/jas.2007-0165.
- Hetia, A. A. (2009). Orhanizatsiia selektsiinoho protsesu v suchasnomu svynarstvi. Poltava : Poltavskyi literator (in Ukrainian).
- Hidalgo, A. M., Bastiaansen, J. W., Lopes, M. S., Harlizius, B., Groenen, M. A., & de Koning, D. J. (2015). Accuracy of Predicted Genomic Breeding Values in Purebred and Crossbred Pigs. *G3 (Bethesda, Md.)*, 5(8), 1575–1583. DOI: 10.1534/g3.115.018119.
- Holub, N. D., & Chukhlib, Ye. V. (2011). Udoskonalennia produktyvnykh i plemninnykh yakosteï svynei plemnynoho re-produktora TOV «Ahrofirma «Rodiuchist» Sumskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 75–80 (in Ukrainian).
- Instructions on the sounding of pigs; Instructions for keeping pedigree records in pig breeding. Kyiv: “Kyiv University”, 2003. 64 p.
- Khalak, V. I. (2009). Adaptatsiia ta vidtvoriuvalna zdatsnist svynomatok velykoi biloi porody riznogo pokhodzhennia. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: Serii «Tvarynnytstvo»*. Sumy, 10(16), 126–130 (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., & Hutyi, B. V. (2022). Vidtvoriuvalni yakosti ta ekonomichna efektyvnist vykorystannia svynomatok riznogo rivnia adaptatsii ta ekspluatatsiinoi tsinnosti. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 8(833), 51–59. DOI: 10.31073/agrovisnyk202208-06 (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., Bordun, O. M., Hutyi, B. V., Voloshchuk, M. V., Onyshchenko, A. O., & Maslov, V. I. (2024). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok velykoi biloi porody frantsuzkoi selektsii ta yikh otsinka za deiakymy matematychnymy mo-deliamy. *Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo*. Poltava, 3(81), 129–143. DOI: 10.37143/2786-7730-2024-3(81)9 (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., Voloshchuk, V. M., Pocherniaiev, K. F., Smyslov, S. Yu., & Ilchenko, M. O. (2020). Pokaznyky vidtvoriuvalnoi zdatsnosti ta yikh povtoriuvannia u svynomatok riznykh henotypiv z urakhuvanniam polimorfizmu G.1426G>A hena MC4R. *Svynarstvo: mizhvid. temat. nauk. zb. Instytutu svynarstva i APV NAAN*. Poltava, 74, 49–62. DOI: 10.37143/0371-4365-2020-74-06 (in Ukrainian).
- Khalak, V., Bordun, A., Bordunova, O., Pavlenko, J., & Opara, V. (2020). The level of phenotypic consolidation of signs of reproductive qualities of sows of different breeding value and economic efficiency of their. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 1(40), 87–93. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2020.1.13.
- Kodak, O. V. (2010). Vplyv velychyny selektsiinykh indeksiv remontnoho molodniaku svynei na yikh podalshu vidtvo-riuvalnu zdatsnist. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 208–210 (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. P., Khalak, V. I., Nezhlukchenko, T. I., & Papakina, N. S. (2010). Biometrychnyi analiz minlyvosti oz-nak silskohospodarskykh tvaryn i pytsi. *Navchalnyi posibnyk z henetyky silskohospodarskykh tvaryn*. Kherson: Oldi (in Ukrainian).
- Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., & Povod, V. H. (2023). Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktsii tva-rynnytstva : pidruchnyk dlia aspirantiv; za zah.red. V. I. Ladyky, L.M. Khmelnychoho. Odesa, Oldi+ (in Ukrainian).
- Lillehammer, M., Meuwissen, T. H., & Sonesson, A. K. (2011). Genomic selection for maternal traits in pigs. *Journal of animal science*, 89(12), 3908–3916. DOI: 10.2527/jas.2011-4044.
- Lykhach, V. Ya., Faustov, R. V., Shebanin, P. O., Lykhach, A. V., Lenkov, L. H. (2022). Pidvyshchennia produktyvnosti svynei za vykorystannia suchasnoho henofondu ta innovatsiinykh tekhnolohichnykh rishen : monohrafiia. Mykolaiv. Ilion. URL: <https://dglb.nu-bip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e7f41430-a3a9-4ae7-b4d2-f9818c266ad3/content> (in Ukrainian).
- Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., & Povod, M. H. (2023). Vidtvoriuvalni oznaky i elementy povedinky svynomatok za riz-noho utrymannia ta sezoniv roku. *Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo*. Poltava, 1(79), 118–129. DOI: 10.37143/2786-7730-2023-1(79)07 (in Ukrainian).
- Meuwissen, T., Hayes, B., & Goddard, M. (2016). Genomic selection : A paradigm shift in animal breeding. *Animal frontiers*, 6(1), 6–14. DOI: 10.2527/af.2016-0002.
- Nebylytsia, M. S., Novytskyi V. P., Myronchenko V. H. (2012). Selektiino-henetychna otsinka svynei

- anhliiskoi celektsii TOV “SP “Zolotoniskyi” za pokaznykamy vlasnoi produktyvnosti. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, 4, 65–68. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2012/04/65.pdf> (in Ukrainian).
- Pasiuta, A. H., Hryshyna, L. P., Vashchenko, P. A., & Maniunenko, S. A. (2020). Analiz vplyvu henotypovykh i paraty-povykh faktoriv na vidtviuvalni yakosti svynomatok velykoi biloi porody. Svynarstvo: mizhvid. temat. nauk. zb. Instytutu svynarstva i APV NAAN. Poltava, 74, 34–42. DOI: 10.37143/0371-4365-2020-74-04 (in Ukrainian).
- Pelykh, N. L., & Babaieva, K. Z. (2020). Vidtvorni yakosti knuriv i svynomatok riznykh henotypiv. Tavriiskyi nauko-vyi visnyk. Seriia: Silskohospodarski nauky. Kherson, 116(2), 135–140. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.116.2.20 (in Ukrainian).
- Petrovska, I. R., Salyha, Yu. T., Vudmaska, I. V. (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: na-vchalno-metodychnyi posibnyk. Kyiv: Ahrarna nauka (in Ukrainian).
- Sidorova, A. V., Leonova, N. V., Masich, L. A., Skorobagatova, N. V. & Shamileva, L. L. (2003). Practicum on the theory of statistics. Donetsk: Donetsk National University.
- Tsereniuk, O. M., Akimov, O. V., & Chereuta, Yu. V. (2023). Plastychnist i stabilnist za pokaznykamy vidtvornoї zdatnosti porid svynei landras i uels. Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo. Poltava, 2(80), 131–143. DOI: 10.37143/2786-7730-2023-2(80)09 (in Ukrainian).
- Tsereniuk, O. M., Khvatov, F. I., & Stryzhak, T. A. (2010). Efektyvnist selektsiinykh i otsinovykh indeksiv materyns-koi produktyvnosti svynei. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN. Kharkiv, 102, 173–183 (in Ukrainian).
- Vashchenko, P. A. (2019). Prohnozuvannia plemynnoi tsinnosti svynei na osnovi liniinykh modelei selektsiinykh indeksiv ta DNK-markeriv: avtoref. dys. ... d-ra s.-h. nauk. Mykolaiv (in Ukrainian).
- Vashchenko, P. A., & Berezovskyi, M. D. (2021). Vplyv klimatychnykh faktoriv na reproduktyvnu zdatnist svyno-matok. Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo. Poltava, 75–76, 31–40. DOI: 10.37143/0371-4365-2021-75-76-03 (in Ukrainian).
- Zasukha, L., Voloshchuk, V., Khalak, V., Gutyj, B., & Bordun, O. (2024). Reproductive qualities of sows of the large white breed of French breeding and their evaluation according to some breeding indices. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 26(100), 43–48. DOI: 10.32718/nvlvet-a10006.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10142  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.2:636.085:636.087

## The impact of nutrition on dairy cattle productivity: sustainable development strategies and advanced technologies

P. O. Vovchuk✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 03.10.2024

Received in revised form  
04.11.2024

Accepted 05.11.2024

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-068-025-93-97  
E-mail:  
pasha.vovchuk.2015@gmail.com

**Vovchuk, P. O. (2024). The impact of nutrition on dairy cattle productivity: sustainable development strategies and advanced technologies. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 272–276. doi: 10.32718/nvlvet-a10142**

The increasing demand for dairy products in the context of climate change and limited resources necessitates the implementation of innovative approaches to feeding cattle. Modern milk production faces numerous challenges, including the need to enhance productivity, ensure high milk quality, and adhere to the principles of environmental sustainability. Research demonstrates that the use of protein supplements and inulin in cow diets significantly improves milk quality and quantity, enhancing its fatty acid profile, antioxidant properties, and coagulation characteristics, which are particularly important for cheese production. At the same time, unbalanced diets can increase the risk of metabolic diseases, such as ketosis and acidosis, adversely affecting the health and productivity of cows. Proper protein balancing, including the optimal ratio of rumen-degradable and rumen-undegradable proteins, helps mitigate these risks. This approach supports stable lactation, reduces the frequency of electrolyte disorders during the postpartum period, and lowers the incidence of hypocalcemia. These methods are especially effective during peak lactation periods, when the demand for protein and energy in animals is heightened. Grazing systems also have a significant positive impact on animal health, particularly by reducing the prevalence of musculoskeletal disorders. However, insufficient control of grazing can increase the risk of parasitic infections. Moreover, the inclusion of inulin in cow diets enhances digestion, raises the level of conjugated linoleic acid in milk, and reduces oxidative stress. In turn, this ensures prolonged preservation of milk quality, improving its organoleptic properties. The adoption of sustainable development technologies, such as the use of protein supplements and inulin, reduces greenhouse gas emissions, minimizes the use of natural resources like water and land, and optimizes the economic efficiency of production. Consequently, these technologies not only enhance the environmental sustainability of the sector but also contribute to its long-term stability, ensuring high productivity levels even under conditions of global climate change. Future research should focus on developing new feeding methods that combine high productivity with environmental responsibility, ensuring the conservation of natural resources and reducing the negative impact on the environment.

**Key words:** cattle, sustainable development, milk production, feeding.

## Вплив годівлі на молочну продуктивність великої рогатої худоби: стратегії сталого розвитку та новітні технології

П. О. Вовчук✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Зростання попиту на молочну продукцію в умовах зміни клімату та обмежених ресурсів вимагає впровадження інноваційних підходів до годівлі великої рогатої худоби. Сучасне виробництво молока стикається з численними викликами, які включають необхідність підвищення продуктивності, забезпечення високої якості молока та дотримання принципів екологічної стійкості. Дослідження демонструють, що використання білкових добавок і інуліну у раціоні корів значно підвищує якість і кількість молока, покращуючи його жирнокислотний склад, антиоксидантні властивості, а також коагуляційні властивості, що особливо важливо

для виробництва сиру. Водночас, незбалансовані раціони можуть підвищити ризик метаболічних захворювань, таких як кетоз і ацидоз, що негативно впливає на здоров'я та продуктивність корів. Правильне балансування білка, включаючи оптимальне співвідношення протеїнів, що розкладаються та не розкладаються у рубці, сприяє зниженню цих ризиків. Це дозволяє підтримувати стабільну лактацію, зменшувати частоту електролітних порушень у період після отелення та знижувати рівень гіпокальціємії. Такі методи особливо ефективні в період пікової лактації, коли потреби тварин у білку та енергії зростають. Системи випасання також мають значний позитивний вплив на здоров'я тварин, зокрема, знижуючи частоту захворювань опорно-рухового апарату. Проте за недостатнього контролю випасання може зростати ризик паразитарних інфекцій. Крім того, впровадження інуліну у раціон корів сприяє покращенню травлення, підвищенню рівня кон'югованої лінолевої кислоти в молоці та зниженню окислювального стресу. Це, у свою чергу, забезпечує триваліше збереження якості молока, поліпшуючи його органолептичні властивості. Впровадження технологій сталого розвитку, таких як використання білкових добавок і інуліну, дозволяє знизити викиди парникових газів, зменшити використання природних ресурсів, таких як вода та земля, а також оптимізувати економічну ефективність виробництва. У результаті такі технології не лише покращують екологічну стійкість галузі, але й сприяють довгостроковій її стабільності, забезпечуючи високий рівень продуктивності навіть за умов глобальних кліматичних змін. Подальші дослідження мають зосереджуватися на розробці нових методів годівлі, що поєднують високу продуктивність із екологічною відповідальністю, забезпечуючи збереження природних ресурсів і зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

**Ключові слова:** велика рогата худоба, сталий розвиток, продукція молока, годування.

## Вступ

З кожним роком у зв'язку зі збільшенням чисельності населення на планеті також зростає попит на виробництво продуктів харчування (United Nations, 2012). За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO), світове виробництво молока у 2021 році становило 884 мільйони тонн, що на 58 % більше порівняно з 2000 роком. Індія є найбільшим виробником молока, на її частку припадає 22 % світового виробництва, за нею слідують США, Пакистан, Китай і Бразилія (FAO, 2023).

Сучасне молочне виробництво стикається з чисельними викликами, які зумовлені необхідністю одночасного підвищення продуктивності та забезпеченням екологічної стійкості. Кліматичні зміни, особливо посухи, ускладнюють вирощування трави та виготовлення кормів в промислових масштабах, тож оптимізація годівлі великої рогатої худоби (ВРХ) стає ключовою у забезпеченні економічної ефективності та високої якості молока.

В Україні близько 70 % молочного виробництва зосереджено на невеликих фермерських господарствах, тимчасом як у світі надають перевагу великим агрохолдингам, що володіють кількома тисячами корів (Shpychak et al., 2022). За даними FAO, загальна чисельність коров'ячих ферм у світі становить близько 120 мільйонів, з яких значна частина розташована в країнах з розвинутою молочною галуззю, таких як США, Індія та Європейський Союз. Зокрема, у США кількість великих молочних ферм з більш ніж 500 корів становить приблизно 3 %, проте вони виробляють понад 50 % всього молока в країні (FAO, 2023). В Україні ж великі ферми, що нараховують понад 1 тисячу корів, складають лише 1–2 % від загальної кількості, але їхній внесок у національне виробництво молока є суттєвим.

Методи годівлі також значно варіюються залежно від регіону та розмірів ферми. Наприклад, у розвинених країнах широко використовуються технології точного землеробства та автоматизації, що дозволяють оптимізувати раціон годівлі для підвищення про-

дуктивності. У США та Європейському Союзі більшість ферм застосовують високоєфективні раціони, що базуються на наукових розробках, які включають спеціальні кормові добавки. Дослідження показують, що зміни в раціоні корів можуть мати значний вплив на кількість і якість виробленого молока. Ці практики формують основу для довготривалого екологічного розвитку галузі (Maltz, 2020).

В Україні ж через меншу доступність ресурсів, частіше використовуються традиційні методи годівлі, які не завжди забезпечують оптимальну продуктивність.

Зміни в сільськогосподарській політиці Європейського Союзу (ЄС), наприклад реформа Спільної аграрної політики ЄС та зміни в законодавстві, що стосуються екології, такі як Кіотський протокол, Директива ЄС про нітрати та Гетеборзький протокол (Kyoto Protocol, 1997; Paris Agreement, 2015), змушують європейських фермерів робити кроки у напрямку економічної та екологічної стійкості у виробництві. Крім того, сучасні підходи до управління молочними фермами, що базуються на технологіях сталого розвитку, дозволяють зменшити викиди парникових газів та підвищити ефективність використання природних ресурсів.

Незважаючи на переваги випасання, частка ферм, що базується на пасовищному утриманні, невпинно скорочується (Televičius et al., 2021). Це обумовлено використанням корів з високими генетичними показниками, графіками отелення, збільшенням кількості корів та фрагментацією земель, що скорочує території пасовищ. Проте системи випасання асоціюються з можливостями для більшої глобальної стійкості, покращенням добробуту тварин та підвищенням ефективності праці.

## Мета дослідження

Метою статті є систематизувати сучасні дослідження, що стосуються впливу харчування на якість та кількість коров'ячого молока, та розглянути можливі методи впровадження технологій сталого розвитку у виробництво.



## Матеріал і методи досліджень

Для досягнення мети дослідження був проведений систематичний огляд літератури, спрямований на аналіз впливу різних методів годівлі на якість і кількість молока. Пошук здійснювався в таких наукометричних базах даних, як PubMed, Scopus, Web of Science та Google Scholar, охоплюючи період з 2015 по 2024 рік. До аналізу включено рецензовані статті, що описують експериментальні та клінічні дослідження впливу харчових добавок, білкових раціонів, використання інуліну та інших підходів до годівлі корів. Вибрані дослідження містять чітко визначені кількісні результати (наприклад, зміни в продуктивності, склад молока, зниження викидів парникових газів), а також зосереджуються на безпосередньому впливі годівлі на склад молока та продуктивності корів. Критеріями виключення були статті, що не містять чітко визначених кількісних результатів або не описують методологію експериментів; роботи, що містять дані, які не відповідають стандартам наукової якості; статті, що зосереджуються на аспектах, що не мають прямого стосунку до годівлі великої рогатої худоби. Дані було зібрано та проаналізовано методами порівняльного аналізу, що дозволило виявити основні закономірності та визначити вплив різних підходів до годівлі на продуктивність та якість молока.

## Результати та їх обговорення

Методи годівлі великої рогатої худоби можна поділити на сучасні та традиційні. До сучасних методів належать системи повного змішаного раціону (TMR) та часткового змішаного раціону (PMR), бункерна система, система інтенсивної годівлі (забійні корови або бичків на відгодівлю), гідропонне вирощування кормів, система автоматичного доїння з індивідуальною подачею корму, а також використання концентратних кормів з сучасними кормовими добавками та мінеральними комплексами. Ці методи орієнтовані на підвищення ефективності годівлі, автоматизацію процесів та оптимізацію раціонів.

Традиційні методи включають випасання (вільне та змінене), стійлове утримання (вільне стійлове утримання та прив'язне утримання), силосування, сінокошіння, а також систему пасовищного утримання з підгодівлею. Вони більшою мірою базуються на природних умовах та менше інтегрують технологічні інновації, залишаючись популярними в господарствах з традиційними підходами до тваринництва та серед малих фермерських угідь.

У результаті проведеного систематичного огляду було проаналізовано понад 50 робіт, опублікованих в період з 2019 по 2024 рік.

**Застосування білкових добавок.** Дослідження показали, що підвищення рівня білка в раціоні корів на 10–15 % призвело до збільшення вмісту білка в молоці на 0,4–0,6 % ( $P < 0,05$ ) (Frizzarin et al., 2021). Зокрема, було зазначено, що корови, які отримували раціон з підвищеним рівнем білка, мали на 1,3 літра

більший добовий надій порівняно з контрольними групами. Це позитивно вплинуло на виробництво сирів, оскільки такий тип годування сприяє кращим коагуляційним властивостям молока, підвищивши вихід сиру на 5–7 %, а також збільшуючи добові надії на 1,3 літра на корову. Це збільшення було особливо вираженим у період пікової лактації, коли потреби корів у білку зростають через підвищений попит на енергію та поживні речовини (Televičius et al., 2021).

Дослідження показують, що правильний баланс між різними типами білка, такими як протеїн, що розкладається у рубці (RDP) і протеїн, що не розкладається у рубці (RUP), суттєво впливає на виробництво молочного білка. Рубкові мікроорганізми потребують достатньої кількості RDP для синтезу мікробного білка, який потім використовується коровами для виробництва молока. Недостатнє споживання білка може знизити продуктивність молока, зокрема зменшити концентрацію білка і молочного жиру, що може негативно вплинути на загальну продуктивність молока (Varga & Ishler, 2007). Дієти з 16–18 % сирого протеїну в сухій речовині сприяють оптимальній продуктивності молока. При цьому середній вміст білка в молоці збільшується на 0,2–0,4 % порівняно з раціонами, що містять менше ніж 16 % СР. Наприклад, за даними одного з досліджень, корови, які споживали 16 % сирого протеїну в раціоні, мали середній вміст білка в молоці на рівні 3,2 %, тимчасом як корови з раціоном з 14 % сирого протеїну мали лише 3,0 %. При цьому дієти, що містять менше ніж 15 % сухого протеїну, можуть знизити викиди азоту до 30 % без значного зменшення продуктивності молока. Наприклад, у дослідженні, де використовували дієти з 14 % сухого протеїну, рівень викидів аміаку зменшився на 25–30 % порівняно з дієтами з 17 % (Hristov & Giallongo, 2014).

Правильне балансування білка в раціоні сприяє стабільній лактації, зменшуючи частоту електролітичних порушень в період після отелення, що пов'язані з дефіцитом білка. Зокрема частота гіпокальціємії зменшилась на 25–30 % (Han & Wang, 2023). Це призвело до стабільно високої продуктивності молока великою рогатою худобою протягом усього періоду лактації.

Використання білкових добавок у раціоні корів дозволило знизити викиди парникових газів на 15–20 % порівняно з традиційними методами годівлі. Це зниження відбулося за рахунок більш ефективного використання кормів і зменшення необхідності у додаткових кормових ресурсах, що своєю чергою зменшило потребу в землі та воді для їх виробництва. Дослідження показали, що раціони з вищим вмістом білка забезпечували кращу перетравлюваність кормів і знижували виділення метану, який є одним з основних парникових газів у сільському господарстві. (Williamson et al., 2022).

Проте варто розуміти, що використання концентратних кормів і білкових добавок може підвищити ризик метаболічних захворювань, таких як кетоз і ацидоз, якщо ці корми не збалансовані належним чином. Однак при правильному балансуванні такі корми можуть знизити частоту захворювань,

пов'язаних з недостатністю поживних речовин, таких як дефіцит білка або енергії, що може призводити до гіпокальціємії або репродуктивних проблем (Lourenço et al., 2024).

**Вплив інуліну на молочну продуктивність.** Інουλін як харчова добавка виявився ефективним інгредієнтом у раціоні молочних корів, маючи позитивний вплив на кількість виробленого молока. Дослідження показали, що додавання інуліну в раціон корів у дозах 200–350 г/день призвело до лінійного зростання виробництва молока та збільшення концентрації жиру в молоці на 2–3 % ( $P < 0,01$ ). Зростання молочної продуктивності пояснюється поліпшенням травлення і більш ефективним засвоєнням поживних речовин, що дозволяє коровам підтримувати стабільно високі надой навіть у періоди пікової лактації. Водночас спостерігалось зменшення кількості соматичних клітин та концентрації сечовини в молоці, що свідчить про поліпшення здоров'я молочної залози та якості молока (Zhao et al., 2022).

Одним із ключових ефектів використання інуліну є покращення жирнокислотного складу молока, зокрема вмісту кон'югованої лінолевої кислоти (CLA). Згідно з даними досліджень, додавання інуліну до раціону корів призвело до збільшення вмісту CLA на 20–30 %. CLA є важливою жирною кислотою, яка відома своїми антиоксидантними властивостями, а також потенційними перевагами для здоров'я людини, зокрема у зниженні ризику серцево-судинних захворювань та зміцненні імунної системи.

Інулін також впливає на антиоксидантні властивості молока. Дослідження показали, що збільшення вмісту CLA через використання інуліну сприяє підвищенню загальної активності таких ферментів, як супероксиддисмутаза (SOD) та глутатіонпероксидаза (GSH-Px) на 15–20 % ( $P < 0,05$ ). Це сприяє зниженню окислювального стресу, що своєю чергою поліпшує стабільність молока під час зберігання. Це було підтверджено завдяки визначенню швидкості окислення молочного жиру, що знижується на 25 % під впливом інуліну. Це сприяє поліпшенню органолептичних властивостей молока, таких як смак і запах. Важливо це враховувати, особливо при роботі з продуктами, які потребують тривалого зберігання, таких як сир і йогурт, де збереження якості є критично важливим (Han & Wang, 2023).

Показано, що використання інуліну в раціоні корів сприяє підвищенню імунного захисту. Крім того, інулін поліпшує роботу кишечника, сприяючи росту корисної мікрофлори в рубці, що позитивно впливає на загальне травлення і зменшує ризик захворювань, пов'язаних із порушенням роботи травного тракту (Zhao et al., 2022).

Додавання інуліну до раціону не лише підвищило якість молока, а й сприяло зниженню екологічного навантаження. Використання інуліну зменшило споживання енергії та води на одиницю виробленого молока, що призвело до зниження загального індексу екологічної ефективності на 18 %, а також знизило рівень аміаку в рубці та покращило метаболічну ефективність, що призводить до зменшення викидів азоту на 10–15 % ( $P < 0,05$ ) (Meyer, 2022).

Екологічна стійкість методів годівлі є критично важливим аспектом сучасного молочного виробництва, оскільки вона безпосередньо впливає на викиди парникових газів, використання ресурсів, таких як вода і земля, а також загальний екологічний слід ферми.

Традиційні методи годівлі, які не враховують сучасні підходи до оптимізації раціонів, мають значно більший екологічний вплив (Méndez et al., 2020). Зокрема, викиди парникових газів та використання води були на 20–30 % вищими порівняно з методами, що включають додавання інуліну та білкових добавок. Водночас системи випасання сприяють зниженню частоти захворювань опорно-рухового апарату та маститу завдяки регулярній фізичній активності та доступу до природних кормів (Irawan et al., 2024; Lange et al., 2024). Однак ці системи можуть збільшити ризик паразитарних інфекцій, якщо випасання не контролюється належним чином (Batistel et al., 2021).

## Висновки

Використання білкових добавок у раціоні молочних корів виявилось важливим інструментом для підвищення якості та кількості молока. Вони дозволяють забезпечити стабільну продуктивність навіть у періоди підвищеного попиту на поживні речовини, такі як білок, що особливо актуально в періоди пікової лактації. Результати досліджень демонструють, що правильне балансування білка в раціоні може підвищити вміст білка в молоці, поліпшити коагуляційні властивості молока, а також збільшити вихід сиру.

Використання інуліну та інших кормових добавок також позитивно впливає на здоров'я корів. Зокрема, додавання інуліну сприяє зниженню рівня соматичних клітин та концентрації сечовини в молоці, що свідчить про поліпшення здоров'я молочної залози та зменшення ризику розвитку маститу. Крім того, підвищення рівня антиоксидантних ферментів, таких як SOD та GSH-Px, знижує окислювальний стрес, що поліпшує стабільність та зберігання молочних продуктів. Це важливо для виробництва таких продуктів, як сир та йогурт, що потребують тривалого зберігання.

Впровадження сучасних методів годівлі, зокрема білкових добавок та інуліну, значно поліпшує екологічну стійкість молочного виробництва. Зниження викидів парникових газів, оптимізація використання ресурсів, таких як вода і земля, та зменшення екологічного сліду ферми роблять ці методи ефективними та відповідальними з екологічної точки зору. Важливим є те, що ці зміни не лише підвищують продуктивність та якість молока, а й сприяють довгостроковій стійкості галузі у контексті глобальних змін клімату та зростання попиту на продукти харчування.

Важливою складовою майбутнього молочного виробництва є впровадження технологій сталого розвитку. Ці технології дозволяють не лише оптимізувати процеси виробництва, а й знизити екологічне навантаження, зробивши галузь більш

стійкою до зовнішніх факторів, таких як кліматичні зміни. Системи випасання та автоматизовані методи годівлі відіграють важливу роль у підтримці здоров'я тварин, що також сприяє загальній ефективності фермерських господарств.

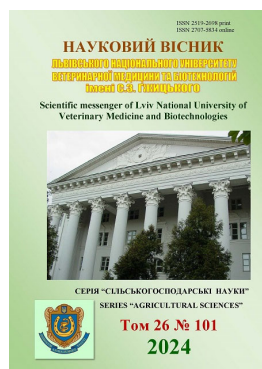
Подальші дослідження повинні зосередитися на вдосконаленні методів годівлі, які б поєднували високу продуктивність з екологічною стійкістю. Особливу увагу слід приділити розвитку інноваційних кормових добавок та методів управління, що зменшують екологічний вплив та сприяють підвищенню якості продукції.

#### Відомості про конфлікт інтересів.

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

#### References

- Batistel, F., de Souza, J., Vaz Pires, A., & Santos, F. A. P. (2021). Feeding grazing dairy cows with different energy sources on recovery of human-edible nutrients in milk and environmental impact. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 642265. DOI: 10.3389/fsufs.2021.642265.
- FAO (2023). *World Food and Agriculture – Statistical Pocketbook 2023*. Rome. DOI: 10.4060/cc8165en.
- Frizzarin, M., Gormley, I. C., Berry, D. P., Murphy, T. B., Casa, A., Lynch, A., & McParland, S. (2021). Predicting cow milk quality traits from routinely available milk spectra using statistical machine learning methods. *Journal of Dairy Science*, 104(7), 7438–7447. DOI: 10.3168/jds.2020-19576.
- Han, J., & Wang, J. (2023). Dairy Cow Nutrition and Milk Quality. *Agriculture*, 13(3), 702. DOI: 10.3390/agriculture13030702.
- Hristov, A. N., & Giallongo, F. (2014). Feeding low protein diets to dairy cows. Department of Animal Science, the Pennsylvania State University. URL: <https://extension.psu.edu/feeding-low-protein-diets-to-dairy-cows>.
- Irawan, A., Puerto-Hernandez, G. M., Ford, H. R., Busato, S., Ates, S., Cruickshank, J., ... & Bionaz, M. (2024). Feeding spent hemp biomass to lactating dairy cows: Effects on performance, milk components and quality, blood parameters, and nitrogen metabolism. *Journal of Dairy Science*, 107(1), 258–277. DOI: 10.3168/jds.2023-23829.
- Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Dec. 10, 1997, 2303 U.N.T.S. 162.
- Lange, M. J., Silva, L. H. P., Zambom, M. A., Soder, K. J., & Brito, A. F. (2024). Feeding alfalfa-grass or red clover–grass mixture baleage: Effect on milk yield and composition, ruminal fermentation and microbiota taxa relative abundance, and nutrient utilization in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107(4), 2066–2086. DOI: 10.3168/jds.2023-23836.
- Lourenço, J. C. S., Carrari, I. F., Aguiar, G. C. d., Janssen, H. P., Lanna, D. P. D., Teixeira, I. A. M. A., & Almeida, R. d. (2024). 2-Hydroxy-4-(Methylthio)-Mutanoate Supplementation Affects Production, Milk Fatty Acid Profile, and Blood Metabolites of High-Producing Holstein Cows. *Dairy*, 5(1), 66–77. DOI: 10.3390/dairy5010006.
- Maltz, E. (2020). Individual dairy cow management: achievements, obstacles and prospects. *Journal of Dairy Research*, 87(2), 145–157. DOI: 10.1017/S0022029920000382.
- Méndez, M. N., Chilibruste, P., & Aguerre, M. (2020). Pasture dry matter intake per cow in intensive dairy production systems: effects of grazing and feeding management. *Animal*, 14(4), 846–853. DOI: 10.1017/S1751731119002349.
- Meyer, S. (2022). The Outlook for US Agriculture–2022: New Paths to Sustainability and Productivity Growth. URL: <https://ageconsearch.umn.edu/record/321076/files/2022AOF-agricultural-economic-foreign-trade-outlook.pdf>.
- Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Dec. 12, 2015, T.I.A.S. No. 16-1104.
- Shpychak, O. M., Kopytets, N. H., & Pashko, S. O. (2022). Transformations in milk production in Ukraine and modern challenges. In *AIP Conference Proceedings*, 2661, 020013. DOI: 10.1063/5.0107608.
- Televičius, M., Antanaitis, R., Juozaitienė, V., Paulauskas, A., Malašauskienė, D., Urbutis, M., & Baumgartner, W. (2021). Influence of calving ease on in-line milk urea and relationship with other milk characteristics in dairy cows. *Agriculture*, 11(11), 1159. DOI: 10.3390/agriculture11111159.
- United Nations (2012). *World Population Prospects, the 2012 Revision*. Department of Economic and Social Affairs Publication: New York, NY, USA, 2012; URL: <https://www.un.org/en/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2012-revision.html>.
- Varga, G. A., & Ishler, V. A. (2007, March). Managing nutrition for optimal milk components. In *Proceedings of Western Dairy Management Conference*. Reno, NV. URL: <http://wdmc.org/2007/Varga.pdf>.
- Williamson, J., Callaway, T., Rollin, E., & Ryman, V. (2022). Association of milk somatic cell count with bacteriological cure of intramammary infection—a review. *Agriculture*, 12(9), 1437. DOI: 10.3390/agriculture12091437.
- Zhao, Y., Wang, Y., Nan, X., Jiang, L., Wang, Y., Liu, J., Yao, J., Rahman, M. T., & Xiong, B. (2022). Responses of Lactation, Rumen Fermentation and Blood Biochemical Parameters with Increasing Dietary Inulin Supplementation in Mid-Lactation Dairy Cows. *Agriculture*, 12(4), 521. DOI: 10.3390/agriculture12040521.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10143  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC [159.98:614.44] : 502/504

## Thyroid activity and human physical and mental health: environmental and clinical aspects

V. L. Romaniuk<sup>1</sup>, O. G. Rud<sup>1</sup>, L. P. Goralskyi<sup>2✉</sup>, O. O. Kyrylchuk<sup>3</sup>, B. V. Gutyj<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Rivne State University for the Humanities, Rivne, Ukraine

<sup>2</sup>Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

<sup>3</sup>Rivne Scientific Research Expert and Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Rivne, Ukraine

<sup>4</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 07.10.2024

Received in revised form

07.11.2024

Accepted 08.11.2024

Rivne State University for the  
Humanities, Plastova Str., 29-a,  
Rivne, 33028, Ukraine.

Zhytomyr Ivan Franko State  
University, V. Berdychivska Str., 40,  
Zhytomyr, 10002, Ukraine.  
Tel.: + 38-098-878-58-66  
E-mail: goralskyi@ukr.net

Rivne Scientific Research Expert  
and Forensic Center of the Ministry  
of Internal Affairs of Ukraine,  
Chervonia Vasylia Str., 39,  
Rivne, 33003, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

**Romaniuk, V. L., Rud, O. G., Goralskyi, L. P., Kyrylchuk, O. O., & Gutyj, B. V. (2024). Thyroid activity and human physical and mental health: environmental and clinical aspects. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 277–283. doi: 10.32718/nvlvet-a10143**

Based on the results of theoretical and practical research, the article defines the ecological and clinical aspects of human physical and mental health in connection with the activity of the thyroid gland in normal and pathological conditions. In general, quantitative and qualitative indicators of health as a bio-psychosocial and morpho-functional phenomenon are closely related to humoral and nervous mechanisms of regulation, as well as the body's reactivity, taking into account age and gender characteristics. Special attention should be paid to studies on the influence of thyroid activity on the formation of group reactivity (constitution), as well as nonspecific reactivity, including stress as a general adaptation syndrome. At the same time, the conditions of potential and real biological and military threats, as well as various forms of human activity, including the educational process, are accompanied by physiological and psychological stress, which requires appropriate interdisciplinary research on human stress resistance as a significant component of physical and mental health. In this regard, during the training, methods for diagnosing the body's stress resistance were tested according to certain morphological indicators and indices, taking into account the activity of the thyroid gland and its functional influence on the formation of the human constitution. In addition, taking into account environmental and social conditions, the potential levels of interdisciplinary research on the comprehensive assessment of human physical and mental health indicators are identified.

**Key words:** iodine, thyroid gland, trace elements, reactivity, stress, stress resistance, constitution, health, Rivne region.

## Активність щитоподібної залози та фізичне і психічне здоров'я людини: екологічні та клінічні аспекти

В. Л. Романюк<sup>1</sup>, О. Г. Рудь<sup>1</sup>, Л. П. Горальський<sup>2✉</sup>, О. О. Кирильчук<sup>3</sup>, Б. В. Гутий<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

<sup>2</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, Україна

<sup>3</sup>Рівненський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр Міністерства внутрішніх справ України, м. Рівне, Україна

<sup>4</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна



У статті за результатами теоретичних і практичних досліджень визначені екологічні та клінічні аспекти фізичного і психічного здоров'я людини у зв'язку із діяльністю щитоподібної залози у нормі і патології. У цілому кількісні та якісні показники здоров'я як біо-психо-соціального і морфо-функціонального феномену тісно пов'язані із гуморальними і нервовими механізмами регуляції, а також реактивністю організму із врахуванням вікових і статевих особливостей людини. Особливої уваги заслуговують дослідження щодо впливу активності щитоподібної залози на формування групової реактивності (конституції), а також неспецифічної реактивності, у т.ч. стресу як загального адаптаційного синдрому. При цьому умови потенційної та реальної біологічної і воєнної загрози, а також різні форми діяльності людини, у т.ч. навчальний процес, супроводжується фізіологічним і психологічним стресом, що потребує відповідних міждисциплінарних досліджень щодо стресостійкості людини як вагової складової її фізичного і психічного здоров'я. У зв'язку з цим під час навчання проведена апробація методів діагностики стресостійкості організму за певними морфологічними показниками та індексами з урахуванням активності щитоподібної залози та її функціонального впливу на формування конституції людини. Окрім того, із врахуванням екологічних і соціальних умов визначені потенційні рівні міждисциплінарних досліджень щодо комплексної оцінки показників фізичного і психічного здоров'я людини.

**Ключові слова:** йод, щитоподібна залоза, мікроелементози, реактивність, стрес, стресостійкість, конституція, здоров'я, Рівненщина.

## Вступ

Здоров'я людини як особливий стан повноцінної активності і діяльності знаходиться у центрі уваги фахівців біології і медицини, екології, психології і педагогіки. Кількісні та якісні показники здоров'я людини із врахуванням її вікових і статевих особливостей мають вагомий морфологічний і фізіологічний взаємозв'язки та потребують відповідних системних і міждисциплінарних досліджень. Окрім того, особливої уваги науковців заслуговує вплив біогенних мікроелементів, у т.ч. йоду на фізичну і розумову діяльність людини (якість навчання, мистецькі і спортивні здобутки тощо) у залежності від пори року та вікових і статевих особливостей. При цьому доцільно розробляти та впроваджувати ефективні методи морфологічної та функціональної діагностики і профілактики йодної (мікроелементної) недостатності в умовах середньої та вищої школи.

## Матеріал і методи досліджень

Класичний університет забезпечує через відповідну теоретичну і практичну діяльність формування у студентів природничих і гуманітарних спеціальностей наукового мислення і світогляду та обґрунтування на цій основі сучасних моделей здоров'я із врахуванням єдиної біологічної, психологічної і соціальної сутності людини, а також особливостей географічних та екологічних умов існування. У зв'язку з цим визначе-

ні певні екологічні та клінічні складові фізичного і психічного здоров'я людини в умовах Рівненщини із залученням теоретичних і практичних методів досліджень.

## Результати досліджень

Географічні та екологічні складові здоров'я людини (місце народження і проживання, навчання і роботи, відпочинку і оздоровлення) тісно пов'язані із вмістом у харчових ланцюгах певних мінеральних речовин – мікроелементів і макроелементів. На території України щодо вмісту в ґрунтах рухомих або засвоюваних форм мікроелементів визначено чотири біогеохімічні зони: західну, північно-східну, центральну і південну (таблиця 1). В Україні найбільш дефіцитними щодо вмісту засвоюваних форм мікроелементів є ґрунти західної та північно-східної геохімічних зон (Sudakov et al., 1991; Romaniuk & Goralsky, 2002). До західної геохімічної зони входять території Чернівецької, Тернопільської, Івано-Франківської, Львівської, Закарпатської, Волинської та Рівненської областей. У геохімічних зонах визначають менші території щодо вмісту в ґрунтах рухомих мікроелементів – відповідні біогеохімічні провінції. У західній геохімічній зоні на території Рівненщини особливої уваги дослідників потребує провінція Західного Полісся – північні райони, що піддані радіоактивному забрудненню після техногенної аварії на Чорнобильській атомній станції.

**Таблиця 1**

Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунтах геохімічних зон України (мг/кг сухого ґрунту)

| Хімічний елемент | ГЕОХІМІЧНА ЗОНА   |                   |                          |                          |                                    |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
|                  | західна           | північно-східна   | центральна               | південна                 | еталонна                           |
| Йод              | 1,70–1,96         | 0,46–3,10         | зниження у деяких місцях | зниження у деяких місцях | 6,3–20,5<br>(за О.П. Виноградовим) |
| Цинк             | 0,18–1,51         | 0,05–0,35         | 0,05–0,35                | 0,05–0,35                | 30–70<br>(за В.В. Ковальським)     |
| Бор              | 0,18–1,03         | 0,18–2,30         | інколи до 5,80–15,4      | інколи до 5,80–15,4      | 0,6–3,0<br>(за В.В. Ковальським)   |
| Кобальт          | 1,13–3,22         | 1,13–3,22         | зниження у деяких місцях | зниження у деяких місцях | 7–30<br>(за В.В. Ковальським)      |
| Мідь             | місцями менше 5   | місцями менше 5   | зниження у деяких місцях | зниження у деяких місцях | 15–60<br>(за В.В. Ковальським)     |
| Марганець        | місцями менше 142 | місцями менше 142 | місцями більше 636       | місцями більше 636       | 40–300<br>(за В.В. Ковальським)    |

Примітка: за даними Інституту фізіології рослин НАН України

Серед захворювань, що характеризуються порушенням обміну речовин та енергії, особливе місце займають ендемічні хвороби (від грец. *endemos* – місцевий). Ендемічні хвороби – хвороби, які постійно реєструються серед людей і тварин на певній території у зв'язку із наявністю відповідних географічних і екологічних умов існування (Korobova et al., 2020; Stevenson & Halpin, 2021; Khalid & Umer, 2023; Robertson et al., 2024). Ендемічні хвороби характеризуються нестачею, надлишком або дисбалансом у ґрунтах, водних джерелах і рослинах та, відповідно, в усіх ланках харчового ланцюга певних мінеральних речовин (мікроелементів і макроелементів) з відповідною біологічною реакцією місцевої флори і фауни. Серед ендемічних хвороб виділяють *мікроелементози* – групу патологічних розладів і метаболічних захворювань, які зумовлені нестачею, надлишком або дисбалансом мікроелементів (Sudakov et al., 1991; Romaniuk & Goralsky, 2002).

Екологічна і геохімічна ситуація території Західної України, у т.ч. Рівненщини, характеризується нестачею у ґрунтах і воді рухомих форм таких біогенних мікроелементів як йод, цинк, кобальт, мідь, марганець, селен, що обумовлює зменшення їх вмісту в рослинах та спричиняє розвиток відповідних мікроелементозів у людини і тварин (Levchenko & Romanyuk, 2002). Серед мікроелементозів на території Західної України найбільш поширеними є йодна недостатність (ендемічний зоб, мікседема), цинкова недостатність (паракератоз), кобальтова недостатність (гіпокобальтоз), мідна недостатність (гіпокупроз), селенова недостатність (білом'язева хвороба) і марганцева недостатність (Sudakov et al., 1991).

Рівненська область розташована на північному заході України, у межах Західно-Поліського регіону та охоплює східні частини Волинського Полісся, Волинської височини та Мале́го Полісся і західну частину Центрального (Житомирського) Полісся (Gerenchuk, 1976; Korotun & Korotun, 1996). На території Рівненщини поширені ландшафти двох типів: поліського і лісостепоного. Північна частина Рівненської області – досить одноманітна низина у північному напрямі, з великими масивами заболочених земель, луків і лісів, а також з піщаними пагорбами. Центральна і південна частина Рівненського Полісся мають більш різноманітний рельєф із чергуванням окремих невисоких височин і пагорбів із заболоченими низинами.

Відносно складні природні умови Рівненщини, у т.ч. розмаїття приповерхневих геологічних утворень, зумовили строкатість і різноманітність ґрунтового покриву. У межах Рівненщини виділено 277 ґрунтових особливостей, які об'єднують у шість типів ґрунтів – дерново-підзолисті, опідзолені, дернові оглєсні, чорноземні, лучні і болотні (Gerenchuk, 1976; Korotun & Korotun, 1996). Ґрунтовий покрив поліських районів Рівненщини представлений переважно дерново-підзолистими, дерновими і торф'яними ґрунтами. Дерново-підзолисті супіщані і суглинкові ґрунти займають менші площі та зустрічаються переважно в південній частині Рівненського Полісся. Дуже поширені болотні ґрунти і болота, які зосереджені в най-

більш понижених ділянках – заплавах і долинах рік, а також у межиріччях.

На Рівненщині і території Західної України захворювання людини і тварин на йодну недостатність з відповідними патоморфологічними і патофізіологічними змінами знаходяться в центрі уваги біологів, екологів, фахівців гуманітарної і ветеринарної медицини на тлі техногенного забруднення довкілля (аварія на Чорнобильській АЕС), екологічних проблем (вирубка лісів), кліматичних змін із відповідними змінами видового складу рослин і тварин тощо. У свою чергу, рослини і тварини є своєрідними біологічними індикаторами відповідного середовища існування та їх доцільно в наукових цілях активно використовувати в екологічному і техногенному моніторингу довкілля (Levchenko et al., 2001; Levchenko & Romanyuk, 2002).

Щитоподібна залоза (*glandula thyreoidea*) – одна з найважливіших ендокринних залоз, фізіологічна активність якої необхідна для нормальної життєдіяльності організму людини і тварин. Йодовмісні гормони щитоподібної залози – трийодтиронін і тироксин, а також кальцитонін беруть участь у регуляції метаболізму та підтриманні гомеостазу в організмі людини і тварин (Bodnar, 2002; Khvorostinka, 2009). Щитоподібна залоза є в усіх хребетних. У риб і більшості ссавців щитоподібна залоза – непарна; у земноводних, плазунів і птахів це парні утвори, у земноводних вона міститься в ділянці гортані, у плазунів і птахів – у грудній клітці, у ссавців – на шиї, в ділянці гортанних хрящів. У багатьох відношеннях щитоподібна залоза – унікальний специфічний ендокринний орган, що концентрує йод і синтезує тиреоїдні гормони. Йод є біогенним мікроелементом, який виконує свою біологічну функцію як складова частина тиреоїдних гормонів, що частково пояснюється його високою спорідненістю до тирозину.

У процесі ембріогенезу людини щитоподібна залоза закладається на 3 тижні внутрішньоутробного розвитку з глоточного епітелію первинної ротової порожнини. Згодом закладка відшнуровується від глотки, потовщується і поступово формуються дві бічні частки і перешийок. Уже між 12 і 14 тижнями внутрішньоутробного життя щитоподібна залоза здатна захоплювати і накопичувати йод, а між 15 і 19 тижнями починається органічне зв'язування йоду і синтез тиреоїдних гормонів. Таким чином, щитоподібна залоза починає функціонувати в плоді задовго до народження, і її гормональна діяльність необхідна для його повноцінного розвитку.

Ріст і розвиток щитоподібної залози відбувається нерівномірно у різні вікові періоди. Морфологічної і функціональної зрілості щитоподібна залоза досягає вже в ембріональний період. Паренхіматозна будова щитоподібної залози під час дозрівання переходить у колоїдну. Щитоподібна залоза плоду на момент народження має диференційовану структурну організацію і може приймати участь у процесах адаптації та підтримання гомеостазу. Абсолютна маса залози у новонародженої дитини становить 1 г, у дітей до 1 року – 2 г, до 2 років – 4 г, у 3–4 років – 7 г, у 5–10 років – 10 г, у підлітків 11–15 років – 15 г, в

осіб 16–20 років – 25 г та у людей більше 21 року – 35 г. Найбільше енергійний ріст і функція залози в період статевого дозрівання, особливо в дівчаток. У людини після 50 років спостерігається поступове зменшення маси і розмірів щитоподібної залози. Важливо, що відносна маса щитоподібної залози у новонароджених і дорослих однакова. У жінок маса і розміри щитоподібної залози дещо більші, ніж у чоловіків.

Кількість крові, що проходить у залозі за 1 хв, у 3–5 разів перевищує масу самої щитоподібної залози. Так, за годину уся кров, що циркулює в судинній системі організму, встигає пройти через щитоподібну залозу. Фолікули щитоподібної залози містять у своєму складі білок глікопротеїдної природи – тиреоглобулін, який здатний поглинати йод із кровотоку і синтезувати гормони трийодтиронін і тироксин. Синтез гормонів щитоподібної залози регулюється гіпоталамо-гіпофізарною системою (Bodnar, 2002; Khvorostinka, 2009). Так, під дією гіпоталамічного рилізінг-стимулятора – тиреоліберину здійснюється контроль секреції тиреотропного гормону гіпофіза, який залежно від потреб організму прискорює або сповільнює синтез тиреоглобуліну в тканині щитоподібної залози. Крім того, регуляція швидкості синтезу тиреоглобуліну здійснюється за принципом зворотного зв'язку залежно від вмісту гормонів у крові. Щитоподібна залоза має високу спорідненість до йоду і досить інтенсивно поглинає його з крові у вигляді йодидів (KI, NaI), які переходять в органічно зв'язану форму. Всього у щитоподібній залозі міститься близько 10 мкг вільного та 7500 мкг органічно зв'язаного йоду.

За об'ємом кровопостачання щитоподібна залоза займає перше місце в організмі. Через кожний грам тканини залози протікає протягом однієї хвилини 5,6 мл крові, у той же час як через нирки (орган, що володіє значним кровопостачанням – всього 1,5 мл). Це вказує на активну ендокринну функцію щитоподібної залози, а також свідчить про її особливу роль в механізмах регуляції функції на різних рівнях організації у нормі і патології.

Основною особливістю тиреоцитів щитоподібної залози є здатність активно захоплювати йод із плазми крові проти хімічного та електричного градієнтів (щохвилиний об'єм кровотоку щитоподібної залози у 3–7 разів перевищує масу залози), накопичувати його і перетворювати в органічно зв'язаний йод та фізіологічно активні тиреоїдні гормони – тетрайодтиронін (тироксин) і трийодтиронін (Bodnar, 2002; Khvorostinka, 2009). Відмінною особливістю тиреоїдних гормонів є наявність йоду: тироксин (T<sub>4</sub>) містить чотири атоми йоду, зв'язаних з тироніновим ядром, трийодтиронін (T<sub>3</sub>) – три атоми йоду. Трийодтиронін і тироксин володіють практично подібною дією, але активність T<sub>3</sub> майже у п'ять разів вища, ніж T<sub>4</sub>. Ефекти тироксину розвиваються в організмі через більш тривалий латентний період. Крім того, тироксин може перетворюватися в організмі у трийодтиронін шляхом дейодування.

Функція щитоподібної залози, як і інших ендокринних залоз, що знаходиться під впливом гіпотала-

мо-гіпофізарної системи головного мозку, регулюється за принципом від'ємного зворотного зв'язку. Основним регулятором функції тиреоцитів щитоподібної залози є тиреотропін-гормон, який секретується передньою долею гіпофіза. Секреція тиреотропіну, в свою чергу, активується тиреоліберинем, який виробляється нейросекреторними клітинами гіпоталамуса. Таким чином, в організмі функціонує єдина нейрогуморальна система: тиреолібери-тиреотропін-тиреоїдні гормони або гіпоталамус-гіпофіз-щитоподібна залоза (Zayko & Byts, 2008; Ataman, 2012).

Слід відмітити особливості інервації щитоподібної залози, яка здійснюється симпатичними і парасимпатичними нервами автономної (вегетативної) нервової системи, а також соматичними нервами. Важливо відмітити, що багато симпатичних нервових закінчень безпосередньо зв'язані з фолікулами, що створює умови для прямого впливу симпатичних нервів на секрецію тиреоїдних гормонів.

В онтогенезі людини щитоподібна залоза найбільш інтенсивно функціонує у дітей, підлітків і жінок. Потреба у йоді значно зростає у період вагітності, під час посиленої фізичної і розумової діяльності, в умовах фізіологічного і психологічного стресу тощо. Окрім того, у зимовий період щитоподібна залоза проявляє більшу функціональну активність, ніж у літній час. У цілому добова потреба людини у йоді становить 150–200 мкг у залежності від віку і статі, фізичної і розумової активності.

Тиреоїдні гормони мають широкий спектр біологічної дії, а їх основні функціональні ефекти полягають у впливі на різні метаболічні процеси, а також збереження гомеостазу. Гормони щитоподібної залози забезпечують оптимальну активність організму на різних рівнях організації, впливають на диференціювання тканин, підтримують на належному рівні енергетичні і біосинтетичні процеси та в цілому визначають динаміку росту і розвитку організму (Gauthier et al., 2020; Wirth et al., 2022; Van Uytvanghe et al., 2023; Filfilan, 2023; Sinha & Yen, 2024). У зв'язку з цим при порушенні функцій щитоподібної залози виникає ряд патоморфологічних і патофізіологічних змін, які суттєво впливають на фізичне і психічне здоров'я людини.

Основні форми патології щитоподібної залози у людини і тварин пов'язані з її гіпофункцією або гіперфункцією (гіпотиреоз і гіпертиреоз) (Zayko & Byts, 2008; Ataman, 2012). Відповідні патоморфологічні і патофізіологічні зміни щитоподібної залози характерні для ендемічного зобу (гіпотиреоз), природженого зобу (як гіпотиреоз, так і гіпертиреоз), мікседеми (гіпотиреоз), базедової хвороби (гіпертиреоз). Особливим проявом дефіциту йоду у людини є кретинізм (гіпотиреоз), патологічний розвиток якого характеризується незворотною розумовою і фізичною відсталістю із відповідними втратами якості життя (Bodnar, 2002; Khvorostinka, 2009).

Слід відмітити, що симптоми гіпотиреозу або гіпертиреозу супроводжують психічну і поведінкову патологію людини, у т.ч. соматоформні, психосоматичні, психогенні і афективні розлади. Окремої уваги при цьому заслуговують розлади харчової поведінки

людини – нервова булімія та нервова анорексія (психосоматичні розлади). Окрім того, гіпофункція або гіперфункція щитоподібної залози значною мірою впливає на емоційну, вольову і когнітивну сферу людини, її фізичні і розумові здібності, а також творчість і якість життя.

### Обговорення

Фізичне і психічне здоров'я людини тісно пов'язане із реактивністю організму – системною властивістю відповідати через відповідні гуморальні і нервові механізми адаптації на змінені умови природного і соціального середовища існування для збереження гомеостазу. У людини визначають наступні форми реактивності: біологічна або видова реактивність; групова або конституційна реактивність; індивідуальна фізіологічна реактивність; індивідуальна патологічна реактивність; специфічна реактивність; неспецифічна реактивність (Berezniakova, 1993; Zayko & Byts, 2008; Ataman, 2012). Розрізняють також нормергічну (фізіологічну), гіперергічну та гіпоергічну реактивність. При цьому виділяють наступні реакції: адекватну за силою – нормергію, знижену – гіпоергію, підвищену – гіперергію, неадекватну – дизергію, відсутність реакції – анергію. Окрім того, існує зв'язок між реактивністю і резистентністю організму, тобто його стійкістю протидіяти патогенним чинникам та сприяти збереженню гомеостазу у відповідних умовах діяльності.

Специфічна реактивність реалізується через відповідні імунологічні та алергічні реакції у певних умовах діяльності організму. У цілому імунітет визначають як здатність організму захищатися від генетично чужорідних тіл і речовин, у т.ч. вірусів і мікроорганізмів. При цьому виділяють спадковий та набутий імунітет, клітинний і гуморальний імунітет, а також механізми специфічного і неспецифічного захисту щодо збереження гомеостазу організму.

Неспецифічна реактивність організму певним чином реалізується через стрес як загальний адаптаційний синдром (ЗАС) та супроводжується трьома функціональними стадіями (Ганс Сельє, 1936, 1952):

1) стадія тривоги з відповідною фазою шоку (зниження захисних механізмів) і фазою протишоку (посилення захисних механізмів); домінують процеси дисиміляції (катаболізму) із відповідним порушенням гомеостазу; стадія мобілізації функціональних резервів організму, у т.ч. через зростання синтезу адреналіну і норадреналіну (катехоламінів); стадія тривоги супроводжується як посиленням, так і зниженням механізмів клітинного імунітету організму;

2) стадія резистентності (опору, стійкості) – стадія ефективної адаптації до змінених умов існування; домінують процеси асиміляції (анаболізму) із відповідним відновленням гомеостазу; стадія оновлення функціональних резервів організму, у т.ч. через зростання синтезу глюкокортикоїдів (кортикостероїдів); стадія резистентності супроводжується зниженням механізмів гуморального імунітету організму;

3) стадія виснаження – стадія малої ефективності адаптаційно-компенсаторних механізмів, дезадапта-

ція; домінують процеси дисиміляції (катаболізму) із значним порушенням гомеостазу і втратою функціональних резервів організму; стадія виснаження супроводжується значним ослабленням клітинного і гуморального імунітету організму.

У цілому реалізація стресу як загального адаптаційного синдрому забезпечується різними фізіологічними і функціональними системами, у т.ч. функціональною системою гіпоталамус-гіпофіз-наднирники та симпатико-адреналовою системою, зміною електрофізіологічних і вегетативних (вісцеральних) показників, рухової активності і поведінки тощо (Berezniakova, 1993; Zayko & Byts, 2008; Ataman, 2012). Окрема увага в умовах стресу як специфічного функціонального стану – діяльності автономної (вегетативної) нервової системи із відповідною динамікою її симпатичного і парасимпатичного відділів.

Таким чином, біологічна (філогенетична і онтогенетична) функція стресу як неспецифічної реактивності – ефективна адаптація організму з відповідними компенсаторними механізмами до змінених умов існування та діяльності. При цьому теоретично і практично маловивченими залишаються динаміка активності щитоподібної залози в умовах фізіологічного і психологічного стресу, роль гормонів щитоподібної залози в реалізації відповідних стадій стресу, а також механізми взаємодії щитоподібної залози та наднирників в особливих або екстремальних умовах діяльності.

Існує вагомий зв'язок між резервами організму людини та його фізичним і психічним здоров'ям. Потенційні резерви організму людини можна поділити на морфологічні (конституційні) та функціональні резерви. У свою чергу, система функціональних резервів організму включає наступні підсистеми: біохімічні резерви, фізіологічні резерви, психологічні резерви. При цьому групова реактивність поєднує через конституцію (соматотип) морфологічні та функціональні резерви організму людини. Так, конституція (соматотип) – це сукупність спадкових (філогенетичних) та набутих (онтогенетичних) морфологічних і функціональних властивостей організму, які визначають його реактивність.

Окремо слід відмітити особливе значення діяльності щитоподібної залози щодо формування групової реактивності і конституції, а також морфологічними і функціональними резервами організму у зв'язку із фізичним і психічним здоров'ям людини. На нашу думку, відповідні теоретичні і практичні дослідження фахівців біології і медицини матимуть вагому наукову перспективу.

В умовах навчального процесу для комплексної оцінки показників фізичного і психічного здоров'я студентів із врахуванням екологічних і соціальних умов діяльності, у т.ч. потенційному впливові активності щитоподібної залози, доцільно визначити наступні рівні досліджень: 1 – екологічний рівень (комплексна оцінка природних умов існування щодо якості життя і впливу на здоров'я), 2 – соціальний рівень (комплексна оцінка соціальних умов існування щодо якості життя і впливу на здоров'я), 3 – морфологічний рівень (визначення індивідуальних і групових антро-



пологічних показників та індексів із врахуванням вікових і статевих особливостей людини), 4 – фізіологічний рівень (визначення показників діяльності серцево-судинної системи, у т.ч. частоту серцевих скорочень і артеріального тиску із врахуванням вікових і статевих особливостей людини), 5 – поведінковий рівень (контроль фізичної активності, впровадження методів функціональної терапії, ерготерапія, активний відпочинок).

Під час навчального процесу в умовах спеціалізованої лабораторії для встановлення морфологічних (антропологічних) показників та індексів організму людини використовували медичний ростомір, метро-ву стрічку та електронні ваги. Так, розрахунки індексу маси тіла (Імт) та індексу Пінье (ІП) проводили за відповідними формулами:

1) Індекс маси тіла ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ) = маса тіла (кг) : ріст ( $\text{м}^2$ );

2) Індекс Пінье (в умовних одиницях) = ріст (см) – ((маса тіла (кг) + обхват грудної клітки (см)).

Значення показників індексу маси тіла ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ) у популяціях людини (у дорослих за рекомендаціями ВООЗ, 1997): 1) індекс маси тіла 16 і менше – значний дефіцит маси тіла; 2) індекс маси тіла 16–18,5 – дефіцит маси тіла; 3) індекс маси тіла 18,5–24,9 – антропологічна норма; 4) індекс маси тіла 25–29,9 – надлишок маси тіла (передожиріння); 5) індекс маси тіла 30–34,9 – ожиріння першого ступеню (класу); 6) індекс маси тіла 35–39,9 – ожиріння другого ступеню (класу); 7) індекс маси тіла понад 40 – ожиріння третього ступеню (класу).

Значення показників індексу Пінье: 1) менше 10 – тенденція до надлишку маси тіла; 2) 10–30 – маса тіла у межах норми; 3) більше 30 – тенденція до дефіциту маси тіла. Враховуючи значення індексу Пінье, визначено наступну класифікацію трьох типів будови тіла (соматотипів): 1) гіперстенік (пікнік): індекс Пінье – менше 10 (тенденція до надлишку маси тіла); 2) нормостенік (атлетик): індекс Пінье – 10–30 (маса тіла у межах норми); 3) астеник (гіпостенік): індекс Пінье – більше 30 (тенденція до дефіциту маси тіла).

Слід відмітити, що гіпофункція щитоподібної залози супроводжується надлишком маси тіла, гіперфункція – дефіцитом маси тіла. Окрім того, існує ризик щодо певної соматичної, а також психічної і поведінкової патології при надлишку або дефіциті маси тіла людини. Так, при різних ступенях ожиріння проявляється схильність до нервової булімії, а при значному дефіциті маси тіла – схильність до нервової анорексії. У свою чергу, нервова булімія та нервова анорексія – це розлади харчової поведінки або психосоматичні розлади людини (змінена функціональна активність харчового центру гіпоталамусу з відповідними клінічними симптомами). При цьому доцільно відмітити, що симптоми нервової булімії та нервової анорексії тісно пов'язані із відповідною динамікою метаболізму – анаболізму (асиміляції) і катаболізму (дисиміляції).

Доцільно вказати, що навчальний процес супроводжується фізіологічним і психологічним стресом (емоційним та інформаційним стресом), у цілому – психофізіологічним стресом. При цьому окремо виділяють екзаменаційний стрес. Окрім того, останні роки

навчання у середній і вищій школі проходить в особливих умовах – в умовах біологічної загрози (інфекції, епідемія, пандемія), а також в умовах військової загрози та воєнних дій (потенційна та реальна військова загроза). У зв'язку з цим постає необхідність теоретичних і практичних досліджень щодо стресостійкості людини як морфо-функціональної складової її фізичного і психічного здоров'я, а також ролі ендокринної та нервової системи, у т.ч. щитоподібної залози у забезпеченні ефективності адаптаційних процесів в надскладних або екстремальних умовах діяльності.

Апробація методів діагностики стресостійкості організму людини за морфологічними показниками – за індексом маси тіла та індексом Пінье проведена в умовах спеціалізованої лабораторії психолого-природничого факультету Рівненського державного гуманітарного університету із залученням студентів різних курсів денної та заочної форми навчання.

Основні шляхи щодо профілактики йододефіцитних захворювань у людини: повноцінне білкове харчування; постійне вживання продуктів, багатих на природні вітаміни і мікроелементи (овочі і фрукти); регулярне вживання йодованої солі; постійне вживання продуктів моря, у т.ч. морської капусти; вживання медичних йодовмісних препаратів (під контролем лікарів); вживання комплексних мінеральних і вітамінних препаратів (під контролем лікарів); контроль показників маси тіла власного організму (визначення відповідних антропологічних індексів); контроль показників діяльності серцево-судинної системи (артеріальний тиск і частота серцевих скорочень); уникнення та додання негативних і астеничних емоцій; зменшення тиску фізіологічних і психологічних стрес-чинників, у т.ч. інформаційних і емоційних.

Таким чином, особливі географічні та екологічні умови Рівненщини та Західної України суттєво впливають на якість життя, а також кількісні і якісні показники фізичного і психічного здоров'я людини. У цілому особливе поєднання природничих і соціальних умов існування людини із врахуванням її вікових і статевих особливостей визначають динаміку її фізичної активності, а також специфіку емоційної, вольової і когнітивної сфери із відповідною проєкцією на успішність і творчість в умовах навчального процесу та особливих умовах діяльності.

## Висновки

Здоров'я людини як біологічний, психологічний і соціальний феномен суттєво залежить від природних – географічних і екологічних умов існування, у т.ч. із врахуванням потенційних можливостей міста і села.

У природних умовах Рівненщини дефіцит біогенних мікроелементів і, насамперед, йоду значною мірою впливає на здоров'я людини як єдину морфологічну і функціональну систему, а також етіологію і патогенез відповідної соматичної та психічної і поведінкової патології. Розробка та впровадження ефективних профілактичних заходів щодо збереження фізичного і психічного здоров'я.

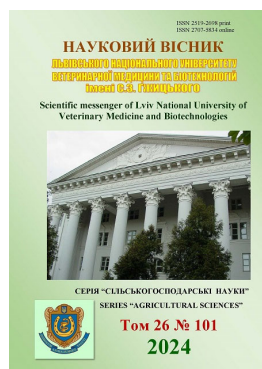
*Перспектива теоретичних і практичних досліджень* – пошук морфологічних і функціональних резервів щодо збереження фізичного і психічного здоров'я людини в умовах навчального процесу, а також реальної та потенційної біологічної або воєнної загрози.

#### Відомості про конфлікт інтересів.

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

#### References

- Ataman, O. V. (2012). *Patofiziologhiia: V dvoh tomah. Tom 1. Zahalna patologii* [Pathophysiology: In two volumes. Volume 1: General pathology]. Vinnytsia: Nova Knyha (in Ukrainian).
- Bereznikova, A. I. (1993). *Pidruchnyk dlia praktychnykh zaniat z patologii* [Manual for practical classes in pathology]. Kyiv: Vyshcha Shkola (in Ukrainian).
- Bodnar, P. M. (2002). *Endokrynologhiia* [Endocrinology]. Kyiv: Zdorovia (in Ukrainian).
- Filfilan, W. M. (2023). Thyroid Hormones Regulate the Thermoregulatory Mechanisms of the Body: Review. *Pakistan journal of biological sciences : PJBS*, 26(9), 453–457. DOI: 10.3923/pjbs.2023.453.457.
- Gauthier, B. R., Sola-García, A., Cáliz-Molina, M. Á., Lorenzo, P. I., Cobo-Vuilleumier, N., Capilla-González, V., & Martín-Montalvo, A. (2020). Thyroid hormones in diabetes, cancer, and aging. *Aging cell*, 19(11), e13260. DOI: 10.1111/ace1.13260.
- Gerenchuk, K. I. (1976). *Pryroda Rovenskoi oblasti* [Nature of Rivne region]. Lviv: Vyshcha Shkola (in Ukrainian).
- Khalid, N., & Umer, M. (2023). Utilization Of The Complete Blood Count In Diagnosing Endemic Diseases In Pakistan. *JPM. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 73(11), 2219–2225. DOI: 10.47391/JPM.8459.
- Khvorostinka, V. M. (2009). *Klinichna Endokrynologhiia* [Clinical endocrinology]. Kyiv: Medytyna (in Ukrainian).
- Korobova, E., Romanov, S., & Silenok, A. (2020). Endemic diseases of geochemical origin and methodological approaches toward their prevention and elimination. *Environmental geochemistry and health*, 42(8), 2595–2608. DOI: 10.1007/s10653-019-00442-z.
- Korotun, I. M., & Korotun, L. K. (1996). *Heohrafiia Rivnenskoi oblasti* [Geography of Rivne region]. Rivne: Print Hauz (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I., & Romanyuk, V. L. (2002). *Pryrodzhenyi zob teliat klinichni ta funktsionalni aspekty. Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnogo ahrar-*
- noho universytetu* [Inborn thyroiditis in calves: clinical and functional aspects. Bulletin of the Bila Tserkva State Agrarian University]. *Zbirnyk naukovykh prats*, 23, 90–104 (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I., Romanyuk, V. L., Mandygra, M. S. (2001). Method of postmortem diagnostics of congenital endemic goiter in calves. Declaration patent 36448 A Ukraine, IPC G01N33/483. 99126919; Declared on 20.12.1999; Published on 16.04.2001, Bulletin No. 3 (in Ukrainian).
- Robertson, D., Heriot, G., & Jamrozik, E. (2024). Herd immunity to endemic diseases: Historical concepts and implications for public health policy. *Journal of evaluation in clinical practice*, 30(4), 625–631. DOI: 10.1111/jep.13983.
- Romaniuk, V. L., & Goralsky, L. P. (2002). *Morfolohichni ta ekolohichni aspekty pryrodzhenoho zobu u teliat na Rivnenshchyni* [Morphological and ecological aspects of congenital goiter in calves in Rivne region]. *Visnyk Derzhavnogo ahroekolohichnoho universytetu. Zhytomyr*, 2, 70–79. URL: [http://ir.polissiauniver.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6323/1/VDAU\\_2002\\_2\\_70-79.pdf](http://ir.polissiauniver.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6323/1/VDAU_2002_2_70-79.pdf) (in Ukrainian).
- Sinha, R. A., & Yen, P. M. (2024). Metabolic Messengers: Thyroid Hormones. *Nature metabolism*, 6(4), 639–650. DOI: 10.1038/s42255-024-00986-0.
- Stevenson, M., & Halpin, K. (2021). Emerging and endemic zoonotic diseases: surveillance and diagnostics. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 40(1), 119–129. DOI: 10.20506/rst.40.1.3212.
- Sudakov, M. O., Bereza, V. I., Pogursky, I. G., et al. (1991). *Mikroelementozy silskohospodarskikh tvaryn. Druhe vydannia, pereroblene i dopovnene* [Trace element deficiencies in farm animals. Second edition, revised and updated]. Kyiv: Urozhai (in Ukrainian).
- Van Uytfganghe, K., Ehrenkranz, J., Halsall, D., Hoff, K., Loh, T. P., Spencer, C. A., & Köhrle, J. (2023). Thyroid Stimulating Hormone and Thyroid Hormones (Triiodothyronine and Thyroxine): An American Thyroid Association-Commissioned Review of Current Clinical and Laboratory Status. *Thyroid : official journal of the American Thyroid Association*, 33(9), 1013–1028. DOI: 10.1089/thy.2023.0169.
- Wirth, E. K., Puengel, T., Spranger, J., & Tacke, F. (2022). Thyroid hormones as a disease modifier and therapeutic target in nonalcoholic steatohepatitis. *Expert review of endocrinology & metabolism*, 17(5), 425–434. DOI: 10.1080/17446651.2022.2110864.
- Zayko, M. N., & Byts, Y. V. (2008). *Patofiziologhiia. Druhe vydannia, pereroblene i dopovnene* [Pathophysiology. Second edition, revised and updated]. Kyiv: Medytyna (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10144  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 911.3

## Demographic trends in the development of rural settlement areas

L. D. Romanchuk<sup>✉</sup>, R. A. Valerko, L. O. Herasymchuk

Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine

### Article info

Received 09.10.2024  
Received in revised form  
11.11.2024  
Accepted 12.11.2024

Zhytomyr Polytechnic State  
University, Chudnivska Str. 103,  
Zhytomyr, 10005, Ukraine.  
Tel.: + 38-093-193-46-22  
E-mail: ludmilaroman-  
chuck14@gmail.com

**Romanchuk, L. D., Valerko, R. A., & Herasymchuk, L. O. (2024). Demographic trends in the development of rural settlement areas. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 284–292. doi: 10.32718/nvlvet-a10144**

The demographic situation in rural areas of Ukraine has become increasingly significant in light of the administrative-territorial reform of 2020, the country's European integration course, and contemporary social challenges, including the repercussions of the Russia-Ukraine war. Negative demographic trends, such as depopulation, population aging, and declining birth rates, critically affect national security and the sustainable development of regions, highlighting the importance of this research. Objective of the study: to evaluate demographic trends in the rural areas of the Zhytomyr region as a foundation for the sustainable development of the region and for shaping state policies to support rural populations. The study is based on statistical data provided by the Main Department of Statistics in the Zhytomyr region, the Zhytomyr Regional Military Administration, and analytical materials from Ukrainian and international researchers. Methods of statistical analysis, graphical modeling, and comparison were employed. The research identified a persistent decline in the rural population of the Zhytomyr region—since 1995, its size has decreased by 28 %. As of 2022, rural residents account for 40.4 % of the region's total population. A significant disparity in population distribution across districts was observed, with the highest concentration in the Zhytomyr district and the lowest in the Berdychiv district. Key factors contributing to this decline include depopulation, low birth rates, migration, high mortality rates, and deteriorating living conditions. The study highlights a substantial reduction in rural birth rates, which remain below the replacement level. Factors influencing this decline include socioeconomic conditions, youth migration, the professional engagement of women, and low income levels. Simultaneously, increasing mortality rates, coupled with migration losses, exacerbate the demographic crisis. Ensuring the sustainable development of rural areas requires the implementation of comprehensive state and regional policies aimed at creating favorable conditions for living, working, and population reproduction. These policies must also consider the impact of ecological and socio-political factors, particularly the consequences of the war. The findings of the study can be utilized to develop strategies for the sustainable development of rural areas, plan demographic policies, and implement programs for the socio-economic support of rural populations.

**Key words:** depopulation, population reproduction, population size, rural settlements, quality of life, Zhytomyr region.

## Демографічні тенденції розвитку сільських селітебних територій

Л. Д. Романчук<sup>✉</sup>, Р. А. Валерко, Л. О. Герасимчук

Державний університет “Житомирська політехніка”, м. Житомир, Україна

Демографічна ситуація в сільській місцевості України набуває особливого значення в умовах адміністративно-територіальної реформи 2020 року, європейського курсу країни та соціальних викликів, зокрема через наслідки російсько-української війни. Неадекватні демографічні тенденції, такі як депопуляція, старіння населення та зниження рівня народжуваності, мають суттєвий вплив на національну безпеку та сталий розвиток регіонів, що обумовлює актуальність проведеного дослідження. Інформаційною базою дослідження стали статистичні дані Головного управління статистики у Житомирській області, Житомирської обласної військової адміністрації. Використано методи статистичного аналізу, графічного моделювання та порівняння. У Житомирській

області зафіксовано тривале зниження чисельності сільського населення – з 1995 року його кількість зменшилась на 28 %. Станом на 2022 рік частка сільських жителів складає 40,4 % від загальної чисельності населення області. Виявлено нерівномірний розподіл сільського населення між районами: найбільша чисельність – у Житомирському районі, найменша – у Бердичівському. Дослідження демонструє значне скорочення рівня народжуваності у сільській місцевості області, який не досягає навіть простого рівня відтворення. На зниження народжуваності впливають соціально-економічні умови, міграція молоді, залучення жінок у професійну діяльність та низький рівень доходів. Поряд із цим спостерігається зростання смертності, що разом із міграційними втратами значно поглиблює демографічну кризу. Для забезпечення сталого розвитку сільських територій необхідним є впровадження комплексної державної та регіональної політики, спрямованої на створення сприятливих умов для проживання, роботи та відтворення населення. Також слід враховувати вплив екологічних та соціально-політичних факторів, зокрема наслідків війни. Результати дослідження можуть бути використані для розробки стратегій сталого розвитку сільських територій, планування демографічної політики та реалізації програм соціально-економічної підтримки сільського населення.

**Ключові слова:** депопуляція, відтворення населення, чисельність населення, сільські населені пункти, якість життя, Житомирська область.

## Вступ

Необхідність аналізу демографічної ситуації в сільській місцевості зумовлена адміністративно-територіальною реформою 2020 року, європейським курсом України та новими викликами, пов'язаними з втратами у російсько-українській війні (Hukalova, 2023). Результати досліджень показують, що несприятливі демографічні умови, зокрема специфічні форми відтворення населення, а також його кількісні та якісні характеристики, можуть як сприяти, так і перешкоджати виникненню внутрішніх і зовнішніх конфліктів. Це, у свою чергу, здатне провокувати сепаратистські настрої серед населення, що становить потенційну загрозу національній безпеці навіть у відносно стабільних міжнародних умовах.

Загалом, більшість сільських територій у світі стикаються з проблемами депопуляції, старіння населення та міграційним відтоком, що вимагає комплексних заходів для забезпечення сталого розвитку цих районів та підвищення якості життя сільських мешканців, що зумовлює актуальність проведеного дослідження.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Підвищена увага науковців до аналізу сучасного тренду демографічного розвитку населення у межах сільських територій зумовлена тим, що саме тут формуються демовідтворювальні процеси і забезпечується життєдіяльність населення (Miklovda et al., 2021).

Дослідження демографічної ситуації на селі висвітлено у багатьох працях українських (Hudzealiak & Dnistrianska, 2018; Melnyk et al., 2021; Palapa et al., 2021; 2023) та зарубіжних учених (Margaras, 2019; European Commission, 2020; Ahlmeyer & Volgmann, 2023), які присвячені аналізу основних демографічних тенденцій, проблемам демографічного розвитку сільських населених пунктів, а також розробці державних та регіональних стратегій розвитку демографічної ситуації.

Проте, наразі, недостатньою є кількість досліджень, присвячених оцінці демографічної ситуації сільських населених пунктів Житомирської області (Herasymchuk et al., 2019; Romanchuk et al., 2023).

## Мета дослідження

Саме тому, метою даного дослідження була оцінка тенденцій розвитку демографічної ситуації сільських

селищеских територій Житомирської області як основи сталого розвитку регіону.

## Матеріал і методи досліджень

Інформаційною базою для проведення досліджень стали статистичні матеріали Головного управління статистики у Житомирській області (Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti), Житомирської обласної військової адміністрації (Passport Zhytomyrskoi oblasti 2020).

## Результати та їх обговорення

На території Житомирської області наразі налічується 1613 сільських населених пунктів та 43 селищ міського типу. Внаслідок адміністративно-територіальної реформи, яка відбулась у липні 2020 року, Житомирську область було розділено на 4 адміністративні райони: Бердичівський, Житомирський, Коростенський та Новоград-Волинський, на яких розміщено 66 територіальних громад. Найбільша кількість сільських населених пунктів наразі знаходиться у Житомирському районі – 654, а найменша – у Бердичівському – 149 (рис. 1).

Житомирська область є однією з середньо заселених українських областей з низькою щільністю населення (рис. 2) та низьким рівнем урбанізації. За чисельністю населення область займає 14 місце серед регіонів України. Демографічний розвиток Житомирської області впродовж останніх 20 років характеризується тенденцією до поступового спаду чисельності населення, особливо в сільській місцевості. Починаючи з 1995 року, спостерігається зниження чисельності населення як по області в цілому, так і зокрема сільського населення.

Кількість сільського населення області протягом 1995—2021 років знизилась на 28 %. На 01 січня 2022 року в області проживало 1180638 осіб, з них 704027 осіб або 59,6 % мешкали у містах та селищах міського типу та 476611 осіб – у сільській місцевості. Загалом же сільське населення становить 40,4 % від загальної кількості населення регіону. Зниження кількості сільського населення у області описується лінійним трендом з від'ємною залежністю  $y = -32,464x + 688,44$  з високим рівнем апроксимації  $R^2 = 0,9772$  (рис. 3).



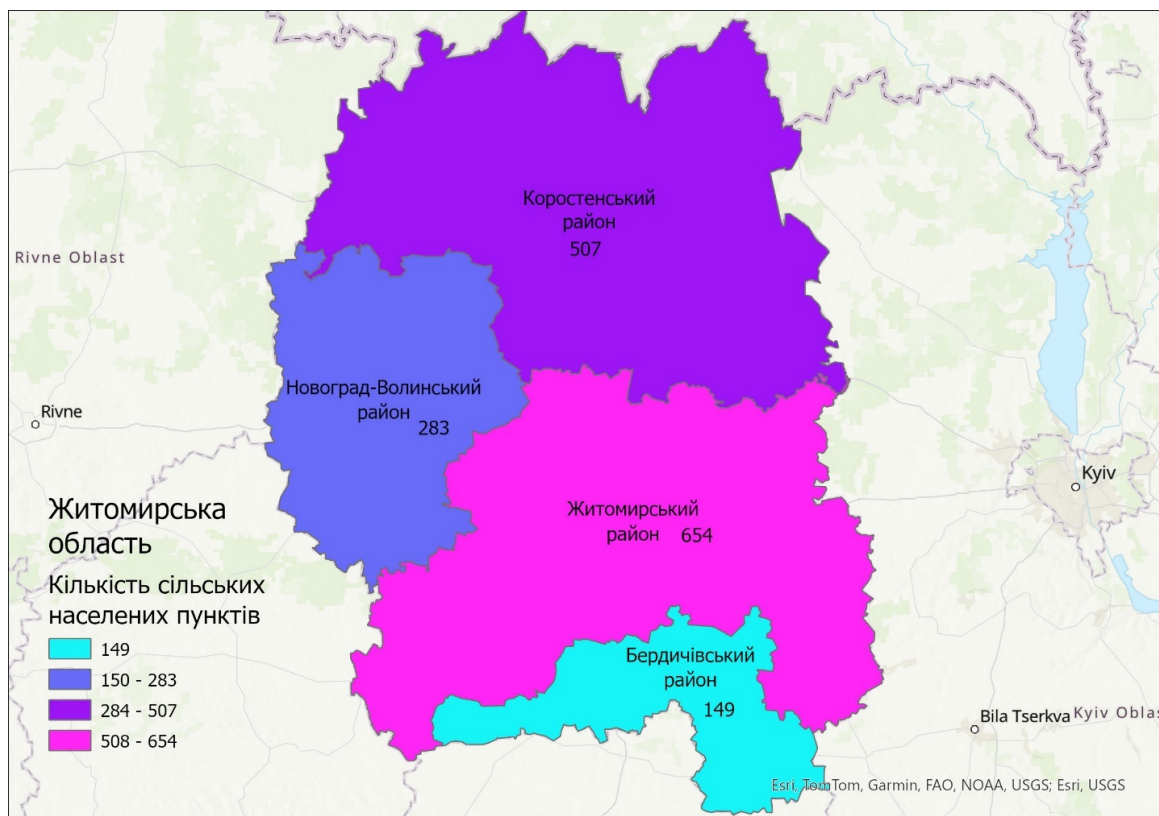


**Рис. 1.** Кількість сільських населених пунктів на території Житомирської області, шт

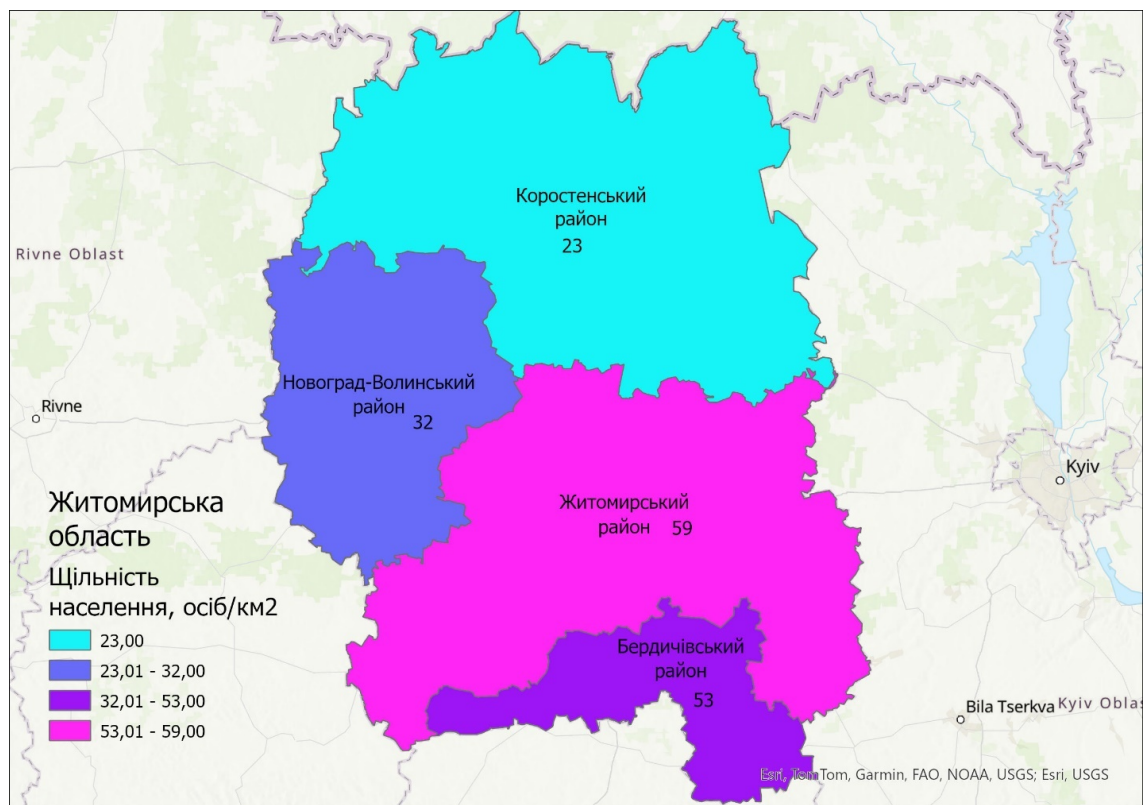


**Рис. 2.** Щільність населення Житомирської області за районами, осіб/км<sup>2</sup> (побудовано на основі даних ([Passport Zhytomyrskoi oblasti 2020](#)))

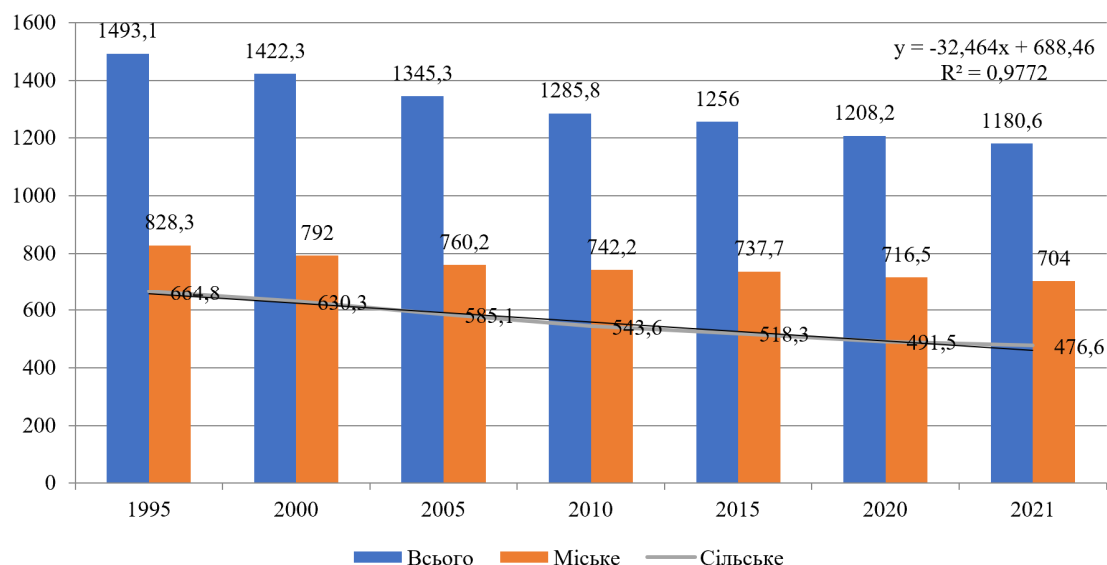


**Рис. 3.** Динаміка кількості населення Житомирської області, тис. осіб (побудовано на основі даних (Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti))

Кількість сільського населення по районах області розподілена нерівномірно (рис. 4). Найбільша його кількість мешкає у Житомирському районі, де станом на 2020 рік проживало 231020 тис. осіб, із середньою чисельністю населення одного села 353 особи, у Коростенському районі проживало 120800 тис. осіб, а сере-

дня чисельність одного села становила 238 осіб, у Бердичівському – 80334 тис. осіб, при тому, що середня кількість мешканців одного села становила 539 осіб, у Новоград-Волинському районі мешкало 76721 тис. осіб при середній чисельності одного села 271 особа (Passport Zhytomyrskoi oblasti 2020: statystychni dany).



**Рис. 4.** Кількість сільського населення у розрізі районів Житомирської області, тис. осіб, 2022 рік (побудовано на основі даних (Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti))

У розрізі нових укрупнених районів області протягом останніх двох років також спостерігається зменшення кількості наявного населення сільської місцевості. Зокрема, на території Бердичівського району кіль-

кість сільського населення зменшилась на 1 448 осіб або на 2,3 %, у Житомирському районі – на 3507 осіб або на 1,5 %, у Коростенському – на 2730 осіб або 2,3 % та у Новоград-Волинському – на 2,3 % (рис. 5).

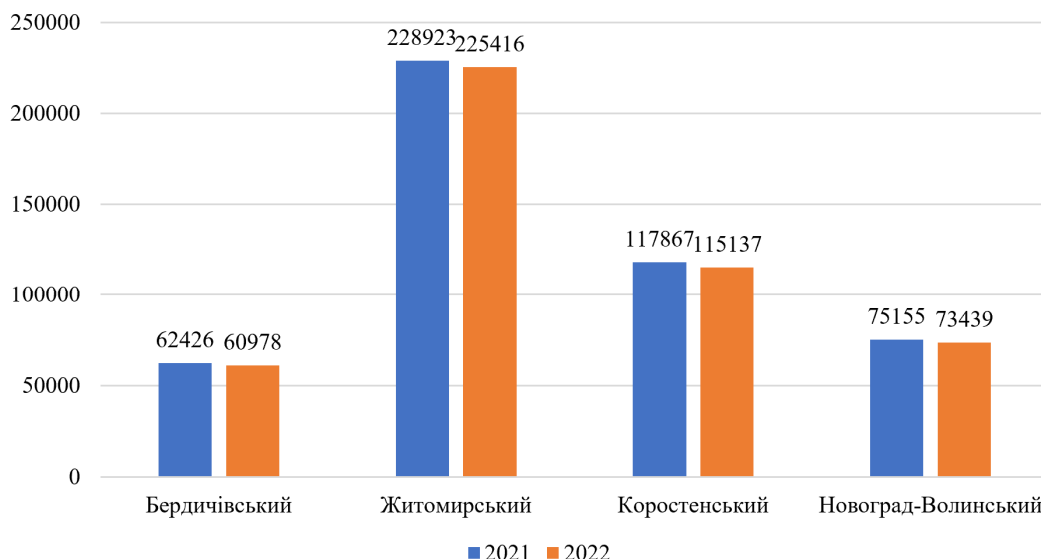


**Рис. 5.** Розподіл кількості сільського населення у розрізі нових укрупнених районів Житомирської області, осіб (побудовано на основі даних ([Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti](#)))

У 2021 році лідером за загальним скороченням населення став Житомирський район, у якому зафіксовано найбільші кількості природного та міграційного скорочення, що становило -579 та -122 особи відповідно. Найменший показник загального скорочення населення виявлено у Новоград-Волинському районі

на рівні -195 осіб, з яких -188 становлять природне скорочення населення. Для Коростенського району є характерним те, що загальне скорочення населення майже повністю відбувається за рахунок природного скорочення (рис. 6).

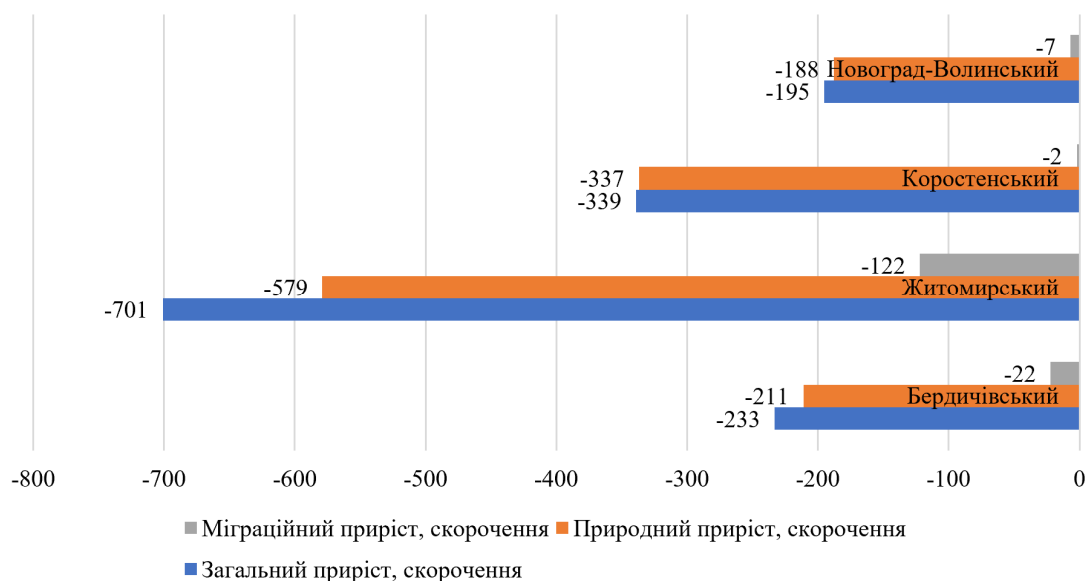


**Рис. 6.** Загальне скорочення населення на території сільських територій Житомирської області у 2021 році (побудовано на основі даних ([Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti](#)))

Зменшення кількості сільського населення спричинено падінням рівня життя, незабезпеченістю роботою та інфраструктурою, що особливо гостро відчувають невеликі поселення. У дослідженні, проведеному І. В. Гукаловою, здійснено групування областей за рівнем змін їх питомої ваги у народжуваності сільського населення України протягом 1959—2021 років. За рівнем народжуваності Житомирська область потрапила до групи регіонів, у яких потенціал народжуваності значно знизився, зокрема зафіксована абсолютна різниця понад 20 тис. осіб на рік ([Hukalova, 2023](#)).

Тенденція до зниження рівня народжуваності у сільській місцевості є характерною й для країн Європи, проте там знижується й рівень смертності. Для України, як зазначалося вище, й для Житомирської області зокрема, на рівні зниження народжуваності значно підвищується рівень смертності, починаючи із 1990 року. Рівень народжуваності сільського населення описується поліноміальною моделлю тренду 3-го ступеня, що має від'ємний нахил та зображується рівнянням:  $y = -0,0021x^3 + 12,338x^2 - 24745x + 2E + 07$ . Значення  $R^2 = 0,8291$  вказує на високу якість ап-

роксимації даних. Натомість тренд рівня смертності має позитивну залежність:  $y = 0,0009x^3 - 5,6704x^2 +$

$11388x - 8E + 06$  та має середньої сили кореляційний зв'язок  $R^2 = 0,6866$  (рис. 7).

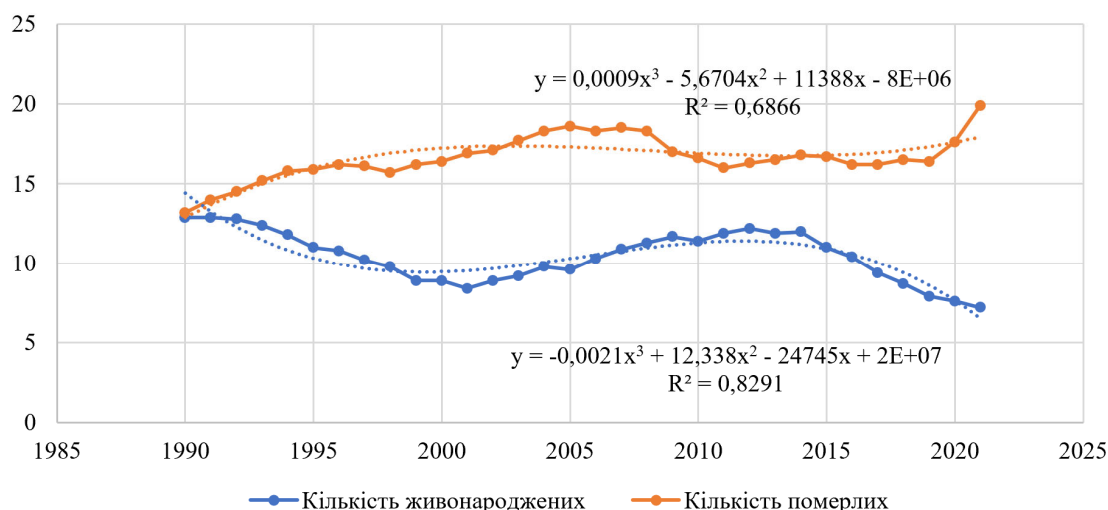


**Рис. 7.** Коефіцієнти народжуваності і смертності у Житомирській області протягом 1990—2021 років, на 1000 осіб наявного населення (побудовано на основі даних ([Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti](#)))

Як відомо, природний приріст залежить від показників народжуваності та смертності та характеризується постійним скороченням, зокрема й сільського населення. Від'ємний природний приріст свідчить про загрозливу ситуацію, яка склалась наразі для сільської місцевості України та Житомирської області зокрема. Динаміка природного приросту сільського населення Житомирської області корелює із ситуацією у цілому по Україні. Найбільший показник депопуляції був зафіксований у 1990 році на рівні -0,3, а найнижчий — у 2021 році на рівні -12,7, що свідчить про високий

рівень природної депопуляції сільського населення області. Різке падіння природного приросту спостерігається з початку 1990-х років до початку 2000-х, потім спостерігається деяке його підвищення, проте починаючи із 2013 року знову починається поступовий процес депопуляції сільського населення. Негативний тренд природного приросту описується поліноміальною моделлю 3-го ступеня:  $y = -0,003x^3 + 18,009x^2 - 36132x + 2E + 07$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,8677$  вказує на негативну тенденцію постійного зниження показника (рис. 8).

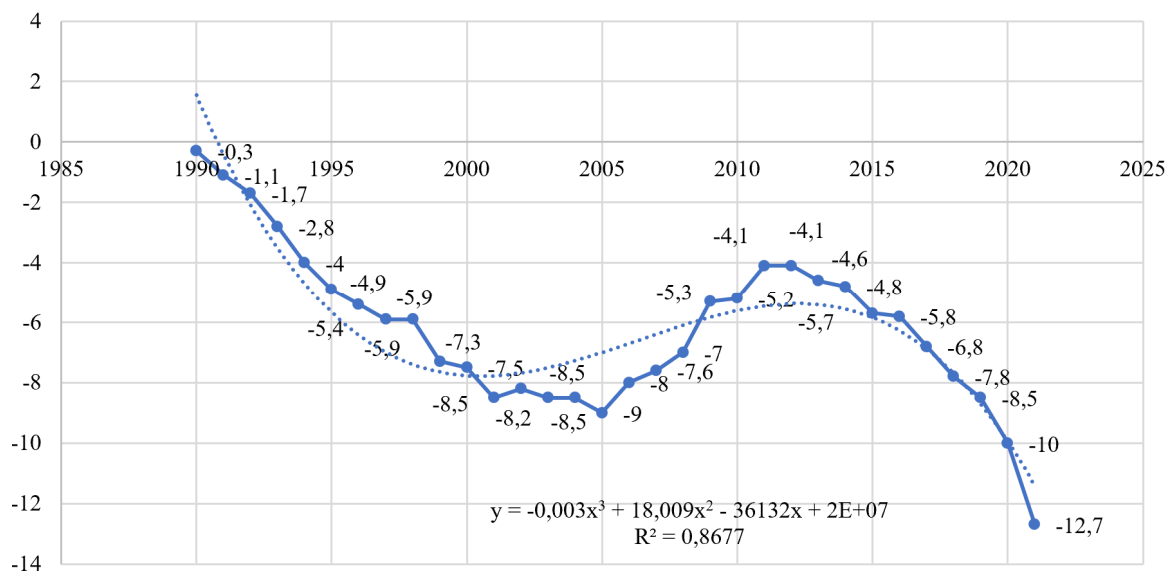


**Рис. 8.** Динаміка природного приросту сільського населення у Житомирській області протягом 1990—2021 років, на 1000 населення (побудовано на основі даних ([Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti](#)))

Відомо, що зниження народжуваності пов'язане із соціальними умовами сучасності. Відбувається масове залучення жінок у суспільне виробництво, виникає необхідність у задоволенні їх освітніх, професійних та громадських інтересів, що зумовлює малодітність у

сільських родинах, а іноді навіть і бездітність. Внаслідок цього протягом останніх десятиліть відбувається погіршення дітородної ситуації у сільських сім'ях. Крім того, стрімке зниження рівня життя та глибока розбіжність між цими стандартами і реальні-



стю призвели до того, що 80 % молодих пар воліли б створити умови для достатнього рівня доходу, а не народжувати двох дітей, а близько двох третин – мати окреме житло.

Сумарний показник народжуваності є найточнішим виміром рівня народжуваності, оскільки дозволяє одним числом, величина якого не залежить від віку, оцінити рівень народжуваності.

Як зазначено вище, в Україні наразі склалась складна ситуація щодо низького рівня народжуваності незалежно від території проживання. Проте традиційно народжуваність у селах є вищою за народжуваність у містах. Зокрема, у 2015 році показник народжуваності на одну сільську жінку репродуктивного віку становив 1,71, а у містах – 1,39 (Dudziak, 2018).

З огляду на поточну очікувану тривалість життя при народженні, простий рівень відтворення населення відповідає 2,14 дитини на одну жінку репродуктивного віку. Тому зниження рівня народжуваності

нижче простого рівня відтворення населення слід вважати критичним, оскільки це означає скорочення чисельності населення. Для простого відтворення, з урахуванням шлюбності та безпліддя, рівень народжуваності має становити 2,6 дитини. Таким способом, поріг простого відтворення для сільського населення має становити 2,14 дитини на одну жінку репродуктивного віку, а поріг розширеного відтворення — 2,6 дитини (Dudziak, 2018).

Середній показник народжуваності однією сільською жінкою у Житомирській області станом на 2021 рік становить 1,14, що є недостатнім для простого та розширеного відтворення сільського населення області. Поліноміальна залежність середнього коефіцієнту народжуваності має від'ємний нахил та описується рівнянням:  $y = -0,0003x^3 + 0,0147x^2 - 0,2293x + 2,5156$ . Значення  $R^2 = 0,8737$ , що доводить високий кореляційний зв'язок (рис. 9).

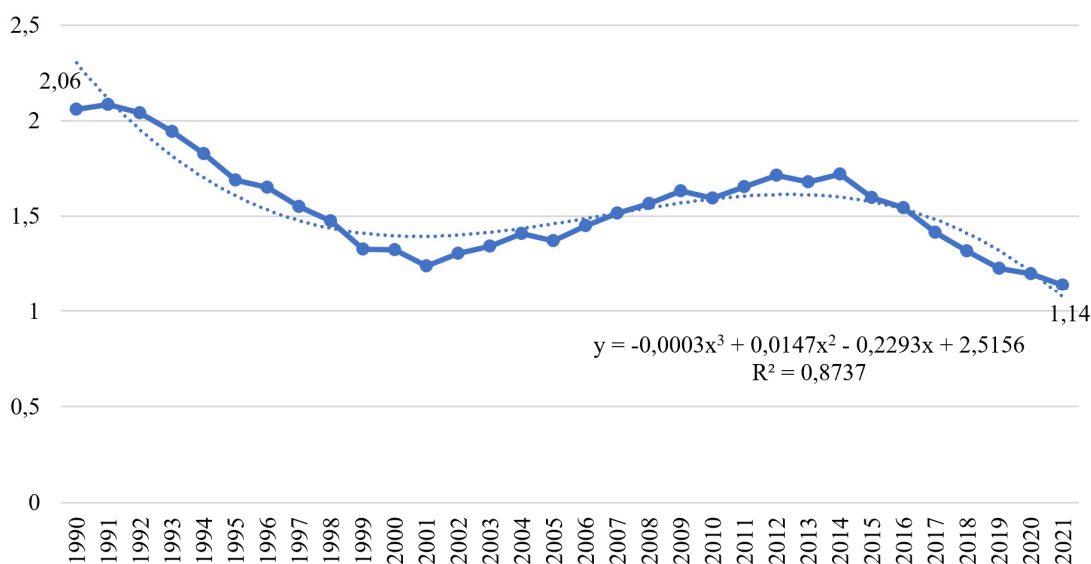


**Рис. 9.** Середній коефіцієнт народжуваності у сільській місцевості Житомирської області, 1990—2021 роки (побудовано на основі даних (Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti))

Середня тривалість життя є загально визнаним індикатором стану здоров'я та соціального, фізичного й морального добробуту. За цим показником у області наявна досить суттєва відмінність між чоловіками (63,21 рік) та жінками (73,45 років). Отже, спостерігаються відмінності між кількістю померлих чоловіків і жінок, яка характеризується значно вищою смертністю чоловіків у молодому віці (рис. 10).

Різниця за показником очікуваної тривалості життя жінок та чоловіків наявна також і у розвинутих європейських країнах, зокрема й у сільській місцевості (Tytarenko, 2017).

Крім соціально-політичних факторів впливу на стан демографічної ситуації у сільській місцевості, можуть впливати також і екологічні проблеми. Зокрема, незадовільна якість стану питної води та продуктів харчування можуть сприяти виникненню захворю-

вань та зниженню якості життя. Особливо тут слід звернути увагу саме на якість питної води, яка дуже часто забруднена нітратами, що спричинює виникнення ризиків для життя і здоров'я людини.

Крім того, одним з найбільш суттєвих та істотних факторів змін у якості життя сільського населення України наразі є російсько-українська війна, яка призвела та продовжує призводити до значних і непоправних соціально-демографічних та екологічних збитків. Мешканці сільських населених пунктів тимчасово окупованих та прифронтових територій виїжджають у інші регіони та за межі країни. Катастрофічність цих процесів не можна недооцінювати, вони потребують детального дослідження, оскільки сільська місцевість відіграє значну роль у формуванні демографічного потенціалу країни.

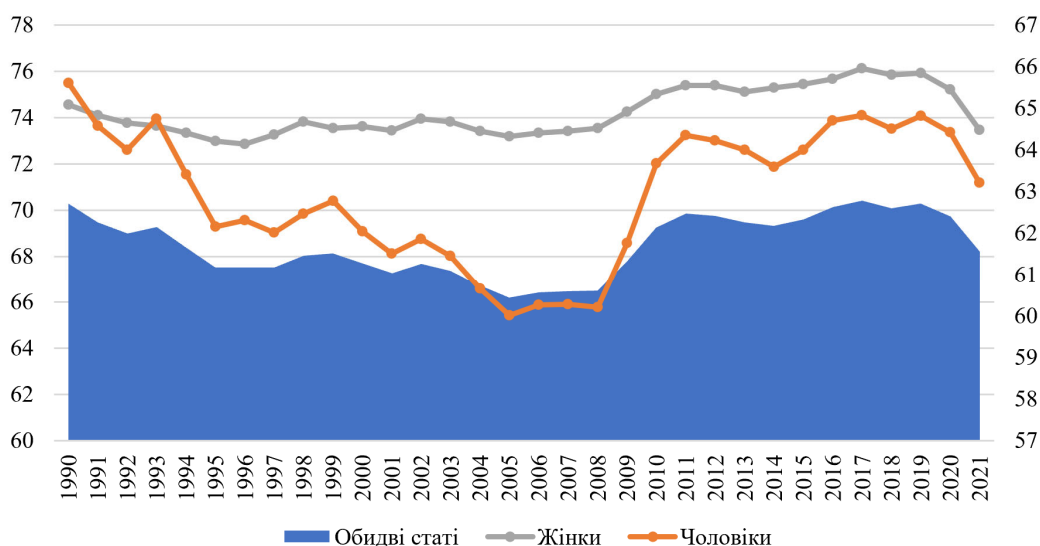


**Рис. 10.** Середня очікувана тривалість життя при народженні у сільській місцевості Житомирської області, 1990—2021 роки (побудовано на основі даних (Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti))

Для розв'язання демографічних проблем сільських територій необхідним є об'єднання зусиль держави, регіональних та місцевих органів влади, а також територіальних громад, які мають визначати головні напрями облаштування на селі оптимального та безпечного середовища проживання.

### Висновки

Демографічна ситуація у сільській місцевості Житомирської області відображає загальноукраїнські тенденції депопуляції, старіння населення, зниження народжуваності та підвищення смертності. Адміністративно-територіальна реформа 2020 року сприяла укрупненню районів, проте суттєвого поліпшення умов для розвитку сільських територій не відбулося. Основними викликами залишаються: зниження чисельності сільського населення, низький рівень народжуваності, негативний природний приріст, незадовільний рівень життя, обмежена інфраструктура, екологічні проблеми, а також вплив російсько-української війни.

Дослідження показали, що середній коефіцієнт народжуваності та тривалість життя у сільській місцевості є недостатніми для забезпечення навіть простого відтворення населення. Погіршується і якість життя через обмежений доступ до якісної води, послуг охорони здоров'я та роботи. Ці проблеми потребують комплексного вирішення на державному, регіональному та місцевому рівнях.

Особливо важливим є формування ефективної демографічної політики, спрямованої на стимулювання народжуваності, підтримку молодих сімей, покращення інфраструктури сільських населених пунктів та створення сприятливих умов для проживання й розвитку. Лише об'єднання зусиль усіх зацікавлених сторін може забезпечити сталий розвиток сільських територій і зміцнення демографічного потенціалу регіону.

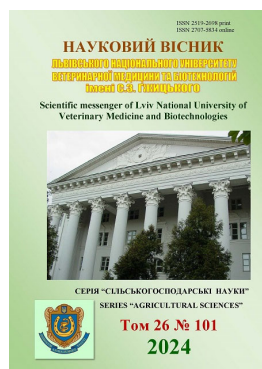
### Відомості про конфлікт інтересів.

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Ahlmeier, F., & Volgmann, K. (2023). What Can We Expect for the Development of Rural Areas in Europe?—Trends of the Last Decade and Their Opportunities for Rural Regeneration. *Sustainability*, 15, 5485. DOI: 10.3390/su15065485.
- Dudziak, O. A. (2018). Demografichna sytuatsiia na sil'skykh terytoriakh Ukrainy v period vidnovlennia ta rozvytku [Demographic situation in rural areas of Ukraine during the period of recovery and development]. *Efektivna ekonomika*, 5. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5\\_2018/79.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5_2018/79.pdf) (in Ukrainian).
- European Commission (2020). Report on the Impact of Demographic Change. URL: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/demography\\_report\\_2020\\_n.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/demography_report_2020_n.pdf).
- Herasymchuk, L. O., Martenyuk, G. M., Valerko, R. A., & Kravchuk, M. M. (2019). Demographic and oncoepidemiological situation in radioactive contaminated territory of Zhytomyr Oblast. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(1), 32–38. DOI: 10.15421/021905.
- Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti [Main Department of Statistics in Zhytomyr Region]. URL: <https://www.zt.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- Hudzeliak, I., & Dnistrianska, I. (2018). Demografichna sytuatsiia v sil'skii mistsevoli Ukrainy: tendentsii rozvytku ta rehionalni osoblyvosti [Demographic situation in rural areas of Ukraine: trends of development and regional features]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heohrafichna*, 52, 79–88. DOI: 10.30970/vgg.2018.52.10171 (in Ukrainian).
- Hukalova, I. V. (2023). Demografichni ta sotsialni chynnyky rozvytku sil'skoi mistsevoli Ukrainy: tendentsii zmin [Demographic and social factors of rural development in Ukraine: trends of change]. *Ukrain-*

- skyi heohrafichnyi zhurnal, 2, 35–47. DOI: 10.15407/ugz2023.02.035 (in Ukrainian).
- Margaras, V. (2019). Demographic trends in EU regions. European Parliamentary Research. URL: <https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/eprs-briefing-633160-demographic-trends-eu-regions-final.pdf>.
- Melnyk, N. V., Melnyk, A. V., Peresadko, V. A., & Velykochy, V. S. (2021). Demohrafichni protsesy Karpatskoho rehionu v konteksti ekonomichnoho rozvytku terytorii [Demographic processes of the Carpathian region in the context of economic development of the territory]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriya «Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia», 55, 187–203. DOI: 10.26565/2410-7360-2021-55-14 (in Ukrainian).
- Miklovda, V. P., Pitiulych, M. I., Hoblyk, V. V., & Pitiulych, M. M. (2021). Current trends in the demographic development of the population of small villages in Zakarpattia region. Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series «Economics», 8(3), 67–74. DOI: 10.52566/msu-econ.8(3).2021.67-74.
- Palapa, N. V., Bilotil, V. Yu., Honchar, S. M., & Babikova, K. O. (2023). Silski terytorii Ukrainy: suchasnyi stan, problemy, shliakhy rozv'iazannia [Rural areas of Ukraine: current state, problems, ways of solving]. Zbalansovane pryrodokorystuvannia, 1, 53–65. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2023.278539 (in Ukrainian).
- Palapa, N. V., Nahorniuk, O. M., Toniuk, M. O., Honchar, S. M., & Shevchenko, Yu. V. (2021). Suchasnyi ekolohichnyi stan silskykh selitebnykh terytorii Ukrainy: vidtvorennia i zberezhennia liudskoho i pryrodno-resursnoho potentsialu [Current ecological state of rural residential areas in Ukraine: reproduction and preservation of human and natural-resource potential]. Agroecological Journal, 2, 108–116. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2021.234467 (in Ukrainian).
- Passport Zhytomyrskoi oblasti 2020: statystychni dany [Passport of Zhytomyr Region 2020: Statistical Data]. Zhytomyrska oblasna viiskova administratsiia. URL: <https://oda.zht.gov.ua/wp-content/uploads/2021/03/PASPORT-velykyj.pdf> (in Ukrainian).
- Romanchuk, L., Herasymchuk, L., Valerko, R., & Pitsil, A. (2023). Study of the Demographic Component Quality of Life of the Population of the Radioactively Contaminated Territory of the Zhytomyr Region Using ArcGIS Software. Ecological Engineering & Environmental Technology, 24(5), 63–75. DOI: 10.12912/27197050/163671.
- Tytarenko, O. (2017). Sotsialno-demohrafichni aspekty rozvytku silskykh terytorialnykh hromad v Ukraini [Socio-demographic aspects of the development of rural territorial communities in Ukraine]. Visnyk APSVT, 1, 39–49. URL: [https://www.socosvita.kiev.ua/sites/default/files/1\\_2017\\_39-49.pdf](https://www.socosvita.kiev.ua/sites/default/files/1_2017_39-49.pdf) (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10145  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.084: 661.155.3

## The effect of zinc and copper proteinate on the growth and development of crossbred pigs during fattening

V. S. Bomko<sup>1</sup>, S. G. Karapysh<sup>1</sup>, Yu. G. Kropyvka<sup>2✉</sup>

<sup>1</sup>Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 11.10.2024

Received in revised form

11.11.2024

Accepted 12.11.2024

Bila Tserkva National Agrarian  
University, pl. 8/1 Soborna,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-431-88-30  
E-mail: sy-kropyvka@ukr.net

**Bomko, V. S., Karapysh, S. G., & Kropyvka, Yu. G. (2024). The effect of zinc and copper proteinate on the growth and development of crossbred pigs during fattening. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 293–298. doi: 10.32718/nvlvet-a10145**

The article presents the results of a scientific and production experiment studying the impact of different levels of zinc and copper proteinate in the diets of fattening pigs, as well as the feed efficiency for one kilogram of live weight gain. The inclusion of zinc and copper proteinate in the compound feeds for four breeds of fattening piglets led to an increase in the average daily gain and a reduction in feed costs per unit of production compared to animals that received zinc and copper sulfates. The best results for growth intensity and feed conversion efficiency were recorded in pigs of the 4th experimental group, which received compound feeds containing zinc proteinate (166.4 g/ton) and copper proteinate (5.45 g/ton). The study confirms the importance of balanced feeding for achieving high productivity in hybrid pigs, particularly in providing essential trace elements such as zinc and copper. These elements are crucial for various biological processes, including enzymatic activity, metabolic regulation, and immune system function. The use of organic trace elements, such as chelated complexes, enhances the absorption and bioavailability of these substances compared to inorganic salts like sulfates. The results of the study show that the inclusion of zinc and copper proteinate in pig diets significantly improves their performance during fattening, increasing both growth intensity and feed efficiency. The use of chelated forms of trace elements in pig feeding allows for better results, reduces feed costs, and ensures high profitability in pork production. The research also highlights the need for continuous optimization of compound feed formulations to create optimal conditions for the growth and development of pigs, which is essential for modern pig farming. In particular, it emphasizes the importance of scientific research and the implementation of innovative approaches to animal feeding to achieve high results in meat production.

**Key words:** fattening pigs, zinc proteinate, copper proteinate, feed conversion, feed costs, growth rate, trace elements, compound feed.

## Вплив протеїнатів цинку і купруму на ріст і розвиток помісних свиней на відгодівлі

В. С. Бомко<sup>1</sup>, С. Г. Карапиш<sup>1</sup>, Ю. Г. Кропивка<sup>2✉</sup>

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті подано результати науково-господарського дослідження, що вивчає вплив різних рівнів протеїнатів цинку та купруму в раціонах свиней на відгодівлі, а також ефективність витрат корму на один кілограм приросту живої маси. Введення протеїнату цинку та купруму в комбікорми для чотирьох породних поросят на відгодівлі призвело до збільшення середньодобового приросту живої маси та зниження витрат корму на одиницю продукції порівняно з тваринами, що отримували сульфати цинку та купруму.



Найкращі результати за показниками інтенсивності росту та конверсії корму були зафіксовані у свиней 4-ї дослідної групи, що отримували комбікорми з протеїнатами цинку (166,4 г/т) і купруму (5,45 г/т). Дослідження підтверджує важливість збалансованої годівлі для досягнення високої продуктивності гібридних свиней, зокрема, у забезпеченні їх організму мікроелементами, такими як цинк і купрум. Ці елементи є важливими для багатьох біологічних процесів, включаючи ферментативну активність, регуляцію метаболізму та функціонування імунної системи. Використання органічних мікроелементів, таких як хелатні комплекси, сприяє кращому засвоєнню і більшій біодоступності цих речовин порівняно з неорганічними солями, такими як сульфати. Результати дослідження свідчать, що включення протеїнатів цинку та купруму в раціони свиней дозволяє значно поліпшити їх продуктивність на відгодівлі, підвищуючи як інтенсивність росту, так і ефективність використання кормів. Використання хелатних форм мікроелементів у годівлі свиней дає змогу досягти кращих результатів, зменшити витрати на корм і забезпечити високу рентабельність виробництва свинини. Дослідження також підкреслює необхідність постійної оптимізації складу комбікормів для забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку свиней, що є важливим для сучасного свинарства. Зокрема, акцентується увага на значенні наукових досліджень та впровадженні інноваційних підходів до годівлі тварин для досягнення високих результатів у м'ясному виробництві.

**Ключові слова:** свині на відгодівлі, протеїнат цинку, протеїнат купруму, конверсія корму, витрати корму, швидкість росту, мікроелементи, комбікорм.

## Вступ

Основною метою сучасного свинарства є отримання стійких до хвороб високопродуктивних свиней. Досягнути бажаної мети можливо за рахунок схрещування між собою різних спеціалізованих порід свиней (Moroz, 1998; Rybalko et al., 2008; Khalak et al., 2021; Khalak & Guttyj, 2023; Povod et al., 2023; 2024).

Сучасні породи свиней в Україні мають достатній генетичний потенціал який можна ефективно використовувати в системі гібридизації для одержання молодняку на відгодівлю. При цьому необхідно враховувати, що свині досить чутливі до незбалансованої годівлі. Систематичні і навіть невеликі недоліки у балансуванні їх раціонів можуть призвести до значних порушень в організмі, зниження резистентності та збільшення смертності поросят (Zasuha, 2006; Gerasymov et al., 2010; Ibatullin et al., 2011; Vyslotska et al., 2021; Mykhalko et al., 2023; 2024). При достатній і збалансованій годівлі гібридних свиней рівень трансформації поживних речовин корму в речовини продукції при відгодівлі свиней може становити 45–50 %. Для цього необхідно організувати повноцінну збалансовану годівлю, тобто використовувати раціони, які за вмістом основних поживних і біологічно активних речовин найкраще відповідають потребам тварин (Jaroshko, 2011; Zasukha et al., 2024).

Ряд науковців ведуть пошук нових методів годівлі свиней та використання у їх раціонах сучасних комбікормів, преміксів, кормових добавок (Novgorod's'ka, 2009; Brameld et al., 1999; Kononenko et al., 2000; Kulyk et al., 2016).

Серед біологічно активних речовин, які виконують важливу роль в життєдіяльності організму тварин, велика увага надається мікроелементам. В організмі свиней мікроелементи входять до складу різноманітних біологічно активних сполук: ферментів, вітамінів, гормонів (Gucol, 2000). Більшість мікроелементів має життєво важливе значення для організму тварин і їх нестача, або надмірна кількість може викликати значні патологічні зміни в організмі тварин. До таких життєво важливих мікроелементів належать Цинк і Купрум.

Цинк необхідний для дії понад ста ферментів, таких як оксидоредуктаза, карбоксипептидаза, алкогольдегідрогеназа, трансфераза, що пов'язані з енергетичним обміном, обміном білків та вуглеводів, синте-

зом нуклеїнових кислот, біосинтезом гемму, транспортом CO<sub>2</sub> та ін. (Janovych, 2002).

Купрум необхідний для нормального функціонування організму, оскільки він входить до складу клітини і бере участь у біохімічних процесах, пов'язаних з окисно-відновними реакціями, сприяє дозріванню еритроцитів, бере участь у клітинному диханні, формуванні кісток, розвитку сполучної тканини, він також входить до складу ферментів тирозинази, цитохромоксидази, уратоксидази та спермінооксидази (Zaharenko et al., 2004; Sologub et al., 2004; Panesar et al., 2007).

В даний час в годівлі свиней для забезпечення їх мікроелементами вводять премікси в складі яких знаходяться неорганічні солі цих мікроелементів, коефіцієнт засвоєння яких невисокий. Засвоєння мікроелементів значно покращується за використання мікроелементів органічного походження. Особливий інтерес серед таких мікроелементів представляють хелатні комплекси – сполуки металів з амінокислотами. Вони добре абсорбуються в кишечнику і депонуються в тканинах не дисоціюючи, легко включаються в метаболічні активні форми і в менших рівнях покривають фізіологічну потребу свиней в мікроелементах (Opava, 2012; Popsuj, 2012).

Застосування хелатних сполук мікроелементів має такі переваги: знижується рівень засвоєння важких металів, радіонуклідів із забруднених кормів і води, оскільки хелатні комплекси мінеральних елементів легко проникають через клітинні мембрани і, конкуруючи з важкими металами, ксенобіотиками, витісняють їх із метаболізму, що дозволяє цілеспрямовано впливати на обмін речовин й енергії та проводити корекцію дефіциту тих чи інших мікроелементів у відповідних біогеохімічних зонах (Golubec, 2010).

В зв'язку з вище сказаним вивчення впливу згодовування протеїнатів цинку і купруму в годівлі молодняку свиней є актуальним.

## Мета дослідження

Метою досліджень було наукове обґрунтування використання протеїнатів цинку і купруму у годівлі чотирипородного гібридного молодняку свиней за вирощування на м'ясо та встановити оптимальну їх норму, яка б забезпечувала максимальну м'ясну продуктивність поросят.

Матеріал і методи досліджень

Наукові дослідження проводилися в умовах кафебри технології кормів, кормових добавок і годівлі тварин Білоцерківського національного аграрного університету. Експериментальна частина дослідів з вивчення ефективності використання протеїнатів цинку і купруму в годівлі молодняку свиней проводилися в умовах СТОВ “Іржавецьке” Чернігівської області.

Для проведення дослідів сформували 5 груп чотирьохпородних гібридних поросят, які були отримані від двохпородних свиноматок (великої білої і ландрас) та

двопородних кнурів (дюрок і п’єтрен) по 12 голів у кожній і з середньою живою масою 35 кг.

Поросяттам контрольної групи (1 група) раціони за Цинком і Купрумом балансували за рахунок їх сульфатних солей, а поросяттам дослідних груп (2, 3, 4 і 5 групи) – замінили сульфати цинку і купруму на протеїнати цинку і купруму.

Годівлю поросят при вирощуванні на м’ясо здійснювали комбікормами власного виробництва з додаванням мінеральної суміші Ландмікс, розробленої для виготовлення комбікормів в умовах господарства відповідно до потреби тварин у мінеральних речовинах. Схема проведення дослідження наведена в таблиці 1.

Таблиця 1  
Схема дослідів, n = 12

| Група          |   | Досліджувані фактори                                                                   |
|----------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------|
| контрольна (1) |   | Повнораціонний комбікорм (ПК) із сульфатом цинку 355 г/т та сульфатом купруму 15,1 г/т |
| дослідна       | 2 | ПК із протеїнатом цинку 665,8 г/т і протеїнатом купруму 15,1 г/т                       |
|                | 3 | ПК із протеїнатом Цинку 332,9 г/т і протеїнатом Купруму 10,9 г/т                       |
|                | 4 | ПК із протеїнатом Цинку 166,4 г/т і протеїнатом Купруму 5,45 г/т                       |
|                | 5 | ПК із протеїнатом Цинку 83,2 г/т і протеїнатом Купруму 2,72 г/т                        |

Поросята протягом доби мали вільний доступ до корму і води, що забезпечувало оптимальне споживання корму. Поживність комбікормів була однаковою для тварин усіх піддослідних груп і відповідала сучасним нормам годівлі (Ibatullin et al., 2011), але комбікорми різнилися за вмістом Цинку і Купруму. Тварини споживали корм з апетитом без будь-яких змін у поведінці.

Результати та їх обговорення

Протягом дослідів контролювали споживання корму піддослідними поросяттами, який забезпечував оптимальний їхній ріст та розвиток (табл. 2).

З даних таблиці 2 видно, що поросята, які споживали різні концентрації протеїнатів цинку і купруму, різнилися за кількістю спожитого комбікорму. Так, піддослідні поросята за весь період дослідів поїдали від 272 до 279 кг комбікорму. Найкраще споживали корм свині 4-ї дослідної групи – на 2,5 % більше, ніж їх аналоги з контрольної групи. Збільшення споживання комбікорму спостерігалося і у тварин 2-ї, 3-ї та 5-ї дослідних груп, які перевищували показник контрольної групи, відповідно, на 1,1 %, 1,5 та 1,1 %.

За основний період дослідів поросята спожили від 261 до 268 кг корму, що становить 310,6–318,9 корм. од.

Таким чином, введення до комбікорму різних рівнів протеїнатів цинку і кобальту спричинило незначні зміни у споживанні корму піддослідним молодняком свиней.

Динаміка живої маси та витрата корму є важливими показниками за якими можна оцінювати рівень продуктивності поросят. Визначивши ці два показники, можна точніше оцінити доцільність використання тієї чи іншої мікромінеральної добавки в раціоні свиней при вирощуванні їх на м’ясо.

Дослідженнями встановлено, що жива маса поросят дослідних груп залежала від рівнів спожитих протеїнатів цинку і кобальту в комбікормі і відрізнялася від маси поросят контролю (табл. 3).

Дані таблиці 3 свідчать, що різні рівні протеїнатів цинку і кобальту справили позитивний вплив на ріст піддослідних поросят.

Згідно зі схемою проведення дослідів живу масу свиней визначали кожних 30 діб упродовж усього дослідів. Свині у віці від 71 до 85 діб мали приблизно однакову живу масу, коливання показників не перевищувало 2,8 %. У віці 85–115 діб показники живої маси піддослідних свиней коливалися в межах 1,3–8,9 %, одержана різниця була вірогідною для 4-ої дослідної групи.

Таблиця 2  
Споживання корму піддослідними поросяттами, n = 12

| Показник                                                       | Група      |          |       |       |       |
|----------------------------------------------------------------|------------|----------|-------|-------|-------|
|                                                                | контрольна | дослідна |       |       |       |
|                                                                | 1          | 2        | 3     | 4     | 5     |
| Спожито комбікорму за весь період дослідів, кг/гол.            | 272        | 275      | 276   | 279   | 275   |
| Спожито комбікорму за весь період дослідів, корм. од./гол.     | 323,7      | 327,2    | 328,4 | 332,0 | 327,2 |
| Спожито комбікорму за основний період дослідів, кг/гол.        | 261        | 264      | 265   | 268   | 264   |
| Спожито комбікорму за основний період дослідів, корм. од./гол. | 310,6      | 314,2    | 315,4 | 318,9 | 314,2 |

**Таблиця 3**  
Динаміка живої маси піддослідних свиней, кг,  $M \pm m$  ( $n = 12$ )

| Вік<br>(діб)       | Група        |              |              |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                    | контрольна   | дослідна     |              |              |              |
|                    | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            |
| Підготовчий період |              |              |              |              |              |
| 71–85              | 35,8 ± 0,21  | 34,8 ± 0,32  | 35,4 ± 0,15  | 35,0 ± 0,28  | 35,4 ± 0,36  |
| у % до контролю    | –            | 97,2         | 98,9         | 97,8         | 98,9         |
| Дослідний період   |              |              |              |              |              |
| 85–115             | 59,5 ± 0,84  | 61,9 ± 0,52  | 62,1 ± 0,25  | 64,8 ± 0,48  | 60,3 ± 0,46  |
| у % до контролю    | –            | 104,0        | 104,4**      | 108,9**      | 101,3        |
| 115–145            | 83,5 ± 0,75  | 84,7 ± 0,88  | 89,8 ± 0,81  | 93,2 ± 0,87  | 89,6 ± 0,68  |
| у % до контролю    | –            | 101,4        | 107,5***     | 111,6***     | 107,3***     |
| 145–175            | 108,7 ± 0,68 | 109,4 ± 0,68 | 112,4 ± 0,68 | 125,8 ± 0,68 | 111,4 ± 0,68 |
| у % до контролю    | –            | 100,6        | 103,4**      | 115,7***     | 102,4*       |

Примітка: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  порівняно з контрольною групою

Проте, у віці 115–145 діб у свиней 4-ї дослідної групи цей показник перевищував контрольний на 11,6 % ( $P \leq 0,001$ ). А у віці 145–175 діб середня жива маса молодняку свиней 2-ї групи перевищувала контроль на 0,6 %; 3-ї – на 3,4 ( $P \leq 0,01$ ); 4-ї – на 15,8 ( $P \leq 0,001$ ) і 5-ї – на 2,4 %.

Найменше за показником живої маси відрізнялися від контролю свині 2-ї дослідної групи. Комбікорм який вони споживали, містив протеїнат цинку в кіль-

кості 665,8 г/т і протеїнат купруму 15,1 г/т комбікорму. Найбільші, порівняно з контролем, показники живої маси відзначалися у молодняку свиней 4-ї дослідної групи, які споживали комбікорм з протеїнатами цинку і купруму в кількості 166,4 і 5,45 г/т відповідно.

Згодовування піддослідним свиням за період відгодівлі різних рівнів протеїнатів цинку і купруму вплинуло на витрати корму на 1 кг приросту (табл. 4).

**Таблиця 4**  
Витрата корму на 1 кг приросту живої маси у піддослідних свиней

| Показник                                  | Група      |          |      |      |      |
|-------------------------------------------|------------|----------|------|------|------|
|                                           | контрольна | дослідна |      |      |      |
|                                           | 1          | 2        | 3    | 4    | 5    |
| Витрата комбікорму на 1 кг приросту, кг   | 3,58       | 3,53     | 3,44 | 2,95 | 3,47 |
| Витрата корму на 1 кг приросту, корм. од. | 4,26       | 4,21     | 4,09 | 3,51 | 4,13 |

Дані таблиці 4 свідчать, що незначне збільшення споживання кормів свинями дослідних груп і підвищення абсолютного приросту сприяло зниженню витрат корму на одиницю продукції. Так, за весь період дослідів свині 2-ї дослідної групи на 1 кг приросту живої маси витратили на 1,2 % менше корму, ніж молодняк контрольної групи. Тварини 3-ї, 4-ї та 5-ї дослідних груп на 1 кг приросту маси витрачали, відповідно, на 4,0 %, 17,6 та 3,1 % менше корму порівняно з тваринами контрольної групи.

**Висновки**

Упродовж дослідного періоду у піддослідних тварин відмічено високу інтенсивність росту, про що свідчать дані динаміки живої маси за місяцями відгодівлі. Це можна пояснити збалансованістю раціонів за необхідними елементами живлення та впливом протеїнатів цинку і купруму на основні життєві процеси: кровотворення, ріст і розвиток організму в цілому, обмін білків, жирів і вуглеводів, енергетичний обмін та підтримання природної резистентності організму.

Кращі показники інтенсивності росту і конверсії корму встановлено у свиней 4-ї дослідної групи, у

комбікорм яких були введені протеїнати цинку і купруму в кількості 166,4 і 5,45 г/т відповідно.

**Відомості про конфлікт інтересів**

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

**References**

Brameld, J. M., Gilmour, R. S., & Buttery, P. J. (1999). Glucose and amino acids interact with hormones to control expression of insulin-like growth factor-I and growth hormone receptor mRNA in cultured pig hepatocytes. *The Journal of nutrition*, 129(7), 1298–1306. DOI: 10.1093/jn/129.7.1298.

Gerasymov, V. I., Baranovskyi, D. I., Khokhlov, A.M., Rybalko, V. P., Zasukha, Yu. V., Hetia, A. A., Nahaiievych, V. M., Danilova, T.M., Pron, O. V., Tomin, Ye. F., Tarasenko, L. O., Zhernoklieiev, M. M., Afanasenko, V. Iu., Andriichuk, V. F. (2010). *Tehnologija vyrobnyctva produkci' svynarstva*. Harkiv: Espada. URL: <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/Підручник%20технологія%20виробництва%20продукції%20свинарства.pdf> (in Ukrainian).

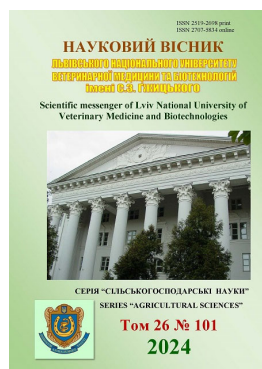
- Golubec, O. V. (2000). Pryrodna rezystentnist' pry deficyti mikroelementiv. *Visnyk Bilocerkivs'kogo derzhavnogo agrarnogo universytetu*, 13(2), 58–63 (in Ukrainian).
- Gucol, A. (2000). Aminokyslotnyj sklad m'jasa u molodnjaku svynej pry zgodovuvanni premiksiv. *Tvarynnyctvo Ukrainy*, 12, 30 (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., Panasenko, Ju. O., & Kononenko, V. K. (2011). *Praktykum z godivli sil'skogospodars'kyh tvaryn*. Kyi'v : Urozhaj (in Ukrainian).
- Janovyich, D. V. (2002). Vikovi zminy vmistu cynku i midi v tkanynah kurej. *Biologija tvaryn*, 4(1–2), 92–95 (in Ukrainian).
- Jaroshko, M. (2011). Systema gibrydyzatsii tovarnyh svynej. *Agrobiznes s'ogodni*, 6(205), 11–12. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnyctvo/item/7996-systema-hibrydyzatsii-tovarnykh-svinei.html> (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2023). Activity of blood serum enzymes and their relationship with feeding and meat qualities in young pigs of different intragenetic differentiation according to the “formation intensity” index. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(1), 78–83. DOI: 10.32718/ujvas6-1.13.
- Khalak, V., & Gutyj, B. (2023). The level of discreteness of the signs of the own productivity of repair pigs and the reproductive qualities of sows of different breeding value: criteria for the selection of highly productive animals according to the BLUP index. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 53–59. DOI: 10.32718/nvlvet-a9809.
- Khalak, V., Gutyj, B., Stadnytska, O., Shuvar, I., Balkovskiy, V., Korpita, H., Shuvar, A., Bordun, O. (2021). Breeding value and productivity of sows of the Large White breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (1), 319–324. DOI: 10.15421/2021\_48.
- Kononenko, V. K., Ibatullin, I. I., & Patrov, V. S. (2000). *Praktykum z osnov naukovykh doslidzhen' u tvarynnyctvi*. Kyi'v : Agrarna osvita (in Ukrainian).
- Kulyk, M. F., Krasnosel'ska, M. P., Obertjuh, Ju. V., & Skoromna, O. I. (2016). Intensyvnyj vidgodivli svynej pry riznomu vmisti lizynu i protei'ni kormiv racionu. *Agrarna nauka ta harchovi tehnologii*, 3(94), 3–10. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt\\_2016\\_3\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2016_3_3) (in Ukrainian).
- Moroz, O. G. (1998). Vidgodivel'ni jakosti svynej riznyh genotypiv v umovah promyslovogo kompleksu. *Visnyk agrarnoi' nauky*, 4, 73–74 (in Ukrainian).
- Mykhalko, O., Povod, M., Gutyj, B., Korzh, O., Mironenko, O., Karunna, T., Bilokopytov, V., & Krempa, N. (2024). The influence of the ventilation system in the room for rearing pigs and the type of feeding on the indicators of microclimate and productivity of pigs. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 24(1), 635–652. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24\\_1/Art65.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24_1/Art65.pdf).
- Mykhalko, O., Povod, M., Gutyj, B., Lumedze, I., Iovenko, A., & Bondar, A. (2023). Influence of ventilation system type on microclimate parameters in farrowing room and reproductive qualities of pigs. *Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”*, 23(1), 425–436. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23\\_1/Art48.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art48.pdf).
- Novgorods'ka, N. (2009). Premiksy u racionah svynej. *Tvarynnyctvo Ukrainy*, 4, 40–42 (in Ukrainian).
- Opara, V. (2012). Optyimizacija mineral'nogo zhyvlennja sil'gosptvaryn. *Propozycja*, 10, 120–123 (in Ukrainian).
- Panesar, P. S., Kennedy, J. F., Gandhi, D. N., & Bunko, K. (2007). Bioutilization of Whey for Lactic Acid Production. *Food Chemistry*, 105(1), 1–14. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.03.035.
- Popsuj, V. (2012). Energetychna ta protei'nova zabezpechenist' racioniv svynej. *Propozycja*, 1, 120–123. URL: <https://propozitsiya.com.ua/energetichna-ta-proteynova-zabezpechenist-racioniv-sviney> (in Ukrainian).
- Povod, M., Mykhalko, O., Gutyj, B., Borshchenko, V., Verbelchuk, T., Lavryniuk, O., Shostia, H., & Shpyrna, I. (2024). Growth intensity and feeding efficiency of surgically and immunologically castrated male pigs on a liquid type of feeding. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 24(1), 799–810. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24\\_1/Art80.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24_1/Art80.pdf).
- Povod, M., Mykhalko, O., Gutyj, B., Verbelchuk, T., Kalynychenko, H., Vyslotska, L., & Ivakhiv, M. (2024). The dependence of piglet productivity on the method of feed preparation and the feeding of piglets. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 24(1), 787–798. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24\\_1/Art79.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.24_1/Art79.pdf).
- Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Gutyj, B., Borshchenko, V., Koberniuk, V. (2023). Productivity of sows, growth of piglets and fattening qualities of pigs at different durations of the suckling period. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*, 23(1), 649–658. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20230166272>.
- Rybalko, V. P., Mel'nyk, Ju. F., Mykytjuk, D. M., Bilous, O. V. (2008). Programa selekciynno-pleminnoi' roboty z chervonoju bilopojasnoju porodoju m'jasnyh svynej na 2008–2012 roky. Kyi'v (in Ukrainian).
- Sologub, L. I., Antonjak, G. L., & Stefanyshyn, O. M. (2004). Rol' midi v organizmi tvaryn. *Biologija tvaryn*, 6(1), 64–76 (in Ukrainian).
- Vyslotska, L., Gutyj, B., Kozenko, O., Khalak, V., Chornyj, M., Martyshuk, T., Krempa, N., Vozna, O., & Todoruk, V. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Sylimevit”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 10–17. DOI: 10.32718/nvlvet10402.
- Zaharenko, M., Shevchenko, L., & Myhal'ska, V. (2004). Rol' mikroelementiv u zhyttjedijal'nosti tvaryn. *Veterynarna medycyna Ukrainy*, 2, 13–16 (in Ukrainian).



Zasuha, Ju. V. (2006). *Tehnologija vyrobnytva produkciï svynarstva : pidruchnyk*. Vinnycja: Nova Knyga (in Ukrainian).

Zasukha, L. V., Voloshchuk, V. M., Khalak, V. I., Gutyj, B. V., & Bordun, O. M. (2024). Reproductive quali-

ties of French breed large white breed sows of different operating value and level of their discretion. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 7(1), 3–8. DOI: 10.32718/ujvas7-1.01.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10146  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.083.3:636.4

## The effectiveness of traditional and intrauterine insemination of pigs

I. S. Moisei<sup>1</sup>, O. V. Lesnovska<sup>2</sup>, I. D. Kepkalo<sup>3</sup>, M. V. Kuzmenko<sup>3</sup>, K. I. Makhno<sup>3</sup>, H. M. Shostia<sup>4</sup>,  
I. H. Shpyrna<sup>4</sup>, O. O. Usenko<sup>4</sup>, Ya. S. Borsuk<sup>1</sup>, T. H. Panasova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

<sup>2</sup>Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

<sup>3</sup>Separate subdivision of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine “Nizhyn Agrotechnical Institute”, Nizhyn, Ukraine

<sup>4</sup>Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

### Article info

Received 14.10.2024

Received in revised form

14.11.2024

Accepted 15.11.2024

**Moisei, I. S., Lesnovska, O. V., Kepkalo, I. D., Kuzmenko, M. V., Makhno, K. I., Shostia, H. M., Shpyrna, I. H., Usenko, O. O., Borsuk, Ya. S., & Panasova, T. H. (2024). The effectiveness of traditional and intrauterine insemination of pigs. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 26(101), 299–310. doi: 10.32718/nvlvet-a10146**

Sumy National Agrarian University,  
Gerasim Kondratiev Str., 160,  
Sumy, 40000, Ukraine.

Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
S. Efremov Str., 25, Dnipro,  
49600, Ukraine.

Separate subdivision of the  
National University of Life  
Resources and Environmental  
Management of Ukraine “Nizhyn  
Agrotechnical Institute”,  
Shevchenko Str., 10, Nizhyn, 16600,  
Ukraine.

Poltava State Agrarian University,  
Skovorody Str., 1/3, Poltava,  
36006, Ukraine.  
Tel.: +38-095-715-82-74  
E-mail: [oleh.usenko@pdau.edu.ua](mailto:oleh.usenko@pdau.edu.ua)

Our study aimed to identify the influence of the age of sows using traditional and intrauterine insemination methods in the conditions of industrial pork production technology on their fertility and fecundity, as well as on the efficiency of artificial insemination operators. No difference was found between the animals of the control and experimental groups regarding the average fertility of sows. At the same time, regarding the fertilization coefficient of replacement pigs, the animals of the experimental group significantly ( $P \leq 0.05$ ) exceeded the analogs of the control group by 0.88 %. In animals with two or more farrowing, a tendency was observed to decrease fertilization by 0.28 %, and in animals to which sperm was introduced by the post-cervical method. It was found that there was no significant difference between the indicators of the number of piglets born and the multiparity of sows between the groups. At the same time, a tendency towards a slightly higher number of stillborn piglets was found in sows inseminated by the postcervical method. There was also no significant difference between animals inseminated by different methods regarding piglet survival to weaning and their number in the litter during this period. It was found that animals inseminated by intrauterine insemination increased multiparity by 2.9 % after the second farrowing, by 5.6 % after the third farrowing, and by 13.1 % after the fourth. In comparison, after the fifth, such excess decreased to 5.5 %; after the sixth, it was 8.4 %; and after the seventh, it was 10.2 %. Animals inseminated by the traditional method of insemination tended to decrease in multiparity throughout their entire reproductive life. Therefore, after the second farrowing, it decreased by 2.0 %, after the third by 1.2 %, after the fourth by 3.2 %, while after the fifth, there was an increase compared to the first farrowing by 2.0 %, after the sixth only by 0.8 % and after the seventh there was a decrease by 0.3 %. It was proved that the serial number of the reproductive cycle of sows significantly influenced the total number of piglets at birth by 1.50 %, the multiparity index by 5.51 %, the number of stillborn piglets per farrowing and the number of weaned piglets by 14.47 %. The insemination method factor and its interaction with the farrowing number of farrowing had no significant effect on any of the studied indicators. On average, the process of detecting heat and insemination of sows took 7.5 minutes per sow with traditional insemination, while the post-cervical method, which does not require stimulation of the pig during insemination and allows for the forced introduction of sperm into the uterus, reduces this time by 4.3 minutes, or 57.3 %, and reduces the total time spent on insemination of sows by 62.9 %.

**Key words:** sow, insemination method, fertility, fecundity, sperm, reproductive cycle, labor efficiency.

# Ефективність традиційного та внутрішньоматочного осіменіння свиней

І. С. Мойсей<sup>1</sup>, О. В. Лесновська<sup>2</sup>, І. Д. Кепкало<sup>3</sup>, М. В. Кузьменко<sup>3</sup>, К. І. Махно<sup>3</sup>, Г. М. Шостя<sup>4</sup>,  
І. Г. Шпирна<sup>4</sup>, О. О. Усенко<sup>4✉</sup>, Я. С. Борсук<sup>1</sup>, Т. Г. Панасова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

<sup>2</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

<sup>3</sup>Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України “Ніжинський агротехнічний інститут”, м. Ніжин, Україна

<sup>4</sup>Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Метою нашого дослідження було виявити вплив віку свиноматок за застосування традиційного та внутрішньоматкового методів їх осіменіння в умовах промислової технології виробництва свинини на їх фертильність та плідність а також на ефективність праці операторів штучного осіменіння. Встановлено, що за середніми показниками заплідненості свиноматок не встановлено різниці між тваринами контрольної та дослідної груп. Водночас за коефіцієнтом запліднення ремонтних свинок тварини дослідної групи вірогідно ( $P \leq 0,05$ ) на 0,88 % перевершили аналогові контрольної групи. Тоді як у тварин із двома і більше опоросами простежувалась тенденція до зниження заплідненості на 0,28 % у тварин сперма яким вводилась постцервікальним методом. Встановлено відсутність суттєвої різниці між показниками кількості народжених поросят та багатоплідності свиноматок між групами. Водночас виявлена тенденція до децю вищої кількості мертвонароджених поросят у свиноматок яких осіменяли постцервікальним методом. За збереженістю поросят до відлучення та кількість їх в гнізді на цей період також не було суттєвої різниці між тваринами які осіменялися різними методами. Встановлено, що тварини за внутрішньоматкового осіменіння за другим опоросом підвищили багатоплідність на 2,9 %, за третім опоросом на 5,6 %, за четвертим на 13,1 % тоді як за п'ятим таке перевищення знизилась до 5,5 %, за шостим склала 8,4 % із-за сьомим 10,2 %. Тоді як у тварини за традиційного способу осіменіння впродовж майже всього репродуктивного життя тварин вони мали тенденцію до зниження багатоплідності. Так за другим опоросом вона знизилась на 2,0 % за третім на 1,2 %, за четвертим на 3,2 %, тоді як за п'ятим встановлено зростання порівняно з першим опоросом на 2,0 %, за шостим лише 0,8 % а за сьомим відбувся спад на 0,3 %. Доведено, що порядковий номер репродуктивного циклу свиноматок достовірно впливав на загальну кількість поросят при народженні 1,50 %, на показник багатоплідності 5,51 %, на кількість мертвонароджених поросят на опорос та на показник кількості відлучених поросят з силою 14,47 %. Фактор методу осіменіння та його взаємодія з порядковим номером опоросу не мали вірогідного впливу на жоден з досліджуваних показників. У середньому процес виявлення охоти та осіменіння свиноматок займав 7,5 хвилини на одну свиноматку за традиційного осіменіння, водночас за постцервікального методу, який не потребує стимуляції свині під час осіменіння та дозволяє примусове введення сперми в матку, скорочує цей час на 4,3 хвилини, або на 57,3 % і зменшує загальні витрати часу на осіменіння свиноматок на 62,9 %.

**Ключові слова:** свиноматка, метод осіменіння, фертильність, плідність, сперма, репродуктивний цикл, ефективність праці.

## Вступ

Сучасне промислове виробництво свинини значною мірою залежить від ефективного застосування технології штучного осіменіння свиноматок, що підтверджується численними дослідженнями (Kovalenko & Pylypenko, 2005; Brassley, 2007; Usenko et al., 2017).

Впродовж останніх десятиліть як повідомляється (Mozo-Martín et al., 2012) в практиці свинарства успішно використовується штучне осіменіння свиней, яке дозволяє зменшити вірогідність передачі захворювань, знижує необхідність утримання великої кількості кнурів і тим самим підвищити їх генетичну цінність та підвищення багатоплідності свиноматок. Його використання при розведенні свиней як стверджує (Knox, 2016) робить важливий внесок у глобальне покращення плодючості, генетики, продуктивності та здоров'я стада. Початок використання штучного осіменіння у свиней як вважає (Brassley, 2007) бере від 1926 по 1940 роки коли у США, Японії, та деяких країнах Європи розпочалось впровадження цього методу. А вже розпочинаючи з 1960-х років як стверджує (Gerrits et al., 2005) в більшості країн з розвиненим свинарством розпочався перехід від природного до штучного осіменіння свиней. До середини 1980-х років за повідомленнями (Funk, 2006) у деяких європейських країнах штучне осіменіння використовувалося в 50 – 75 % промислових господарств. За повідомленнями (Plain & Lawrence, 2003) вже до 2000

року використання штучного осіменіння в усьому світі суттєво зросло, а у деяких країнах з розвиненим свинарством майже всіх свиноматок осіменяли штучно. Також за їх словами штучне осіменіння стали впроваджувати в країнах що розвиваються не дивлячись на значні інфраструктурні обмеження. Це принесло свої результати. І як повідомляють (Robinson & Buhr, 2005; Safranski, 2008) уже в 1990 році в промислових господарствах відсоток опоросу свиноматок сягнув 80–90 %, а їх багатоплідність коливалася від 11 до 13 голів. Тоді як за даними (Kraeling & Webel, 2015) в 2014 році з врахуванням даних від 1,3 млн. свиноматок частка опоросів склала 86 % від осіменених тварин, а багатоплідність 14,3 голів. Однією з основних завдань штучного осіменіння у свиней як вважають (Maes et al., 2008) було зменшення розповсюдження захворювань, що передаються статевим шляхом тому як зараз виявлено кілька складних репродуктивних захворювань, які передаються під час статевих контактів між свинями. Другим важливим фактором як вважають (Anil et al., 2004) є продуктивність праці та її ефективність при відтворенні свиней. Завдяки впровадженню штучного осіменіння, докорінно змінилися тривалість процесу виявлення еструсу та осіменіння свиноматок в порівнянні з природним спаровуванням (Waberski et al., 2005). За інформацією наданою (Weitze & Petzoldt, 1992) за природного спаровування на кожну свиню витрачалося 22 хвилини, щоб виявити тічку та спаруватися. Водночас з ви-

користанням штучного осіменіння виявлення еструсу займає 1-2 хвилини, а її штучне осіменіння може складати 4-5 хвилин на свиню.

Досягнення в галузі штучного осіменіння свиней як заявляють (Langendijk et al., 2005; Ostersen et al., 2010), здійснили революцію в утриманні та використанні кнурів плідників, яких тепер можливо утримувати в окремих приміщеннях віддалених від приміщень для утримання свиноматок. Де на думку (Lamberson & Safranski, 2000), для кнурів створюються системи контролю та управління навколишнім середовищем з метою підтримання статусу їх здоров'я та відтворювальної функції. За їх показаннями на цих станціях кнури утримуються в приміщеннях від 25 до 2000 голів і можуть обслуговувати від 20 до 200 ферм.

Важливим досягненням при впровадженні штучного осіменіння свиноматок як вважає Roca J. et al. (2016) є контроль якості сперми для виробництва спермодоз за допомогою мікроскопічного аналізу сперми. Багато ферм покладаються на мікроскопічну оцінку аномалій еякуляту, рухливості та концентрації спермій, а також на фотоколометричну оцінку концентрації сперми які були важливими і успішними впродовж багатьох років. Водночас як вважає Oseguera-López I. et al. (2019) з появою комп'ютерного аналізу сперми здійснилась революція в якісній її оцінці, що суттєво покращило ефективність використання кнурів і покращило відтворювальні якості свиноматок. Важливим для технології штучного осіменіння (Anil et al., 2004) є розріджувач сперми. За їх інформацією до 1990 року понад 40 років поспіль еякуляти кнурів відбирали та розводили в свіжому вигляді для промислового осіменіння простими наповнювачами які збільшували об'єм сперми, підтримували її рН, забезпечували осмотичний баланс і діяли як стабілізатори мембран і забезпечували подовження фертильності сперми впродовж трьох діб що було основною перешкодою в тривалому комерційному використанні сперми, поки не було розпочато додавання BSA до подовжувачів.

Процедура штучного осіменіння, як зазначають (Hedeboe et al., 2004; Kovalenko & Pylypenko, 2005; Dimitrov et al., 2007; Usenko, 2014; Knox et al., 2017), полягає у введенні сперми кнура в статеві шляхи самки. Залежно від кількості сперми, і місця її введення в статеві шляхи свиноматки розрізняють традиційний або цервікальний метод та постцервікальний за якого сперму вводять безпосередньо в матку. Традиційний метод штучного осіменіння, розроблений першим і залишається найбільш простим у застосуванні. За даними (Knox & Zas, 2001; Pylypenko, 2006; Belstra & Ter Bik, 2018), при цьому способі використовують 80-100 мл розрідженої сперми з концентрацією 2,5-3 млрд спермій в ній. Її вводять за допомогою багаторазового чи одноразового катетера на глибину 13-15 см у краніоцервікальну частину шийки матки. Однак через складну структуру будови шийки матки та неприродність методу введення лише невелика частка сперматозоїдів досягає яйцепроводів свиноматки, що обмежує ефективність запліднення. Як зазначають (Steverink et al., 1997; Watson & Behan, 2002), для

забезпечення ефективного запліднення необхідно вводити не менше 1 мільярда сперматозоїдів за одне осіменіння. Водночас, за результатами досліджень (Alm et al., 2006), у виробничих умовах оптимальні показники досягаються при використанні сперми з концентрацією 2,5 мільярда сперматозоїдів на одне осіменіння.

Інтенсифікація свинарства вимагає вишукувати додаткових резервів для підвищення його ефективності. Одним із них як вважають (Langendijk et al., 2000; Ostersen et al., 2010) є більш широке використання генетики високо цінних плідників. Тому вчені та виробничники як зазначає Roca J. et al. (2016) понад 15 років тому розпочали дослідження по зменшенню кількості сперматозоїдів на одне осіменіння за рахунок зміни місця її введення в статеві шляхи самки. Це сприяє підвищенню генетичного прогресу за рахунок використання меншої кількості кнурів, що дозволяє підвищити якість тварин що використовуються. Hancock J. L. (1959) вперше запропонував метод постцервікального осіменіння свиноматок за допомогою трансцервікального катетера який вводився безпосередньо в матку свині. Зміна місця депонування сперми дозволяла за рахунок більшої їх виживаності зменшити дозу спермій на одне осіменіння, без зниження показників відтворення. Однак як зазначають Watson P. F., Behan J. R. (2002), через тогочасні технічні та технологічні труднощі, метод не набув практичного поширення і тільки в кінці минулого сторіччя став широко використовуватись в промисловому свинарстві. Техніка використання цього методу як зазначає (Shostia et al., 2022) основана на застосуванні трансцервікального катетера для введення сперми в краніоцервікальній області тіла матки або проксимальному кінці її рогів. Цей метод як зазначають (Watson & Behan, 2002; Mozo-Martín et al., 2012) дозволяє знизити до 1 млрд кількість сперматозоїдів у спермодозі замість 2,5 млрд за традиційного осіменіння, а саму дозу зменшити до 45-50 мл, що дозволяє скоротити об'єм сперми, за рахунок чого підвищити якість плідників, зменшити витрати на їх утримання та підвищити продуктивність свиноматок.

За подальшого удосконалення методів відтворення в свинарстві дослідження привели до появи глибокого внутрішньоматкового осіменіння що являє собою нехірургічну трансцервікальну методику, яка дозволяє розміщення сперматозоїдів глибоко в рогах матки. Для її проведення використовується направляючий катетер і внутрішній зонд довжиною 1800 мм з діаметром 4 мм. Для такого методу використовуються дози з 150 мільйонів сперматозоїдів у 5 мл сперми. Як повідомляють (Martinez et al., 2001; 2002) за використання цього методу встановлені показники фертильності, аналогічні вагінальному осіменінні при суттєвому зменшенні багатоплідності. Тоді як в повідомленні (Vazquez et al., 2005; Martinez et al., 2006) уже за використання 600 мільйонів сперматозоїдів у 20 мл сперми не встановлено погіршення фертильності та зниження багатоплідності. Недоліками глибокого внутрішньоматкового осіменіння є, на переконання (Bathgate et al., 2008) ризик пошкодження матки, а на думку (Carabin et al., 1996) можливість занесення в



неї інфекції. Даний метод штучного осіменіння має суттєві переваги порівняно з постцервікальним серед яких: зменшується кількість сперматозоїдів в спермодозі від 150 до 600 мільйонів, мінімізація зворотного їх потоку, скорочення часу їх проходження через шийку матки до місця злиття з яйцеклітиною. Але через технічні складнощі вона використовується значно рідше порівняно з постцервікальним методом за якого використовувати від 1 до 1,5 мільярдів сперматозоїдів і який є технічно доступнішим.

Поряд з економією спермопродукції постцервікальне осіменіння за повідомленнями (Watson & Behan, 2002; Cassar et al., 2005; Belstra et al., 2020; Shostia et al., 2022), призводить до покращення фертильності свиноматок. На думку Hedeboe A. M. et al., (2004), а також Hedeboe A. M. (2006), постцервікальне осіменіння дозволяє суттєво зменшити кількість сперматозоїдів на одну самку без погіршення репродуктивних показників. Водночас, згідно з дослідженням (Sbardella et al., 2014), відмінностей у фертильності та плідності ремонтних свинок між обома методами осіменіння не виявлено. Протилежні результати публікують в своїй роботі (Thorup & Bache, 2019), які відзначають тенденцію до вищого відсотка опоросів і більшого розміру приплоду при використанні традиційної інсеминації порівняно з внутрішньоматочною. Також за повідомленнями (Weitze & Petzoldt, 1992; Waberski et al., 2005), за постцервікального осіменіння суттєво скоротився час на виявлення еструсу та процес осіменіння тварин, що дозволило скоротити підвищити продуктивність роботи техніків штучного осіменіння. Водночас (Thorup & Bache, 2019) повідомляють що не в усіх господарствах які використовують внутрішньоматочне осіменіння відбулося суттєве скорочення часу виявлення еструсу та інсеминації свиноматок. На їх думку на цей процес суттєво впливає кваліфікація операторів.

### Мета дослідження

Так як, в літературних джерелах існує суперечлива інформація стосовно різних методів осіменіння та їх впливу на продуктивні якості свиноматок і ефективність роботи операторів, метою нашого дослідження було виявити вплив віку свиноматок за застосування традиційного та внутрішньоматкового методів їх осіменіння в умовах промислової технології виробництва свинини на їх фертильність та плідність, а також на ефективність праці операторів штучного осіменіння.

### Матеріал і методи досліджень

Для порівняння залежності відтворювальних якостей свиноматок від їх віку та методу їх осіменіння нами з травня 2021 року по червень 2022 року був проведений науково-господарський дослід на товарному репродукторі № 1 товариства з обмеженою відповідальністю НВП "Глобинський свинокомплекс". Для проведення дослідження в п'ятницю кожного тижня після відлучення поросят свиноматок переводили в цех для холостих та умовно простих свиноматок де їх розміщували в індивідуальні станки бокси.

Після чого до всіх розміщених свиноматок додавали необхідну кількість ремонтних свинок. По заповненню кожної секції яка налічує 300 станків оператор різнокольоровим спреєм наносив парні та непарні мітки на спину кожній тварині. Тобто в кожному ряду була приблизно однакова кількість з парними і непарними мітками. Далі оператор за допомогою сканеру читував номерами бірок-трансподерів і всім тваринам додавав номер групи. Свиноматок помічених непарними номерами осіменяли за допомогою звичайного цервікального методу осіменіння тоді як тварин з парними мітками осіменяли за допомогою постцервікального методу осіменіння. Тваринам яким не було можливості введення внутрішнього катету в матку свиноматки осіменяли традиційним методом та переводили в контрольну групу. Починаючи з неділі поточного тижня проводили виявлення охоти у свиноматок та ремонтних свинок за допомогою кнура пробника якого проводили по кормовому проходу перед мордами. Виявлення охоти у ремонтних свинок проводили два рази на добу о 6 годині ранку та о 16-й годині вечері а у основних свиноматок один раз на добу о 8 годині ранку при стимуляції еструсу зранку до осіменіння. Основних свиноматок осіменяли через годину після виявлення рефлексу нерухомості, а повторне осіменіння проводили через 24 години в присутності кнурів пробників. Осіменіння ремонтних свинок проводили трикратно також в присутності кнурів пробників. Перше осіменіння проводили через годину після виявлення охоти і далі два осіменіння через кожні 12 годин.

Осіменіння проводили міксованою спермою кнурів синтетичної лінії PC 337. Об'єм спермодози для цервікального осіменіння складав 90 мл в якій було не менше 2,5 мільярда спермій, а для постцервікального осіменіння 50 мл в якій налічувалось не менше 1,5 мільярда спермій. Для розрідження сперми використовувався розчинник сперми кнурів Pymxcell Ultra 200г якого розчиняли в 5л води. Для осіменіння використовували катетери фірми Magarog, пакети для фасування сперми Minutub. Якість сперми досліджували за допомогою обладнання компанії IMV.

Під час традиційного осіменіння кожну свиноматку осіменяли в присутності кнура пробника через годину після підтвердження рефлексу нерухомості, стимулюючи її до завершення самостійного всмоктування сперми.

При внутрішньоматковому осіменінні свиноматки які проявили рефлекс нерухомості також через годину, в присутності кнура пробника, осіменялись за допомогою двох катетерів фірми Magarog. Спочатку вводився традиційний катетер в зовнішню частину шийки матки п'ятьом тваринам а, впродовж 1–2 хвилини через його отвір вводився внутрішній катетер далі в шийку матки. Далі до зовнішньої частини якого під'єднувався контейнер зі спермою, яка впорскувалася в матку, після чого катетер видалявся.

Двічі на добу техніки штучного осіменіння вносили дані про час приходу свиноматки в охоту час і кратність її осіменіння. А на основі даних облікової програми універсал відстежували відтворювальні

якості кожної свиноматки і розраховували середні показники по групі. Враховували кількість днів від відлучення до встановлення рефлексу нерухомості та першого осіменіння (сервіс період) свиноматки середній вік свиноматок у кількості відтворних циклів.

Таблиця 1  
Схема досліджень

| Показник                           | Група тварин          |                            |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
|                                    | I контрольна          | II дослідна                |
| Метод осіменіння                   | традиційне осіменіння | постцервікальне осіменіння |
| Кількість осіменінь свиноматок     | 14500                 | 14500                      |
| Відсотки вводу ремонтних свинок, % | 30                    | 30,                        |
| Тривалість досліду, діб            | 330                   | 330                        |

На основі цих облікових даних по завершенні дослідження із кожної групи свиноматок шляхом рандомної вибірки відповідно до методики Ладика В. І. та ін. (Ladyka et al., 2023) було відібрано по 50 тварин які мали від першого по сьомий репродуктивні цикли і розраховані їх відтворні якості залежно від віку за цервікального та постцервікального методів осіменіння та за допомогою двофакторного дисперсійного аналізу в середовищі статистика (Kramarenko et al., 2019) провели дослідження сили впливу віку свиноматок та методу осіменіння на загальну кількість народжених поросят на опорос, багатоплідність, кількість нежиттєздатних поросят при народженні та кількість поросят при відлученні.

Результати досліджень були оброблені біометрично відповідно до методики Ладика В.І. та ін. (Ladyka et al., 2023).

Результати досліджень

За результатами дослідження встановлено що по їх завершенні в контрольній групі свиноматок виявилось на 153 голови більше тварин порівняно з дослідною, в тому числі на 100 основних свиноматок і на 53

Після проведення ехосканування свиноматок на 28–35 день визначали відсоток їх запліднення, а по переведенню на опорос відсоток опоросу. Після відлучення поросят від свиноматок визначали їх збереженість по кожному гнізду та кількість поросят в гнізді до відлучення.

ремонтних свинок (табл. 2). Це пояснюється тим, що свинкам і свиноматкам яким не вдалося ввести внутрішній катетер в матку вони були осіменені традиційним методом і переведені із дослідної групи в контрольну. Не дивлячись на ці перестановки середнє значення віку свиноматок вираженому в кількості відтворних циклів не мало вірогідної різниці.

За показниками заплідненості свиноматок в цілому по групі не встановлено різниці між тваринами контрольної та дослідної груп. Водночас за коефіцієнтом запліднення ремонтних свинок тварини дослідної групи вірогідно ( $P \leq 0,05$ ) на 0,88 % перевершили аналогові контрольної групи. Тоді як у тварин із двома і більше опоросами простежувалась тенденція до зниження заплідненості на 0,28 % у тварин сперма яким вводилась постцервікальним методом.

При розрахунку тривалості сервіс періоду від моменту відлучення поросят до встановлення рефлексу нерухомості встановлено вірогідну різницю з тваринами обох груп. При розрахунку коефіцієнта опоросу вірогідної різниці між тваринами які осіменялися різними методами не встановлено, хоч простежувалась тенденція до покращення на 0,6 % цього показника у дослідній групі.

Таблиця 2  
Фертильність свиноматок при використанні цервікального та постцервікального методів штучного осіменіння

| Показник                                         | Група свиноматок |                |
|--------------------------------------------------|------------------|----------------|
|                                                  | I                | II             |
| Кількість інсеминованих свиноматок в групі, гол. | 12168            | 12015          |
| з них: - ремонтних свинок, гол.                  | 3492             | 3439           |
| -свиноматок з другим і більше циклом, гол.       | 8676             | 8576           |
| Середня кількість циклів у свиноматок групи, шт. | 4,13             | 4,10           |
| Коефіцієнт заплідненості, всього,%               | 96,61 ± 0,197    | 96,65 ± 0,206  |
| з них: ремонтних свинок, %                       | 96,15 ± 0,273    | 97,03 ± 0,306* |
| - свиноматок з другим і більше циклом,%          | 96,79 ± 0,191    | 96,51 ± 0,209  |
| Сервіс період, діб                               | 4,17 ± 0,093     | 4,19 ± 0,086   |
| Коефіцієнт опоросу, %                            | 94,22 ± 0,069    | 94,82 ± 0,086  |

По завершенню опоросу та після відлучення поросят від свиноматок контрольної та дослідної груп нами були розраховані показники кількості народжених та відлучених поросят і їх збереженість. Як видно з табл. 3 суттєвої різниці між показниками кількості народжених поросят та багатоплідності свиноматок

між групами не встановлено. Виявлена тенденція до дещо вищої кількості мертвонароджених поросят у свиноматок яких осіменяли постцервікальним методом. За збереженістю поросят до відлучення та кількістю їх в гнізді на цей період також не було суттєвої

різниці між тваринами які осіменялися різними методами.

А як видно з [таблиці 4](#) за традиційного та постцервікального методу осіменіння неоднаково змінювали свої відтворювальної якості зі зростанням репродуктивного циклу.

Так, свиноматки першого опоросу мали вищу на 0,4 голови загальну кількість народжених поросят за традиційного осіменіння порівняно з внутрішньоматковим. Тоді як, уже за другим репродуктивним циклом кількість народжених поросят у них виявилася на 0,60 голови меншою порівняно з тваринами за постцервікального їх осіменіння. До третього опоросу ця

різниця зросла до 1,2 голови на опорос, а до четвертого вона вже збільшилась до 1,60 голови на користь тварин з внутрішньоматковим осіменінням. Далі різниця в загальній кількості народжених поросят між тваринами з різним способом введення сперми в статеві шляхи самки зменшувалась. Так в п'ятому опоросі вона склала 0,5гол., у шостому 0,6 гол., а в сьомому 0,9. У цілому за результатами семи репродуктивних циклів свиноматки яким вводили сперму за допомогою постцервікального методу народили на 0,7 голови більше поросят порівняно з тими яких осіменяли традиційним способом.

**Таблиця 3**

Плідність свиноматок та збереженість поросят при використанні цервікального та постцервікального методів штучного осіменіння

| Показник                                              | Група тварин  |               |
|-------------------------------------------------------|---------------|---------------|
|                                                       | контрольна    | дослідна      |
| Загальна кількість народжених поросят на опорос, гол. | 16,17 ± 0,073 | 16,33 ± 0,092 |
| Багатоплідність, гол.                                 | 15,11 ± 0,071 | 15,10 ± 0,086 |
| Кількість мертвонароджених поросят на опорос, гол.    | 1,06 ± 0,15   | 1,23 ± 0,21   |
| Частка мертвонароджених поросят на опорос, %.         | 6,6           | 7,5           |
| Збереженість поросят в підсисний період, %            | 89,4 ± 0,15   | 89,8 ± 0,19   |
| Кількість відлучених поросят на свиноматку, гол.      | 13,51 ± 0,063 | 13,56 ± 0,056 |

**Таблиця 4**

Відтворювальні якості свиноматок різного віку за традиційного та постцервікального осіменіння

| Репродуктивний цикл       | Метод осіменіння               |                        |                                          |                                |                        |                                          |
|---------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------|
|                           | Цервікальний                   |                        |                                          | Постцервікальний               |                        |                                          |
|                           | народжено поросят всього, гол. | багато-плідність, гол. | кількість мертвона-роджених поросят, гол | народжено поросят всього, гол. | багато-плідність, гол. | кількість мертво-народжених поросят, гол |
| 1                         | 15,82 ± 0,39                   | 14,80 ± 0,36           | 1,04 ± 0,13                              | 15,44 ± 0,43                   | 14,30 ± 0,39           | 1,14 ± 0,30                              |
| 2                         | 15,40 ± 0,34                   | 14,50 ± 0,32           | 0,90 ± 0,13                              | 15,98 ± 0,46                   | 14,71 ± 0,43           | 1,27 ± 0,19                              |
| 3                         | 15,34 ± 0,37                   | 14,62 ± 0,35           | 0,72 ± 0,15                              | 16,54 ± 0,41                   | 15,10 ± 0,41           | 1,38 ± 0,19                              |
| 4                         | 15,58 ± 0,37                   | 14,32 ± 0,37           | 1,30 ± 0,17                              | 17,18 ± 0,38                   | 16,18 ± 0,36           | 0,94 ± 0,16                              |
| 5                         | 15,92 ± 0,27                   | 15,10 ± 0,24           | 0,78 ± 0,14                              | 16,47 ± 0,61                   | 15,09 ± 0,55           | 1,38 ± 0,18                              |
| 6                         | 16,27 ± 0,48                   | 14,92 ± 0,44           | 1,29 ± 0,23                              | 16,84 ± 0,47                   | 15,50 ± 0,40           | 1,34 ± 0,24                              |
| 7                         | 16,10 ± 0,39                   | 14,70 ± 0,34           | 1,22 ± 0,18                              | 17,04 ± 0,52                   | 15,76 ± 0,48           | 1,29 ± 0,18                              |
| В середньому за всі цикли | 15,78 ± 0,17                   | 14,71 ± 0,15           | 1,04 ± 0,09                              | 16,50 ± 0,24                   | 15,23 ± 0,21           | 1,25 ± 0,11                              |

Таким чином як видно з графіку зображеному на [рис. 1](#), свиноматки за внутрішньоматкового методу осіменіння під час першого опоросу мали на 2,4 % нижчу загальну кількість народжених поросят, тоді як уже за другим опоросом вони перевершили контрольних аналогів на 3,8 %, за третім опоросом на 7,8 %, за четвертим на 10,3 %. Після п'ятого опоросу різниця між тваринами за різного способу осіменіння дещо зменшувалась і склала на п'ятому опоросі 3,4 %, на шостому – 3,5 %, на сьомому – 5,8 %. В цілому за сім врахованих опоросів свиноматки за внутрішньоматкового осіменіння народили на 4,6 % більше поросят порівняно з тваринами яких осіменяли звичайним способом.

Схожа тенденція встановлена і за багатоплідністю. Як видно з наведеного графіку за першим опоросом свиноматки за традиційного осіменіння мали на 0,5

голови вищу багатоплідність порівняно з тваринами яких осіменяли постцервікальним способом. Водночас уже під час другого репродуктивного циклу багатоплідність свиноматок яких осіменяли внутрішньоматковим способом виявилось на 0,2 голови вищою порівняно з тваринами за традиційного способу їх осіменіння. За третього репродуктивного циклу різниця збільшилась до 0,5 голови, за четвертого до 1,9 голови на користь тваринним з постцервікальним способом осіменіння. За п'ятим опоросом різниця між групами виявилась відсутня. А вже за шостим опоросом вона склала 0,6 гол. на користь тварин з постцервікальним осіменінням, а за сьомого зросла до 1,1 гол. В середньому за сім опоросів таке перевищення склало 0,5 голови на користь тварин яких осіменяли постцервікальним способом.

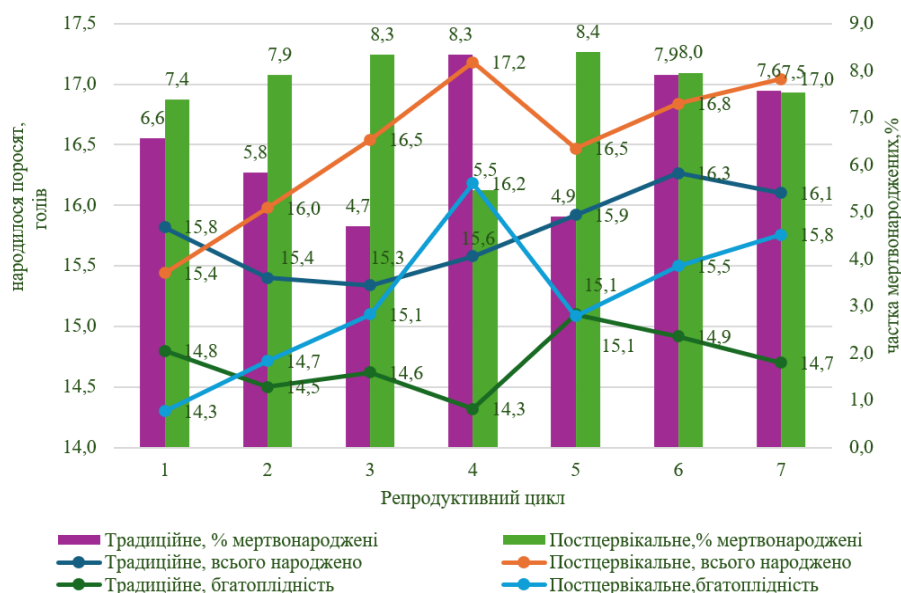


Рис. 1. Динаміка кількості народжених поросят, голів та частки мертвонароджених поросят в гнізді, %

За обох способів осіменіння, через високу кількість народжених поросят в гніздах свиноматок за обох методів осіменіння виявилась значна частина нежиттєздатних поросят. Я витікає з графіку він майже за всіх репродуктивних циклів виявився вищим у тварин за внутрішньоматочного осіменіння порівняно зі звичайним. Так, в гніздах свиноматок яких осіменяли постцервікальним методом виявилось за першим опоросом на 0,1 голову, за другим на 0,37 голів, за третім 0,66 голів, за п'ятим 0,60 голів, за шостим на 0,05 голів та сьомим 0,07 голів більше мертвонароджених поросят порівняно з тваринами за традиційного способу осіменіння. Тільки за четвертого опоросу свиноматки з традиційним осіменінням мали в гніздах на 0,36 голови мертвонароджених поросят більше порівняно з тваринами за постцервікального їх осіменіння.

Для визначення відносної динаміки змін загальної кількості народжених поросят ми взяли за 100 % кількість поросят народжених під час першого опоросу, як

за звичайного так із внутрішньо маткового методу осіменіння. Як видно з графіку зображеного на рис. 2 у тварин за постцервікального методу їх осіменіння впродовж наступних після першого репродуктивних циклів спостерігалось зростання загальної кількості народжених поросят. Так в другому циклі це зростання склало 3,5 %, в третьому – 7,1 %, в четвертому досягло 11,3 %, на 5 опорос дещо знизилась до 6,7 % на шостому опоросі склало 9,1 %, а на 7 сягнуло 10,4 %.

В цілому за весь період починаючи з першого опоросу зростання кількості народження поросят склало 3,3 % порівняно з першими опоросами. Інша картина спостерігалась за традиційного способу осіменіння.

Так за другим опоросом свиноматки зменшили кількість народжених поросят на 2,7 %, за третім опоросом, на 3,0 %, за четвертим на 1,5 % і починаючи з п'ятого опоросу спостерігався незначний ріст загальної кількості народжених поросят порівняно з першим опоросом. За п'ятим опоросом він склав 0,6 %, за шостим – 2,8 % а за сьомим – 1,8 %.

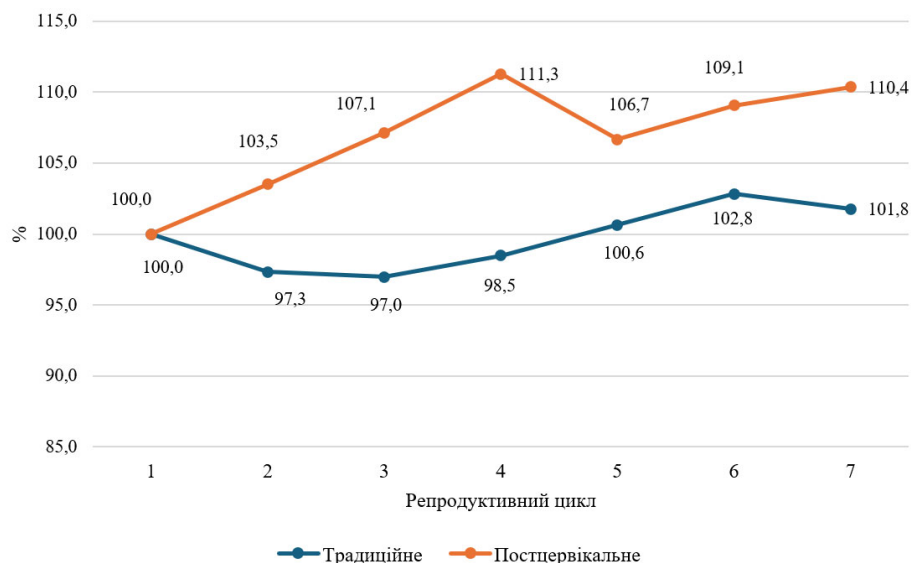


Рис. 2. Відносна динаміка загальної кількості народжених поросят, гол.



Досліджуючи динаміку відносно першого опоросу змін багатоплідності, яка зображена на [рис. 3](#), встановлено, що тварини за внутрішньоматкового осіменіння за другим опоросом підвищили багатоплідність на 2,9 %, за третім опоросом на 5,6 %, за четвертим на 13,1 % тоді як за п'ятим таке перевищення знизилась до 5,5 %, за шостим склало 8,4 % і за сьомим 10,2 %. Тоді як у тварини за традиційного способу осіменіння

впродовж майже всього репродуктивного життя тварин вони мали тенденцію до зниження багатоплідності. Так за другим опоросом вона знизилась на 2,0 %, за третім на 1,2 %, за четвертим на 3,2 %, тоді як за п'ятим встановлено зростання порівняно з першим опоросом на 2,0 %, за шостим лише 0,8 %, а за сьомим відбувся спад на 0,3 %.

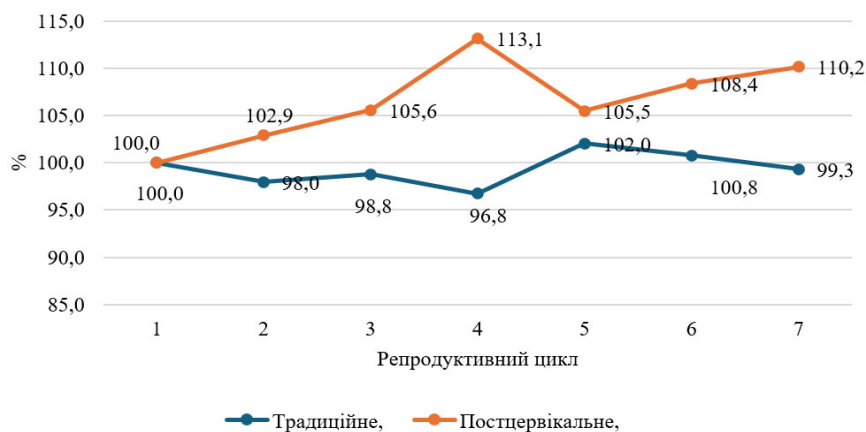


**Рис. 3.** Відносна динаміка кількості живонароджених поросят, гол.

Досліджуючи вікові зміни динаміки народження мертвих поросят виявлено суттєве перевищення за цим показником параметрів у тварин за постцервікального їх осіменіння ([рис. 4](#)). Так у всіх репродуктивних циклах, за винятком четвертого, встановлено збільшення відносно першого опоросу кількості поросят народжених мертвими. Так за другим опоросом

відносно до першого кількість мертвонароджених поросят збільшилась на 21,7 %, за третім опоросом на 9,1 %, за четвертим знизилась на 17,5 %, тоді як уже за п'ятим опоросом зросла відносно до першого на 21,0,3 % а за шостим збільшилась на 17,5 % і за сьомим на 12,8 %.

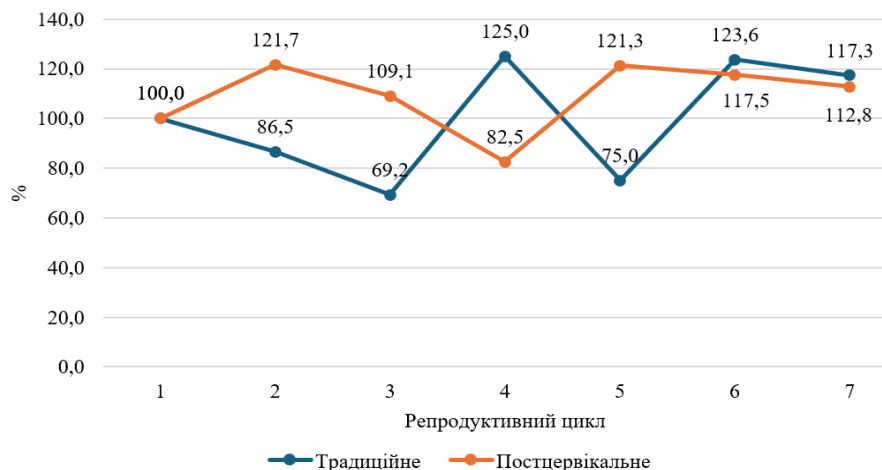


**Рис. 4.** Відносна динаміка кількості мертвонароджених поросят, гол.

Тоді як за традиційного осіменіння спостерігалась інша тенденція. Так за другого опоросу кількість мертвонароджених поросят зменшилась на 13,5 %, за третім опоросом 30,80 %, за п'ятим на 25,0 %. Тоді як за четвертим опоросом встановлено перевищення показників першого опоросу на 25,0 %, за шостим на 23,6 % та за сьомим на 17,3 %.

Дисперсійний аналіз впливу факторів порядкового номеру опоросу та методу осіменіння на відтворні якості свиноматок ([рис. 4](#)) показав що порядковий номер репродуктивного циклу свиноматок достовірно

впливав на загальну кількість поросят при народженні 1,50 % ( $F_{\text{розрахункове}} 10,59 > F_{\text{критичне}} 3,86$ ) на показник багатоплідності 5,51 % ( $F_{\text{розрахункове}} 6,72 > F_{\text{критичне}} 2,11$ ) – на кількість мертвонароджених поросят на опорос 3,45 % ( $F_{\text{розрахункове}} 4,12 > F_{\text{критичне}} 2,11$ ) та на показник кількості відлучених поросят з силою 14,47% ( $F_{\text{розрахункове}} 19,36 > F_{\text{критичне}} 2,11$ ). Фактор методу осіменіння та його взаємодія з порядковим номером опоросу не мали вірогідного впливу на жоден з досліджуваних показників.

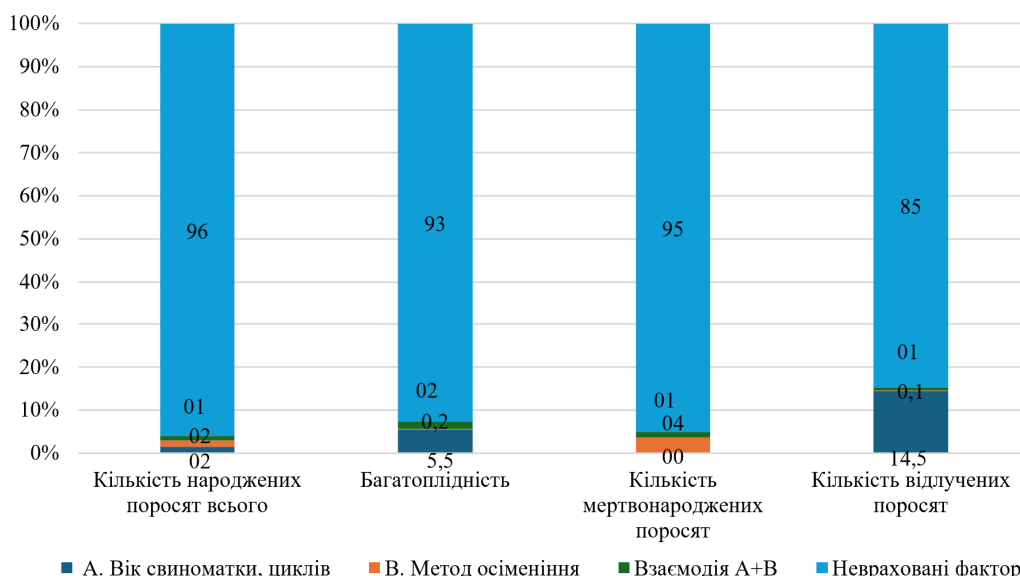


**Рис. 5.** Сила впливу віку свиноматок (А), методу осіменіння (В) на відтворювальні якості свиноматок

Суттєвими перевагами внутрішньоматкового осіменіння є економія робочого часу операторів штучного осіменіння від роботи яких суттєво залежить ефективність осіменіння і відповідно подальшої роботи ферми. В результаті проведеного хронометражу робочого часу техніків штучного осіменіння та інших працівників зайнятих в цьому процесі встановлено, що традиційне осіменіння потребує більше часу через необхідність масажу свиноматки та очікування всмоктування сперми в її статеві шляхи. У середньому в нашому досліді цей процес займав 7,5 хвилини на одну свиноматку. Натомість постцервікальний метод, який не потребує масажу та дозволяє примусове введення сперми в матку, скорочує час осіменіння до 3,2 хвилини, або на 57,3 % і зменшує загальні витрати часу на осіменіння свиноматок на 62,9 %.

### Обговорення

Наші висновки, що до відсутності різниці за показниками фертильності свиноматок за їх традиційного та внутрішньоматкового осіменіння співзвучні з даними опублікованими в роботах (Cassar et al., 2005; Hedeboe et al., 2004; Hedeboe, 2006; Belstra et al., 2020), але протирічать інформації опублікованій в роботі (Thorup & Bache, 2019), які навпаки отримали кращі результати фертильності та плідності свиноматок за традиційного штучного осіменіння. Результати наших досліджень які вказують на відсутність різниці між показниками кількості народжених поросят та багатоплідності, збереженості поросят до відлучення та кількість їх в гнізді на цей період між групами свиноматок з різними методами осіменіння схожі з даними (Watson & Behan, 2002; Shostia et al., 2022), але не узгоджуються з даними (Pylypenko, 2006; Funk, 2006; Usenko et al., 2017), які вказують на покращення відтворювальних якостей свиноматок за постцервікального методу їх осіменіння Також вони протирічать даним (Thorup & Bache, 2019), які отримали гірші результати плідності за такого методу осіменіння.

Зроблені нами висновки стосовно вірогідного покращення коефіцієнту запліднення ремонтних свинок яким вводили сперму постцервікальним методом порівняно з аналогами яким водили сперму традиційним методом суперечать повідомленням (Sbardella et al., 2014), які не встановили відмінностей у фертильності та плідності ремонтних свинок за використання цих методів осіменіння. Наші дані стосовно зменшення часу на виявлення охоти та осіменіння свиноматок за постцервікального методу порівняно з традиційним осіменінням співзвучні з повідомленнями (Weitze & Petzoldt, 1992; Waberski et al., 2005), але частково протирічать повідомленням (Thorup & Bache, 2019), які повідомляють що не в усіх господарствах які використовують внутриматочне осіменіння відбулося суттєве скорочення часу виявлення еструсу та інсемінації свиноматок. Ці неузгодженості при порівнянні різних методів штучного осіменіння потребують подальшого вивчення особливо в умовах промислової технології виробництва свинини.

### Висновки

Встановлено, що за показниками фертильності свиноматок не було різниці між тваринами за їх традиційного та внутрішньоматкового осіменіння.

Доведено, що за коефіцієнтом запліднення ремонтних свинок тварини яким вводили сперму постцервікальним методом вірогідно на 0,88 % перевершили аналогові яким водили сперму традиційним методом.

Виявлена відсутність суттєвої різниці між показниками кількості народжених поросят та багатоплідності, збереженості поросят до відлучення та кількість їх в гнізді на цей період між групами свиноматок з різними методами осіменіння.

Встановлено, вплив віку свиноматок на їх відтворювальні якості за обох способів осіменіння.

Доведено, що порядковий номер репродуктивного циклу свиноматок достовірно впливав на загальну кількість поросят при народженні, багатоплідність, на

кількість мертвонароджених поросят на опорос та на показник кількості відлучених поросят. Фактор методу осіменіння та його взаємодія з порядковим номером опоросу не мали вірогідного впливу на жоден з досліджуваних показників.

Визначено, що процес виявлення охоти та осіменіння однієї свиноматки за постцервікального методу скорочується на 57,3 % і зменшує загальні витрати часу на осіменіння свиноматок на 62,9 % порівняно з традиційним осіменінням.

#### Відомості про конфлікт інтересів.

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

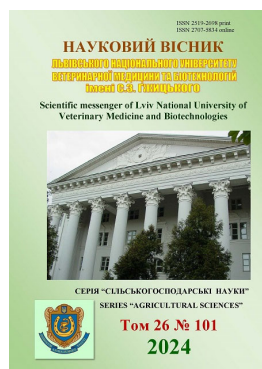
#### References

- Alm, K., Peltoniemi, O. A., Koskinen, E., & Andersson, M. (2006). Porcine field fertility with two different insemination doses and the effect of sperm morphology. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 41(3), 210–213. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2005.00670.x.
- Anil, S. S., Larriestra, A., Deen, J., Morrison, R. B., & Minion, L. (2004). A retrospective study on the preserving capacity of a commercial boar semen extender. *Theriogenology*, 62(3-4), 425–436. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2003.10.019.
- Bathgate, R., Eriksson, B. M., Thomson, P. C., Maxwell, W. M., & Evans, G. (2008). Field fertility of frozen-thawed boar sperm at low doses using non-surgical, deep uterine insemination. *Animal reproduction science*, 103(3-4), 323–335. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2007.01.008.
- Bathgate, R., Grossfeld, R., Susetio, D., Ruckholdt, M., Heasman, K., Rath, D., Evans, G., & Maxwell, W. M. (2008). Early pregnancy loss in sows after low dose, deep uterine artificial insemination with sex-sorted, frozen-thawed sperm. *Animal reproduction science*, 104(2-4), 440–444. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2007.06.028.
- Belstra, B. A., Willenburg, K. L., Gómez-López, D. H., Knox, R. V., & Stewart, K. R. (2020). Effects of the number of sperm and site of uterine semen deposition on conception rate and the number of embryos in weaned sows receiving a single fixed-time insemination. *Journal of animal science*, 98(9), skaa260. DOI: 10.1093/jas/skaa260.
- Belstra, B., & Ter Bik, V. (2018). Porivniannia riznykh metodiv shtuchnoho osimeninnia svynomatky. Internet resurs.. URL: <https://pigua.info/uk/post/Porivnyannya-riznykh-metodiv-shtuchnoho-osimeninnia-svynomatky> (in Ukrainian).
- Brassley, P. (2007). Cutting across nature? The history of artificial insemination in pigs in the United Kingdom. *Studies in history and philosophy of biological and biomedical sciences*, 38(2), 442–461. DOI: 10.1016/j.shpsc.2007.03.008.
- Carabin, H., Martineau, G. P., Vaillancourt, D., Higgins, R., & Bigras-Poulin, M. (1996). Detection of cervical bacterial contamination in swine by two methods of swabbing in relation to artificial insemination. *Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire*, 60(1), 40–44. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8825992>.
- Cassar, G., Kirkwood, R. N., Poljak, Z., Bennett-Steward, K., & Friendship, R. M. (2005). Effect of single or double insemination on fertility of sows bred at an induced estrus and ovulation. *J. Swine Health Prod.*, 13, 254–258. URL: <http://www.swinevet.com/shap/issues/v13n5/v13n5p254.pdf>.
- Dimitrov, S., Jeliakov, E., & Levis, D. (2007). Deep intrauterine and transcervical insemination of sows and gilts. *Trakia J. Sci.*, 5, 40–46. URL: [http://tru.uni-sz.bg/tsj/Vol5N1\\_2007/Dimitrov%20et%20al.pdf](http://tru.uni-sz.bg/tsj/Vol5N1_2007/Dimitrov%20et%20al.pdf).
- Funk, D. A. (2006). Major advances in globalization and consolidation of the artificial insemination industry. *Journal of dairy science*, 89(4), 1362–1368. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72203-2.
- Gardiner, C., Geldenhuys, G., & Gott, M. (2018). Interventions to reduce social isolation and loneliness among older people: an integrative review. *Health & social care in the community*, 26(2), 147–157. DOI: 10.1111/hsc.12367.
- Gerrits, R. J., Lunney, J. K., Johnson, L. A., Pursel, V. G., Kraeling, R. R., Rohrer, G. A., & Dobrinsky, J. R. (2005). Perspectives for artificial insemination and genomics to improve global swine populations. *Theriogenology*, 63(2), 283–299. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2004.09.013.
- Hancock, J. L. (1959). Pig insemination technique. *Veterinary Record* 71, 523–527. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19602201229>.
- Hedeboe, A. M. (2006). Dyb insemination med reduceret antal sædceller. Meddelelse nr. 735, Landsudvalget for Svin.
- Hedeboe, A. M., Thorup, F., Greve, T., & Jensen, H. E. (2004). Dyb insemination. Meddelelse nr. 654, Landsudvalget for Svin.
- Knox, R. V. (2016). Artificial insemination in pigs today. *Theriogenology*, 85(1), 83–93. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2015.07.009.
- Knox, R. V., & Zas, S. L. (2001). Factors influencing estrus and ovulation in weaned sows as determined by transrectal ultrasound. *Journal of animal science*, 79(12), 2957–2963. DOI: 10.2527/2001.79122957x.
- Knox, R. V., Esparza-Harris, K. C., Johnston, M. E., & Webel, S. K. (2017). Effect of numbers of sperm and timing of a single, post-cervical insemination on the fertility of weaned sows treated with OvuGel®. *Theriogenology*, 92, 197–203. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2017.01.033.
- Kovalenko, V. F., & Pylypenko, S. V. (2005). Porivniannia trokh metodiv shtuchnoho osimeninnia svynomatok. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, 31, 103–104 (in Ukrainian).
- Kraeling, R. R., & Webel, S. K. (2015). Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *Journal of animal science and biotechnology*, 6(1), 3. DOI: 10.1186/2049-1891-6-3.
- Kramarenko, S. S., Luhovyi, S. I., Lykhach, A. V., & Kramarenko, S. S. (2019). Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn : navchalnyi posibnyk Mykolaiv: MNAU (in Ukrainian).

- Ladyka, V. I., Khmelnychyi, L. M., & Povod, M. H. (2023). Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tva-rynnystva: pidruchnyk dlia aspirantiv. Odesa: Oldi+ (in Ukrainian).
- Lamberson, W. R., & Safranski, T. J. (2000). A model for economic comparison of swine insemination programs. *Theriogenology*, 54(5), 799–807. DOI: 10.1016/S0093-691X(00)00391-5.
- Langendijk, P., Soede, N. M., & Kemp, B. (2005). Uterine activity, sperm transport, and the role of boar stimuli around insemination in sows. *Theriogenology*, 63(2), 500–513. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2004.09.027.
- Langendijk, P., van den Brand, H., Soede, N. M., & Kemp, B. (2000). Effect of boar contact on follicular development and on estrus expression after weaning in primiparous sows. *Theriogenology*, 54(8), 1295–1303. DOI: 10.1016/S0093-691X(00)00436-2.
- Maes, D., Nauwynck, H., Rijsselaere, T., Mateusen, B., Vyt, P., de Kruif, A., & Van Soom, A. (2008). Diseases in swine transmitted by artificial insemination: an overview. *Theriogenology*, 70(8), 1337–1345. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2008.06.018.
- Martinez, E. A., Vazquez, J. M., Parrilla, I., Cuello, C., Gil, M. A., Rodriguez-Martinez, H., Roca, J., & Vazquez, J. L. (2006). Incidence of unilateral fertilizations after low dose deep intrauterine insemination in spontaneously ovulating sows under field conditions. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 41(1), 41–47. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2006.00635.x.
- Martinez, E. A., Vazquez, J. M., Roca, J., Lucas, X., Gil, M. A., Parrilla, I., Vazquez, J. L., & Day, B. N. (2001). Successful non-surgical deep intrauterine insemination with small numbers of spermatozoa in sows. *Reproduction (Cambridge, England)*, 122(2), 289–296. DOI: 10.1530/rep.0.1220289.
- Martinez, E. A., Vazquez, J. M., Roca, J., Lucas, X., Gil, M. A., Parrilla, I., Vazquez, J. L., & Day, B. N. (2002). Minimum number of spermatozoa required for normal fertility after deep intrauterine insemination in non-sedated sows. *Reproduction (Cambridge, England)*, 123(1), 163–170. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11869198>.
- Mozo-Martín, R., Gil, L., Gómez-Rincón, C. F., Dahmani, Y., García-Tomás, M., Úbeda, J. L., & Grandía, J. (2012). Use of a novel double uterine deposition artificial insemination technique using low concentrations of sperm in pigs. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 193(1), 251–256. DOI: 10.1016/j.tvjl.2011.11.007.
- Oseguera-López, I., Ruiz-Díaz, S., Ramos-Ibeas, P., Prez-Cereales, S. (2019). Novel Techniques of Sperm Selection for Improving IVF and ICSI Outcomes. *Front. Cell Dev. Biol.*, 7. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcell.2019.00298/full>.
- Ostersen, T., Cornou, C., & Kristensen, A. R. (2010). Detecting oestrus by monitoring sows' visits to a boar. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74(1) 51–58. DOI: 10.1016/j.compag.2010.06.003.
- Plain, R. L., & Lawrence, J. D. (2003). Swine production. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 19(2), 319–337. DOI: 10.1016/S0749-0720(03)00025-2.
- Pylypenko, S. V. (2006). Fiziologichne obgruntuvannia ta udoskonalennia vnutrishnomatkovoho osimeninnia svynei : dys... kand. biol. nauk : 03.00.13.UAAN; Instytut svynarstva im. O. V. Kvasnytskoho. Poltava (in Ukrainian).
- Robinson, J. A., & Buhr, M. M. (2005). Impact of genetic selection on management of boar replacement. *Theriogenology*, 63(2), 668–678. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2004.09.040.
- Roca, J., Parrilla, I., Bolarin, A., Martinez, E. A., & Rodriguez-Martinez, H. (2016). Will AI in pigs become more efficient?. *Theriogenology*, 86(1), 187–193. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2015.11.026.
- Safranski, T. J. (2008). Genetic selection of boars. *Theriogenology*, 70(8), 1310–1316. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2008.06.020.
- Sbardella, P. E., Ulguim, R. R., Fontana, D. L., Ferrari, C. V., Bernardi, M. L., Wentz, I., & Bortolozzo, F. P. (2014). The post-cervical insemination does not impair the reproductive performance of primiparous sows. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 49(1), 59–64. DOI: 10.1111/rda.12224.
- Shostia, A. M., Usenko, S. O., Ustenko, A. V., & Skrynnyk, V. H. (2022). Shtuchne osimeninnia svynomatok maly-my dozamy spermy Materialy mizhnarodnoi naukovoï internet-konferentsii «Rozvytok haluzi tvarynnystva v umovakh yevrointehratsii» m. Poltava, 4 lystopada 2022 r. Poltava, 140–142. URL: [https://www.svinarstvo.com/news/16\\_11\\_2022/internet-conference.pdf#page=141](https://www.svinarstvo.com/news/16_11_2022/internet-conference.pdf#page=141) (in Ukrainian).
- Steवरink, D. W., Soede, N. M., Bouwman, E. G., & Kemp, B. (1997). Influence of insemination-ovulation interval and sperm cell dose on fertilization in sows. *Journal of reproduction and fertility*, 111(2), 165–171. DOI: 10.1530/jrf.0.1110165.
- Thorup, F., & Bache, J. K. (2019). Traditionel Kontra Dyb Insemination. Meddelelse Nr. 1180. URL: [https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/lu\\_me dd/2019/1180](https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/lu_me dd/2019/1180).
- Usenko, S. O. (2014). Osoblyvosti metodychnykh pidkhodiv do shtuchnoho osimeninnia svynei. *Svynarstvo*, 64, 105–110. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun\\_2014\\_64\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun_2014_64_18) (in Ukrainian).
- Usenko, S. O., Shostia, A. M., Nevidnychyi, O. S., Tsybenko, V. H., & Kirian, R. M. (2017). Suchasni metody pidvy-shchennia vidtvoriuvalnoi funktsii svynei. Problemy vidtvorennia ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy : ma-terialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. (m. Poltava, 12 zhovtnia 2017 roku). Poltava, 75–79. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/15752> (in Ukrainian).
- Vazquez, J. M., Martinez, E. A., Roca, J., Gil, M. A., Parrilla, I., Cuello, C., Carvajal, G., Lucas, X., & Vazquez, J. L. (2005). Improving the efficiency of sperm technologies in pigs: the value of deep intrauterine insemination. *Theriogenology*, 63(2), 536–547. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2004.09.043.
- Waberski, D., Magnus, F., Mendonca Ferreira, F., Petrunkina, A. M., Weitze, K. F., & Töpfer-Petersen,



- E. (2005). Importance of sperm-binding assays for fertility prognosis of porcine spermatozoa. *Theriogenology*, 63(2), 470–484. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2004.09.025.
- Watson, P. F., & Behan, J. R. (2002). Intrauterine insemination of sows with reduced sperm numbers: results of a commercially based field trial. *Theriogenology*, 57(6), 1683–1693. DOI: 10.1016/s0093-691x(02)00648-9.
- Weitze, K. F., & Petzoldt, R. (1992). Preservation of semen. *Animal Reproduction Science*, 28(1–4), 229–235. DOI: 10.1016/0378-4320(92)90109-Q.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10147  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC [639.3.043.13:636.087.73]:597-111.1.05

## Socio-demographic consequences of environmental problems of the Western region of Ukraine

R. P. Paranjak<sup>✉</sup>, O. P. Sukhorska, R. S. Oseredchuk, N. A. Lytvyn

Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 16.10.2024  
Received in revised form  
18.11.2024  
Accepted 19.11.2024

Stepan Gzhyskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-067-777-51-22  
E-mail: [paranyak\\_roman@ukr.net](mailto:paranyak_roman@ukr.net)

**Paranjak, R. P., Sukhorska, O. P., Oseredchuk, R. S., Lytvyn, N. A. (2024). Socio-demographic consequences of environmental problems of the Western region of Ukraine. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 311–318. doi: 10.32718/nvlvet-a10147**

This work has carried out a comprehensive study of the impact of environmental factors on demographic processes in the western regions of Ukraine. Attention is focused on the study of both common and specific environmental problems of Lviv, Zakarpattia, Ivano-Frankivsk, Ternopil and Chernivtsi regions, which have a significant impact on the health and structure of the population of these regions. Particular attention is paid to Lviv region, as the largest in terms of population and industrial potential, for a detailed analysis of the age structure, dynamics of the number of active age groups and the reproductive population. The relationship between changes in demographic indicators and the level of environmental pollution has been studied. A correlation analysis has been conducted between the level of mortality from diseases and the amount of emissions of pollutants into the air. A significant correlation was found between mortality from respiratory diseases and the concentration of solid suspended particles in the air ( $p = 0.874$ ), nitrogen oxide emissions ( $p = 0.855$ ) and non-methane volatile organic compounds; the statistical relationship of these emissions with diseases of the circulatory system as causes of mortality was also studied. These indicators indicate a significant impact of anthropogenic pollution on the health of the population and the demographic situation in the region. In addition to analyzing the current state, the article proposes promising ways to improve the environmental situation in the western regions of Ukraine. In particular, the emphasis is on the introduction of environmentally friendly technologies, reducing emissions of harmful substances and increasing environmental awareness of the population. It is determined that the integrated use of environmental mechanisms can contribute to stabilizing the demographic situation, reducing mortality and improving the quality of life of the population of the region. The results obtained are important for developing strategies for sustainable regional development aimed at improving environmental safety, health protection, and demographic stability.

**Key words:** environmental pollution, quality of life, demographic indicators, migration processes.

## Соціально-демографічні наслідки екологічних проблем Західного регіону України

Р. П. Параняк<sup>✉</sup>, О. П. Сухорська, Р. С. Осередчук, Н. А. Литвин

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У даній роботі здійснено комплексне дослідження впливу екологічних факторів на демографічні процеси у західних областях України. Увага зосереджена на вивченні як спільних, так і специфічних екологічних проблем Львівської, Закарпатської, Івано-Франківської, Тернопільської та Чернівецької областей, які мають значний вплив на здоров'я та структуру населення цих регіонів. Особливу увагу приділено Львівській області, як найбільшій за чисельністю населення та промисловим потенціалом, шляхом детального аналізу вікової структури, динаміки чисельності активних вікових груп і репродуктивного населення. Досліджено зв'язок між змінами в демографічних показниках і рівнем забруднення навколишнього середовища. Проведено кореляційний аналіз між

рівнем смертності від захворювань і кількістю викидів забруднюючих речовин у повітря. Виявлено значну кореляцію між смертністю від хвороб органів дихання та концентрацією твердих суспендованих частинок у повітрі ( $\rho = 0,874$ ), викидами оксиду азоту ( $\rho = 0,855$ ) і неметанових летких органічних сполук; також вивчено статистичний зв'язок цих викидів із хворобами системи кровообігу як причинами смертності. Ці показники свідчать про суттєвий вплив антропогенних забруднень на стан здоров'я населення та демографічну ситуацію в регіоні. Окрім аналізу сучасного стану, у статті запропоновано перспективні шляхи покращення екологічної ситуації в західних областях України. Зокрема, акцент зроблено на впровадженні екологічно безпечних технологій, зменшенні викидів шкідливих речовин і підвищенні екологічної обізнаності населення. Визначено, що комплексне використання екологічних механізмів може сприяти стабілізації демографічної ситуації, зниженню рівня смертності та покращенню якості життя населення регіону. Отримані результати мають важливе значення для розробки стратегій сталого розвитку регіонів, орієнтованих на підвищення екологічної безпеки, охорону здоров'я та демографічну стабільність.

**Ключові слова:** забруднення довкілля, якість життя, демографічні показники, міграційні процеси.

## Вступ

Сучасний світ стикається зі зростаючим впливом екологічних криз на суспільство, які суттєво впливають на його розвиток. Погіршення стану довкілля, спричинене людською діяльністю, відчутно відбивається на здоров'ї, життєвій активності та загальному добробуті населення. Вплив екологічних проблем має своє відображення у демографічних показниках, соціальній стабільності та економічному стані як окремих регіонів, так і суспільства в цілому (Brunekreef & Holgate, 2002; Harashchenko, 2011; Fuller et al., 2022).

Дослідження соціально-демографічних наслідків екологічних проблем дозволяє краще зрозуміти взаємозв'язок між станом довкілля та соціальними процесами. Забруднення довкілля безпосередньо впливає на тривалість життя і стан здоров'я населення, міграційні процеси, а також поглиблює соціальну нерівність, оскільки найбільший вплив припадає на малозабезпечені верстви. Крім того, екологічні проблеми спричиняють серйозні економічні наслідки та мають глобальний масштаб, що проявляється у втраті біорізноманіття, кліматичних змінах, виснаженні природних ресурсів (Cramer, 1996; Zhybak, 2013; Yevsieienko, 2014). Це підкреслює актуальність та потребу глибокого вивчення соціально-демографічних наслідків екологічних викликів для розробки ефективних заходів із мінімізації їхнього негативного впливу (Lobanova & Kucher, 2018).

Хоча низка екологічних проблем, таких як зміни клімату, зниження біорізноманіття, пандемії або виснаження ресурсів, мають глобальний характер, більшість спостережуваних ефектів взаємозв'язку якості довкілля та якості життя населення має локальний характер і залежить від регіональних особливостей (Holovne upravlinnia statystyky; Stansfeld & Matheson, 2003; Muttarak, 2021). Наприклад, забруднення довкілля, дефіцит питної води, голод або соціальна нерівність проявляються по-різному залежно від країни та регіону. Навіть у межах одного континенту та схожих природних умов проблеми можуть мати різний вплив на демографічні процеси: у той час, як одні території стикаються з перенаселенням, інші зазнають депопуляції.

Усе це підкреслює важливість вивчення соціально-демографічних наслідків проблем із станом довкілля у розрізі окремих регіонів. У цій роботі об'єктом дослідження обрано західний регіон України, який включає кілька областей, центральною з яких є Львівська. З огляду на її соціальну, економічну та демографічну

вагу, основну увагу приділено саме аналізу екологічних і соціально-демографічних процесів у цій області.

## Мета дослідження

Метою дослідження у даній роботі є аналіз наслідків екологічних проблем довкілля та їх впливу на соціально-демографічну ситуацію на прикладі західного регіону України. Оскільки у науковій літературі існують підтверджені відомості про взаємозв'язок рівня забруднення повітря із захворюваннями органів дихання та кровоносної системи, а також про внесок останніх у рівні смертності, основна увага дослідження зосереджена на виявленні статистичного взаємозв'язку між екологічними та демографічними параметрами. Комплексне вивчення питання передбачає розкриття змісту поняття соціально-демографічної ситуації та її зв'язку з станом довкілля, розкриття ролі екологічного чинника у міграційних процесах та показників стану здоров'я населення. Перспективні напрями дослідження стосуються розробки рекомендацій покращення демографічної ситуації шляхом збереження довкілля.

## Матеріал і методи досліджень

У роботі використано матеріали наукової літератури вітчизняних і зарубіжних авторів, джерел державної статистики областей заходу України та обласних звітів про стан довкілля. Застосування історичного аналізу дає змогу виявити верифіковані випадки у світовій практиці, коли наявні екологічні проблеми, передусім у вигляді забруднення геосфер мали наслідком значущі зміни у стані здоров'я населення, позначались на демографічних процесах і виявляли соціально-вагомий ефект. Аналіз багаторічних річних даних регіональної статистики народонаселення та даних про стан довкілля дає змогу вивчити кореляційні взаємозв'язки між загостренням екологічної ситуації та змінами у показниках смертності у розрізі причин смертності.

## Результати та їх обговорення

**Демографічні проблеми регіонів України.** В Україні відтворення населення перебуває у стані демографічної кризи вже тривалий час і поточна війна лише надзвичайно загострила проблеми, що закладались упродовж декад (Holovne upravlinnia statystyky v Ivano-Frankivskii oblasti). Причини цього явища фор-

мувалися давно, а економічна нестабільність країни ще більше загострювала і без того складну демографічну ситуацію. Перші ознаки нинішньої кризи з'явилися до здобуття незалежності Україною, коли в селах спостерігалася депопуляція та зниження середньої тривалості життя. На жаль, наразі відсутні чинники, які могли б змінити негативні демографічні тенденції в країні.

Особливо гострою є проблема скорочення чисельності економічно активного населення, що погіршується через загальне зменшення чисельності населення та зміни у статеві-віковій структурі. Це загрожує подальшим зниженням рівня економічно активного населення, що може призвести до економічної кризи. Тому питання демографії та соціально-економічної політики держави є надзвичайно важливими і вимагають негайних дій. Ця проблема загальнонаціональна й проявляється практично в усіх регіонах України, у тому числі у Західному регіоні країни.

**Демографічні показники Західного регіону.** Поняття Західного регіону України доволі розмите, сюди переважно налічують такі області як Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська, Чернівецька. Із перелічених областей Львівщина веде за такими показниками, як кількість населення, площа області та рівень урбанізації (див. [табл. 1](#)).

**Таблиця 1**

Показники областей Західного регіону

| Область           | Населення, ос | Урбанізація, % міського населення | Площа, км кв |
|-------------------|---------------|-----------------------------------|--------------|
| Львівська         | 2 512 084     | 61,1                              | 21 833       |
| Івано-Франківська | 1 368 097     | 44,4                              | 13 928       |
| Закарпатська      | 1 253 791     | 37,2                              | 12 777       |
| Тернопільська     | 1 038 695     | 45,6                              | 13 823       |
| Чернівецька       | 901 632       | 43,3                              | 8 097        |

Соціально-демографічна ситуація у Зах. регіоні України стосується змін у чисельності, складі та русі населення (народжуваність, смертність, міграція), а також соціальних аспектів, таких як рівень зайнятості, доходи та якість життя. Вона включає тенденції до скорочення населення через міграцію та економічні чинники, зміну вікової структури та проблеми з відтворенням населення.

[Рис. 1](#) ілюструє динаміку населення цих областей уздовж 1990–2022 років. Методи кореляційного аналізу підтверджують високу узгодженість динаміки чисельності населення областей за 33 роки – середнє значення коефіцієнта кореляції становить 0,9171. При цьому мінімальне значення (0,6945) є у парі Тернопільська-Закарпатська області.

До основних демографічних показників відносять кількість наявного населення, кількість живонароджених, кількість померлих, кількість померлих дітей у віці до 1 року, природний приріст (+/-) кількості населення, сальдо міграції, загальний приріст (+/-) кількості населення, коефіцієнт народжуваності, коефіцієнт смертності, коефіцієнт смертності дітей у віці до 1 року. Усі ці показники, окрім трьох останніх,

вимірюють у кількості осіб. Останні – у кількості осіб на 1000 осіб населення, або у тисячних долях – проміле (‰).

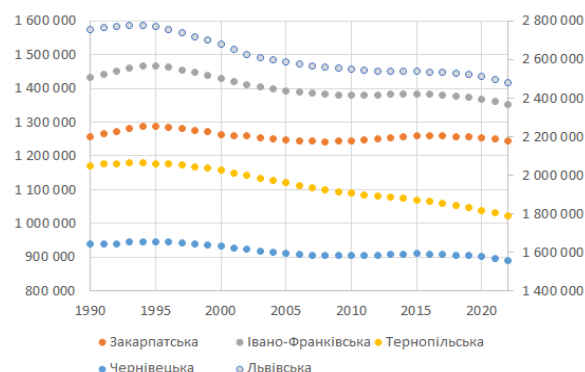


**Рис. 1.** Динаміка чисельності населення західних областей, осіб. Чисельність населення Львівської області відкладено по правій осі

Основні демографічні показники областей надають обласні управління статистики цих областей. Проведемо їхній графічний аналіз. [Рис. 2](#) ілюструє рівень смертності та народжуваності у 2021 році у відсотках до наявного населення.

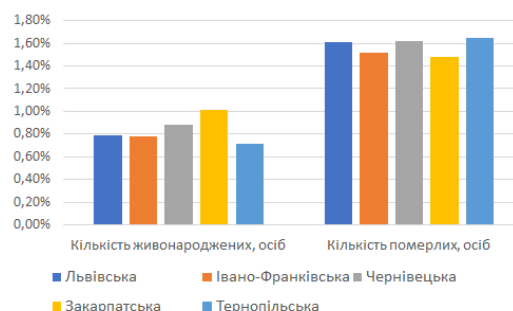


**Рис. 2.** Рівні смертності/народжуваності у 2021 р.

Аналіз даних показує відсутність чинника який би суттєво підвищував або знижував рівні народжуваності та смертності у одній із п'яти областей, що розглядаються.

Якщо показники природного приросту населення у відношенні до загальної кількості населення області та сальдо міграції у такому ж відношенні розрахувати у відсотках та провести порівняльний аналіз отримуюмо картину зображену на [рис. 3](#). Бачимо, що за природним приростом лідером у регіоні є Закарпатська, а аутсайдером – Тернопільська область. Разом з тим, якщо дивитись на приріст населення, пов'язаний із міграцією, тобто сальдо міграції, то найбільшим є приріст саме у Тернопільській області (0,07 ‰), а найменшим – у Закарпатській області.

Зазначимо, що до показників соціально-демографічної ситуації окрім даних про населення та міграцію традиційно відносять дані про ринок праці, доходи, охорону здоров'я, соціальний захист тощо. Повний аналіз цих показників виходить за рамки даної роботи.



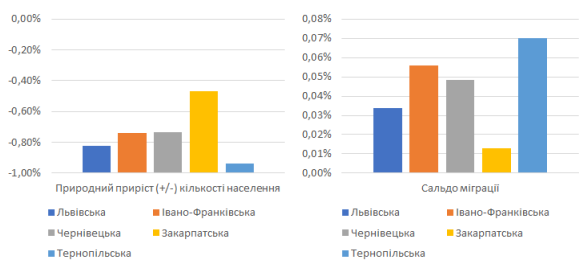


Рис. 3. Природний приріст та сальдо міграції

**Екологічні проблеми Західного регіону.** Найбільший вплив на демографічну ситуацію Західного регіону України мають такі екологічні проблеми:

- **Забруднення води та повітря:** Погіршення якості води та повітря через промислові викиди, сільськогосподарські стоки та побутові відходи може призводити до зростання захворювань серед населення (респіраторні, онкологічні хвороби), що знижує тривалість життя і працездатність. Це також впливає на репродуктивне здоров'я та рівень народжуваності;
- **Вирубка лісів та ерозія ґрунтів:** Інтенсивна вирубка лісів, особливо у гірських районах, призводить до ерозії ґрунтів, повеней і зсувів, що становить загрозу для життєдіяльності місцевих громад. Це змушує людей мігрувати до безпечніших місць або за межі регіону;
- **Повені і природні катастрофи:** Через зміни клімату та деградацію природних ресурсів Західний регіон стає вразливим до повеней і зсувів, які руйнують інфраструктуру, будинки та угіддя. Це сприяє міграції населення, зниженню рівня життя та демографічному скороченню.

Таким чином, в усіх розглянутих областях є спільні екологічні проблеми. Також у кожній із розглянутих областей є райони, більш благополучні за екологічними критеріями завдяки чистому повітрю, воді й відсутності потужного антропогенного впливу (у Львівській: колишні Сколівський, Турківський та Старосамбірський, у Закарпатській Рахівський, Міжгірський та Великоберезнянський, в Івано-Франківській Верховинський, Косівський, Надвірнянський, у Тернопільській Заліщицький, Бережанський та Борщівський, у Чернівецькій Путильський, Вижницький і Герцаївський кол.райони), так і райони із порівняно незадовільною екологічною ситуацією. Зосередимо далі увагу на Львівській області.

**Розвиток демографічних тенденцій.** З'ясуємо більш детально як проявляються демографічні тенденції у Львівській області у розрізі зміни вікової структури населення. Рис. 4 демонструє детальну вікову-статеву структуру популяції населення Львівської області у 2003 році, а 5 – у 2022 році (без врахування осіб віком понад 70 років).

Порівнюючи діаграми на рис. 4 і 5, бачимо суттєву зміну загальної форми вікового розподілу наявного населення Львівської області упродовж згаданих 20 років. Якщо станом на 2003 р максимум населення був у 15–20 років і наступний пік був 40–45 років, то у 2022 році перший пік змістився до 35–40 років і нового піку із молодого, працездатного і здатного до

репродукції населення не сформовано. Більше того, чисельність дітей у віці 0–5 років є найнижчою за увесь період спостереження.

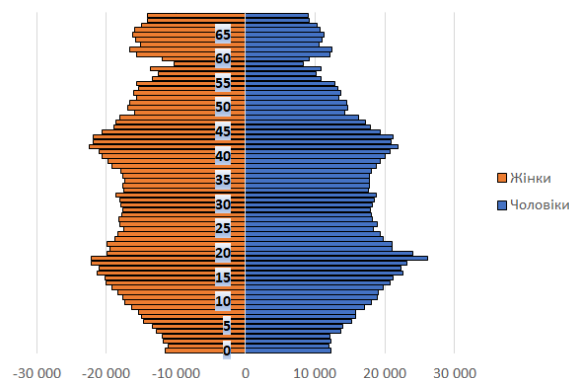


Рис. 4. Структура населення Львівщини у 2003 році

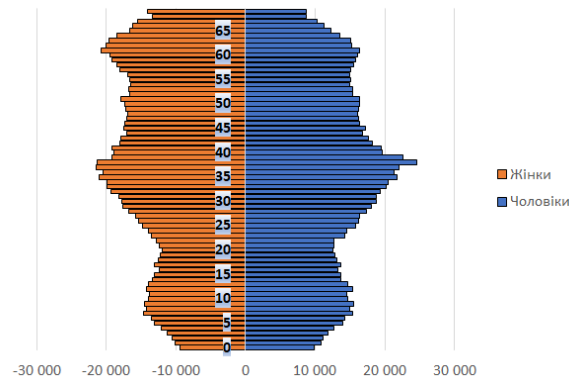


Рис. 5. Структура населення Львівщини у 2022 році

Важливим показником у демографії є репродуктивний вік, оскільки від частки населення в цьому віковому діапазоні залежать показники народжуваності та відтворення населення. Цей вік трактують доволі широко. У жінок репродуктивний вік зазвичай вважається від 15 до 49 років, оскільки саме в цьому віковому діапазоні вони можуть завагітніти та народити дитину. У чоловіків репродуктивний вік менш чітко визначений, проте зазвичай охоплює період від початку статевої зрілості (близько 15 років) і триває значно довше, хоча фертильність з віком поступово знижується. Разом із тим, більшість населення народжує до 40 і навіть до 30 років. Крім того, з огляду на перспективу доцільно враховувати населення, що потрапить у цю категорію упродовж кількох наступних років. Тому нами проведено дослідження частки у населенні осіб віком до 30 років. Також для порівняння вивчено частку працездатного віку. Працездатний вік – це віковий період, протягом якого людина вважається здатною до трудової діяльності та може офіційно працювати. У більшості країн, включаючи Україну, працездатний вік охоплює період з 16 до 59 років для жінок і з 16 до 64 років для чоловіків, хоча він може варіюватися залежно від країни та її законодавства. Працездатний вік є важливим демографічним показником, оскільки частка людей у цьому віковому діапазоні впливає на економічне навантаження, рівень зайнятості та залежність економіки від соціальної підтримки для непрацездатного населення. У нас значна частина молоді у віці 16–21 рік здобуває вищу

освіту, тому для аналізу вибрано близький показник, а саме однаково від 20 до 60 років однаково для чоловіків та жінок. Разом ці групи населення називатимемо активними віковими групами.

**Рис. 6** ілюструє тенденції зміни відсоткової частки цих груп у загальному числі населення. Бачимо, що т. зв. населення репродуктивного віку упродовж усього періоду у дві декади неперервно зменшувалося від понад 40 % до 35 %. Разом з тим, населення працездатного віку упродовж першої декади дещо зростало від 55 до 60 %, а у останнє десятиліття проявило тенденцію до зниження.

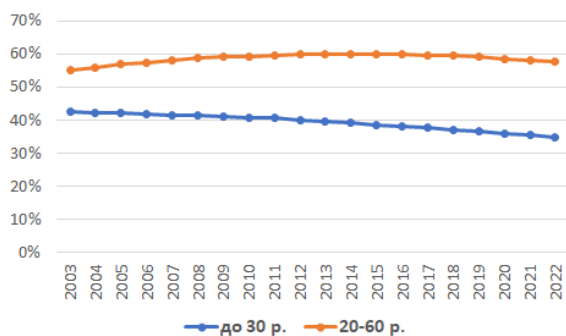


**Рис. 6.** Зміна відсоткової частки активних вікових груп у Львівській області

Аналізуючи останні наведені діаграми, бачимо, що демографічні тенденції у населенні Львівської області упродовж кількох деkad є доволі сталими (криві гладкі і стохастичний компонент практично ніяк себе не проявляє), а тому можна було б з впевненістю будувати прогнози на розвиток демографічної ситуації в найближчому майбутньому (горизонт планування 5-10 років), якби не соціополітичні катаклізми, пов'язані із війною, активна фаза якої розпочалася у лютому 2022 року.

**Демографічно-екологічні показники.** Коли ми розглядаємо проблему зв'язку демографічних показників з станом довкілля та екологічними проблемами, то доцільно виявити такий зв'язок шляхом вивчення коваріації рівня забруднення довкілля та рівня здоров'я населення. На жаль, напряду ці два показники не обліковуються, проте можна вивчити статистику пов'язаних із ними показників, таких як смертність від певних видів хворіб та викиди забруднюючих речовин у довкілля. Проведемо таке дослідження на основі Львівської області, у якій статистичні дані розкриті найбільш повно.

Аналізувати усі 20 показників немає змісту, адже деякі причини смерті, як от смерть від хвороб ока, вагітності чи вроджених вад розвитку складає частки відсотка і не спричиняє помітного впливу на демографію. Тому виділимо основні найбільш часті причини смерті:

- 042 Клас IX Хвороби системи кровообігу I00-I99 – 64 % причин смерті у середньому за 16 років і 60 % причин за останній період;
- 006 Клас II Новоутворення C00-D48 – 12 % причин смерті у середньому за 16 років і 13 % причин за останній період;

076 Клас XVIII Симптоми, ознаки та відхилення від норми, що виявлені при лабораторних та клінічних дослідженнях, не класифікованих в інших рубриках R00-R99 – 6 % причин смерті у середньому за 16 років і 8 % причин за останній період;

054 Клас XI Хвороби органів травлення K00-K93 – 4 % причин смерті у середньому за 16 років і за останній період;

048 Клас X Хвороби органів дихання J00-J99 – 3 % причин смерті у середньому за 16 років і за останній період.

Разом охоплені причини стосуються 89% смертей (ще біля 5% є зовнішні причини смерті, зазвичай не пов'язані із довкіллям).

Викиди стаціонарних джерел забруднення налічують 10 категорій (метан, НЛОС, CO, діоксид та інші сполуки сірки (SO<sub>2</sub> окремо), сполуки азоту (а саме NO і NO<sub>2</sub>), речовини у вигляді твердих суспендованих частинок), а також сумарне значення викидів та викиди діоксиду вуглецю. Оскільки видів забруднення є небагато, тому розраховувати кореляцію будемо для усіх параметрів.

Обчислені дані охоплюють діапазон від –0,8175 до 0,8740 із середнім –0,0967. Вони обчислені на основі даних ГУСуЛО за період 2005–2020 років.

**Таблиця 2**

Коефіцієнти кореляції між захворюваністю та викидами

|                 | 042     | 048     | 006     | 076     | 054     |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Викиди          | –0,1116 | –0,0019 | –0,3406 | –0,5825 | –0,4620 |
| Метали          | 0,3567  | 0,4599  | –0,5998 | –0,2732 | 0,2831  |
| Метан           | –0,6814 | –0,7157 | 0,2792  | 0,1132  | –0,2191 |
| НЛОС            | 0,7223  | 0,8640  | –0,7581 | –0,5260 | –0,0907 |
| CO              | 0,5634  | 0,5942  | –0,3394 | –0,5448 | –0,3976 |
| Д+              | 0,3797  | 0,5533  | –0,5469 | –0,7264 | –0,3479 |
| SO <sub>2</sub> | 0,3828  | 0,5556  | –0,5356 | –0,7275 | –0,3352 |
| N+              | 0,4588  | 0,5826  | –0,3773 | –0,5007 | –0,1747 |
| NO <sub>2</sub> | 0,6121  | 0,7528  | –0,4617 | –0,7038 | –0,2128 |
| NO              | 0,7392  | 0,8552  | –0,5556 | –0,5943 | –0,1107 |
| Пил+            | 0,7428  | 0,8740  | –0,7939 | –0,7528 | –0,1146 |
| CO <sub>2</sub> | –0,7701 | –0,8175 | 0,8376  | 0,4718  | –0,0030 |

Д+ – діоксид та інші сполуки сірки; N+ – сполуки азоту; Пил+ – речовини у вигляді твердих суспендованих частинок

Аналіз наведеної таблиці дозволяє виявити радше негативну кореляцію між загальним обсягом викидів забруднюючих речовин та захворюваністю на найбільш поширені хвороби (перший рядок таблиці). Проте за деякими показниками маємо позитивну кореляцію. Найвищою є позитивна кореляція  $r = 0,8740$  між кількістю осіб, що померли через захворювання органів дихання, та обсягами викидів забруднюючих речовин у вигляді твердих суспендованих часток; також високими є показники кореляції між останнім показником та хворобами системи кровообігу ( $r = 0,7428$ ).

048 Клас X Хвороби органів дихання більш корелюють із (у дужках вказано коеф. лінійної кореляції Пірсона  $r$ ): речовини у вигляді твердих суспендованих частинок (0,874); неметанові леткі органічні сполуки (0,864); оксид азоту (0,8552); діоксид азоту (0,7528); оксид вуглецю (0,5942); сполуки азоту

(0,5826); діоксид сірки (0,5556); діоксид та інші сполуки сірки (0,5533); метали та їх сполуки (0,4599).

042 Клас IX Хвороби системи кровообігу найкраще корелюють із (у дужках вказано коеф. лінійної кореляції Пірсона  $r$ ): речовини у вигляді твердих суспендованих частинок (0,7428); оксид азоту (0,7392); неметанові леткі органічні сполуки (0,7223); діоксид азоту (0,6121); оксид вуглецю (0,5634); сполуки азоту (0,4588); діоксид сірки (0,3828); діоксид та інші сполуки сірки (0,3797); метали та їх сполуки (0,3567).

#### **Аналіз демографічно-екологічних перспектив.**

Можна стверджувати, що в умовах, які є зараз у Закарпатській, Львівській, Івано-Франківській, Тернопільській, Чернівецькій областях, що складають західний регіон України, існує певний вплив стану довкілля та екологічних чинників на демографічну ситуацію. Наразі чисельно цей демографічний вплив стану довкілля є доволі малим і за умови навіть ідеального природного середовища змінити соціально-демографічну ситуацію в умовах війни, кризи в економіці, очікуваних проблем із забезпеченням теплом, електрикою та іншими благами цивілізації практично нереально.

Проте у перспективі, у випадку коли будуть здійснені економіко-політичні, соціальні та інші заходи задля стабілізації демографічної ситуації, роль екологічного чинника може суттєво зрости, адже саме поєднання екологічного чинника із іншими умовами, у тому числі тими, що трактуються як якість життя може дозволити досягнути перелому і позитивних тенденцій у зростанні рівня народжуваності, зниженні смертності, підвищенні віку працездатності та нормалізації соціально-демографічної ситуації. У даному контексті вкрай важливим є дотримання принципу справедливого доступу як до природних та екологічних ресурсів, так і до соціальної інфраструктури, що забезпечує збереження здоров'я населення, повноцінний відпочинок, належні умови для роботи та проживання. Тут важливим є як матеріальний рівень, так і стан психологічного комфорту: люди повинні бажати проживати у регіоні та виховувати тут дітей для того щоб терези демографічної ситуації нахилилися у позитивну сторону, чого не траплялося у цьому регіоні упродовж принаймні останніх двох декад, як свідчить статистика.

Зазначимо, на завершення дослідження, ще один аспект мінімізації негативних наслідків стану довкілля на демографію. Катастрофи, зокрема екологічні, можуть суттєво вплинути на життя тих, хто їх зазнав (Lee et al., 2023). Крім безпосередніх небезпек переміщення, смерті, хвороб і травм, катастрофи часто супроводжуються ширшими проблемами, такими як економічна криза, обмежений доступ до медичних закладів та інших послуг, а також відсутність продовольчої безпеки. Оскільки народження дітей є одним із найважливіших рішень, які роблять люди, не дивно, що катастрофи впливають на те, чи будуть люди мати дітей, коли і скільки їх буде. Із зростаючою частотою та серйозністю стихійних лих, особливо через глобальну кліматичну кризу, питання про те, як стихійні лиха впливають на народжуваність, стає предметом

інтересу як для громадськості, так і для політиків і дослідників. в умовах вищої народжуваності. Однак виявлено, що ця тенденція була недостатньо сильною, щоб підтвердити часто постулюване уявлення про те, що позитивний вплив на народжуваність загалом більш вірогідний у країнах з вищим загальним коефіцієнтом народжуваності. Крім того, є небагато доказів того, що напрямок впливу на народжуваність відрізняється в залежності від часу після катастрофи: повідомлялося про негативні наслідки від початку до п'яти років після катастрофи, що свідчить про те, що позитивні наслідки, ймовірно, будуть короткостроковими, якщо такі є, навіть для фізичних катастроф.

Відношення населення до наслідків катастроф є доволі складним психо-історичним феноменом, адже відомо, що переважно після багатьох видів складних ситуацій рівень народжуваності стрімко зростає. Так, бейбібум спостерігався після Другої світової війни як у Радянському Союзі, так і у США. Для цього важливим є психологічний настрій населення, його віра у краще майбутнє та психологічне здоров'я, а тому задля нормалізації демографічної ситуації важливо уже зараз розробляти і впроваджувати плани психологічної реабілітації людей, що постраждали від російської агресії. Таку реабілітацію доцільно проводити у максимально комфортному середовищі, яке можна реалізувати на базі рекреаційного потенціалу цих регіонів, зокрема завдяки природоохоронному фонду областей Західної України. Належна організація використання цих ресурсів дасть змогу суттєво вплинути на психологічний комфорт населення і потенційно досягти результатів психологічної реабілітації постраждалих внутрішньо переміщених осіб та іншого населення, зокрема демонструючи йому доброзичливе ставлення, турботу населення та держави до кожного окремого індивідууму та вдумливий підхід до планування їхнього майбутнього. Це може стати вирішальним фактором для покращення соціально-демографічної ситуації по областях західного регіону України та інших регіонах України, адже саме сюди переїхали чимало вимушених переселенців із Криму, Донецької, Луганської, Херсонської та інших областей, що найбільше постраждали від збройної агресії.

#### **Висновки**

У результаті проведених досліджень можна стверджувати:

- Соціально-демографічна ситуація – це набір демографічних і соціальних умов, які характеризують населення в певному регіоні або країні. Вона охоплює різні аспекти життя населення.
- Вплив на соціально-демографічну ситуацію мають чинники економічного, культурного, політичного та екологічного характеру. Вплив останніх проявляється таким чином:
  - Різні види забруднення навколишнього середовища можуть впливати на коефіцієнт народжуваності і підтверджено впливають на рівень смертності населення, провокуючи виникнення та розвиток хвороб; погіршення екологічної си-



туації може спричинити міграцію, коли люди вимушені залишати забруднені або непридатні для проживання території; якість життя у регіоні на пряму впливає як на стан здоров'я його населення, так і на бажання тут проживати; захворюваність та зниження працездатності через погані екологічні умови що призводять до економічних втрат. Зростання витрат на охорону здоров'я, втрати продуктивності та зниження якості життя негативно впливають на економіку регіонів і держав. Тому докілья впливає на демографію також і не на пряму, а через економічні механізми.

- Забруднення довкілля впливає на стан здоров'я населення, погіршуючи демографічну ситуацію, таким чином:
  - забруднення повітря провокує проблеми з дихальними шляхами, алергії, бронхіальну астму, хронічну обструктивну хворобу легень, серцево-судинні захворювання; передусім це викиди оксидів азоту, сірки, дрібнодисперсних частинок; забруднення води може стати причиною ризиків інф. захворювань (гепатит А, холера), порушення функцій нирок і печінки, ризику онкології, порушення в розвитку у дітей, спричинити неврологічні розлади; забруднення ґрунту може спричинити накопичення токсичних речовин в організмі через харчові продукти і спровокувати виникнення онкологічних захворювань, гормональних порушень, розладів імунної системи
- Основні екологічні проблеми Західного регіону – забруднення атмосферного повітря і поверхневих вод, проблеми із сміттєзвалищами, стан лісів. У окремих областях є проблеми із повеннями, забрудненням сільськогосподарських земель, розвитком карстових явищ і тому подібне.
- На основі аналізу статистики по Львівській області за 29 років можна стверджувати, що існує виражена кореляція між рівнем смертей від захворювань органів дихання і: викидами речовин у вигляді твердих суспендованих частинок ( $\rho = 0,874$ ), викидами оксиду азоту ( $\rho = 0,855$ ), викидами неметанових летких сполук ( $\rho = 0,864$ ); також між хворобами системи кровообігу і: викидами речовини у вигляді твердих суспендованих частинок ( $\rho = 0,743$ ), викидами оксиду азоту ( $\rho = 0,739$ ), викидами неметанових летких сполук ( $\rho = 0,722$ );

З метою підвищення показників соціально-демографічної сфери у регіоні доцільно:

- Прикладати усілякі зусилля до нормалізації військової, економічної, політичної та соціальної ситуації;
- Розвивати “зелену” економіку, ввід екологічно безпечних технологій, енерго-ефективних та відновлюваних джерел енергії сприяє скороченню забруднень і створює нові робочі місця, зокрема для молоді;
- Підтримувати екологічно безпечне сільське господарство;

- Впроваджувати комплексну програму підтримки здоров'я населення, у тому числі шляхом повноцінної рекреації на базі установ природно-заповідного фонду регіону.

### Відомості про конфлікт інтересів

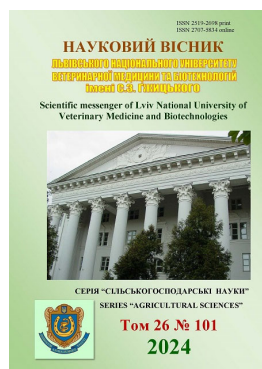
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Brunekreef, B., & Holgate, S. T. (2002). Air pollution and health. *Lancet* (London, England), 360(9341), 1233–1242. DOI: 10.1016/S0140-6736(02)11274-8.
- Cramer, J. C. (1996). A demographic perspective on air quality: conceptual issues surrounding environmental impacts of population growth. *Human Ecology Review*, 3(2), 191–196. URL: <https://www.jstor.org/stable/24707216>.
- Ekolohichniy pasport Lvivskoi oblasti. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport> (in Ukrainian).
- Fuller, R., Landrigan, P. J., Balakrishnan, K., Bathan, G., Bose-O'Reilly, S., Brauer, M., Caravanos, J., Chiles, T., Cohen, A., Corra, L., Cropper, M., Ferraro, G., Hanna, J., Hanrahan, D., Hu, H., Hunter, D., Janata, G., Kupka, R., Lanphear, B., Lichtveld, M., ... Yan, C. (2022). Pollution and health: a progress update. *The Lancet. Planetary health*, 6(6), e535–e547. DOI: 10.1016/S2542-5196(22)00090-0.
- Harashchenko, T. M. (2011). Reproduktyvni vtraty vnaslidok mertvo-narodzhenn v Ukraini: demohrafichnyi aspekt. *Demohrafiia ta sotsialna ekonomika*, 2(16), 156–165 (in Ukrainian).
- Holovne upravlinnia statystyky u Chernivetskii oblasti. URL: <http://www.cv.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- Holovne upravlinnia statystyky u Lvivskii oblasti: ofitsiyni veb-resurs. StatBank. URL: <https://www.lv.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- Holovne upravlinnia statystyky u Ternopilskii oblasti. URL: <https://www.te.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- Holovne upravlinnia statystyky u Zakarpatskii oblasti. URL: <https://uz.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- Holovne upravlinnia statystyky v Ivano-Frankivskii oblasti. URL: <https://www.ifstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- International migration / United Nations review. URL: <https://www.un.org/en/global-issues/migration>.
- Karambovych, N. (2011). Ekolohichni problemy Lvivskoi oblasti ta yikh sotsialno-demohrafichni naslidky. *Molod i rynek*, 12, 114–118. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mir\\_2011\\_12\\_30](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mir_2011_12_30) (in Ukrainian).
- Lee, D. S., Batorya, E., Castro, A., & Wilde, J. (2023). Human fertility after a disaster: a systematic literature review. *Proceedings. Biological sciences*, 290(1998), 20230211. DOI: 10.1098/rspb.2023.0211.
- Lobanova, A., & Kucher, O. (2018). Spetsyfika sotsialno-demohrafichnykh ta mihratsiynykh protsesiv u promyslovnykh rehionakh Ukrainy i Polshchy (na pryklady Kryvorizhzhia, Donbasu i hornoi Silezii). *Sotsialni tekhnolohii: aktualni problemy teorii ta praktyky* : zbirnyk naukovykh prats, 79, 164–175. DOI: 10.31812/123456789/2928 (in Ukrainian).



- Muttarak, R. (2021). Demographic perspectives in research on global environmental change. *Population studies*, 75(sup1), 77–104. DOI: 10.1080/00324728.2021.1988684.
- Stansfeld, S. A., & Matheson, M. P. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *British medical bulletin*, 68, 243–257. DOI: 10.1093/bmb/ldg033.
- Yevsieienko, O. F. (2014). Statystychna otsinka vplyvu ekonomichnykh faktoriv na sotsialno-demohrafichni pokaznyky rozvytku krainy. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu im. Tarasa Shevchenka. Serii: Ekonomika*, 157, 39–43 (in Ukrainian).
- Zhybak, M. M. (2013). Sotsialno demohrafichni aspekty rozvytku silskykh terytorii okremykh oblastei zachidnoho rehionu. *Efektivna ekonomika*, 2, 12–16. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecfor\\_2014\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecfor_2014_2_4) (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10148  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 931.452:631.42:574.522

## Using zoobenthos and ichthyofauna as test objects for the quality of surface waters polluted with heavy metals

V. V. Butsiak✉

Lviv National Environmental University, Dublyany, Ukraine

### Article info

Received 18.10.2024  
Received in revised form  
18.11.2024  
Accepted 19.11.2024

Lviv National University of  
Nature Conservation,  
Volodymyra Velykoho Str., 1,  
Dublyany, Lviv Region,  
80831, Ukraine.  
Tel.: +38-097-121-58-21  
E-mail: v.butsyak@gmail.com

**Butsiak, V. V. (2024). Using zoobenthos and ichthyofauna as test objects for the quality of surface waters polluted with heavy metals. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 319–324. doi: 10.32718/nvlvet-a10148**

In conditions of full-scale military operations, a global technogenic load is exerted on the environment, particularly water bodies and water supply sources. The assessment of the quality indicators of water bodies largely depends on the reliability and efficiency of control. Instrumental control methods do not allow for assessing the complex impact of xenobiotics present in water on the water body's ecosystem. Given this, it is necessary to use biological observation methods, which have become particularly relevant in recent decades. That is why we studied the impact of the increased content of mobile forms of heavy metals in surface waters on the reaction-response of zoobenthos and ichthyofauna as bioindication test objects. For this purpose, the following were investigated: the biotic index of the aquatic environment, the amount of phytoplankton, and the reaction response of hydrophones to the increased content of heavy metals in the marine environment. Organoleptic, physicochemical, and hydrochemical quality indicators of water were studied in the laboratory using classical methods. Chronic toxicity was studied in the selected water samples using bioindication methods (classical methods) and hydrophones as test objects. Studies of microbial water pollution (biotic index) of the Dobrotvir reservoir revealed rod-shaped, coccid forms and vibrios with a total biomass of bacterial populations at 9.6 µg/dm<sup>3</sup>. The most common representatives of algae in the water were green (44.8 %), blue-green (21.8 %), diatoms (20.6 %), and euglena (12.8 %). As a result of studies on the color change of chironomid larvae under the combined influence of heavy metals (Copper + Manganese + Zinc) for 96 hours, a comprehensive ecological assessment of this aquatic environment was established, which corresponded to the III (satisfactory) and IV (transitional) indices. By visual examination of the behavioral response of the ichthyofauna of the reservoir, we observed vivid manifestations of morphogenetic deviations; the value of the indicator of stability of the development of the frequency of asymmetric manifestation was established within 0.40–0.44, which corresponded to class 4 – significant deviations from the norm. In laboratory conditions, we studied the chronic combined effect of heavy metals (Cu + Mn + Zn) in doses of 1, 2, and 5 MPC on the dynamics of the vital activity of aquarium guppies with an exposure duration of 80 days. At the end of the exposure, 60 to 80 % of the studied fish in the experimental groups and 10 % in the control died. Thus, aquarium guppies can be used to qualitatively assess heavy metal pollution in the aquatic environment.

**Key words:** bioindication, aquatic organisms, heavy metals, water bodies.

## Використання зообентосу та іхтіофауни як тест-об'єктів якості поверхневих вод забруднених важкими металами

В. В. Буцяк✉

Львівський національний університет природокористування, м. Львів, Україна

В умовах повномасштабних військових дій здійснюється глобальне техногенне навантаження на довкілля, зокрема, водних об'єктів і джерел водопостачання. Оцінка якісних показників водних об'єктів значною мірою залежить від вірогідності й опера-

тивності контролю. Інструментальні методи контролю не дає можливість оцінити комплексного впливу присутніх у воді ксенобіотиків на екосистему водного об'єкта в цілому. Враховуючи це, необхідно використовувати біологічні методи спостереження, які в останні десятиліття набули особливої актуальності. Саме тому, ми вивчали вплив підвищеного вмісту рухомих форм важких металів поверхневих вод на реакцію-відповідь зообентосу та іхтіофауни, як біоіндикаційних тест-об'єктів. Для цього було досліджено: біотичний індекс водного середовища; кількість фітопланктону; реакцію-відповідь гідробіонтів на підвищений вміст важких металів водного середовища. Органолептичні, фізико-хімічні та гідрохімічні якісні показники води досліджували у лабораторії за класичними методиками. У відібраних пробах води досліджували біоіндикаційними методами (за допомогою набору класичних методик) хронічну токсичність із використанням гідробіонтів як тест-об'єктів. Дослідженнями мікробного забруднення води (біотичного індексу) Добротвірського водосховища було виявлено паличкоподібні, кокові форми та вібріони із сумарною біомаса популяцій бактерій на рівні 9,6 мкг/дм<sup>3</sup>. Найбільш поширеними представниками водоростей у воді були: зелені (44,8 %); синьо-зелені (21,8 %); діатомові (20,6 %) та евгленові (12,8 %). У результаті досліджень щодо зміни кольору личинок хірономід за сумісного впливу важких металів (Купрум + Марганець + Цинк) упродовж 96 годин було встановлено комплексну екологічну оцінку даного водного середовища, яка відповідала III (задовільному) та IV (перехідному) індексам. Шляхом візуального дослідження поведінкової реакції іхтіофауни водосховища спостерігали яскраві прояви морфо-генетичних відхилень, було встановлено значення показника стабільності розвитку частоти асиметричного прояву в межах 0,40–0,44, що відповідало 4 класу – значні відхилення від норми. У лабораторних умовах, ми вивчали хронічний сумісний вплив важких металів (Cu + Mn + Zn) в дозах 1, 2 та 5 ГДК на динаміку життєдіяльності акваріумних рибок групи за тривалості експозиції 80 днів. У кінці експозиції загинуло від 60 до 80 % досліджуваних рибок у дослідних групах та 10 % у контролі. Таким чином, акваріумні рибки групи можна використовувати для якісної оцінки забруднення водного середовища важкими металами.

**Ключові слова:** біоіндикація, гідробіонти, важкі метали, водних об'єкти.

## Вступ

В умовах зростання технічного прогресу, який супроводжується значним залученням біогенних та токсичних речовин до глобальних і локальних міграційних процесів відбувається значне забруднення довкілля, особливо, водних об'єктів та джерел водопостачання. Використання якісної води для населення, побутових, промислових та сільськогосподарських підприємств у повній мірі залежить від вірогідності й оперативності контролю їх якісних показників.

Дослідження якісних показників води, традиційними методами, проводяться із залученням значної кількості висококваліфікованих фахівців, за допомогою інструментальних та інших методів. Ці дослідження часто вимагають використання вартісної апаратури, комплектуючих до них та значних людських ресурсів щодо отримання результатів (Skyba & Vozniuk, 2018).

Аналіз якості води за окремими показниками із використанням інструментальних методів не дає можливість оцінити реальний вплив присутніх у воді ксенобіотиків на екосистему водного біооб'єкта, в цілому. Через це, все частіше застосовують метод біологічної індикації, із використанням певних тест-об'єктів, що дозволить мати повну, об'єктивну картину про якісні показники досліджуваного об'єкта.

Метод біоіндикації, в останні десятиліття набув особливої актуальності, він зручний у використанні, не вимагає апаратного забезпечення та реактивів, є інформаційним, дає загальну характеристику про якісні показники досліджуваного водного об'єкта (Petruk et al., 2017). Актуальність та перспективність екомоніторингових досліджень якісних показників водних об'єктів із використанням методів біоіндикації висвітлено у працях провідних вітчизняних науковців (Doroshenko, 2017; Tsos et al., 2018; Voitsitskyi et al., 2019; Maksymova et al., 2019; Tsos, 2021).

## Мета дослідження

Вивчити вплив підвищеного вмісту рухомих форм важких металів поверхневих вод басейну річки Західний Буг у районі Добротвірської ТЕЦ на реакцію-

відповідь зообентосу та іхтіофауни, як біоіндикаційних тест-об'єктів. Для досягнення поставленої мети було досліджено: біотичний індекс водного середовища; кількість фітопланктону; реакцію-відповідь зообентосу та іхтіофауни на підвищений вміст рухомих форм важких металів досліджуваного водного середовища.

## Матеріал і методи досліджень

З метою дослідження чутливості різних видів гідробіонтів до присутності у воді специфічних хімічних речовин токсичної дії було виконано комплекс досліджень. Проби води для дослідження транспортували згідно до нормативних вимог та стандартизованих методик (DSTU ISO 5667-6: 2009). Органолептичні, фізико-хімічні та гідрохімічні якісні показники води досліджували у лабораторії екологічної інспекції м. Кам'янка-Бузька, а мікробіологічні – у НДІ епідеміології та гігієни ЛНМУ. Для якісного та кількісного визначення гідробіонтів у досліджуваних нами водних об'єктах згідно із регламентованими методами відбирали проби фіто-, зоопланктону та зообентосу (Hrytsenko et al., 2012). У відібраних пробах води досліджували біоіндикаційними методами (за допомогою набору класичних методик) хронічну токсичність із використанням тест-об'єктів: вищої водної рослинності та іхтіофауни (Dmytriieva, 2016).

## Результати та їх обговорення

Вплив абіотичних та біотичних факторів зовнішнього середовища має визначальне значення на функціонування біоти в тих, чи інших екосистемах, в тому числі на екосистему водного середовища. Надходження органічних речовин у водне середовище, в тому числі із стічними, дощовими та талими водами, пилом тощо, сприяє формуванню та розвитку в ньому гідробіонтів.

Однак, разом із біогенними елементами живлення, у водні об'єкти можуть надходити також токсичні речовини, які негативно впливають як на окремі популяції, так й на більшість видів гідробіонтів, пригнічуючи їх ріст чи навіть призводять їх до загибелі.

Тому, провівши дослідження за активністю росту та розвитку певних видів гідробіонтів, можна судити про якісні показники поверхневих вод.

На початковому етапі наших досліджень проводили визначення мікробного забруднення води (біотичного індексу) Добротвірського водосховища (табл. 1). Як видно із даних таблиці, у водному середовищі досліджуваної водойми переважають паличкоподібні

форми мікроорганізмів, їх масове співвідношення до інших форм відповідно складало 45,4 %. Кокові форми займали проміжне становище між паличкоподібними формами та вібріонами із масовим співвідношенням відповідно 36,2 %. Що стосується вібріонів, то їхня кількість була найменшою, а їх масове співвідношення було відповідно на рівні 18,4 %. Сумарна біомаса популяцій бактерій була на рівні 9,6 мкг/дм<sup>3</sup>.

**Таблиця 1**

Визначення біотичного індексу Добротвірського водосховища

| Групи мікроорганізмів                                     | Кількість, мкг/дм <sup>3</sup> | Масове співвідношення, % |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Паличкоподібні                                            | 4,35 ± 0,07*                   | 45,4                     |
| Коки                                                      | 3,47 ± 0,06*                   | 36,2                     |
| Вібріони                                                  | 2,08 ± 0,04                    | 18,4                     |
| Загальна чисельність мікроорганізмів, мкг/дм <sup>3</sup> |                                | 9,60                     |

Примітка: \* – показники із вірогідною різницею  $P \leq 0,05$

Щодо біомаси фітопланктону в досліджуваних зразках води Добротвірського водосховища, то можна констатувати, що його видовий склад є досить бідним. Порівняльний аналіз відсоткового складу біомаси найбільш представлених видів фітопланктону в зразках води досліджуваного водосховища показав, що існують певні відмінності у відсотковому складі. Найбільш поширеними представниками у воді відсотковому відношенні були: зелені (44,8 %); синьо-зелені (21,8 %); діатомові (20,6 %) та евгленові (12,8 %) водорості (табл. 2). Сумарна, середня за сезон, біомаса перерахованих вище популяцій водоростей у товщі води Добротвірського водосховища складала 7,8 мг/л. Активний ріст і розвиток фітопланктону починається від весни до літа, з максимальним приростом біомаси у літній період, а потім до осені спостерігається поступове зниження їх біомаси.

**Таблиця 2**

Динаміка відсоткового складу біомаси фітопланктону в зразках води Добротвірського водосховища

| Групи водоростей | Біомаса фітопланктону |      |
|------------------|-----------------------|------|
|                  | мг/л                  | %    |
| Зелені           | 3,5                   | 44,8 |
| Синьо-зелені     | 1,7                   | 21,8 |
| Евгленові        | 1,0                   | 12,8 |
| Діатомові        | 1,6                   | 20,6 |
| Всього           | 7,8                   | 100  |

**Таблиця 3**

Вміст біогенних та важких металів у воді досліджуваного водосховища

| Біогенні та важкі метали | Концентрація, мг/дм <sup>3</sup> | ГДК                  |                   |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------|
|                          |                                  | Господарсько-питтєве | Рибо-господарське |
| Купрум                   | 2,3                              | 0,1–0,5              | 0,001–0,01        |
| Цинк                     | 16,8                             | 1,0–5,0              | 0,01              |
| Плюмбум                  | 0,6                              | 0,03–0,1             | 0,03–0,1          |
| Кадмій                   | 0,04                             | 0,01                 | 0,005             |

Для швидкого визначення впливу важких металів на водну біоту, можна використовувати дешевий порівняно із інструментальними дослідженнями, експрес-методу, в основі якого лежить біоіндикація вод-

Приріст біомаси фітопланктону відбувалося за рахунок активного росту синьо-зелених та зелених водоростей, на їх долю припадає 66,6 %.

Кількість фітопланктону виявленого в товщі води Добротвірського водосховища складало 41,2 млн. кл/л. Значна кількість фітопланктону виявленого в товщі води водосховища, очевидно, зумовлено значним надходженням органічної та мінеральної складової із водами річки Західний Буг. Переважаючими популяціями фітопланктону в досліджуваній воді водосховища в літній період були зелені, синьо-зелені та діатомові мікроводорості, із сумарною їх кількістю 87,2 %. Окрім, перерахованих вище популяцій водоростей, у досліджуваних водах Добротвірського водосховища було виявлено 45 видів та 7 відділів фітопланктону, їх кількість коливалась залежно від сезону року.

Проведеними лабораторними дослідженнями, із використанням інструментальних методів (атомно-абсорбційна спектрофотометрія) було встановлено вміст рухомих форм важких металів у Добротвірському водосховищі (табл. 3). Вміст досліджуваних біогенних (Купруму та Цинку) та важких металів (Плюмбуму та Кадмію) у воді Добротвірського водосховища перевищував ГДК господарсько-питтєве та соціально-побутове відповідно у 4,6 (рухомі форми Cu); 3,4 (рухомі форми Zn); 6,0 (рухомі форми Pb) і 4,0 (рухомі форми Cd) рази. Перевищення концентрації досліджуваних металів порівняно до ГДК рибогосподарської діяльності були на порядки вищими.

ного середовища за допомогою зообентосу. Як тест-об'єкт було личинки хірономід, які були широко представлені у донних шарах досліджуваних водосховищ. Личинки *Chironomidae* відносяться до найбільш



розповсюджених донних організмів прісних водойм, від калюж та боліт до великих річок та озер. Їх активно використовують для індикації різноманітних видів водойм, забруднених тими чи іншими речовинами.

В лабораторних умовах візуально досліджували зміну кольору личинок хірономід у воді залежно від навантаження її біогенними металами в дозах ГДК та 2,0 і 5,0 рази вище за нього. На 24 годину експерименту, зміни в забарвленні хірономід виявили в зразках води, де додавали солі цинку та марганцю в дозі 5 ГДК в перерахунку на їх рухомі форми. Для рухомих форм Купруму в зазначеній концентрації зміни забарвлення личинок хірономід спостерігали на 48 годину експерименту. Враховуючи результати досліджень, можна стверджувати, що вибраний тест-об'єкт малочутливий до навантаження підвищеної дози біогенних металів упродовж доби.

У лабораторних умовах не можливо врахувати всіх факторів, які впливають на личинки хірономід, одні з них пригнічують дію іншого токсичного фактору, а інші навпаки підсилюють його. Тому в наступних дослідженнях, ми вивчали сумісну дію перелічених вище металів. Аналізуючи дані [табл. 4](#), можна припустити, що за сумісного навантаження на тест-об'єкт (личинки хірономід) спостерігається накладання токсичних впливів, яке проявляється у зміні забар-

влення. Так, за 1 ГДК починаючи із 24 по 96 години експлікації зміна забарвлення личинки хірономід була в межах 13,3–26,7 %, за 2,0 і 5,0 ГДК починаючи із 1-ої по 96-ту години експерименту відповідно 6,7–56,7 та 13,3–63,3.

Зообентос досліджуваних водних середовищ володіє значною кумулятивною активністю щодо нагромадження важких металів. На основі експериментальних даних було встановлено, що вміст Плюмбуму, Цинку та Купруму у зообентосі є досить значним та складає відповідно 0,98; 2,44 та 1,85 мг/кг.

За сумісного впливу важких металів, який досліджували на модельних водних розчинах з підвищеним вмістом (1,0; 2,0 та 5,0 ГДК) рухомих форм важких металів (Купрум + Марганець + Цинк) спостерігали за змінами забарвлення личинок хірономід. Результати експериментальних досліджень показують взаємозв'язок між кількісною оцінкою забруднення важкими металами та якісними показниками зміни забарвлення личинок хірономід. Враховуючи отримані результати, можна рекомендувати для визначення якості води забрудненої рухомими формами металів використовувати личинки хірономід як біоіндикаційний тест-об'єкт. За допомогою, яких можна визначити наближені концентрації (кількісні показники) важких металів у водному середовищі.

**Таблиця 4**

Динаміка зміни кольору личинок хірономід у %, за сумісного впливу важких металів (Купрум +Марганець + Цинк) упродовж 96 год

| Показники   | Інтервал, год. |      |      |      |      |      |
|-------------|----------------|------|------|------|------|------|
|             | 1              | 6    | 24   | 48   | 72   | 96   |
| Контроль    | 10             | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
| К + 0,5 ГДК | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| К + 1 ГДК   | 0              | 0    | 13,3 | 20   | 23,3 | 26,7 |
| К + 2 ГДК   | 6,7            | 20   | 30   | 33,3 | 46,7 | 56,7 |
| К + 5 ГДК   | 13,3           | 26,7 | 40   | 46,7 | 60   | 63,3 |

У результаті наших досліджень ([табл. 4](#)) щодо зміни кольору личинок хірономід за сумісного впливу важких металів (Купрум + Марганець + Цинк) упродовж 96 годин було встановлено комплексну екологічну оцінку даного водного середовища. Так, на 94 годину експерименту, коли рухомі форми досліджуваних металів були в концентрації 1, 2 та 5 ГДК комплексна екологічна оцінка відповідала III (задовільному) та IV (перехідному) індексам.

Значна кумулятивна активність зообентосу щодо зазначених вище елементів, в подальшому буде сприяти міграції важких металів трофічним ланцюгом ([Hrytsenko et al., 2012](#)). Підвищений вміст рухомих форм важких металів, який перевищує рибогосподарські нормами водокористування, безумовно буде акумулюватися вищою водною рослинністю. За результатами досліджень виявлено, що домінуючими у фітомасі були рухомі форми таких важких металів, як: Zn, Cu, Cd, Pb ([табл. 5](#)).

Динаміка накопичення рухомих форм важких металів макрофітами мала свою специфіку, а саме нагромаджувалися біогенні елементи (Zn та Cu), а найменше токсичні елементи (Cd та Pb). Щодо кумуляти-

вної здатності важких металів вищими водними рослинами, то можна досліджувати макрофіти розташувати наступним чином: рдест гребінчастий > роголистник занурений > рогіз вузьколистий > рогіз широколистий > комиш річковий. Найбільшою чутливістю до якості води володіють занурені рослини, оскільки вони мають найбільший контакт з водою.

Кумульовані токсичні речовини в сукупності з іншими факторами навколишнього природного середовища абіотичної та біотичної природи можуть по-різному впливати на фізіологічний стан та поведінкову реакцію іхтіофауни, як кінцевої ланки трофічного ланцюга.

Окрім візуального дослідження поведінкової реакції іхтіофауни на вплив тих чи інших токсичних речовин, нами досліджувались проміри білатеральних (парних) меристичних ознак риб. У досліджувані гідроекосистеми ми спостерігали яскраві прояви ознак морфо-генетичних відхилень, здебільшого, у таких видів: краснопірка, верховодка, плітка, дещо в меншій мірі вони проявлялися в окуня та ляща і майже не проявлялися в карася. Візуально, на 56-ох представниках іхтіофауни, було встановлено значення показ-

ника стабільності розвитку частоти асиметричного прояву в межах 0,40–0,44, що відповідало 4 класу – значні відхилення від норми.

У лабораторних умовах, ми вивчали хронічний сумісний вплив важких металів (Cu +Mn + Zn) в дозах

1, 2 та 5 ГДК на динаміку життєдіяльності акваріумних рибок гуппі за тривалості експозиції 80 днів. Було сформовано контрольну та дослідну групи по 50 рибок у кожній (табл. 6).

**Таблиця 5**

Вміст важких металів у вищій водній рослинності річки Західний Буг в межах дії Добротвірської ТЕЦ, мг/кг сухої маси, n = 10, M ± m

| Назва рослини         | Вміст важких металів |              |               |               |
|-----------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|
|                       | Cu                   | Zn           | Cd            | Pb            |
| Рдест гребінчастий    | 5,02 ± 0,21          | 49,22 ± 1,26 | 0,11 ± 0,002  | 0,17 ± 0,006  |
| Роголистник занурений | 6,38 ± 0,44          | 16,98 ± 1,14 | 0,23 ± 0,004* | 0,005 ± 0,006 |
| Рогіз широколистий    | 7,92 ± 0,32          | 23,12 ± 1,21 | 0,11 ± 0,007  | 0,003 ± 0,004 |
| Рогіз вузьколистий    | 9,96 ± 1,22          | 41,24 ± 1,32 | 0,28 ± 0,012  | 0,007 ± 0,002 |
| Комиш річковий        | 8,43 ± 0,47          | 18,24 ± 0,56 | 0,12 ± 0,006  | 0,009 ± 0,004 |

**Таблиця 6**

Динаміка загиблих рибок гуппі за сумісного навантаження рухомими формами Zn, Cu, Mn у дозі 1, 2 та 5 ГДК, M ± m (n = 10)

| Варіанти досліду  | Тривалість експозиції, діб |    |           |    |           |    |
|-------------------|----------------------------|----|-----------|----|-----------|----|
|                   | 20                         |    | 40        |    | 80        |    |
|                   | Кількість                  | %  | Кількість | %  | Кількість | %  |
| Контроль          | 0                          | 0  | 0         | 0  | 5         | 10 |
| Cu +Mn + Zn 1 ГДК | 5                          | 10 | 20        | 40 | 30        | 60 |
| Cu +Mn + Zn 2 ГДК | 10                         | 20 | 20        | 40 | 40        | 80 |
| Cu +Mn + Zn 5 ГДК | 10                         | 20 | 30        | 60 | 40        | 80 |

Так, на 20-у добу експерименту, навіть при забрудненні водного середовища сумішу важких металів у дозі 1 ГДК – 10 % акваріумних рибок гуппі загинуло. У кінці експозиції (80 доба) загинуло від 60 до 80 % досліджуваних рибок у дослідних групах та 10 % у контролі. Таким чином, акваріумні рибки гуппі можна використовувати для якісної оцінки забруднення водного середовища важкими металами.

нових та удосконаленню вже відомих біоіндикаційних тест-об'єктом.

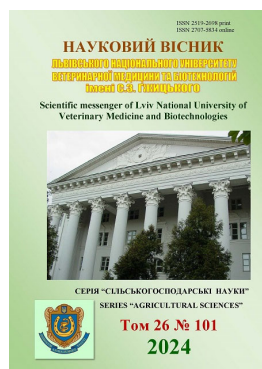
#### Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

#### References

- Biedunkova, O. O., Statnyk, I. I. Kuchko, O. M. (2019). Otsiniuvannia stanu vodnoi ekosystemy richky Ustia za naborom indykatsiinykh ta testovykh parametriv. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Ekologhiia, ikhtiologhiia ta akvakultura, 109(1), 173–181. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.26 (in Ukrainian).
- Dmytriieva, O. P. (2016). Bioindykatsiia tekhnogenoho zabrudnennia m. Kyieva: metodychni pidkhody. K.: Nash format (in Ukrainian).
- Doroshenko, A. V. (2017). Antropohennyi vplyv na richkovi baseiny Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: teore-tyko-metodolohichni aspekty. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky, 97, 217–228. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tneconn\\_2017\\_97\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tneconn_2017_97_37) (in Ukrainian).
- DSTU ISO 5667-6: 2009. Yakist vody. Vidbyrannia prob. Chastyna 6. Nastanovy shchodo vidbyrannia prob z richok i strumkiv. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=64511](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64511) (in Ukrainian).
- Hrytsenko, A. V., Vasenko, O. H., Vernichenko, H. A. ta in. (2012). Metodyka ekologichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymy katehoriiamy. Kh.: UkrNDIEP (in Ukrainian).

- Maksymova, N. M., Pikarenia, D. S., Orlinska, O. V., & Bohynia, O. S. (2019). Ekolohichna otsinka yakosti poverkh-nevykh vod baseinu richky Inhulets v serednii techii. Zbirnyk naukovykh prats Dniprovskoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu (tekhnichni nauky), 1(34), 137–145. DOI: 10.31319/2519-2884.34.2019.27 (in Ukrainian).
- Petruk, V. H., Kvaterniuk, S. M., Bezusiak, Ya. I. (2017). Vyznachennia vydovoi riznomanitnosti fitoplanktonu. VI-y Vseukrainskyi zizd ekolohiv z mizhnarodnoiu uchastiu: zb. nauk. prats. m. Vinnytsia, 20–22 veresnia 2017 r. Vinnytsia, 129. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/18584> (in Ukrainian).
- Skyba, V. P., & Vozniuk, N. M. (2018). Ekolohichna otsinka yakosti poverkhnevykh vod r. Molochna. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Ser. Biolohiia, biotekhnolohiia, ekolohiia, 287, 33–43. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/6786> (in Ukrainian).
- Tsos, O. O. (2021). Fitoindykatsiia v systemi monitorynhu ekolohichnoho stanu prytok verkhiv r. Prypiat: avtoref. dys. ... kand. silskohospodarskykh nauk. Rivne (in Ukrainian).
- Tsos, O. O., Muzychenko, O. S., & Boiaryn, M. V. (2018). Strukturnyi analiz vyshchykh vodnykh ta pryberezhno-vodnykh roslyn richky Vyzhivka. Liudyna ta dovkilia. Problemy neoekolohii, 30, 104–111. DOI: 10.26565/1992-4224-2018-30-08 (in Ukrainian).
- Voitsitskyi, V. M., Midyk, S. V., Poltavchenko, T. V., Berezovskyi, O. V., Keppl, O. Yu., & Velynska, A. O. (2019). Monitorynh ekosystem: tsili i neobkhdnist, rol bioindykatsii. Bioresursy i pryrodokrystuvannia, 11(3-4), 39–46. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bpc\\_2019\\_11\\_3-4\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bpc_2019_11_3-4_7) (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10149  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.98:615.37:57.083.3

## The influence of natural immunostimulant on some indicators of specific immunity of carp

O. V. Krushelnyska✉

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 21.10.2024  
Received in revised form  
21.11.2024  
Accepted 22.11.2024

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-067-713-07-28  
E-mail:  
[olena.krushelnyska@gmail.com](mailto:olena.krushelnyska@gmail.com)

**Krushelnyska, O. V. (2024). The influence of natural immunostimulant on some indicators of specific immunity of carp. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 26(101), 325–328. doi: 10.32718/nvlvet-a10149**

An important aspect of industrial fish farming is the increase in technogenic influence on the habitat of aquatic organisms, which suppresses the functions of the fish immune system or promotes the development of hypersensitivity and autoimmune reactions due to disruption of the mechanisms of immune system regulation, which leads to disruption of the homeostasis of the fish organism. Due to the tense environmental situation, including aquatic ecosystems, the search for environmentally safe immunostimulants necessary to maintain the organism's homeostasis and its correction is urgent. The search was conducted on carp (*Cyprinus carpio*) in aquarium conditions. The main hydrochemical parameters corresponded the fishery standards. The investigation was conducted for 5 – 10 – 15 – 20 days using the preparation in different doses: 5 – 10 – 15 mg per kilogram of fish weight. Thus, 4 groups were formed: a control and three experimental groups. The results of investigation of the influence of an immunostimulant of natural origin on immunological indicators are presented. The relationship between humoral and cellular immunity when using the immunostimulant in different doses and time ranges is searched. It was set up that the optimal dose of the preparation is 10 mg/kg of fish weight, which leads to an increase in the level of immunoglobulins, T- and B-lymphocytes without changes in the content of circulating immune complexes. Their ratio varies depending on the dose and duration of preparation use. Analyzing the data got over time, a significant increase in the number of immunocompetent cells investigated was observed on the 15th–20th day of preparation use. Researches have not revealed a negative influence of the preparation on regulatory T-cells, which indicates a normal course of immune response regulation. The activation of the biosynthesis of immunoglobulins indicates an increase in the tension of humoral immunity. However, such an increase in the humoral component of the immune response is not the result of an increasing antigenic load, since the searches were conducted in aquarium conditions. Evidence of this fact is the absence of significant changes in the level of circulating immune complexes at different doses of the immunostimulant and the period of its use, given that circulating immune complexes characterize the degree of interaction of the antigen-antibody complex in the animal organism and are directed at eliminating pathogens. The use of the immunostimulating preparation had a beneficial influence on the level of cellular and humoral immunity of fish. This was reflected in an increase in the level of total T-lymphocytes, active T-lymphocytes, B-lymphocytes and immunoglobulins. An effective immunostimulating effect was achieved at a dose of 10 mg/kg of fish weight with a duration of use of the preparation for 15–20 days. Research into optimal preparation doses for different age groups and sizes of fish will help determine the most effective doses for different categories of carp. In addition, it is important to conduct searches on other fish species to evaluate the efficacy of the investigational preparation and its potential use in different aquaculture systems. It is also actual to further investigation the possibility of combined use of the preparation with other immunostimulants or therapeutic preparation to enhance the overall immune defense of fish. An important aspect is the research of the ecological influence of the use of the immunostimulant in fish farming, including the possibility of its accumulation in aquatic ecosystems and the influence on other aquatic organisms.

**Key words:** carp, blood serum, immunomodulator, immunoglobulins, T- and B-lymphocytes, circulating immune complexes.



## Introduction

Industrial cultivation of freshwater fish in modern Ukraine is a promising direction of agricultural production. This is due to several objective factors, in particular, a decrease in fish catch in the seas and natural reservoirs against the background of growing demand for high-quality protein food products (Vovk, 2002; Bekh, 2009; Rudenko et al., 2016; Korilyak, 2020; Loboiko et al., 2021; 2024).

In industrial fish farming, an important aspect is the increase in technogenic influence on the habitat of aquatic organisms, which suppresses the functions of the fish immune system or promotes the development of hypersensitivity and autoimmune reactions due to dysfunction of the immune system regulatory mechanisms, which in turn disrupts the homeostasis of the fish organism (Liubenko, 2008; Rudenko et al., 2016). This leads to an increase in the number of sick fish, an increase in the intensity of fish affection by parasites and their susceptibility to conditionally pathogenic microflora (Dekhtiarov et al., 2008; Ievtushenko et al., 2022).

Research on the immune system of fish allows getting reliable information about its condition in natural habitats, as well as about the quality of the environment, including the possibility of conducting biotesting and biomonitoring of technogenic influence (Serpunin et al., 2002; Liubenko, 2008; Ievtushenko et al., 2022). This is of great importance for monitoring the health of fish populations and ensuring their sustainable development.

In connection with the complex ecological situation of the environment, including aquatic ecosystems, it is important to search for environmentally safe immunomodulators to ensure and correct homeostasis of the fish organism. The use of such preparation can help to reduce the negative influence of technogenic factors and improve the overall health of fish (Rudenko et al., 2016; Honcharova et al., 2021; Fedorovych et al., 2022; Ievtushenko et al., 2022). As a result, this will contribute to increasing the efficiency of industrial fish farming and providing the population with high-quality protein products.

## The purpose of the study

The purpose of the work was to investigate the influence of a natural immunostimulant on the factors of cellular and humoral immunity of carp.

## Materials and methods

The research was conducted on carp (*Cyprinus carpio*) in aquarium conditions. Fish for the investigation were selected according to the principle of analogues, taking into account origin, live weight, age. To adapt to new conditions, carp were kept in a pool for twenty-one days, previously placed in aquariums with a volume of two hundred liters. Aeration and mechanical water filtration were provided in the tanks. The temperature during the experiment fluctuated slightly and was  $18 \pm 1.5$  °C. The main hydrochemical parameters corresponded to the

fishery standards. The research was conducted on the 5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> day using different doses of the preparation – 5, 10 and 15 mg per kilogram of mass. Thus, 4 groups were formed:

fish control group – without the use of immunostimulant;

1<sup>st</sup> experimental group – the preparation was added to the aquarium at the rate of 5 mg/kg of fish weight;

2<sup>nd</sup> experimental group – the preparation was introduced into the aquarium at the rate of 10 mg/kg of fish weight;

3<sup>rd</sup> experimental group – the preparation was introduced into the aquarium at the rate of 15 mg/kg of fish weight.

The experimental immune stimulant of natural origin acts as an interferon inducer, stimulating the production of alpha, beta and gamma interferons in the organism. The main structures that produce interferon in response to introduction of tyloron are intestinal epithelial cells, hepatocytes, T-lymphocytes, neutrophils and granulocytes. After taking the preparation internally, the maximum production of interferon occurs in the following sequence: intestines, liver, blood after 4–24 hours. It has an immunomodulatory and antiviral influence, significantly increasing general and local immunity in animals (Serpunin et al., 2008).

The object of the research was blood from the heart of a carp, in which the level of T- and B-lymphocytes, immunoglobulins and circulating immune complexes was determined.

## Results and discussion

When investigating the influence of the immune stimulant on the level of T- and B-lymphocytes in carp, it was found that their ratio changed depending on the dose of the preparation and the duration of its use. Analyzing the data got in the time range, a significant increase in the content of the investigated immunocompetent cells was observed on the 15<sup>th</sup> – 20<sup>th</sup> day of use of the preparation when using all doses of the preparation (table 1).

Namely, when searching the influence of the preparation on the total concentration of T-lymphocytes, it was found that their level, compared to the beginning of the investigation, began to increase on the 15<sup>th</sup> day of the experiment when using all the proposed doses, namely: at a dose of 5 mg/kg – by 0.08 %; 10 mg/kg – by 2.04 % ( $P < 0.01$ ) and 15 mg/kg – by 0.04 %. When using the preparation for 20 days, the upward trend persisted (at a dose of 5 mg/kg – by 0.19 %; 10 mg/kg – by 1.26 % ( $P < 0.05$ ) and 15 mg/kg – by 1.17 %).

Similar dynamics were observed in relation to active T-lymphocytes, which provide the main function of cellular immunity. Their level compared to the control group increased on the fifteenth day when using the preparation at a dose of 10 mg/kg of fish weight by 4.36 % ( $P < 0.05$ ); at a dose of 15 mg/kg of fish weight by 1.94 % ( $P < 0.05$ ), on the twentieth day – by 3.71 % ( $P < 0.01$ ) and by 3.20 %, respectively. No negative influence of the preparation on regulatory T-cells was found, which indicates a normal course of immune response regulation.

**Table 1**

Concentration of T- and B-lymphocytes in carp when using an immune stimulant, % ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ )

| indicators                 | Day and night | control          | preparation dose |                     |                     |
|----------------------------|---------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|
|                            |               |                  | 5 mg/kg          | 10 mg/kg            | 15 mg/kg            |
| total<br>T-lymphocytes, %  | 0             | 41.21 $\pm$ 1.25 | 41.32 $\pm$ 1.28 | 42.62 $\pm$ 1.19    | 42.20 $\pm$ 1.19    |
|                            | 5             | 41.36 $\pm$ 1.17 | 42.14 $\pm$ 1.29 | 44.90 $\pm$ 1.26    | 44.03 $\pm$ 1.56    |
|                            | 10            | 42.24 $\pm$ 1.16 | 42.06 $\pm$ 1.24 | 45.53 $\pm$ 1.36    | 45.45 $\pm$ 1.29    |
|                            | 15            | 40.30 $\pm$ 1.18 | 41.24 $\pm$ 1.19 | 44.66 $\pm$ 1.29**  | 42.24 $\pm$ 1.25    |
|                            | 20            | 40.17 $\pm$ 1.20 | 41.13 $\pm$ 1.23 | 43.88 $\pm$ 1.24*   | 43.37 $\pm$ 1.24    |
| active<br>T-lymphocytes, % | 0             | 44.48 $\pm$ 1.46 | 44.43 $\pm$ 1.23 | 46.74 $\pm$ 1.14    | 46.56 $\pm$ 1.14    |
|                            | 5             | 42.37 $\pm$ 1.26 | 43.36 $\pm$ 1.24 | 45.32 $\pm$ 1.35    | 45.26 $\pm$ 1.28    |
|                            | 10            | 43.25 $\pm$ 1.25 | 42.14 $\pm$ 1.25 | 45.37 $\pm$ 1.56    | 44.30 $\pm$ 1.37    |
|                            | 15            | 42.47 $\pm$ 1.23 | 41.22 $\pm$ 1.24 | 46.45 $\pm$ 1.29*   | 44.65 $\pm$ 1.29*   |
|                            | 20            | 41.53 $\pm$ 0.99 | 41.53 $\pm$ 1.24 | 46.47 $\pm$ 1.33**  | 44.66 $\pm$ 1.33    |
| B-lymphocytes, %           | 0             | 20.10 $\pm$ 1.08 | 19.93 $\pm$ 1.07 | 22.51 $\pm$ 1.15    | 21.56 $\pm$ 1.44    |
|                            | 5             | 21.36 $\pm$ 1.07 | 20.59 $\pm$ 1.08 | 24.36 $\pm$ 1.36    | 23.46 $\pm$ 1.43    |
|                            | 10            | 19.23 $\pm$ 1.10 | 19.05 $\pm$ 1.06 | 22.33 $\pm$ 1.12    | 22.33 $\pm$ 1.12    |
|                            | 15            | 20.21 $\pm$ 0.74 | 19.71 $\pm$ 1.33 | 24.91 $\pm$ 1.37**  | 24.53 $\pm$ 1.36**  |
|                            | 20            | 19.58 $\pm$ 1.06 | 20.13 $\pm$ 1.07 | 23.45 $\pm$ 1.12*** | 23.13 $\pm$ 1.11*** |

Notes: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

The immune stimulating influence of the preparation was monitored in relation to B-lymphocytes. Investigating the level of B-lymphocytes in the blood of carp, it was found that when using the preparation at a dose of 10 mg/kg of fish weight, the concentration of B-lymphocytes in the blood of carp, compared with the control group, increased by 3.68 % ( $P < 0.01$ ) on the 15<sup>th</sup> day and by 5.12 % ( $P < 0.001$ ) on the 20<sup>th</sup> day of the experiment. When using the preparation at a dose of 15 mg/kg, an increase in the content of B-lymphocytes was observed compared to the control group on the 15<sup>th</sup> day – by 3.1 % ( $P < 0.01$ ) and on the 20<sup>th</sup> day – by 4.32 % ( $P < 0.001$ ).

Dynamic changes in the level of B-lymphocytes were reflected in the content of immunoglobulins, since the source of plasma cells – the direct precursors of immunoglobulins – are B-lymphocytes. As a result of research of the amount of immunoglobulins in the blood serum of carp (Table 2), it was found that when using the preparation in an amount of 5 mg/kg on the 10<sup>th</sup> day of the investigation, the content of immunoglobulins was  $11.1 \pm 0.53$  g/l; on the 15<sup>th</sup> day –  $12.1 \pm 0.65$  g/l and on the 20<sup>th</sup> day –  $11.9 \pm 0.69$  g/l ( $P < 0.01$ ).

**Table 2**

Level of immunoglobulins in carp blood serum when using an immune stimulant, % ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ )

| indicators | Day and night | control        | dose of the preparation |                     |                     |
|------------|---------------|----------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
|            |               |                | 5 mg/kg                 | 10 mg/kg            | 15 mg/kg            |
| Ig         | 0             | 8.0 $\pm$ 0.35 | 8.0 $\pm$ 0.39          | 8.8 $\pm$ 0.38      | 8.4 $\pm$ 0.37      |
|            | 5             | 9.1 $\pm$ 0.39 | 9.1 $\pm$ 0.40          | 9.9 $\pm$ 0.44      | 9.6 $\pm$ 0.44      |
|            | 10            | 9.0 $\pm$ 0.37 | 11.1 $\pm$ 0.53****     | 11.9 $\pm$ 0.63**** | 10.4 $\pm$ 0.54***  |
|            | 15            | 8.4 $\pm$ 0.35 | 12.1 $\pm$ 0.65****     | 14.1 $\pm$ 0.70**** | 13.4 $\pm$ 0.72**** |
|            | 20            | 8.3 $\pm$ 0.40 | 11.9 $\pm$ 0.69 ****    | 12.8 $\pm$ 0.67**** | 13.8 $\pm$ 0.76**** |

**Table 3**

The level of circulating immune complexes in carp blood serum when using an immune stimulant, % ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ )

| indicators  | Day and night | control         | dose of the preparation |                 |                 |
|-------------|---------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
|             |               |                 | 5 mg/kg                 | 10 mg/kg        | 15 mg/kg        |
| CIC, mmol/l | 0             | 50.1 $\pm$ 1.23 | 50.9 $\pm$ 1.26         | 49.4 $\pm$ 1.33 | 49.8 $\pm$ 1.30 |
|             | 5             | 50.4 $\pm$ 1.26 | 50.3 $\pm$ 1.24         | 51.0 $\pm$ 1.22 | 51.2 $\pm$ 1.22 |
|             | 10            | 50.7 $\pm$ 1.24 | 50.8 $\pm$ 1.11         | 51.1 $\pm$ 1.27 | 50.7 $\pm$ 1.26 |
|             | 15            | 51.0 $\pm$ 1.21 | 51.2 $\pm$ 1.27         | 50.3 $\pm$ 1.26 | 49.9 $\pm$ 1.26 |
|             | 20            | 50.8 $\pm$ 1.22 | 51.0 $\pm$ 1.26         | 49.4 $\pm$ 1.00 | 50.0 $\pm$ 1.34 |

When using the preparation at a dose of 10 mg/kg of fish weight, the level of immunoglobulins compared to the control increased by 1.32; 1.68 and 1.54 times, respectively, on the 10<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> day of the experiment.

When investigating the concentration of immunoglobulins in the blood of carp when using the preparation at a dose of 15 mg/kg, an increase was observed compared to

the control group on the 10<sup>th</sup> day – 1.16 times; on the 15<sup>th</sup> day – 1.60 times; and on the 20<sup>th</sup> day – 1.66 times.

The activation of immunoglobulin biosynthesis indicates an increase in the intensity of humoral immunity. However, such an increase in the humoral link of the immune response is not the result of an increasing antigenic load, since the experiment was conducted in aquari-

um conditions. Undoubted evidence of this is the fact that at any dose of the preparation and throughout the entire period of its use, no significant changes in the level of circulating immune complexes are observed. This takes into account that circulating immune complexes show the degree of antigen-antibody interaction in the animal organism, aimed at eliminating pathogens.

### Conclusions

1. The use of an immune stimulating preparation of natural origin had a positive influence on the level of indicators of cellular and humoral immunity of fish, which was reflected in increased levels of total T-lymphocytes, active T-lymphocytes, B-lymphocytes and immunoglobulins;

2. The most effective immune stimulating action was the preparation dose of 10 mg/kg of fish weight with a duration of use of 15–20 days.

3. Studying the long-term effects of use on the immune system of carp will help to understand whether the increased levels of immunoglobulins, T- and B-lymphocytes persist over time, and whether any long-term side effects occur.

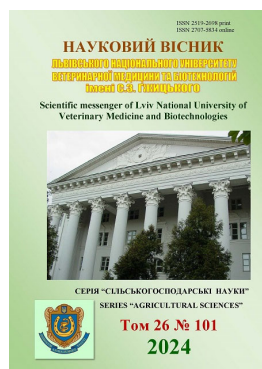
*Perspectives for further research.* Research into optimal doses of the preparation for different age groups and sizes of fish will help to determine the most effective fish for evaluation and doses for different categories of carp, and conducting the research on other species to determine its effectiveness and potential use in different aquaculture systems. Studying the possibility of combined use with other immune stimulants or therapeutic preparations to enhance the overall immune defense of fish. It is also advisable to investigate the ecological influence of using this immune modulator in fish farming, including the possibility of its accumulation in aquatic ecosystems and the influence on other aquatic organisms. Further research in these areas could significantly expand the understanding of its effectiveness and use in fish farming, which will help to improve fish health and the efficiency of aquaculture systems.

### Conflict of interest

The author declare no conflict of interest.

### References

- Bekh, V. (2009). Maloluskatyi korop novoho typu. Tvarynyystvo Ukrainy, 1, 7–10 (in Ukrainian).
- Dekhtiarov, P. A., Yevtushenko, M. Yu., Sherman, I. M. (2008). Fiziologhiia ryb: pidruchnyk. Kyiv: Ahrarna osvita (in Ukrainian).
- Fedorovych, O. V., Stybel, V. V., Gutyj, B. V., Starostenko, I. S., Tkachenko, S. V., Tytarenko, I. V., Klopenko, N. I., Kunovskii, Ju. Kuzmenko, P. I. (2022). The influence of the drugs “Brovermectin-granulate™” and “Avesstim™” on indicators of non-specific resistance of one year-old carp fish infested with monogeneans. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(107), 29–34. DOI: 10.32718/nvlvet10705.
- Honcharova, O. V., Paraniak, R. P., Kutishchev, P. S., Paraniak, N. M., Hradovych, N. I., Matsuska, O.V., Rudenko, O. P., Lytvyn, N. A., Gutyj, B. V., & Maksishko, L. M. (2021). The influence of environmental factors on fish productivity in small reservoirs and transformed waters. Ukrainian Journal of Ecology, 11(1), 176–180. DOI: 10.15421/2021\_27.
- Ievtushenko, M. Yu. Dudnyk, S. V., Rudyk-Leuska, N. Ya., & Khyzhniak, M. I. (2022). Fiziologhiia ta biokhimiia hidrobiontiv. Chastyna 1: pidruchnyk. Kyiv: FOP Yamchynskyi O.V. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c5a734a5-f488-4a9c-9845-b2171a5b33e8/content> (in Ukrainian).
- Korilyak, M. (2020). Productivity and physiological-biochemical parameters of carp body after the supplementation of their feed with milk thistle. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 22(92), 113–118. DOI: 10.32718/nvlvet-a9219.
- Liubenko, Ya. M. (2008). Mistse i znachennia imunomodulatoriv u zahalnyi veterynarnii profilaktytsi. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhysko-ho, 10(2(37)), 207–219 (in Ukrainian).
- Loboiko, Y., Barylo, Y., Vachko, Y., Barylo, B., & Rachkivska, I. (2021). Technologies of carp growing and their features. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 23(95), 54–59. DOI: 10.32718/nvlvet-a9507.
- Loboiko, Y., Senechyn, V., Pukalo, P., & Kychun, I. (2024). Efficiency of using experimental feeds with different levels of nutrition in feeding rainbow trout. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 26(100), 121–125. DOI: 10.32718/nvlvet-a10018.
- Mazur, T. V., & Harkusha, I. Ye. (2015). Biokhimichniy ta klitynniy sklad krovi koropa zvychainoho za vplyvu eksperymentalnoho probiotyka na osnovi Bacillus Subtilus ta Lactobacillus Acidophilus. Naukovyi visnyk NUBiP. Seriya «Veterynarna medytsyna, yakist i bezpeka produktsii tvarynyystva», 221, 238–243. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_vet\\_2015\\_221\\_48](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_vet_2015_221_48) (in Ukrainian).
- Rudenko, O. P., Vishchur, O. I., & Kovalenko, V. L. (2016). Vydovi ta sezonni osoblyvosti nespetsyficnoi rezy-stentnosti koropovykh ryb. Veterynarna biotekhnologhiia, 28, 241–246. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb\\_2016\\_28\\_30](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2016_28_30) (in Ukrainian).
- Serpunin, G. G., Lihaceva, O. A., Trzebiatowski, R., Sadowski, J., & Odebralska, D. (2002). Blood parameters of carp (Cyprinus carpio L.) kept in heated water culture at different feeding regimes. Acta scientiarum polonorum, 1(2), 121–128.
- Vovk, N. I. (2002). Ikhtiopatologichniy monitorynh rybohospodarskykh vodoim Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 03.00.16; UAAN, In-t ahroekologhii ta biotekhnologhii. Kyiv (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10150  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 582.261.2:547:664

## Biological features, biotechnology, cultivation and areas of stagnation of microscopic single-cell algae of the genus *Chlorella*: (review of the literature)

V. Grishko<sup>✉</sup>, V. Zotsenko, N. Bogatko, D. Ostrovskiy

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 22.10.2024  
Received in revised form  
25.11.2024  
Accepted 26.11.2024

Bila Tserkva National Agrarian  
University, pl. Soborna, 8/1,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-098-595-20-02  
E-mail: vetalgwa44@gmail.com

**Grishko, V., Zotsenko, V., Bogatko, N., & Ostrovskiy, D. (2024). Biological features, biotechnology, cultivation and areas of stagnation of microscopic single-cell algae of the genus *Chlorella*: (review of the literature). Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 329–340. doi: 10.32718/nvlvet-a10150**

Currently, microscopic algae have become a promising alternative raw material that represents a huge biodiversity and has many advantages that can approach the potential of traditional agricultural raw materials. The article describes a wide range of properties of the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Chlorella sorokiniana* based on scientific studies reported in various literature sources. Attention is focused on their morphology, physiology, and modern biotechnological approaches to the cultivation, accumulation, collection, purification, and processing of biomass are considered. The processes of obtaining valuable biologically active components, such as proteins, lipids, carbohydrates, and pigments from the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Chlorella sorokiniana* are presented. Particular attention is paid to the influence of cultivation conditions on the chemical composition of the obtained microalgal biomass, as well as methods and technologies for its further processing into valuable biologically active components. The article describes the use of *Chlorella* microalgae in such industries as biotechnology, pharmaceuticals, cosmetics, food and chemicals, energy, and agriculture. The article emphasizes the prospects of microalgae in the production of biofuels, including biodiesel and bioethanol, as well as in bioremediation, including wastewater treatment. Based on global scientific research, *Chlorella* microalgae have been shown to be multifunctional sources of proteins, lipids and carbohydrates suitable for both human consumption and animal feed. Due to the ability of microalgae to grow in different environmental conditions, they are a promising solution for industrial biomass production, which is potentially unable to compete with traditional farming methods. Thanks to its ability to use carbon dioxide and release oxygen in the process of life, the concentration of CO<sub>2</sub> in the environment is reduced, which in turn is of crucial environmental importance. The authors emphasize the significant scientific and technological progress in the use of microalgae *Chlorella vulgaris* in recent years, due to its versatility and significant opportunities for further research and practical application in various fields.

**Key words:** biotechnology, cultivation, microalgae, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella sorokiniana*, biological properties, chemical composition, proteins, lipids, carbohydrates, pigments.

## Біологічні особливості, біотехнологія культивування та сфери застосування мікроскопічних одноклітинних водоростей роду *Chlorella*: (огляд літератури)

В. А. Гришко<sup>✉</sup>, В. М. Зоценко, Н. М. Богатко, Д. М. Островський

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Станом на теперішній час мікроскопічні водорості стали багатобічною альтернативною сировиною котра являє собою величезне біорізноманіття і має багато переваг, що може наблизитись до потенціалу традиційної сільськогосподарської сировини. У статті на основі наукових досліджень висвітлених в різних літературних джерелах описано широкий спектр властивостей мікробіодоростей *Chlorella vulgaris* і *Chlorella sorokiniana*. Акцентовано увагу на їх морфології, фізіології, а також розглянуто учасні біотехнологічні підходи до культивування, накопичення, збору, очистки та обробки біомаси. Наведено процеси отримання з



мікродоростей *Chlorella vulgaris* і *Chlorella sorokiniana* цінних біологічно активних компонентів, таких як білки, ліпіди, вуглеводи, пігменти. Особливо увага приділена впливу умов культивування на хімічний склад отриманої біомаси мікродоростей, а також методам і технологіям її подальшої переробки на цінні біологічно-активні компоненти. У статті розкрито застосування мікродоростей *Chlorella* в таких галузях, як біотехнологія, фармацевтична промисловість, косметологія, харчова та хімічна промисловість, енергетика й сільське господарство. Відзначено перспективність мікродоростей у виробництві біопалива, включаючи біодизель і біоетанол, а також у біоремедіації, зокрема очищенні стічних вод. На основі всесвітніх наукових досліджень показано, що мікродорості *Chlorella* є багатфункціональними джерелами білків, ліпідів і вуглеводів, що придатні як для харчування, так і для створення кормів для тварин. Завдяки здатності мікродоростей до росту в різних умовах навколишнього середовища, вони є перспективним рішенням для промислового виробництва біомаси, що потенційно не здатна конкурувати з традиційними методами землеробства. Завдяки її здатності використовувати в процесі життєдіяльності вуглекислий газ і виділяти кисень, зменшується концентрація CO<sub>2</sub> у навколишньому середовищі, що в свою чергу має надважливе екологічне значення. Авторами акцентується увага на значному науково-технічному прогресі у сфері використання мікродоростей *Chlorella vulgaris* за останні роки, за рахунок її універсальності та значних можливостей для подальших наукових досліджень і практичного застосування в різних галузях.

**Ключові слова:** біотехнологія, культивування, мікродорості, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella sorokiniana*, біологічні властивості, хімічний склад, білки, ліпіди, вуглеводи, пігменти.

## Вступ

За сучасними історично-науковими даними мікроскопічні водорості мають давню історію, майже 3,4 мільярда років тому. Найстарішу з відомих мікродоростей, що належить до групи ціанобактерій, знайдено у скам'янілих в скелях Західної Австралії. Генетичними і біохімічними дослідженнями підтверджено, що до наших днів їх біологічна структура залишається незмінною незважаючи на їх примітивну форму, вони все ж являють собою досить складну організовану форму життя. У працях інших науковців фактичний час еволюції ціанобактерій становить до 2,7 мільярдів років тому (Dalton, 2002). За думкою, біологів-еволюціоністів водорості є предками сучасних рослин. Водорості дали початок морським рослинам які потім перемістилися на сушу під час палеозойської ери 450 мільйонів років тому, подібно до сценарію переміщення тварин з води на сушу. Однак дана гіпотеза містить багато недоведених протирічч (небезпека висихання, організація живлення, розмноження та захист від Оксигену), тому дана наукова думка повинна бути, доповнена ширшими науковими дослідженнями.

Мікроскопічні водорості мають досить високу харчову цінність. А першими, хто споживав синьо-зелену мікроскопічну водорість, були ацтеки та інші жителі Мезоамерики, які використовували їхню біомасу як важливу біодобавку до раціону харчування та джерело білку (Venkataraman, 1997). У наш час мікроскопічні організми *Chlorella vulgaris*, *Chlorella sorokiniana* і *Spirulina platensis* все ще використовуються як харчові добавки, а продукти їхнього обміну як: природні барвники для хімічної та харчової промисловості, біологічно активні компоненти в фармацевтичних препаратах, в корми раціонах для тварин та аквакультури, а також в галузях косметики та енергетики. Останніми десятиліттями мікроскопічні водорості використовують як перспективний енергетичний ресурс завдяки їхній здатності накопичувати велику кількість ліпідів, придатних для виробництва біодизелю, який використовують так же, як і нафтове паливо (González-Fernández et al., 2012). Вони є також джерелом таких продуктів, як білки, вуглеводи, пігменти, вітаміни та мінерали. Крім того, мікроскопічні водорості інтенсивно вловлюють сонячне світло в

процесі фотосинтезу, виробляючи близько половини атмосферного кисню на землі та поглинаючи величезну кількість вуглекислого газу як основного елементу живлення. Тому особливо доцільно з економічної точки зору встановлювати біотехнологічні фабрики з культивування мікроскопічних водоростей хлорели поруч із тепловими електро та теплостанціями, що працюють на викопних енергоресурсах (Ghirardi et al., 2000; Banerjee et al., 2002).

Мікроскопічні водорості мають широкі властивості пристосування до факторів навколишнього середовища, і можуть рости як у прісній, так і в морській воді, а також на землі, від замерзлих земель Скандинавії до гарячих пустельних ґрунтів Сахари (Lee, 2008). Якщо встановити біотехнологічні установки з культивування водоростей розумним чином, мікроскопічні водорості не конкурували б із сільськогосподарськими угіддями, не було б конфлікту з виробництвом харчових продуктів (Singh et al., 2011) і особливо не спричиняли б вирубки лісів.

Мікродорості представляють величезне біорізноманіття, близько 40 000 з яких уже описано або проаналізовано (Hu et al., 2008). Однією з найвидатніших є зелена еукаріотична мікродорість *C. vulgaris*, яка належить до такої наукової класифікації: Область: *Eukaryota*, Царство: *Protista*, Відділ: *Chlorophyta*, Клас: *Trebouxiophyceae*, Порядок: *Chlorellales*, Родина: *Chlorellaceae*, Рід: *Chlorella*, Вид: *Chlorella vulgaris*. Таким чином, Мартінус Вільям Бейерінк, голландський дослідник, вперше виявив її в 1890 році як першу мікродорість із чітко визначеним ядром (Beijerinck, 1890). Назва *Chlorella* походить від грецького слова *chloros* (Χλωρός), що означає зелений, і латинського суфікса *ella*, що означає її мікроскопічний розмір. Це одноклітинна мікродорість, яка росте в прісній воді і існує на землі з докембрійського періоду 2,5 мільярда років тому, і з тих пір її генетична цілісність залишається незмінною (Brasier et al., 2002). На початку 1900-х років вміст білка *Chlorella* (>55 % сухої ваги) привернув увагу німецьких учених як нетрадиційне джерело їжі. У 1950-х роках Інститут Карнегі у Вашингтоні (Burlew, 1953) взяв на себе дослідження, і йому вдалося виростити цю мікроскопічну водорість у великому масштабі для зменшення CO<sub>2</sub> у повітрі. Сьогодні Японія є світовим лідером у споживанні хлорели та використо-

вуге її для лікування (Kitada et al., 2009), оскільки вона показала імуномодуючі та протиракові властивості (Justo et al., 2001). Після згодовування його щурам, мишам і кроликам у вигляді порошку він показав захисні властивості проти захворювань системи кровотворення (Souza Queiroz et al., 2013), пов'язаних із віком, таких як серцево-судинні захворювання, гіпертонія та катаракта; знижує ризик атеросклерозу та стимулює синтез колагену для шкіри (Sano et al.,

1988). Крім того, *C. vulgaris* також здатна синтезувати значну кількість ліпідів, особливо після нітрогенного голодування з профілем жирних кислот, і є придатним для виробництва біодизеля (Chisti, 2007).

**Морфологія *Chlorella vulgaris*.** *C. vulgaris* є сферичною мікроскопічною клітиною діаметром 1,5–15 мкм (рис. 1) (Illman et al., 2000), і має багато структурних елементів, подібних до рослин (рис. 2).

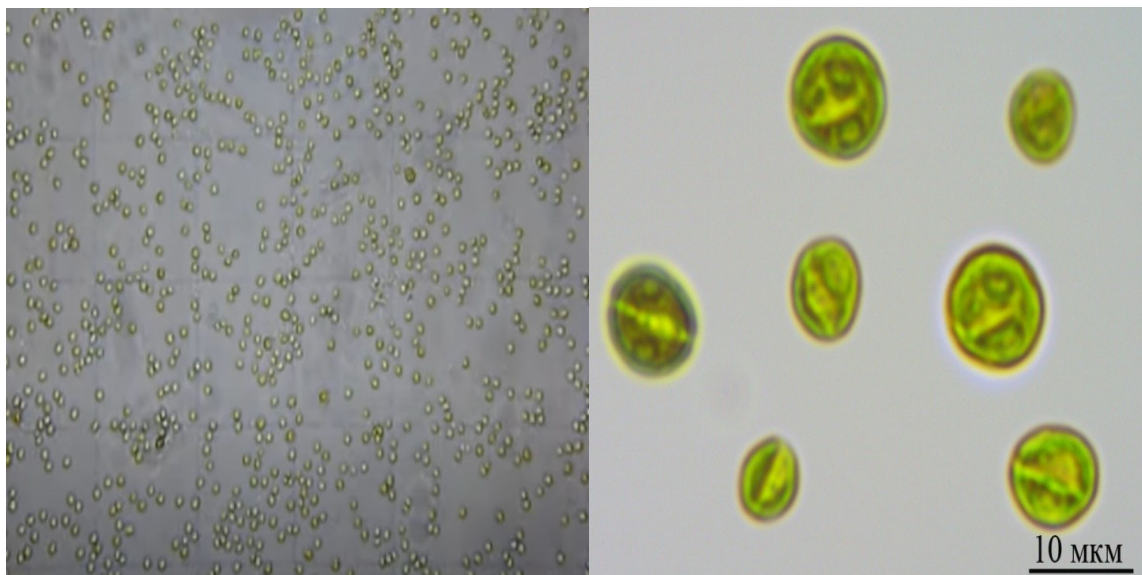


Рис. 1. Клітини *Chlorella vulgaris* під світловим мікроскопом

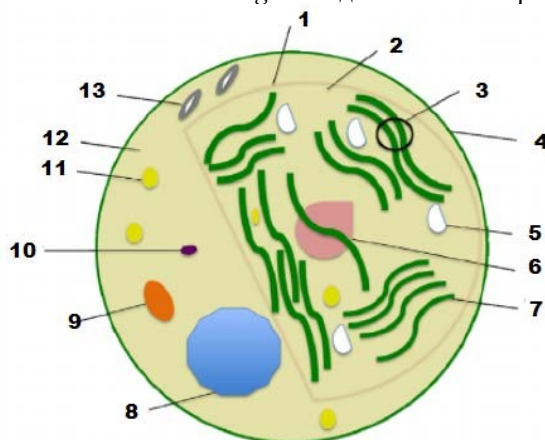


Рис. 2. Внутрішня будова *Chlorella vulgaris*

1 – мембрана хлоропласта; 2 – хлоропласт; 3 – хлорофіл і каротиноїди; 4 – клітинна стінка; 5 – крохмальне зерно; 6 – піреноїд; 7 – тилакоїд; 8 – ядро; 9 – вакуоля; 10 – апарат Гольджі; 11 – ліпідна крапля; 12 – цитоплазма; 13 – мітохондрія

У кожній клітині міститься гомогенна протоплазма, одне ядро і хлоропласт. Цитоплазма являє собою гелеподібну субстанцію. Ядро *Ch. vulgaris* містить 16 хромосом. Хлоропласт широкий поясо-подібний, незамкнутий, забарвлений у зелений колір. Він містить у собі структуру, звану піреноїдом. Крім того, в ньому містяться крохмальні зерна і ліпідні краплі. У тилакоїдах хлоропласта присутні пігменти: хлорофіл а, хлорофіл b і каротиноїди. Джгутиків, скоротливих вакуолей і вічок хлорела не має.

На зрілій стадії товщина клітинної стінки та її склад непостійні, вони змінюються відповідно до умов росту та навколишнього середовища. Деякі дослідники (Atkinson et al., 1972) пояснювали, що жорст-

кість клітинної стінки, обумовлена наявним шаром спорополненіну, хоча загально визнано, що *C. vulgaris* має одношарову клітинну стінку, у якій відсутній спорополненін. Це є надзвичайно стійкий полімеризований каротиноїд, знайдений на клітинній стінці *Chlorella fusca* (Biedlingmaier et al., 1987; Hagen et al., 2002). Жорсткість зберігає цілісність клітини і є захистом від навколишнього середовища. За час раннього формування в аутоспорангії новоутворена клітинна стінка залишається крихкою, утворюючи тонкий електронно-щільний одношаровий шар товщиною 2 нм (Yvonne & Tomas, 2000). Клітинна стінка дочірньої клітини поступово збільшується в товщину, поки не досягне 17–21 нм після дозрівання де утворюється

мікрофібрилярний шар, який представляє собою хітозанопоподібний шар, що складається з глюкозаміну (Kapaun & Reisser, 1995; Yvonne & Tomas, 2000), що пояснює його жорсткість.

Однак суперечливе дослідження, проведене на *C. vulgaris* щодо наявності спорополненію Martinez et al. (1991) котрі спостерігаючи за зовнішнім триламінарним шаром виявили стійкі залишки після ацетолізу.

Під оболонкою клітини міститься гелеподібна речовина, яка складається з води, розчинних білків і мінералів. У цьому гелеподібному середовищі містяться внутрішні органели *C. vulgaris*, такі як мітохондрії, мале ядро, вакуолі, один хлоропласт і тільце Гольджі (Kuchitsu et al., 1987).

Кожна мітохондрія містить генетичні матеріали, дихальний апарат і має двохарову мембрану; зовнішня мембрана оточує весь органел і складається з рівного співвідношення білків і фосфоліпідів. Тим не менш, внутрішня мембрана складається з втричі більшої кількості білків, ніж фосфоліпідів; вона оточує внутрішній простір, який називається матриксом, який містить більшість мітохондріальних білків (Solomon et al., 1999).

*C. vulgaris* має один хлоропласт з подвійною обволікаючою мембраною, що складається з фосфоліпідів; зовнішня мембрана проникна для метаболітів та іонів, але внутрішня мембрана має більш специфічну функцію щодо транспорту білків. Крохмальні гранули, що складаються з амілози та амілопектину, можуть утворюватися всередині хлоропласта, особливо під час несприятливих умов росту. Піреноїд містить високі рівні рибулозо-1,5-бісфосфаткарбоксилази оксигенази (RuBisCO) і є центром фіксації вуглекислого газу. У хлоропласті також зберігається кластер злитих тилакоїдів, де синтезується домінуючий пігмент хлорофіл, який маскує колір інших пігментів, таких як лютеїн. Під час азотистого стресу ліпідні глобули в основному накопичуються в цитоплазмі та хлоропласті (Lee, 2008).

**Розмноження.** *C. vulgaris* – це нерухома репродуктивна клітина (аутоспора), яка швидко розмножується. Для хлорели характерне нестатеве розмноження. Клітини здебільшого діляться на 2–8 аутоспор (рис. 3). Стійкого циклу розвитку не має, в культурі розвивається асинхронно.

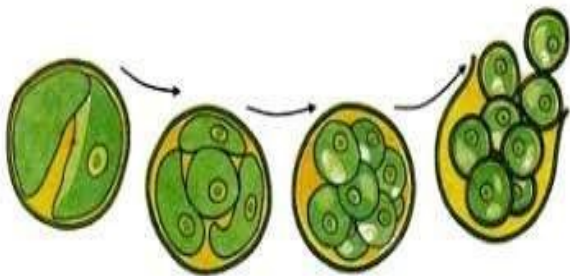


Рис. 3. Нестатеве розмноження *Chlorella vulgaris* (схема)

Клітини *Ch. vulgaris* здатні вільно розподілятися в середовищі культивування, вони не осідають у стані спокою протягом 6–15 діб. Культура хлорели не вибаглива до живильного середовища та наявності вугле-

кислого газу у ній, при культивуванні не потребує механічного перемішування.

Таким чином, протягом 24 год одна клітина *C. vulgaris*, вирощена в оптимальних умовах, розмножується шляхом аутоспоруляції, що є найпоширенішим нестатевим розмноженням у водоростей. Таким чином чотири дочірні клітини, що мають власну клітинну стінку, утворюються всередині клітинної стінки материнської клітини (рис. 4) (Yamamoto et al., 2004).



Рис. 4. Поділ клітини під електронним мікроскопом (Yamamoto et al., 2004)

Після дозрівання цих новоутворених клітин стінка материнської клітини розривається, дозволяючи звільнитися дочірнім клітинам, а залишки материнської клітини будуть споживатися новоутвореними дочірніми клітинами як поживний субстрат.

**Біотехнологія культивування біомаси хлорели у відкритих системах ставкового типу.** Біотехнологія культивування хлорели у відкритих ставкових системах є економічно вигідним методом для виробництва біомаси. Такі системи традиційно розташовують поблизу електростанцій чи промислових об'єктів із високими викидами CO<sub>2</sub>, де біомаса поглинає азот у формі NO<sub>2</sub>. Оптимальна глибина ставок для забезпечення ефективного доступу сонячного світла становить 15–50 см.

Водночас відкриті ставки мають недоліки: ризик забруднення, випаровування, проникнення бактерій, неконтрольованість розростання інших водоростей, сезонні температурні коливання та стійкість регулювання CO<sub>2</sub> і освітлення. Наприкінці експоненціальної фази росту клітин в глибині підтримується менше світла, що значно знижує продуктивність. Для розв'язання цих проблем необхідно постійно перемішувати поживне середовище з культурою (Brennan & Owende, 2010).

**Закриті біотехнології культивування біомаси хлорели.** Ці системи культивування хлорели розроблені для усунення недоліків виявлених у відкритих ставкового типу біотехнологіях, забезпечуючи контрольовані умови (рН, інтенсивність світла, температура, концентрація CO<sub>2</sub>). Завдяки цьому отримують більшу концентрацію клітин і продуктів, придатних для фармацевтики, харчової продукції та косметики. Такі системи оптимальні також для чутливих штамів, що не витримують умов навколишнього середовища.



Часто у біореакторах подача CO<sub>2</sub> створюється шляхом барботування, а при недостатньому природному освітленні застосовуються люмінесцентні лампи чи світлодіодне освітлення. Захисні трубки ламп мають прозорі стінки завтовшки кілька міліметрів діаметром до 20 см, що забезпечує ефективне поглинання світла. Науковцями випробувано різні конструкції: плоскі фотопластинкові (Zhang et al., 2001), трубчасті і колонні фотобіореактори (Kojima & Zhang, 1999). Наприклад, Деген та ін. (Degen et al., 2001) досягли продуктивності сухої біомаси 0,11 г/л·год, культивуючи *C. vulgaris* в аеріфтному фотобіореакторі з плоскою панеллю при безперервному освітленні (980 мкЕ/м<sup>2</sup>·с).

Основні недоліки закритих систем включають обмеження за рахунок високої вартості конструкції, освітлення площі та витрати на стерилізацію (Lee, 2001).

Закриті системи також дозволяють культивувати мікроводорості у ферментерах із джерелами органічного вуглецю без необхідності світла. Це забезпечує вищі темпи росту та продуктивність біомаси, наприклад, до 0,25 г/л·д (Liang et al., 2009). Джерелами вуглецю для *C. vulgaris* можуть бути глюкоза, ацетат, гліцерин і глутамат, при цьому глюкоза забезпечує максимальну швидкість росту. Водночас основним обмеженням є висока вартість цукру, що конкурує з потребами в харчовій промисловості та при виробництві біопалива.

Міксотрофний метаболізм *C. vulgaris* дозволяє поєднувати автотрофне (фотосинтез) і гетеротрофне (використання органічних речовин) живлення. Це забезпечує незалежність від світла та органічних субстратів. За даними Yeh і Chang (Yeh & Chang, 2012), такий підхід демонструє високу продуктивність біомаси (2–5 г/л·д) і ліпідів (67–144 мг/л·д). Перевагами міксотрофії зменшується втрата біомаси через дихання в темряві та скорочення потреби в органічних субстратах (Liang et al., 2009).

**Інші методи біотехнології культивування біомаси хлорели.** Інтенсифікація вирощування *C. vulgaris* для підвищення врожайності шляхом її спільної іммобілізації з бактерією *Azospirillum brasilense* в альгінатних культурах (de-Bashan et al., 2005). Ця методика базується на гіпотезі, що *A. brasilense* сприяє зростанню рослинних рослин через втручання у гормональний метаболізм рослини-господаря, а також забезпечує бактеріальний Оксиген (O<sub>2</sub>) для біологічного розкладу забруднювачів. У свою чергу мікроводорості споживають вивільнений CO<sub>2</sub>, який утворюється внаслідок дихання бактерій (Muñoz & Guieysse, 2006).

Залежно від штаму *C. vulgaris* (de-Bashan et al., 2002), ця методика забезпечує: подовження життєвого циклу мікроводорості, підвищення виробництва біомаси, збільшення розміру клітин (до 62 %), підвищення концентрації пігментів і ліпідів.

Одночасно підвищене поглинання мікроводоростями Цинку, Кадмію, Фосфору, Нітрогену та інших важких металів зі стічних вод. Однак використання іншої асоціативної бактерії, *Phyllobacterium myrsinacearum*, у системі вирощування *C. vulgaris*,

може призвести до негативного ефекту, включаючи зупинку росту або загибель клітин мікроводорості (Lebsky et al., 2001).

Крім того, параметри середовища, такі як концентрація змішування та напруги зсуву pH, суттєво впливають на підвищення фотосинтетичної активності та інтенсивності росту *C. vulgaris* (Leupold et al., 2013).

**Збирання біомаси.** Метод центрифугування є найпоширенішим при збиранні біомаси *C. vulgaris*, забезпечуючи високий рівень ефективності при досягненні до 92–94 % біомаси. Цей процес складає близько 20–30 % від загальних витрат на виробництво біомаси. Центрифугування протягом 15 хвилин на швидкості 5000 об/хв, дозволяє швидко обробляти великі об'єми суспензії мікроводорості без значних витрат часу.

Морфологічні особливості *C. vulgaris* залишають місце для високих відцентрових швидкостей під час центрифугування без пошкодження клітинної структури. Окрім центрифугування, також застосовуються інші методи збирання біомаси, такі як флокуляція, флоатація та фільтрація. У деяких випадках комбінування цих методів дозволяє досягти ще кращих результатів у отриманні біомаси.

Флокуляція, флоатація та фільтрація також використовується для збирання біомаси мікроводоростей. Флокуляція відбувається, коли клітини водоростей, агрегують через зменшення негативного поверхневого заряду, з утворенням грудок. Цей процес ще називають автофлокуляцією, він пов'язаний з підвищенням pH через асиміляцію CO<sub>2</sub>, нітратів та фосфатів. Для прискорення процесу додають NaOH, який індукує понад 90 % флокуляції при pH 11 (Vandamme et al., 2012), або вапно. Вапно, завдяки Mg<sup>2+</sup> з Mg(OH)<sub>2</sub>, виявляється більш проданим у промислових масштабах. Інші флокулянти, як хітозан і *Paenibacillus sp.* в присутності CaCl<sub>2</sub>, також демонструють високу ефективність (Divakaran & Sivasankara Pillai, 2002). Флокуляція часто використовують у поєднанні з центрифугуванням або фільтрацією для покращення збирання біомаси (Lee et al., 2012).

Флоатація, заснована на захопленні клітин мікроводорості диспергованими мікропухирцями повітря, також може відбуватися природно для підвищення вмісту ліпідів у водоростях. Cheng та ін. (Cheng et al., 2011) продемонстрували ефективну флоатацію *C. vulgaris* за допомогою озону. Цей метод не потребує хімічних добавок, але з економічної точки зору його економічна життєздатність у промислових масштабах потребує необхідно провести подальших і досліджень.

Фільтрація включає пропускання суспензії через фільтри для концентрації клітин водоростей. Для *C. vulgaris* звичайна фільтрація не є ефективною через малий розмір клітин, тому використовують ультрафільтрацію або мікрофільтрацію. Для *C. vulgaris* екзополісахариди не є значною перешкодою, що дозволяє зберегти високу ефективність фільтрації (Frappart et al., 2011). Однак ультрафільтрація залежить від різних параметрів, як тип фільтра та трансмембранний тиск, що потребує оптимізації цих факторів для покращення процесу (Chang & Lee, 2012).



**Методи руйнування клітин мікроводоростей для отримання БАР.** *C. vulgaris* має стійку клітинну стінку, що ускладнює процес екстракції внутрішніх компонентів. Руйнація клітин є складною та дорогою операцією. Застосовано різні методи, серед яких охолодження при механічному руйнуванні, щоб уникнути перегріву та окиснення компонентів. Ензиматична обробка є перспективною, але вимагає знання ультраструктури клітинної стінки для вибору відповідного ферменту (Lee et al., 2010). За даними Lee et al. (2010) та Zheng et al. (2001), найефективнішими методами для руйнування клітин *C. vulgaris* з відновленням 30 % ліпідів є автоклавування, мікрохвильове оброблення, ферментація та подрібнення рідким азотом. Однак якість цільових молекул залежить від методу руйнування клітин, наприклад, амінокислотний профіль змінюється після лужної обробки чи гомогенізації під високим тиском (Safi et al., 2014). Ефективність методів більшими контролюють мікроскопічними спостереженнями або порівнянням виходу компонентів до та після руйнування клітин.

**Білковий склад та амінокислотний профіль мікроводоростей, *C. vulgaris*.** Білки є компонентами мікроводоростей, зберігаючи роль у рості, відновленні клітин та захисту від зовнішніх агентів (Solomon et al., 1999). Загальний вміст білку в *C. vulgaris* складає 42–58 % сухої маси біомаси, змінюючись у зв'язку з умовами культивування (Becker, 1994). Білки клітин *C. vulgaris* поділяються на кілька категорій: 20 % зв'язано з клітинною стінкою, 50 % є внутрішньоклітинними, а 30 % мігрують у клітину і назад (Berliner, 1986). Молекулярна маса білків змінюється від 12 до 120 кДа, з найбільшим піком інтенсивності для клітин, вирощених в автотрофних умовах (Morris et al., 2008).

Амінокислотний профіль *C. vulgaris* є високоякісним і порівнянним з рекомендаціями ВООЗ та ФАО для харчування людини, оскільки водорості синтезують як замінні, так і незамінні амінокислоти (Becker, 1994). Білки *C. vulgaris* також мають високу емульгуючу здатність, що робить їх перспективними для застосування в харчовій промисловості. Емульгуючі білки, екстрагованих при рН 7, досягала 3 090 750 мл олії/г білку зі стабільністю 79–71 % (Ursu et al., 2014).

Екстракція білків мікроводоростей завершує солюбілізацію в лужному розчині, а подальше очищення може включати осадження за допомогою трихлороцтової або соляної кислоти (Safi et al., 2013). Інший метод розділення – ультрафільтрація, яку застосовували для *Tetraselmis suecica* (Safi et al., 2014), і її можна адаптувати для *C. vulgaris*. Кількість білків визначають за методів: К'ельдаля, Лоурі або Бредфорда, хоча деякі дослідники пропонують використання коригувальних коефіцієнтів для перерахунку азоту в білок (Diniz et al., 2011).

Визначення вмісту амінокислот також залежить від жорсткості клітинної стінки та умов вирощування, що ускладнює використання універсального коефіцієнта (López et al., 2010). Методи, такі як аналіз Лоурі, є точними для водорозчинних білків, хоча вони можуть не охопити всі амінокислоти (Barbarino & Lourenço, 2005).

**Ліпідний склад мікроводоростей, *C. vulgaris*.** Ліпіди – це гетерогенна група сполук, які розчиняються в неполярних розчинниках і мають важливе значення для мікроводоростей (Bajguz, 2000). У *C. vulgaris* вміст ліпідів може варіювати від 5 % до 40 % від сухої біомаси за оптимальних умов росту та складається в основному з гліколіпідів, фосфоліпідів, вуглеводнів, воску та невеликої кількості вільних жирних кислот (Hu et al., 2008). Ліпіди синтезуються хлоропластами та розміщуються на клітинних стінках і мембранах органел, таких як хлоропласти та мітохондрії. Під час стресових умов вміст ліпідів може досягати 58 %, у вигляді триацилгліцеринів (Becker, 1994), що накопичуються в цитоплазмі та міжтилакоїдному просторі хлоропластів (Hu et al., 2008).

Для виявлення накопичення ліпідів у клітинах *C. vulgaris* застосовують метод фарбування барвником Nile Red, що розглядається за допомогою флуоресцентного мікроскопа, та дає можливість оцінити інтенсивність накопичення ліпідів (Liu et al., 2008). Однак цей метод може бути неефективним через товсту клітинну стінку, що потребує попереднього руйнування клітин (Chen et al., 2011). Екстракція ліпідів можлива і шляхом методів Блая і Дайера, або за допомогою органічних розчинників, таких як гексан і петролейний ефір. Загальні ліпіди включають фосфоліпіди (PL), гліколіпіди (GL) і нейтральні ліпіди (NL), які фракціонуються через колонкову хроматографію (Olmstead et al., 2013).

Для екологічної екстракції пропонується використовувати надкритичний діоксид вуглецю (SC-CO<sub>2</sub>), що дає чисті екстракти без забруднення. Додавання етанолу або попереднє руйнування клітин може підвищити вихід екстракції, хоча це може вплинути на економічну ефективність (Dejoye et al., 2011).

Профіль жирних кислот варіюється в залежності від умов росту. За міксотрофних умов жирні кислоти складаються на 60–68 % із насичених і мононазованих жирних кислот, таких як пальмітинова (C16:0) та стеаринова (C18:0). Такий профіль є підходящим для виробництва біодизеля. В умовах, сприятливих для росту, жирні кислоти *C. vulgaris* утворюють більше поліненасичених жирних кислот, таких як ліолева (C18:2), ліоленова (C18:3) та сйкозапентаєнова (C20:5) кислоти, що робить їх корисними для харчових композицій (Stephenson et al., 2010).

**Вуглеводний склад мікроводоростей, *C. vulgaris*.** Вуглеводи в *C. vulgaris* представлені відновлювальними цукрами та полісахаридами, такими як крохмаль і целюлоза. Крохмаль є основним полісахаридом, розташованим у хлоропласті, складається з амілози та амілопектину і служить накопичувачем енергії для клітин. Целюлоза, що утворює захисний волокнистий бар'єр на клітинній стінці, є структурним полісахаридом з високою стійкістю. Крім того, іншим полісахаридом є β1-3 глюкан, який має численні корисні властивості для здоров'я людини (Lordan et al., 2011).

Загальний вміст вуглеводів визначається за допомогою сірчано-фенольного методу, що дозволяє кількісно оцінити прості цукри після гідролізу при 110 °C, з використанням НРІС. Для крохмалю кращим є ферментативний метод, ніж кислотний (DuBois et al.,

1956). Під час обмеження вмісту азоту в поживному субстраті можна досягти вуглеводів в межах 12–55 % від сухої маси (Brányiková et al., 2011).

Клітинна стінка *C. vulgaris* складається з хітозано-подібного шару, целюлози, геміцелюлози, білків, ліпідів і мінералів (Northcote et al., 1958; Janczyk et al., 2007). Вуглеводневий склад клітинної стінки включає рамнозу, галактозу, глюкозу, ксилозу, арабінозу та манозу, причому рамноза є домінуючим цукром (Ogawa et al., 1999).

**Пігменти отримані з мікроводоростей *C. vulgaris*.** Основним пігментом у *C. vulgaris* є хлорофіл, який може складати 1–2 % сухої маси і знаходиться в тилакоїдах. Мікроводорості також складають значну кількість каротиноїдів, які діють як додаткові пігменти, вловлюючи світло; зокрема,  $\beta$ -каротин зв'язується з крапельками ліпідів у хлоропластах, а первинні каротиноїди з хлорофілом у тилакоїдах. Вони передають енергію у фотосистему та забезпечують роль фотопротекторів, захищаючи хлорофіл від деградації під час інтенсивного впливу радіації та кисню (Solomon et al., 1999). Ці пігменти мають численні терапевтичні властивості, зокрема антиоксидантну активність, захист проти дегенерації сітківки, регуляцію холестерину, профілактику серцево-судинних захворювань і раку товстої кишки, а також зміцнення імунної системи (Gouveia et al., 2005).

Феофітини, біохімічно подібні до хлорофілу, локалізуються при розпаді хлорофілу в умовах росту або стресу і є ліпофільними, тому їх екстракція пов'язана із залученням ліпідів. Оптимізація процесу екстракції пігментів, створених за допомогою різних розчинників (диметилформамід, дихлорметан, ацетон, гексан, етанол), на апараті Сокслета, ультразвукової екстракції та рідинної екстракції під тиском (PLE), що забезпечують одночасне вилучення каротиноїдів і хлорофілу при мінімізації утворення феофітинів (Gors et al., 2009; Cha et al., 2010). Для посилення відновлення каротиноїдів потрібно екстракцію SC-CO<sub>2</sub> за умов 35 МПа і 40–55 °С, що дає чисті, прозорі екстракти (Cha et al., 2010). Додатково для підвищення виходу екстракції додають етанол. Пігменти кілька разів за допомогою високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) і спектрофотометрії (Ritchie, 2006).

**Мінеральний та вітамінний склад мікроводоростей *C. vulgaris*.** Мінерали в *C. vulgaris* визнаються через спалювання біомаси та наступну атомно-абсорбційну спектрофотометрію зразків. Вони мають важливі функції в організмі людини, зокрема калій, який важливий для регуляції внутрішньоклітинної рідини, вуглеводного обміну та нервових імпульсів, а також використовується в якості добрива (KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>). Магній підтримує нормальну нервову діяльність та скорочення м'язів, дефіцит якого може призвести до депресії. Цинк бере участь в метаболізмі, включаючи синтез вуглеводів, ліпідів і білків, а також захищає від окислювальних процесів (Solomon et al., 1999).

*C. vulgaris* містить вітаміни, зокрема водорозчинні (групи С і В) та жиророзчинні (А, D, Е і К). Вітамін А підтримує ріст клітин, вітаміни Е і С мають антиоксидантну активність, покращують кровообіг і функції

м'язів (Becerra et al., 1999). Вітаміни групи В сприяють активності ферментів у метаболізмі, утворенні та трансформації еритроцитів, сприяють зниженню ризику виникнення раку підшлункової залози та підтримують здоров'я шкіри, волосся та м'язів (Brown et al., 1997). Концентрація вітамінів чутлива до умов культивування: максимальна досягається при автотрофному рості з 10 % CO<sub>2</sub>, але в гетеротрофних умовах вміст вітамінів вищий за рахунок присутності глюкози в середовищі, що використовується як джерело вуглецю (Hanan, 2011).

**Застосування *C. vulgaris* в енергетиці.** Зростання попиту в енергоресурсах посилює екологічні виклики. Третє покоління біопалива з водоростей, зокрема мікроводоростей, є перспективною альтернативою традиційним культурам (соя, кукурудза, ріпак), оскільки не конкурує з виробництвом продовольства, і не потребує використання орних земель (Singh et al., 2011). Хоча собівартість біопалива з водоростей залишається високою, їх продуктивність значно перевищує традиційні сільськогосподарські культури (до 10–20 разів більше олії за короткий період).

*C. vulgaris*, за міксотрофного вирощування накопичує значну кількість ліпідів, має жирноокислювальний профіль, який підходить для біодизелю. Його властивості відповідають міжнародним стандартам (ASTM 6751, EN 14214, ANP 255). Залишки після вилучення ліпідів утворюють білки й вуглеводи, які використовують виробництва для біоолії та біовугілля методом піролізу, забезпечуючи до 94 % відновлення енергії. Однак висока кількість азоту в біоолії знижує його якість (Francisco et al., 2010).

Крохмаль, що міститься в *C. vulgaris* також придатний для виробництва біоетанолу, із конверсією 65 % після оцукрювання та ферментації (Hirano et al., 1997). Альтернативою є гідротермальне зрідження, яке дозволяє виробляти біопаливо з усієї біомаси, підвищуючи енергетичну цінність на 10–15 % (Ross et al., 2010). Оптимальні умови цього процесу: 300–350 °С і 150–200 бар.

Основними перешкодами до комерціалізації біопалива з водоростей є висока собівартість виробництва, включаючи інфраструктуру, добрива, збирання, сушіння, транспортування (Clarens et al., 2010). Аналіз життєвого циклу показує, що для досягнення конкурентоспроможності та стійкості необхідне зниження енергетичних витрат (Lardon et al., 2009).

**Використання *C. vulgaris* в раціонах харчування людини.** *C. vulgaris* є поширеною мікроводоростою, що використовується як харчова добавка, барвник (після каротиногенезу) та емульгатор (Fernandes et al., 2012). Вона доступна в складі капсул, таблеток, екстрактів і порошку (Yamaguchi, 1996). Попри високу харчову цінність, що включає багатство білків, ліпідів, полісахаридів, пігментів і вітамінів, *C. vulgaris* фактично розглядається як добавка, а не основний харчовий продукт. Це обумовлено відсутністю єдиного законодавчого регулювання якості та вимог до мікроводоростей (Grobbelaar, 2003).

Також екстракти *C. vulgaris* демонструють консервуючу активність, що підвищує ефективність синтетичних антиоксидантів, таких як бутильований гідро-

ксіанізол і бутильований гідрокситолуол (Rodriguez-Garcia & Guil-Guerrero, 2008).

***C. vulgaris* як компонент корму для тварин.** Близько 30 % продукції з мікроводоростей використовується у виробництві кормів для тварин через зростання попиту на натуральні компоненти замість синтетичних інгредієнтів. Дослідження підтверджують, що *C. vulgaris*, має багатий білковий склад, а накопичуючи каротиноїди в умовах стресу, сприяє пігментації м'яса риб та жовтків яєць у птиці, а також покращує здоров'я і тривалість життя тварин (Gouveia et al., 1996; Becker, 2007).

Крім того, *C. vulgaris* має захисну дію проти шкідливих речовин, таких як важкі метали (Плюмбум, Кадмій) та нафталін. Вона значно знижує окислювальний стрес і антиоксидантну активність у тварин підвищуючи природну резистентність (Shim et al., 2008).

**Роль *C. vulgaris* в очищених стічних вод.** Дослідження підтверджують значний потенціал *C. vulgaris* у біоремедіації: вона здатна фіксувати до 74 % CO<sub>2</sub>, поглинати 45–97 % Нітрогену, 28–96 % Фосфору та знижувати використання Оксигену на 61–86 % при очищенні різних типів стічних вод (текстильних, сільськогосподарських, каналізаційних тощо) (de-Bashan et al., 2002; Brennan & Owende, 2010). Ця мікроводорість ефективно видаляє азот, фосфор, важкі метали та патогени, використовуючи їх для її росту, що робить її економічно привабливою для одночасного очищення води та виробництва біомаси. *C. vulgaris* демонструє високу продуктивність при спільній іммобілізації в альгінатних культурах, що стимулює ріст бактерій і покращує видалення до 100 % амонію за 48 годин (4 цикли) та 83% Фосфору за один цикл (de-Bashan et al., 2002). Завдяки своїм властивостям, *C. vulgaris* є однією з найефективніших мікроводоростей для очищення стічних вод (González et al., 1997).

**Агрохімічне застосування *C. vulgaris* у рослинництві.** Екстракти *C. vulgaris* утворюють речовини, що стимулюють ріст рослин, включаючи регулятори росту, вітаміни, амінокислоти, антибактеріальні та протигрибкові сполуки, які покращують біоконтроль та продуктивність рослин. Використовуючи екстракти з *C. vulgaris* в якості біостимуляторів покращується ріст багатьох рослин завдяки високому вмісту в них нітрогенази, нітратредуктази та мінералів (Ordog, 1999).

Дослідження позакореневого застосування екстракту *C. vulgaris* для пшениці (*Triticum aestivum*) показало, що обприскування 50 % розчином екстракту через 25 днів після посіву збільшило врожайність на 140 % та масу зернин на 40 % (Shaaban, 2001). У дослідженнях з *Lactuca sativa* додавання мікроводоростей до водного середовища сприяло зростанню біомаси та вмісту пігментів у продукції, причому найкращі результати досягалися при концентрації 2–3 г сухих водоростей на 1 л води (Faheed & Fattah, 2008). Ці дослідження підтверджують ефективність водної суспензії *C. vulgaris* як комерційного біодобрива.

**Концепція виробництва енергоресурсів за використання *C. vulgaris*.** Біомаса мікроводоростей може бути використана для отримання біоводню

шляхом прямого або непрямого фотолізу води, а також за допомогою темного бродиння, яке супроводжується утворенням водню та летких жирних кислот. Виробництво водню залежить від таких чинників, як співвідношення вуглецю до азоту, рН, температура, умови культивування, методи попередньої обробки та вид мікроводоростей. Зокрема, для цієї мети широко застосовують *Chlorella*. Світло сприяє збільшенню біомаси мікроводоростей, причому фіолетове світло відіграє важливу роль у цьому процесі. Крім того, ефективність виробництва біоводню залежить від інтенсивності освітлення, активності ферментів і здатності фіксувати CO<sub>2</sub>. Отже, *C. vulgaris* з усім його біологічним потенціалом білки, вуглеводи, ліпіди, пігменти, мінеральні речовини та вітаміни заслуговує на глибоку наукову увагу (Naik et al., 2010). Біомаса мікроводоростей також може бути використана для отримання біодизеля, який складається з метилових ефірів жирних кислот, отриманих шляхом переестерифікації олій із спиртами. Мікроводорості, вирощені в стічних водах, накопичують ліпіди, придатні для цього процесу. Основними етапами виробництва біодизеля є культивування, сушіння, екстракція олій і подальша переестерифікація до метилових ефірів жирних кислот. Для екстракції використовують різні методи, зокрема екстракцію розчинником, ультразвукову та ферментативну екстракцію. Під час процесу переестерифікації тригліцериди або жирні кислоти взаємодіють зі спиртами, такими як метанол, етанол, бутанол чи аміловий спирт. Метанол і етанол найчастіше застосовуються через їхню низьку вартість і доступність. Крім того, клітини мікроводоростей здатні взаємодіяти з різними нано- та мікрочастинками. Зокрема, металеві наночастинки, такі як ферит міді (CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), часто використовуються як опора для іммобілізації ферментів (Peter et al., 2021; Rajesh Banu et al., 2021).

## Висновки

Цей огляд розкриває широкий потенціал і переваги *C. vulgaris*, а також висвітлює її технологічні властивості, базуючись на вже проведених наукових дослідженнях. *C. vulgaris* легко культивується на простих і економічних поживних середовищах із оптимізованими умовами, що забезпечують швидке зростання порівняно з наземними енергетичними культурами, а також високу продуктивність біомаси. Водночас витрати на промислове виробництво та обробку залишаються значними, вимагаючи залучення висококваліфікованих фахівців для ефективної конкуренції на ринку. Незважаючи на це, за останнє десятиліття було досягнуто значних технологічних проривів, і прогнозується, що біотехнологічна галузь із використанням мікроводоростей значно розшириться найближчим часом. Завдяки своїм унікальним біологічним властивостям, мікроводорість *C. vulgaris* викликає великий інтерес у біотехнологів, що робить її перспективним об'єктом для подальших досліджень і ключовим компонентом біоіндустрії майбутнього.



## Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

## References

- Atkinson, A. W., Jr, Gunning, B. E., & John, P. C. (1972). Sporopollenin in the cell wall of *Chlorella* and other algae: Ultrastructure, chemistry, and incorporation of (14)C-acetate, studied in synchronous cultures. *Planta*, 107(1), 1–32. DOI: 10.1007/BF00398011.
- Bajguz, A. (2000). Effect of brassinosteroids on nucleic acids and protein content in cultured cells of *Chlorella vulgaris*. *Plant Physiol Biochem*, 38(3), 209–215. DOI: 10.1016/S0981-9428(00)00733-6.
- Banerjee, A., Sharma, R., Chisti, Y., & Banerjee, U. C. (2002). *Botryococcus braunii*: a renewable source of hydrocarbons and other chemicals. *Critical reviews in biotechnology*, 22(3), 245–279. DOI: 10.1080/07388550290789513.
- Barbarino, E., & Lourenço, S. O. (2005). An evaluation of methods for extraction and quantification of protein from marine macro- and microalgae. *J Appl Phycol*, 17, 447–460. DOI: 10.1007/s10811-005-1641-4.
- Becerra, G., Menolasina, S., & Salvador, A. (1999). Supercritical fluid extraction and supercritical fluid chromatography of Vitamin E in pharmaceutical preparations. *J High Resolut Chromatogr*, 22(5), 300–302. DOI: 10.1002/(SICI)1521-4168(19990501)22:5%3C300::AID-JHRC300%3E3.0.CO;2-E.
- Becker, E. W. (1994). *Microalgae: biotechnology and microbiology*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Becker, E. W. (2007). Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology advances*, 25(2), 207–210. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2006.11.002.
- Beijerinck, M. (1890). Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen. *Botanische Ztg*, 48, 729.
- Berliner, M. D. (1986). Proteins in *Chlorella vulgaris*. *Microbios*, 46, 199–203.
- Biedlingmaier, S., Wanner, G., & Schmidt, A. (1987). A Correlation between Detergent Tolerance and Cell Wall Structure in Green Algae. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 42, 245–250. DOI: 10.1515/znc-1987-0313.
- Brányiková, I., Mašálková, B., Doucha, J., Brányik, T., Bišová, K., Zachleder, V., & Vítová, M. (2011). Microalgae—novel highly efficient starch producers. *Biotechnology and bioengineering*, 108(4), 766–776. DOI: 10.1002/bit.23016.
- Brasier, M. D., Green, O. R., Jephcoat, A. P., Kleppe, A. K., Van Kranendonk, M. J., Lindsay, J. F., Steele, A., & Grassineau, N. V. (2002). Questioning the evidence for Earth's oldest fossils. *Nature*, 416(6876), 76–81. DOI: 10.1038/416076a.
- Brennan, L., & Owende, P. (2010). Biofuels from microalgae – a review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renew Sustain Energy Rev*, 14, 557–577. DOI: 10.1016/j.rser.2009.10.009.
- Brown, M. R., Jeffrey, S. W., Volkman, J. K., & Dunstan, G. A. (1997). Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151, 315–331.
- Burlew, J. S. (1953). *Algal culture from laboratory to pilot plant*. Washington DC: Carnegie Institution of Washington. DOI: 10.1093/aibsbulletin/3.5.11.
- Cha, K. H., Kang, S. W., Kim, C. Y., Um, B. H., Na, Y. R., & Pan, C. H. (2010). Effect of pressurized liquids on extraction of antioxidants from *Chlorella vulgaris*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(8), 4756–4761. DOI: 10.1021/jf100062m.
- Chang, Y.-R., & Lee, D.-J. (2012). Coagulation–membrane filtration of *Chlorella vulgaris* at different growth phases. *Dry Technol*, 30, 1317–1322.
- Chen, W., Sommerfeld, M., & Hu, Q. (2011). Microwave-assisted Nile red method for in vivo quantification of neutral lipids in microalgae. *Bioresource technology*, 102(1), 135–141. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.06.076.
- Cheng, Y. L., Juang, Y. C., Liao, G. Y., Ho, S. H., Yeh, K. L., Chen, C. Y., Chang, J. S., Liu, J. C., & Lee, D. J. (2010). Dispersed ozone flotation of *Chlorella vulgaris*. *Bioresource technology*, 101(23), 9092–9096. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.07.016.
- Chisti, Y. (2007). Biodiesel from microalgae. *Biotechnology advances*, 25(3), 294–306. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2007.02.001.
- Clarens, A. F., Resurreccion, E. P., White, M. A., & Colosi, L. M. (2010). Environmental life cycle comparison of algae to other bioenergy feedstocks. *Environmental science & technology*, 44(5), 1813–1819. DOI: 10.1021/es902838n.
- Dalton, R. (2002). Microfossils: squaring up over ancient life. *Nature*, 417, 782–784. DOI: 10.1038/417782a.
- de-Bashan, L. E., Antoun, H., & Bashan, Y. (2005). Cultivation factors and population size control the uptake of nitrogen by the microalgae *Chlorella vulgaris* when interacting with the microalgae growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. *FEMS microbiology ecology*, 54(2), 197–203. DOI: 10.1016/j.femsec.2005.03.014.
- de-Bashan, L. E., Bashan, Y., Moreno, M., Lebsky, V. K., & Bustillos, J. J. (2002). Increased pigment and lipid content, lipid variety, and cell and population size of the microalgae *Chlorella* spp. when co-immobilized in alginate beads with the microalgae-growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. *Canadian journal of microbiology*, 48(6), 514–521. DOI: 10.1139/w02-051.
- de-Bashan, L. E., Moreno, M., Hernandez, J. P., & Bashan, Y. (2002). Removal of ammonium and phosphorus ions from synthetic wastewater by the microalgae *Chlorella vulgaris* coimmobilized in alginate beads with the microalgae growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. *Water research*, 36(12), 2941–2948. DOI: 10.1016/S0043-1354(01)00522-x.
- Degen, J., Uebele, A., Retze, A., Schmid-Staiger, U., & Trösch, W. (2001). A novel airlift photobioreactor with baffles for improved light utilization through the flashing light effect. *Journal of biotechnology*, 92(2), 89–94. DOI: 10.1016/S0168-1656(01)00350-9.
- Dejoye, C., Vian, M. A., Lumia, G., Bouscarle, C., Charton, F., & Chemat, F. (2011). Combined extraction processes of lipid from *Chlorella vulgaris* microalgae: microwave prior to supercritical carbon dioxide

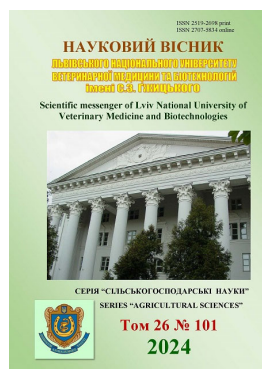


- extraction. International journal of molecular sciences, 12(12), 9332–9341. DOI: 10.3390/ijms12129332.
- Diniz, G., Barbarino, E., Oiano-Neto, J., Pacheco, S., & Lourenço, S. (2011). Gross Chemical Profile and Calculation of Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Five Tropical Seaweeds. American Journal of Plant Sciences, 2, 287–296. DOI: 10.4236/ajps.2011.23032.
- Divakaran, R., & Sivasankara Pillai, V. (2002). Flocculation of algae using chitosan. Journal of Applied Phycology 14, 419–422. DOI: 10.1023/A:1022137023257.
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal Chem, 28(3), 350–356. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ac60111a017>.
- Faheed, F., & Fattah, Z. A. (2008). Effect of *Chlorella vulgaris* as bio-fertilizer on growth parameters and metabolic aspects of lettuce plant. J Agric Soc Sci, 4, 165–169.
- Fernandes, B., Dragone, G., Abreu, A.P. et al. (2012). Starch determination in *Chlorella vulgaris*—a comparison between acid and enzymatic methods. J Appl Phycol, 24, 1203–1208. DOI: 10.1007/s10811-011-9761-5.
- Francisco, É. C., Neves, D. B., Jacob-Lopes, E., Franco, T. T. (2010). Microalgae as feedstock for biodiesel production: carbon dioxide sequestration, lipid production and biofuel quality. J Chem Technol Biotechnol, 85(3), 395–403. DOI: 10.1002/jctb.2338.
- Frappart, M., Massé, A., Jaffrin, M. Y., Pruvost, J., & Jaouen, P. (2011). Influence of hydrodynamics in tangential and dynamic ultrafiltration systems for microalgae separation. Desalination, 265(1-3), 279–283. DOI: 10.1016/j.desal.2010.07.061.
- Ghirardi, M. L., Zhang, L., Lee, J. W., Flynn, T., Seibert, M., Greenbaum, E., & Melis, A. (2000). Microalgae: a green source of renewable H<sub>2</sub>. Trends in biotechnology, 18(12), 506–511. DOI: 10.1016/s0167-7799(00)01511-0.
- González, L. E., Cañizares, R. O., & Baena, S. (1997). Efficiency of ammonia and phosphorus removal from a colombian agroindustrial wastewater by the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus dimorphus*. Bioresour Technol, 60(3), 259–262. DOI: 10.1016/S0960-8524(97)00029-1.
- González-Fernández, C., Sialve, B., Bernet, N., & Steyer, J-P. (2012). Impact of microalgae characteristics on their conversion to biofuel. Part I: focus on cultivation and biofuel production. Biofuel Bioprod Biorefin, 6(1), 105–113. DOI: 10.1002/bbb.338.
- Gors, M., Schumann, R., Hepperle, D., & Karsten, U. (2009). Quality analysis of commercial *Chlorella* products used as dietary supplement in human nutrition. J Appl Phycol, 22, 265–276. DOI: 10.1007/s10811-009-9455-4.
- Gouveia, L., Raymundo, A., Batista, A.P., Sousa, I., & Empis, J. (2005). *Chlorella vulgaris* and *Haematococcus pluvialis* biomass as colouring and antioxidant in food emulsions. Eur Food Res Technol, 222, 362–367. DOI: 10.1007/s00217-005-0105-z.
- Gouveia, L., Veloso, V., Reis, A., Fernandes, H., Novais, J., & Empis, J. (1996). *Chlorella vulgaris* used to colour egg yolk. J Sci Food Agric, 70(2), 167–172. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(199602)70:2%3C167::AID-JSFA472%3E3.0.CO;2-2.
- Grobelaar, J. U. (2003). Quality Control and Assurance: crucial for the sustainability of the applied phycology industry. J Appl Phycol, 15, 209–215. DOI: 10.1023/A:1023820711706.
- Hagen, C., Siegmund, S., & Braune, W. (2002). Ultrastructural and chemical changes in the cell wall of *Haematococcus pluvialis* (Volvocales, Chlorophyta) during aplanospore formation. Eur J Phycol, 37(2), 217–226. DOI: 10.1017/S0967026202003669.
- Hanan, M. K. (2011). Comparative effects of autotrophic and heterotrophic growth on some vitamins, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity, amino acids and protein profile of *Chlorella vulgaris* Beijerinck. Afr J Biotechnol, 10, 13514–13519.
- Hirano, A., Ueda, R., Hirayama, S., & Ogushi, Y. (1997). CO<sub>2</sub> fixation and ethanol production with microalgal photosynthesis and intracellular anaerobic fermentation. Energy, 22(2-3), 137–142. DOI: 10.1016/S0360-5442(96)00123-5.
- Hu, Q., Sommerfeld, M., Jarvis, E., Ghirardi, M., Posewitz, M., Seibert, M., & Darzins, A. (2008). Microalgal triacylglycerols as feedstocks for biofuel production: perspectives and advances. The Plant journal : for cell and molecular biology, 54(4), 621–639. DOI: 10.1111/j.1365-3113X.2008.03492.x.
- Illman, A. M., Scragg, A. H., & Shales, S. W. (2000). Increase in *Chlorella* strains calorific values when grown in low nitrogen medium. Enzyme and microbial technology, 27(8), 631–635. DOI: 10.1016/s0141-0229(00)00266-0.
- Janczyk, P., Franke, H., Souffrant, W. B. (2007). Nutritional value of *Chlorella vulgaris*: effects of ultrasonication and electroporation on digestibility in rats. Anim Feed Sci Technol, 132(1-2), 163–169. DOI: 10.1016/j.anifeeds.2006.03.007.
- Justo, G. Z., Silva, M. R., & Queiroz, M. L. (2001). Effects of the green algae *Chlorella vulgaris* on the response of the host hematopoietic system to intraperitoneal ehrlich ascites tumor transplantation in mice. Immunopharmacology and immunotoxicology, 23(1), 119–132. DOI: 10.1081/iph-100102573.
- Kapaun, E., & Reisser, W. (1995). A chitin-like glycan in the cell wall of a *Chlorella* sp. (Chlorococcales, Chlorophyceae). Planta, 197, 577–582. DOI: 10.1007/BF00191563.
- Kitada, K., Machmudah, S., Sasaki, M., Goto, M., Nakashima, Y., Kumamoto, S., et al. (2009). Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of pigment components with pharmaceutical importance from *Chlorella vulgaris*. J Chem Technol Biotechnol, 84(5), 657–661. DOI: 10.1002/jctb.2096.
- Kojima, E., & Zhang, K. (1999). Growth and hydrocarbon production of microalga *Botryococcus braunii* in bubble column photobioreactors. Journal of bioscience and bioengineering, 87(6), 811–815. DOI: 10.1016/s1389-1723(99)80158-3.
- Kuchitsu, K., Oh-hama, T., Tsuzuki, M., & Miyachi, S. (1987). Detection and characterization of acidic compartments (vacuoles) in *Chlorella vulgaris* 11 h cells by <sup>31</sup>P-in vivo NMR spectroscopy and

- cytochemical techniques. *Arch Microbiol*, 148, 83–87. DOI: 10.1007/BF00425353.
- Lardon, L., Hélias, A., Sialve, B., Steyer, J.-P., & Bernard, O. (2009). Life-cycle assessment of biodiesel production from microalgae. *Environ Sci Technol*, 43, 6475–6481. DOI: 10.1021/es900705j.
- Lebsky, V. K., Gonzalez-Bashan, L. E., & Bashan, Y. (2001). Ultrastructure of interaction in alginate beads between the microalga *Chlorella vulgaris* with its natural associative bacterium *Phyllobacterium myrsinacearum* and with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. *Canadian journal of microbiology*, 47(1), 1–8. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15049443>.
- Lee, D. J., Liao, G. Y., Chang, Y. R., & Chang, J. S. (2012). Coagulation-membrane filtration of *Chlorella vulgaris*. *Bioresource technology*, 108, 184–189. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.12.098.
- Lee, J. Y., Yoo, C., Jun, S. Y., Ahn, C. Y., & Oh, H. M. (2010). Comparison of several methods for effective lipid extraction from microalgae. *Bioresource technology*, 101 Suppl 1, S75–S77. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.03.058.
- Lee, R. E. (2008). *Phycology*. 4th ed. Cambridge, England; New York: Cambridge University Press.
- Lee, Y.-K. (2001). Microalgal mass culture systems and methods: their limitation and potential. *J Appl Phycol*, 13, 307–315. DOI: 10.1023/A:1017560006941.
- Leupold, M., Hindersin, S., Gust, G., Kerner, M., & Hanelt, D. (2013). Influence of mixing and shear stress on *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus*, and *Chlamydomonas reinhardtii*. *J Appl Phycol*, 25, 485–495. DOI: 10.1007/s10811-012-9882-5.
- Liang, Y., Sarkany, N., & Cui, Y. (2009). Biomass and lipid productivities of *Chlorella vulgaris* under autotrophic, heterotrophic and mixotrophic growth conditions. *Biotechnology letters*, 31(7), 1043–1049. DOI: 10.1007/s10529-009-9975-7.
- Liu, Z. Y., Wang, G. C., & Zhou, B. C. (2008). Effect of iron on growth and lipid accumulation in *Chlorella vulgaris*. *Bioresource technology*, 99(11), 4717–4722. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.09.073.
- López, C. V., García, M.delC., Fernández, F. G., Bustos, C. S., Chisti, Y., & Sevilla, J. M. (2010). Protein measurements of microalgal and cyanobacterial biomass. *Bioresource technology*, 101(19), 7587–7591. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.04.077.
- Lordan, S., Ross, R. P., & Stanton, C. (2011). Marine bioactives as functional food ingredients: potential to reduce the incidence of chronic diseases. *Marine drugs*, 9(6), 1056–1100. DOI: 10.3390/md9061056.
- Martínez, F., Ascaso, C., & Orús, M. I. (1991). Morphometric and stereologic analysis of *Chlorella vulgaris* under heterotrophic growth conditions. *Ann Bot*, 67(3), 239–245. DOI: 10.1093/oxfordjournals.aob.a088128.
- Mata, T. M., Martins, A. A., & Cacetano, N. S. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renew Sustain Energy Rev*, 14(1), 217–232. DOI: 10.1016/j.rser.2009.07.020.
- Morris, H. J., Almarales, A., Carrillo, O., & Bermúdez, R. C. (2008). Utilisation of *Chlorella vulgaris* cell biomass for the production of enzymatic protein hydrolysates. *Bioresource technology*, 99(16), 7723–7729. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.01.080.
- Muñoz, R., & Guieysse, B. (2006). Algal-bacterial processes for the treatment of hazardous contaminants: a review. *Water research*, 40(15), 2799–2815. DOI: 10.1016/j.watres.2006.06.011.
- Naik, S. N., Goud, V. V., Rout, P. K., & Dalai, A. K. (2010). Production of first and second generation biofuels: a comprehensive review. *Renew Sustain Energy Rev*, 14(2), 578–597. DOI: 10.1016/j.rser.2009.10.003.
- Northcote, D. H., Goulding, K. J., & Horne, R. W. (1958). The chemical composition and structure of the cell wall of *Chlorella pyrenoidosa*. *The Biochemical journal*, 70(3), 391–397. DOI: 10.1042/bj0700391.
- Ogawa, K., Ikeda, Y., & Kondo, S. (1999). A new trisaccharide,  $\alpha$ -D-glucopyranuronosyl-(1-3)- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1-2)- $\alpha$ -L-rhamnopyranose from *Chlorella vulgaris*. *Carbohydr Res*, 321(1-2), 128–131. DOI: 10.1016/S0008-6215(99)00176-7.
- Olmstead, I. L., Hill, D. R., Dias, D. A., Jayasinghe, N. S., Callahan, D. L., Kentish, S. E., Scales, P. J., & Martin, G. J. (2013). A quantitative analysis of microalgal lipids for optimization of biodiesel and omega-3 production. *Biotechnology and bioengineering*, 110(8), 2096–2104. DOI: 10.1002/bit.24844.
- Ordog, V. (1999). Beneficial effects of microalgae and cyanobacteria in plant/soil- systems, with special regard to their auxin-and cytokinin-like activity. In: *Proceedings of the international workshop and training course on microalgal biology and biotechnology*. Mosonmagyaróvár, Hungary, 13–26.
- Peter, A. P., Khoo, K. S., Chew, K. W., Ling, T. C., Ho, S. H., Chang, J. S., & Show, P. L. (2021) Microalgae for biofuels, wastewater treatment and environmental monitoring. *Environ Chem Lett*, 19(4), 2891–2904. DOI: 10.1007/s10311-021-01219-6.
- Rajesh Banu, J., Ginni, G., Kavitha, S., Yukesh Kannah, R., Adish Kumar, S., Bhatia, S. K., et al (2021). Integrated biorefinery routes of biohydrogen: Possible utilization of acidogenic fermentative effluent. *Bioresour Technol*, 319, 124241. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.124241.
- Ritchie, R. J. (2006). Consistent sets of spectrophotometric chlorophyll equations for acetone, methanol and ethanol solvents. *Photosynthesis research*, 89(1), 27–41. DOI: 10.1007/s11120-006-9065-9.
- Rodríguez-García, I., & Guil-Guerrero, J. L. (2008). Evaluation of the antioxidant activity of three microalgal species for use as dietary supplements and in the preservation of foods. *Food chemistry*, 108(3), 1023–1026. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.11.059.
- Ross, A. B., Biller, P., Kubacki, M. L., Li, H., Lea-Langton, A., Jones, J. M. (2010). Hydrothermal processing of microalgae using alkali and organic acids. *Fuel*, 89(9), 2234–2243. DOI: 10.1016/j.fuel.2010.01.025.
- Safi, C., Charton, M., Pignolet, O., Silvestre, F., Vaca-García, C., & Pontalier, P.-Y. (2013). Influence of microalgae cell wall characteristics on protein extractability and determination of nitrogen-to-protein conversion factors. *J Appl Phycol*, 25, 523–529.

- DOI: 10.1007/s10811-012-9886-1.
- Safi, C., Charton, M., Ursu, A.V., Laroche, C., Zebib, B., Pontalier, P.-Y., et al. (2014). Release of hydro-soluble microalgal proteins using mechanical and chemical treat- ments. *Algal Res*, 3, 55–60. DOI: 10.1016/j.algal.2013.11.017.
- Safi, C., Liu, D., Yap, B.J., Martin, G. O., Vaca-Garcia, C., & Pontalier, P.-Y. (2014). A two-stage ultrafiltration process for separating multiple components of *Tetraselmis suecica* after cell disruption. *J Appl Phycol*, 26, 2379–2387. DOI: 10.1007/s10811-014-0271-0.
- Sano, T., Kumamoto, Y., Kamiya, N., Okuda, M., & Tanaka, Y. (1988). Effect of lipophilic extract of *Chlorella vulgaris* on alimentary hyperlipidemia in cholesterol-fed rats. *Artery*, 15(4), 217–224. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3136759>.
- Shaaban, M. (2001). Green microalgae water extracts as foliar feeding to wheat plants. *Pak J Biol Sci*, 4(6), 628–632. DOI: 10.3923/pjbs.2001.628.632.
- Shim, J. Y., Shin, H. S., Han, J. G., Park, H. S., Lim, B. L., Chung, K. W., & Om, A. S. (2008). Protective effects of *Chlorella vulgaris* on liver toxicity in cadmium-administered rats. *Journal of medicinal food*, 11(3), 479–485. DOI: 10.1089/jmf.2007.0075.
- Singh, A., Nigam, P. S., & Murphy, J. D. (2011). Renewable fuels from algae: an answer to debatable land based fuels. *Bioresource technology*, 102(1), 10–16. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.06.032.
- Solomon, E. P., Berg, L. R., & Martin, D. W. (1999). *Biology*. 5th ed.. Fort Worth: Saunders College Publishing.
- Souza Queiroz, J., Barbosa, C. M. V., da Rocha, M. C., Bincoletto, C., Paredes-Gamero, E. J., de Souza Queiroz, M. L., & Palermo Neto, J. (2013). *Chlorella vulgaris* treatment ameliorates the suppressive effects of single and repeated stressors on hematopoiesis. *Brain, behavior, and immunity*, 29, 39–50. DOI: 10.1016/j.bbi.2012.12.001.
- Stephenson, A. L., Dennis, J. S., Howe, C. J., Scott, S. A., & Smith, A. G. (2010). Influence of nitrogen-limitation regime on the production by *Chlorella vulgaris* of lipids for biodiesel feedstocks. *Biofuels*, 1(1), 47–58. DOI: 10.4155/bfs.09.1.
- Ursu, A. V., Marcati, A., Sayd, T., Sante-Lhoutellier, V., Djelveh, G., & Michaud, P. (2014). Extraction, fractionation and functional properties of proteins from the microalgae *Chlorella vulgaris*. *Bioresource technology*, 157, 134–139. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.01.071.
- Vandamme, D., Foubert, I., Fraeye, I., Meesschaert, B., & Muylaert, K. (2012). Flocculation of *Chlorella vulgaris* induced by high pH: role of magnesium and calcium and practical implications. *Bioresource technology*, 105, 114–119. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.11.105.
- Venkataraman, L. V. (1997). *Spirulina platensis* (Arthrospira): physiology, cell Biology and biotechnology. *J Appl Phycol*, 9, 295–296.
- Yamaguchi, K. (1996). Recent advances in microalgal bioscience in Japan, with special reference to utilization of biomass and metabolites: a review. *J Appl Phycol*, 8, 487–502. DOI: 10.1007/BF02186327.
- Yamamoto, M., Fujishita, M., Hirata, A., & Kawano, S. (2004). Regeneration and maturation of daughter cell walls in the autospore-forming green alga *Chlorella vulgaris* (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Journal of plant research*, 117(4), 257–264. DOI: 10.1007/s10265-004-0154-6.
- Yeh, K. L., & Chang, J. S. (2012). Effects of cultivation conditions and media composition on cell growth and lipid productivity of indigenous microalga *Chlorella vulgaris* ESP-31. *Bioresource technology*, 105, 120–127. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.11.103.
- Yvonne, N., & Tomas, K. (2000). Cell wall development, microfibril and pyrenoid structure in type strains of *Chlorella vulgaris*, *C. kessleri*, *C. sorokiniana* compared with *C. luteoviridis* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta). *Arch Hydrobiol*, 100, 95–105. DOI: 10.1127/algol\_stud/100/2000/95.
- Zhang, K., Miyachi, S., & Kurano, N. (2001). Evaluation of a vertical flat-plate photobioreactor for outdoor biomass production and carbon dioxide bio-fixation: effects of reactor dimensions, irradiation and cell concentration on the biomass productivity and irradiation utilization efficiency. *Applied microbiology and biotechnology*, 55(4), 428–433. DOI: 10.1007/s002530000550.





Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10151  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.082

## Reproductive qualities and the manifestation of different forms of heterosis in sows of English origin of different breeding directions during purebred breeding, crossing, and hybridization

M. I. Kremetz<sup>1</sup>, M. H. Povod<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, M. B. Shpetnyi<sup>1</sup>, O. H. Mykhalko<sup>1</sup>, V. M. Nechmilov<sup>3</sup>,  
S. V. Zhyzhka<sup>3</sup>, I. S. Moisei<sup>1</sup>, S. V. Tsap<sup>4</sup>, O. S. Orishchuk<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Institute of Pig Breeding and AIP of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine

<sup>4</sup>Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

### Article info

Received 24.10.2024

Received in revised form  
25.11.2024

Accepted 26.11.2024

Sumy National Agrarian University,  
Gerasim Kondratiev Str., 160,  
Sumy, 40000, Ukraine.  
Tel.: +38-066-287-13-86  
E-mail: nic.pov@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

Institute of Pig Breeding and AIP  
of the National Academy of  
Agrarian Sciences of Ukraine,  
Swedish Grave Str., 1, Poltava,  
36013, Ukraine.

Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
S. Efremov Str., 25, Dnipro,  
49600, Ukraine.

**Kremetz, M. I., Povod, M. H., Gutyj, B. V., Shpetnyi, M. B., Mykhalko, O. H., Nechmilov, V. M., Zhyzhka, S. V., Moisei, I. S., Tsap, S. V., & Orishchuk, O. S. (2024). Reproductive qualities and the manifestation of different forms of heterosis in sows of English origin of different breeding directions during purebred breeding, crossing, and hybridization. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 341–350. doi: 10.32718/nvlvet-a10151**

The work evaluated the productivity indicators of the maternal breeds of Large White and Landrace pigs under the conditions of their purebred breeding and crossing, the results of purebred breeding of pigs of the synthetic line PIC-337, and the productivity of crossbred animals of the maternal breeds of Large White and Landrace when hybridized with boars of the artificial line PIC-337. It was found that sows of maternal genotypes outperformed their counterparts selected for paternal traits in the total number of piglets born by 29.2–56.8 %, multiparity by 32.3–59.9 %, litter weight at birth by 27.3–46.1 %, number of piglets in the litter at weaning by 28.8–51.6 %, litter weight during this period by 10.7–27.9 %, and had a 1.8–4.0 % lower proportion of non-viable piglets at birth. At the same time, they were inferior to sows of the terminal line in terms of high fertility – 5.0–8.6 %, average daily and absolute gains – 17.0–29.8 %, and the weight of one piglet at weaning – 15.6–25.4 %, but they were superior to them in terms of complex indices of reproductive qualities – 22.2–49.9 %. It has been proven that sows of maternal genotypes-half in their direct and backcrossing surpassed their counterparts in their purebred breeding: by 5.5 % in the total number of piglets born, by 3.2 % in multiparity, by 1.9 % in large-scale fertility, by 5.2 % in the mass of the piglet nest at birth, by 1.9 % in their number at farrowing, by 3.2 % in average daily and absolute gains, by 3.0 % in the mass of one piglet and by 4.9 % in the mass of the nest at this time. At the same time, they had 1.1 % worse piglet survival during the suckling period and a 2.1 % higher share of stillborn piglets. In terms of complex indicators of reproductive qualities, they surpassed their purebred counterparts by 2.5–3.6 %. The advantages of hybrid piglets over inbred ones were established in terms of the total number of piglets born by 5.1 %, in terms of multiparity by 5.0 %, in terms of the weight of the piglet nest at birth by 1.0 %, in terms of the number of piglets at weaning by 5.9 %, in terms of the weight of one piglet by 2.8 % and by 8.9 % in terms of the weight of their nest at this time, by 4.3 % in terms of average daily and absolute gains. At the same time, they were inferior to the first in terms of high fertility by 3.8 % and had a 2.1 % higher share of stillborn piglets. When hybridizing crossbred sows of the Large White breed and Landrace breeds of accessions ( $\varnothing WB \times \sigma L$ ) and ( $\varnothing L \times \sigma WB$ ) with boars of the synthetic terminal line RIS-337, higher values of hypothetical heterosis and specific heterosis were established for most signs of reproductive performance. In contrast, the proper and general form of heterosis with this breeding method was manifested less frequently and was less pronounced.

**Key words:** sow, piglets, reproductive qualities, breeding methods, crosses, hybrids, heterosis, growth rate.



## Відтворювальні якості та прояв різних форм гетерозису у свиноматок англійського походження різного селекційного спрямування за чистопородного розведення, схрещування та гібридизації

М. І. Кремезь<sup>1</sup>, М. Г. Повод<sup>1</sup>, Б. В. Гутий<sup>2</sup>, М. Б. Шпетний<sup>1</sup>, О. Г. Михалко<sup>1</sup>, В. М. Нечмілов<sup>3</sup>, С. В. Жижка<sup>3</sup>, І. С. Мойсей<sup>1</sup>, С. В. Цап<sup>4</sup>, О. С. Оріщук<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Інститут свиначства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

<sup>4</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

В роботі оцінювались показники продуктивності материнських порід свиней велика біла й ландрас за умов їх чистопородного розведення та схрещування, результати чистолінійного розведення свиней синтетичної лінії PIC-337, і продуктивність помісних тварин материнських порід великої білої й ландрас при гібридизації з кнурами синтетичної лінії PIC-337. Встановлено, що свиноматки материнських генотипів переважали своїх аналогів які селекціонувались за батьківськими ознаками за загальною кількістю народжених поросят на 29,2–56,8 %, багатоплідністю на 32,3–59,9 %, масою гнізда при народженні 27,3–46,1 % кількістю поросят в гнізді при відлученні на 28,8–51,6 % масою їх гнізда в цей період на 10,7–27,9 %, мали меншу на 1,8–4,0 % частку нежиттєздатних поросят при народженні. Водночас вони поступалися свиноматкам термінальної лінії за великоплідністю – 5,0–8,6 %, середньодобовими і абсолютними приростами – 17,0–29,8 %, масою одного поросляти при відлученні – 15,6–25,4 %, але перевершували їх за комплексними індексами відтворних якостей – 22,2–49,9 %. Доведено, що свиноматки материнських генотипів за їх прямого та зворотного схрещування переважали своїх аналогів за їх чистопородного розведення: на 5,5 % за загальною кількістю народжених поросят, на 3,2 % за багатоплідністю, на 1,9 % за великоплідністю, на 5,2 % за масою гнізда поросят при народженні, на 1,9 % за їх кількість при відлученні, на 3,2 % за середньодобовими та абсолютними приростами, на 3,0 % за масою одного поросляти і на 4,9 % за масою гнізда в цей час. Водночас вони мали на 1,1 % гіршу збереженість поросят в підсисний період та вищу на 2,1 % частку мертвонароджених поросят. За комплексними показниками відтворювальних якостей вони перевершили чистопородних аналогів на 2,5–3,6 %. Встановлено переваги гібридних гнізд поросят над помісними за загальною кількістю народжених поросят на 5,1 %, за багатоплідністю на 5,0 %, за масою гнізда поросят при народженні на 1,0 %, кількістю поросят при відлученні на 5,9 %, за масою одного поросляти на 2,8 % і на 8,9 % за масою їх гнізда в цей час, на 4,3 % за середньодобовими та абсолютними приростами. Водночас вони поступалися першим за великоплідністю на 3,8 % та мали вищу на 2,1 % частку мертвонароджених поросят. За гібридизації помісних свиноматок великої білої породи та ландрас порід приєднань (♀ВБ×♂Л) й (♀Л×♂ВБ) з кнурами синтетичної термінальної лінії PIC-337 встановлено вище значення гіпотетично гетерозису та специфічного гетерозису за більшістю ознак відтворювальної продуктивності тоді як справжній та загальний форма гетерозису за цього методу розведення проявлялась рідше і була менш вираженою.

**Ключові слова:** свиноматка, поросята, відтворювальні якості, методи розведення, помісі, гібриди, гетерозис, інтенсивність росту.

### Вступ

Глобалізація ринку свинини та викликане нею підвищення конкретності виробництва в сіті, як стверджує (Mykhalko, 2021) призвело до зростання інтенсивності виробництва свинини, і як результат виробники змушені використовувати найсучасніші технологічні рішення в галузі свиначства. На переконання (Lykhach et al., 2023) одним із основних джерел інтенсифікації виробництва є покращення використання свиноматок як основного засобу виробництва. З цією метою, як повідомляє (Povod et al., 2022) в останні десятиліття впровадженні низка селекційних, техніко-технологічних та організаційних рішень по підвищенню ефективності використання свиноматок. Виробництво свинини в нашій державі як стверджує (Bondarska, 2024) на сучасному етапі ускладнюється військовою інтервенцією росії, загальною кризою в економіці країни і викликаного нею зниженою купівельною спроможністю населення, складною епізодичною ситуацією, відсутність вітчизняної селекційної бази свиней та частково застарілими технологіями виробництва у деяких господарствах. За повідомлення (Yurchenko et al., 2024) в нашій державі за останні часи різко скоротилось виробництво свинини в ціло-

му і ще більше в індивідуальному секторі. Присадибні господарства та малі екстенсивні виробники як стверджує (Lykhach et al., 2023) зникають з ринку не витримуючи конкуренції промислових господарств.

Тоді як новостворені промислові підприємства як і сучасні засоби виробництва та технології все більше схиляється до використання зарубіжних генотипів свиней повідомлення (Bondarska, 2024) тільки 5,6 % промислових виробників свинини в 2023 році використовували вітчизняні генотипи свиней, тоді як решта орієнтована на використання генетичних ресурсів провідних світових виробників свинини. Сучасні українські виробники свинини, як вважають (Khramkova, 2019; Fediaieva, 2019), прагнуть досягти максимальної прибутковості у виробництві, зважаючи на особливості вітчизняних і закордонних порід свиней та їх гібридів, обирають методи розведення, що сприяють розвитку найкращих репродуктивних характеристик тварин. Водночас на переконання (Iakobchuk et al., 2012; Guy et al., 2012; Adavoudi & Pilot, 2021), виробничі витрати в свиначстві можна зменшити шляхом впровадження організованої програми розведення свиней, що дозволяє знижувати собівартість продукції та збільшувати прибуток від її виробництва. На більшості промислових свиноферм,

де не ставиться мета розведення чистих ліній чи створення нових порід, як зазначають (Pokhvalenko, 2018; Ibatullin & Khakhula, 2020; Garmatyuk, 2022; Mykhalko & Andrukhova, 2023), застосовуються методи промислового схрещування або його вдосконалена форма — внутрішньопородна гібридизація, оскільки ці підходи значно покращують показники, пов'язані з відтворними властивостями свиноматок. Схрещування є важливим інструментом у розведенні свиней і, якщо воно використовується правильно, може дозволити виробникам свинини покращити ефективність виробництва та зменшити витрати на свиней. Крім того, згідно (Thiengpimol et al., 2017), різні методи розведення дозволяють розробити програму вирощування свиней, яка найкраще відповідає виробничим цілям конкретної ферми. Як повідомляють (Mykhalko et al., 2021; Povod et al., 2022; Voloshynov & Povod, 2023; Voshchenko & Povod, 2024) схрещування в свинарстві поширене, тому що помісне потомство, отримане від поєднання особин різних порід, зазвичай сильніше, швидше росте та продуктивніше, ніж чистопородні тварини, та зазвичай перевершує середню продуктивність чистокровних батьків. Це явище відомо в біології отримало назву гібридна сила або гетерозис. Водночас на переконання (Vashchenko, 2016; Iversen et al., 2019; Vashchenko, 2021; Grygina et al., 2021; Voloshynov & Povod, 2023), воно хоч і є досить ефективним методом відтворення свиней, але через велике генетичне різноманіття кожної породи не обов'язково гарантує ефект гетерозису та стабільне покращення продуктивності. За даними (Hetia, 2009; Ohloblia & Povod, 2020; Grygina et al., 2022), більш прогресивною формою розведення в промисловому свинарстві є гібридизація, яка дозволяє повніше використовувати ефекти гібридної сили та гетерозису. Однак для її впровадження на думку (Virolainen et al., 2004; Zhang et al., 2005; Kim et al., 2013; Holub, 2013; Povod & Hramkova, 2016; Das et al., 2021) необхідно створення спеціалізованих материнських і батьківських порід і ліній свиней, які в процесі створення постійно перевіряються на комбінаційну здатність. Материнські лінії, за твердженнями (Sellier, 1976; Ahlschwede & Johnson, 1988; Christensen et al., 2019) селекціонуються як правило на основі порід ландрас і йоркшир і їх розводять для покращення репродуктивних якостей і продовження тривалості життя свиноматок. Тоді як батьківські або термінальні лінії, створюються переважно на основі порід дюрок та п'єтрєн, і вони призначені для покращення інтенсивності росту, ефективності використання кормів та забійних і м'ясних якостей. Залежно від селекційної стратегії компанії чи конкретного підприємства як вважають (Christians & Johnson, 2000; Bates, 2020) та порід і ліній, що ними використовуються у свинарстві широко застосовують як чистопородне розведення так і схрещування і гібридизацію. Водночас як стверджують (Kristensen & Sørensen, 2005; Voshchenko & Povod, 2024), термінальні системи є найпоширенішими стратегіями для розведення сви-

ней у промислових технологіях виробництва свинини водночас вони не можуть існувати без чистопородних неулусних стад де проводиться вдосконалення чистих ліній та перевірка їх на поєднувальність.

Враховуючи значні об'єми імпорту селекційних ресурсів різних світових генетичних компаній в Україну, є актуальним вивчення їх продуктивності в конкретних геокліматичних умовах та дослідження поєднуваності материнських та батьківських ліній як на рівні чистопородних стад, так і в умовах товарного виробництва. Тому подальше вивчення впливу породи та методів розведення свиней в умовах інтенсивного свинарства на відтворні якості свиноматок та інтенсивність росту їх поросят є актуальним і своєчасним.

### Мета дослідження

Мета дослідження полягає у всебічній оцінці відтворювальних якостей свиноматок англійського походження різного селекційного спрямування за чистопородного розведення схрещування та гібридизації і дослідження прояву форм гетерозису за різних методів розведення.

### Матеріал і методи досліджень

Для всебічного порівняння відтворювальних якостей свиноматок та росту їх приплоду за чистопородного розведення, схрещуванні та гібридизації материнських і батьківських ліній свиней були проведені дослідження відповідно до схеми представленої в табл. 1. Які проводились на базі репродукторного комплексу № 2 ТОВ "НВП "Глобінський свинокомплекс" Полтавської області. Оцінювались показники продуктивності материнських порід свиней велика біла й ландрас за умов їх чистопородного розведення та схрещування. Також розглядалися результати чистолінійного розведення свиней синтетичної лінії PIC-337, і продуктивність помісних тварин материнських порід великої білої й ландрас при гібридизації з кнурами синтетичної лінії PIC-337.

Для дослідження було сформовано чотири групи свиноматок англійського походження генетичної компанії PIC, по 40 голів у кожній. Перша група складалася з чистопородних свиноматок великої білої та ландрас порід, які осіменялись спермою трьох кнурів цих самих порід. До другої групи ввійшли чистолінійні свиноматки синтетичної термінальної лінії PIC-337 які були інсеминовані спермою кнурів тієї ж лінії. Третю групу утворили в рівних кількостях чистопородні свиноматки великої білої та ландрас порід, які осіменялись перехресно спермою трьох кнурів порід ландрас та велика біла. Четверту групу склали 20 помісних свиноматок великих білих та ландрас порід від прямих (♀ВБ×♂Л) та реципроктних (♀Л×♂ВБ) варіантів їх поєднання, яких осіменяли спермою кнурів синтетичної термінальної лінії PIC-337 селекції англійської компанії PIC.

**Таблиця 1**  
Сема досліду

| Показник                    | Група свиней                |                          |                             |                                                 |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
|                             | I                           | II                       | III                         | IV                                              |
| Напрямок селекції           | материнський                | батьківський             | материнський                | фінальний гібрид                                |
| Метод розведення            | чистопородне                | лінійне                  | схрещування                 | гібридизація                                    |
| Поєднання свиней            | (♀ВБ × ♂ВБ)<br>та (♀Л × ♂Л) | (♀PIC-337 ×<br>♂PIC-337) | (♀ВБ × ♂Л) та<br>(♀Л × ♂ВБ) | (♀ВБ × ♂Л) × PIC-337<br>(♀Л × ♂ВБ) ×<br>PIC-337 |
| Порода та породність свиней | ВБ; Л                       | PIC-337                  | ½ВБ½ Л;<br>½ Л ½ВБ          | ¼ ВБ¼ Л<br>½ PIC337;<br>¼ Л ¼ ВБ<br>½ PIC337    |

Утримання свиноматок протягом всього репродуктивного циклу відповідало стандартам компанії PIC. Умови годівлі, напування, утримання, догляду та профілактики тварин відповідали вимогам національного та європейського законодавства щодо захисту тварин, їх комфорту, закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження”, 2006 закону України “Про ветеринарну медицину”, 2021, наказу Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільськогосподарства України “Про затвердження вимог до благополуччя сільськогосподарських тварин під час їх утримання” 2021. директивам ЄС (Council Directive 2010/63/EU, 2010).

Експериментальні дані оброблялись за допомогою методів варіаційної статистики відповідно до методики (Kramarenko et al., 2019; Ladyka et al., 2023) з використанням комп’ютерної техніки та програмного забезпечення MS Excel 2016 і Statistica V.5.5. Зоотехнічні показники, такі як загальна кількість народжених поросят, багатоплідність, великоплідність, маса гнізда поросят при народженні та відлученні кількість поросят, середня маса одного поросяти та маса гнізда при відлученні, а також абсолютний приріст одного поросяти визначались за стандартними методиками (Ladyka et al., 2023).

Також були розраховані комплексні індекси відтворювальних якостей, що включають різноманітні показники продуктивності свиноматок.

Індекс відтворювальних якостей свиноматок з обмеженою кількістю показників (ІВЯ) авторства Лаша і Мольма в модифікації М. Березовського (Ladyka et al., 2023) обчислювався за такою формулою:

$$ІВЯ = A + 2B + 35\sigma,$$

де: А – кількість поросят при народженні (гол.); В – кількість поросят при відлученні (гол.);  $\sigma$  – середньодобовий приріст від народження до відлучення (кг).

Комплексний продуктивний індекс відтворювальної здатності свиноматки та інтенсивності росту приплоду, розроблений (Radnóczy et al., 2017), визначався за формулою:

$$SZFTV = 100 + 5 (n_0 + n_f + (W_f/10) - i)$$

де,  $n_0$  – багатоплідність, гол.  $n_f$  – кількість поросят при відлученні, гол.;  $W_f$  – маса поросят при відлученні, кг;  $i$  – скореговане середнє значення по породі (стандарт).

Селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС) за методикою (Tsereniuk et al., 2016) розраховувався за формулою:

$$СІВЯС = 6X_1 + 9,34 (X_2/X_3),$$

де: СІВЯС – селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок;  $X_1$  – багатоплідність, гол.;  $X_2$  – маса гнізда поросят при відлученні, кг;  $X_3$  – тривалість підсисного періоду, днів; 6 та 9,34 – коефіцієнти.

Для визначення природи розбіжностей у продуктивних якостях свиноматок піддослідних груп були розраховані коефіцієнти гетерозису (Tsereniuk, 2014):

$$Гс = \left( \frac{O_g}{O_k} \times 100 \right) - 100$$

де: Гс – справжній гетерозис;  $O_g$  – ознака гібриду;  $O_k$  – ознака кращої батьківської форми.

Інші типи гетерозису, такі як гіпотетичний (Гг), загальний (Гз) та специфічний (Гсф), визначалися за аналогічними формулам, що включають відповідні ознаки гібридів та батьківських форм.

$$Гг = \left( \frac{2 \times O_g}{O_b + O_m} \times 100 \right) - 100$$

де: Гг – гіпотетичний гетерозис;  $O_g$  – ознака гібриду;  $O_b$  – ознака батьківської форми;  $O_m$  – ознака материнської форми;

$$Гз = \left( \frac{O_g}{O_m} \times 100 \right) - 100$$

де: Гз – загальний гетерозис;  $O_g$  – ознака гібриду;  $O_m$  – ознака материнської форми;

$$Гсф = \left( \frac{O_g}{O_b} \times 100 \right) - 100$$

де: Гсф – специфічний гетерозис;  $O_g$  – ознака гібриду;  $O_b$  – ознака батьківської форми;

### Результати та їх обговорення

При порівнянні відтворювальної продуктивності свиноматок, як витікає з табл. 2, за рахунок різнонаправленої селекції свиноматки материнських генотипів за різних варіантів їх розведення істотно ( $P < 0,001$ ) перевищували загальною кількістю народжених поросят на 4,9–6,7 голів аналогів батьківської лінії. Також на загальну кількість народжених поросят вплинув і метод розведення.

Таблиця 2

Відтворні якості свиноматок за різних методів розведення ( $M \pm m$ )

| Показник                                              | Група свиней                    |                                           |                                   |                                         |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                       | I                               | II                                        | III                               | IV                                      |
| Напрямок селекції                                     | материнський                    | батьківський                              | материнський                      | фінальні гібриди                        |
| Метод розведення                                      | чистопородне                    | лінійне                                   | схрещування                       | гібридизація                            |
| Загальна кількість народжених поросят, гол            | 16,68 $\pm$ 0,33 <sup>aaa</sup> | 11,80 $\pm$ 0,46                          | 17,60 $\pm$ 0,31 <sup>ddd</sup>   | 18,50 $\pm$ 0,26 <sup>eee</sup>         |
| Багатоплідність, гол                                  | 15,7 $\pm$ 0,32 <sup>aaa</sup>  | 10,6 $\pm$ 0,43                           | 16,2 $\pm$ 0,27 <sup>ddd; b</sup> | 17,0 $\pm$ 0,19 <sup>eee; ccc; ff</sup> |
| Кількість нежиттєздатних поросят при народженні, гол. | 1,03 $\pm$ 0,17                 | 1,2 $\pm$ 0,23                            | 1,45 $\pm$ 0,23                   | 1,55 $\pm$ 0,20                         |
| Частка нежиттєздатних поросят при народженні, %       | 6,15                            | 10,17                                     | 8,24                              | 8,38                                    |
| Великоплідність, кг                                   | 1,30 $\pm$ 0,036                | 1,39 $\pm$ 0,042 <sup>aa; dd; eee</sup>   | 1,32 $\pm$ 0,030                  | 1,27 $\pm$ 0,024                        |
| Маса гнізда при народженні, кг                        | 20,26 $\pm$ 0,41 <sup>aaa</sup> | 14,7 $\pm$ 0,46                           | 21,32 $\pm$ 0,39 <sup>ddd</sup>   | 21,5 $\pm$ 0,27 <sup>eee</sup>          |
| Кількість при відлученні, гол                         | 13,2 $\pm$ 0,24 <sup>aaa</sup>  | 9,4 $\pm$ 0,33                            | 13,5 $\pm$ 0,26 <sup>ddd</sup>    | 14,3 $\pm$ 0,24 <sup>eee</sup>          |
| Збереженість поросят, %                               | 84,36 $\pm$ 1,00 <sup>aa</sup>  | 88,7 $\pm$ 1,06                           | 83,29 $\pm$ 0,96 <sup>d</sup>     | 84,1 $\pm$ 0,93 <sup>eee</sup>          |
| Маса одного поросяти при відлученні, кг               | 6,71 $\pm$ 0,111                | 8,41 $\pm$ 0,136 <sup>aaa; ddd; eee</sup> | 6,90 $\pm$ 0,141                  | 7,10 $\pm$ 0,111 <sup>c</sup>           |
| Маса гнізда при відлученні, кг                        | 88,5 $\pm$ 1,47 <sup>aaa</sup>  | 79,1 $\pm$ 1,38                           | 92,9 $\pm$ 1,88 <sup>ddd</sup>    | 101,1 $\pm$ 2,16 <sup>eee</sup>         |
| Абсолютний приріст, кг                                | 5,41                            | 7,02                                      | 5,58                              | 5,83                                    |
| Середньодобові прирости, г                            | 193 $\pm$ 4,1                   | 250 $\pm$ 5,6 <sup>aaa; ddd; eee</sup>    | 199 $\pm$ 3,9                     | 208 $\pm$ 7,3                           |
| Відносний приріст, %                                  | 145,18                          | 145,63                                    | 146,54                            | 147,07                                  |
| ІВЯ                                                   | 46,63                           | 39,38                                     | 47,81                             | 54,3                                    |
| SZFTV                                                 | 190,53                          | 142,4                                     | 196,06                            | 207,4                                   |
| СІВЯС                                                 | 126,17                          | 92,42                                     | 130,76                            | 138,6                                   |

Примітка: вірогідність – <sup>a</sup> – 2 до 1; <sup>b</sup> – 3 до 1; <sup>c</sup> – 4 до 1; <sup>d</sup> – 3 до 2; <sup>e</sup> – 4 до 2; <sup>f</sup> – 4 до 3.

Так за умов гібридизації було отримано на опорос на 1,8 голів поросят більше ( $P < 0,05$ ) порівняно чистопородним розведенням та на 0,9 голів порівняно з їх схрещуванням. Водночас за гібридизації встановлено перевершення за загальною кількістю народжених поросят в гібридних гніздах на 0,9 голів порівняно з помісними.

За багатоплідністю тварин батьківської синтетичної лінії також суттєво ( $P < 0,001$ ) поступались аналогам материнських за різних методів їх розведення. Зокрема, за чистопородного розведення середня багатоплідність обох материнських порід була на 5,1 поросяти вищою порівняно з аналогами батьківської лінії. При схрещуванні материнських порід між собою ця перевага збільшилася до 5,6 поросяти, а при гібридизації зросла до 6,4 поросяти. Інша картина спостерігалася за великоплідністю де поросята батьківської лінії вірогідно на 0,7–0,12 кг ( $P < 0,01$ – $0,001$ ) переважали аналогів материнських генотипів за всіх варіантів їх розведення. Тоді як суттєвої розбіжності за великоплідністю між тваринами материнських порід за різних варіантів їх розведення не встановлено.

Враховуючи меншу загальну кількість поросят при народженні у свиноматок термінальної лінії у них виявилась нижчою на 0,2–0,3 голови кількість мертворождалих поросят під час опоросу при порівнянні з аналогами материнських генотипів. Водночас за часткою нежиттєздатних поросят вони перевершили тварин материнських порід на 1,8–4,0 %. Тоді як різниця за часткою нежиттєздатних поросят між помісними і гібридними гніздами з одного боку та чистопородними з іншого склала 2,1–2,2 %.

За рахунок більшої кількості поросят при народженні материнських генотипів вони переважали тварин термінальної лінії за масою гнізда при наро-

дженні на 5,5–6,8 кг ( $P < 0,001$ ), тоді як різниця в масі гнізда чистопородних помісних та гібридних поросят невірогідно склала від 0,2 до 1,3 кг.

За рахунок меншої кількості поросят в гнізді тварини батьківської лінії виявили найкращу збереженість поросят в підсисний період, яка виявилась 4,3–5,4 % кращою ніж у тварин материнських генотипів за всіх варіантів їх розведення. Тоді як у свиноматок материнських генотипів, за всіх варіантів їх розведення, не виявлено суттєвих розбіжностей за збереженістю поросят в цей період.

Але не дивлячись на кращу збереженість поросят, за рахунок низької багатоплідності, до відлучення у свиноматок батьківської лінії залишилось на 3,8–4,9 голови поросят менше ( $P < 0,001$ ) порівняно з тваринами материнських генотипів за всіх варіантів їх розведення. Тоді як різниця за цим показником між свиноматками материнських порід за чистопородного розведення, схрещування та гібридизації склала від 0,3 до 1,1 %.

За рахунок селекційної спрямованості, меншої кількості поросят в гнізді в підсисний період, що сприяла меншій конкретності за молоко матері, тварини термінальної лінії до відлучення виявили найвищу інтенсивність росту. Так у поросят батьківської лінії середньодобові прирости в підсисний період становили 251 г і були вищими в порівнянні з чистопородними, помісними та гібридними поросятами на 57, 51 та 43 г ( $P < 0,001$ ). Тоді як різниця між чистопородними поросятами з одного боку, та помісними і гібридними поросятами з іншої сторони, сягала всього від 6 до 15 г.

Більш інтенсивний їх ріст в підсисний період спричинили найбільші абсолютні прирости у тварин батьківської лінії, які за рівнем цієї ознаки переверши-



ли аналогів материнських генотипів за їх чистопородного розведення, схрещування і гібридизації відповідно на 1,6, 1,4 та 1,2 кг.

Вища маса поросят при народженні та вища інтенсивність росу в підсисний період спричинили найвищу живу масу у поросят термінальної лінії при відлученні порівняно з аналогами інших груп. Вона виявилась вищою ( $P < 0,001$ ) на 1,3 кг порівняно з гібридними аналогами, на 1,5 в порівнянні з помісями і на 1,7 кг порівно чистопородними ровесниками. Тоді як різниця в індивідуальній масі поросят при відлученні між останніми коливалась лише в межах 0,2–0,4 кг.

Більш суттєвою між групами виявилась різниця за масою гнізда поросят при відлученні. Не дивлячись на найвищу масу однієї голови по закінченню підсисного періоду, свиноматки синтетичної батьківської лінії, за рахунок меншої кількості поросят в гнізді в цей період, вірогідно ( $P < 0,001$ ) поступалися аналогам материнських порід, за чистопородного розведення 9,5 кг, за схрещування 13,8 кг, та 22,0 кг при гібридизації. За цією ознакою також встановлена різниця між групами свиноматок материнських порід до яких використовувались різні методи розведення. Так гібридні гнізда були важчим 12,6 кг в порівнянні з чистопородними та на 8,2 кг порівняно з помісними. Тоді як помісні гнізда переважали за цим показником чистопородних на 4,4 кг.

За відносним приростом суттєвих розбіжностей між групами тварин з різною направленістю селекції та різними методами розведення не встановлено.

Свиноматки материнських генотипів за всіх методів розведення мали вищі комплексні оціночні індекси порівняно з тваринами батьківської синтетичної лінії. Так між свиноматками термінальної лінії та аналогами материнських генотипів за чистопородного їх розведення різниця за комплексними індексами склала 22,2–27,8 %. Тоді як за схрещування материнських генотипів ця перевага над тваринами банківської лінії склала уже 31,8–41,5 %, а за використання гібридизації уже становила 40,3–49,9 %.

Таким чином свиноматки материнських генотипів переважали своїх аналогів які селекціонувались за батьківськими ознаками за загальною кількістю народжених поросят на 29,2–56,8 %, багатоплідністю на 32,3–59,9 %, масою гнізда при народженні 27,3–46,1 % кількістю поросят в гнізді при відлученні на 28,8–51,6 % масою їх гнізда в цей період на 10,7–

27,9 %, мали меншу на 1,8–4,0 % частку нежиттєздатних поросят при народженні. Водночас вони поступалися свиноматкам термінальної лінії за великоплідністю – 5,0–8,6 %, середньодобовими і абсолютними приростами – 17,0–29,8 %, масою одного поросяти при відлученні – 15,6–25,4 %. Але перевершували їх за комплексними індексами відтворних якостей – 22,2–49,9 %.

Тоді як свиноматки материнських генотипів за їх прямого та зворотного схрещування переважали своїх аналогів за їх чистопородного розведення: на 5,5 % за загальною кількістю народжених поросят, на 3,2 % за багатоплідністю, на 1,9 % за великоплідністю, на 5,2 % за масою гнізда поросят при народженні, на 1,9 % за їх кількість при відлученні, на 3,2 % за середньодобовими та абсолютними приростами, на за 3,0 % за масою одного поросяти і на 4,9 % масою гнізда в цей час. Водночас вони мали на 1,1 % гіршу збереженість поросят в підсисний період та вищу на 2,1 % частку мертвонароджених поросят. За комплексними показниками відтворювальних якостей вони перевершили чистопородних аналогів на 2,5–3,6 %.

Порівнюючи продуктивність свиноматок материнських генотипів за їх схрещування та гібридизації встановлено переваги останніх за загальною кількістю народжених поросят на 5,1 %, за багатоплідністю на 5,0 %, за масою гнізда поросят при народженні на 1,0 %, кількістю поросят при відлученні на 5,9 %, за масою одного поросяти на 2,8 % і на 8,9 % за масою їх гнізда в цей час, на 4,3 % за середньодобовими та абсолютними приростами. Водночас вони поступались першим за великоплідністю на 3,8 % та мали вищу на 2,1 % частку мертвонароджених поросят.

Для визначення природи покращення відтворних якостей свиноматок за їх гібридизації порівняно з продуктивністю вихідних форм нами були розраховані коефіцієнти гетерозису за основними показниками відтворювальних якостей свиноматок. Як видно з табл. 3 за гібридизації помісних свиноматок великої білої породи та ландрас порід ( $\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$ ) й ( $\text{♀Л} \times \text{♂ВБ}$ ) з кнурами синтетичної термінальної лінії РІС-337 встановлено вище значення гіпотетично гетерозису та специфічного гетерозису за більшістю ознак відтворювальної продуктивності тоді як справжній та загальний форма гетерозису за цього методу розведення проявлялась рідше і була менш вираженою.

**Таблиця 3**

Гетерозисний ефект за відтворними якостями маток англійського походження при гібридизації, %

| Показник продуктивності                              | Вид гетерозису та ступінь його прояву, % |           |           |             |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|-------------|
|                                                      | гіпотетичний                             | загальний | справжній | специфічний |
| Загальна кількість народжених поросят на опорос, гол | 25,9                                     | 5,1       | 5,1       | 56,8        |
| Багатоплідність, гол                                 | 20,2                                     | -         | -         | 59,9        |
| Великоплідність, кг                                  | -                                        | -         | -         | -           |
| Жива маса гнізда поросят при народженні, кг          | 19,4                                     | 1,0       | 1,0       | 46,1        |
| Збереженість, %                                      | -                                        | 0,9       | -         | -           |
| Кількість поросят при відлученні, гол                | 24,7                                     | 5,9       | 5,9       | 51,6        |
| Середня маса 1 голови при відлученні в 28 діб, кг    | -                                        | 2,9       | -         | -           |
| Жива маса гнізда при відлученні в 28 діб, кг         | 17,6                                     | 8,8       | 8,8       | 27,8        |
| Середньодобовий приріст підсисних поросят, г         | -                                        | 4,5       | -         | -           |

Встановлено найвищий прояв специфічного гетерозису за багатоплідністю – 59,9 %, загальною кількістю поросят при народженні – 56,8 %, кількістю поросят при відлученні – 51,6 %, живою масою гнізда поросят при народженні – 46,1 % та живою масою гнізда поросят при відлученні – 27,8 %. Тоді як за великоплідністю, збереженістю, та інтенсивністю росту підсисних поросят ця форма гетерозису була взагалі відсутня. Дещо нижчим але досить високим був рівень гіпотетичного гетерозису за загальною кількістю поросят при народженні – 25,9 %, кількістю поросят при відлученні – 24,7 %, багатоплідністю – 20,2 %, живою масою гнізда поросят при народженні – 19,4 % та його масою при відлученні – 17,6. Водночас за великоплідністю, збереженістю, та середньодобовими приростами підсисних поросят ця форма гетерозису як і специфічного була відсутня.

Загальна форма гетерозису при гібридизації виявилась суттєво нижчою порівняно з попередніми двома але проявлялась при успадкуванні більшої кількості ознак. Найвищий рівень проявлення цієї форми гетерозису виявився за масою гнізда при відлученні – 8,8 %. За кількість поросят при відлученні він становив 5,9 %, загальна кількість народжених поросят – 5,1 %, за середньодобовими приростами – 4,5 %, за середньою масою 1 голови при відлученні – 2,9 %, живою масою гнізда при народженні – 1 % та збереженістю – 0,9 %. Водночас за багатоплідністю та великоплідністю прояву цієї форми гетерозису при гібридизації не встановлено.

Прояв справжнього гетерозису встановлено на рівні 8,8 %, за масою гнізда при відлученні, 5,9 % – за кількістю поросят в цей час, 5,1 % – за загальною кількістю народжених поросят, живою масою гнізда при народженні – 1 %. За рештою досліджуваних показників відтворювальної якості свиноматок цієї форми гетерозису не встановлено.

### Висновки

Встановлено, що свиноматки материнських генотипів переважали своїх аналогів як і батьківської лінії за багатоплідністю масою гнізда при народженні кількістю поросят в гнізді при відлученні, масою їх гнізда в цей період та за комплексними індексами відтворних якостей але мали меншу частку нежиттєздатних поросят при народженні. Водночас вони поступалися свиноматкам термінальної лінії за великоплідністю, інтенсивністю росту, масою одного поросяти при відлученні.

Доведено, що свиноматки материнських генотипів за їх прямого та зворотного схрещування переважали своїх аналогів за їх чистопородного розведення за багатоплідністю, великоплідністю, масою гнізда поросят при народженні, інтенсивністю їх росту в підсисний період, кількістю, масою одного поросяти та масою гнізда і при відлученні та комплексними показниками відтворювальних якостей. Водночас вони мали гіршу збереженість поросят в підсисний період та вищу частку мертвонароджених поросят.

Встановлено переваги гібридних гнізд поросят над помісними за кількістю поросят та масою їх гнізда

при народженні та при відлученні, швидкістю росту та масою одного поросяти і масою їх гнізда в цей час. Водночас вони поступались першим за великоплідністю та мали вищу частку мертвонароджених поросят.

За гібридизації помісних свиноматок материнських порід з кнурами термінальної лінії PIC-337 встановлено вище значення гіпотетично гетерозису та специфічного гетерозису за більшістю ознак відтворювальної продуктивності тоді як справжня та загальна форма гетерозису за цього методу розведення проявлялась рідше і була менш вираженою.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Adavoudi, R., & Pilot, M. (2021). Consequences of Hybridization in Mammals: A Systematic Review. *Genes*, 13(1), 50. DOI: 10.3390/genes13010050.
- Ahlschwede, W. T., & Johnson, R. K. (1988). EC88–217 Crossbreeding Systems for Commercial Pork Production. Historical Materials from University of Nebraska–Lincoln Extension, 4615. URL: <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/4615>.
- Bates, R. O. (2020). Terminal and Rotaterminal Crossbreeding Systems for Pork Producers. *Agricultural: Swine Breeding*, G 2311, 1–4. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/62787896.pdf>.
- Bondarska, O. (2024). Stan vitchyznianoho svynarstva. Problemy i perspektyvy [State of domestic pig farming]. Problems and prospects. Scientific and methodological center of higher and professional pre–higher education. [Elektronnyi resurs] (in Ukrainian).
- Christensen, O. F., Nielsen, B., Su, G., Xiang, T., Madsen, P., Ostensen, T., Velandar, I. & Strathe A. B. (2019). A bivariate genomic model with additive, dominance and inbreeding depression effects for sire line and three-way crossbred pigs. *Genet Sel Evol*, 51(45), 1–13. DOI: 10.1186/s12711-019-0486-2.
- Christians, C. J., & Johnson, R. K. (2000). Crossbreeding Programs for Commercial Pork Production. *Agricultural extension service of University OF Minnesota: Breeding & genetics*, 361, 1–6. URL: [https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/205239/361\\_31951D01927398Q.pdf?sequence=1](https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/205239/361_31951D01927398Q.pdf?sequence=1).
- Council Directive 91/630/EC of 19 November 1991 laying down minimum standards for the protection of pigs. *Official Journal of the European Union*. L 340. 11.12.1991, 33–38.
- Das, A., Mukesh, C., Pardeep, K., Chikkappa, K., Yathish, K. R., Ramesh, K., Alla, S., Santosh, K., Sujay, R. (2021). Heterosis in Genomic Era: Advances in the Molecular Understanding and Techniques for Rapid Exploitation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 40(3), 218–242. DOI: 10.1080/07352689.2021.1923185.
- Fediaieva, A. S. (2019). Obgruntuvannia efektyvnoi systemy porodno–liniinoi hibrydzatsii za vykorystannia terminalnykh knuriv [Substantiation of an effective system of breed–linear hybridization

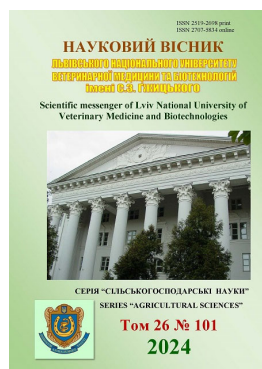
- using terminal boars]. Thethis of PhD dissertation. Kharkiv (in Ukrainian).
- Garmatyuk, K. V. (2022). Metody pidvyshchennia produktyvnosti svynei v suchasnykh umovakh Pivdnia Ukrainy [Methods of increasing the productivity of pigs in the modern conditions of Southern Ukraine]. PhD Dissertation, Odesa. URL: [https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2022/07/Garmatyuk-K.V.\\_dysertatsiya.pdf](https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2022/07/Garmatyuk-K.V._dysertatsiya.pdf) (in Ukrainian).
- Gryshina, L. P., Onishchenko, A. O., & Krasnoshchok, O. O. (2022). Proiav efektu heterozyosu za produktyvnymi oznakamy svynei [Manifestation of the effect of heterosis on productive characteristics of pigs]. Scientific Progress & Innovations, 4, 78–85. DOI: 10.31210/visnyk2022.04.09 (in Ukrainian).
- Gryshina, L. P., Piddubna, A. M., & Rud, S. S. (2021). Vykorystannia svynei miasnykh porid vitchyznianoї selektsii u systemi hibrydyzatsii Ukrainy, Miasni henotypy svynei: sohodennia ta perspektyvy [The use of pigs of meat breeds of domestic breeding in the hybridization system of Ukraine, Meat genotypes of pigs: present and prospects]. Materials of the International scientific and practical conference on scientific – teaching staff and young scientists, Odessa State Agrarian University. Educational and Scientific Institute of Biotechnology and Aquaculture. Odesa, 8–11. URL: <https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/M-yasni-genotypy-svynej-sogodennya-ta-perspektyvy-materialy-konferentsiyi-Odesa-2-veresnya-2021.pdf> (in Ukrainian).
- Guy, S. Z., Thomson, P. C., & Hermes, S. (2012). Selection of pigs for improved coping with health and environmental challenges: breeding for resistance or tolerance?. Frontiers in genetics, 3, 281. DOI: 10.3389/fgene.2012.00281.
- Hetia, A. A. (2009). Orhanizatsiia selektsiinoho protsesu v suchasnomu svynarstvi [Organization of the breeding process in modern pig farming]: monohrafiia. Poltava: Poltavskyi literator (in Ukrainian).
- Holub, N. D. (2013). Kombinatsiina zdattist svynei velykoi biloi porody okremykh henealohichnykh liniy i rodyn [Combination ability of pigs of the large white breed of individual genealogical lines and families]. Scientific Progress & Innovations, 1, 70–72. DOI: 10.31210/visnyk2013.01.16 (in Ukrainian).
- Iakobchuk, V. P., Kravets, I. V., & Rusak, O. P. (2012). Innovatsiyni rozvytok haluzi svynarstva [Innovative development of the pig industry]. Monohraf. Zhytomyr, Publishing house FOP Yevenok O.O. URL: [http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/2924/3/Innovatsiyni\\_rozvytok\\_haluzi\\_svynarstva.pdf](http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/2924/3/Innovatsiyni_rozvytok_haluzi_svynarstva.pdf) (in Ukrainian).
- Ibatullin, M., & Khakhula, B. (2020). Vplyv plemynnoho svynarstva na efektyvnist vyrobnytstva haluzi [The influence of pedigree pig breeding on the efficiency of the production industry]. Economics and management, 2, 22–30. URL: [https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/5637/1/influence\\_of.pdf](https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/5637/1/influence_of.pdf) (in Ukrainian).
- Iversen, M. W., Nordbø, Ø., Gjerlaug-Enger, E., Grindflek, E., Lopes, M. S., & Meuwissen, T. (2019). Effects of heterozygosity on performance of purebred and crossbred pigs. Genetics, selection, evolution: GSE, 51(1), 8. DOI: 10.1186/s12711-019-0450-1.
- Khrankova, O. M. (2019). Vidtvoriuvanni yakosti svynomatok za riznykh poiednan porid i typiv [Reproductive qualities of sows in different combinations of breeds and types]. Theoretical and Applied Veterinary Medicine, 7(2), 115–119. DOI: 10.32819/2019.71021 (in Ukrainian).
- Kim, S. W., Weaver, A. C., Shen, Y. B., & Zhao, Y. (2013). Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. J Anim Sci Biotechnol, 4, 26. DOI: 10.1186/2049-1891-4-26.
- Kramarenko, S. S., Lugovyi, S. I., Lykhach, A. V., Kramarenko, S. S. (2019). Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn [Analysis of biometric data in animal breeding and selection]. Study guide Mykolaiv: MNAU. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6208/1/Analiz%20biometrychnykh%20danykh%20u%20rozvelenni%20ta%20selektsii%20tvaryn.pdf> (in Ukrainian).
- Kremez, M. I., & Shpetnyi, M. B. (2024). The current state of ukrainian, european and world pig farming and prospects for its development. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock, 3, 51–60. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2024.3.6.
- Kristensen, T. N., & Sørensen, A. C. (2005). Inbreeding – lessons from animal breeding, evolutionary biology and conservation genetics. Animal Science, 80(2), 121–133. DOI: 10.1079/ASC41960121.
- Ladyka, V. I., Khmelnychiy, L. M., & Povod, M. G. (2023). Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnystva: pidruchnyk dlia aspirantiv [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students]. Odesa: Oldi+ (in Ukrainian).
- Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., Faustov, R. V., Kucher, O. A. (2021). Suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku vitchyznianoho svynarstva [Current state and development trends of domestic pig breeding]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu. Seriia “Tvarynnytstvo”. Sumy, 1(44), 69–79. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.1.10 (in Ukrainian).
- Lykhach, V. Ya., Povod, M. G., Shpetny, M. B., Nechmilov, V. M., Lykhach, A. V., Mykhalko, O. G., Barkar, E. V., Lenkov, L. G., & Kucher, O. O. (2023). Optymizatsiia tekhnolohichnykh rishen utrymannia ta hodivli svynei v umovakh promyslovoi tekhnolohii [Optimization of technological solutions for keeping and feeding pigs in conditions of industrial technology: monograph]. Mykolayiv: Ilion (in Ukrainian).
- Mykhalko, O. G. (2021). Suchasnyi stan ta shliakhy rozvytku svynarstva v sviti ta Ukraini [The current state and ways of development of pig farming in the world and in Ukraine]. Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series “Livestock”, 3, 60–77. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.3.9 (in Ukrainian).
- Mykhalko, O. G., Povod, M. G., & Andriichuk, V. F. (2021). Vplyv metodiv rozvedennia ta viku svynomatok danskoi selektsii na yikh produktyvnist [Influence of breeding methods and age of sows of



- Danish breeding on their productivity]. Scientific and technical bulletin "NTB IT NAAS", 125, 161–179. DOI: 10.32900/2312-8402-2021-125-161-179 (in Ukrainian).
- Mykhalko, O., & Andrukhova, Yu. (2023). Produktivnist svynei danskoi selektsii za riznykh metodiv rozvedennia ta sezonu zaplidnennia [Productivity of pigs of Danish breeding under different methods of breeding and insemination season]. Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series "Livestock", 4(55), 18–29. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2023.4.3 (in Ukrainian).
- Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy №224 vid 08.02.2021 r. "Pro zatverdzhennia vymoh do blahopoluchchia silskohospodarskykh tvaryn pid chas yikh utrymanna". [On approval of measures for the well-being of farm animals during their keeping]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0206-21> (in Ukrainian).
- Ohloblia, V., & Povod, M. (2020). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok irlandskoho pokhodzhennia za chystoporodnoho rozvedennia ta skhreshchuvannia v umovakh promyslovoho kompleksu [Reproductive qualities of sowings of Irish origin in purebred breeding and crossing in an industrial complex]. Bulletin of the Sumy National Agrarian University, Series "Livestock", 1(40), 103–107. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2020.1.15 (in Ukrainian).
- Pokhvalenko, O. (2018). Hybridization as a higher form of industrial crossing. Agrarian week. Ukraine [Elektronnyi resurs]. URL: <https://a7d.com.ua/tvarinnictvo/12173-gbridizacya-yak-vischa-forma-promislovogo-shreshchuvannya.html> (in Ukrainian).
- Povod, M. G., & Hramkova, O. M. (2016). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok F1 riznoi selektsii ta intensyvnirostu yikh pryplodu pry hibrydzatsii v umovakh promyslovoho kompleksu [Reproductive qualities of F1 sows of different breeding and intensity of growth of their offspring during hybridization in the conditions of an industrial complex]. Scientific and technical bulletin of the NAANU, 116, 121–126. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntb\\_2016\\_116\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntb_2016_116_21) (in Ukrainian).
- Povod, M. G., Andreyeva, D. M., Lykhach, A. V., Deshchenko, O. S., Lykhach, V. Ya., Reznichenko, V. I., Bondarska, O. M. (2022). Peredvoiennyi stan vitchyznianoho svynarstva [Pre-war state of domestic pig farming]. Bulletin of the Poltava 96 State Agrarian Academy, 2, 96–106. URL: <https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/1653> (in Ukrainian).
- Radnóczy, L., Novozánszky, G., Baltay, M., Csóka, L., Eicher, J., & Fekete, B. (2017). Ertés teljesítményvizsgáló kódex [Ertés performance test code]. Budapest.
- Sellier, P. (1976). The basis of crossbreeding in pigs; A review. Livestock Production Science, 3(3), 203–226. DOI: 10.1016/0301-6226(76)90016-6.
- Thiengpimol, P., Tappreang, S., & Onarun, P. (2017). Reproductive Performance of Purebred and Crossbred Landrace and Large White Sows Raised under Thai Commercial Swine Herd. Thammasat International Journal of Science and Technology, 22(2), 16–22. DOI: 10.14456/tijsat.2017.13.
- Tsereniuk, O. M. (2014). Heterozys za riznykh poiednan svynei [Heterosis in different combinations of pigs]. Agribusiness today. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnystvo/item/8091-heterozys-za-riznykh-poiednan-svynei.html> (in Ukrainian).
- Tsereniuk, O. M., Shablya, V. P., & Akimov, O. V. (2016). Vykorystannia indeksu SIVIAS v selektsii svynei porody uels [The use of the SIVYAS index in the breeding of Welsh pigs]. Scientific and technical bulletin IT NAAS, 116, 174–183 (in Ukrainian).
- Vashchenko, O. V. (2016). Produktivnist svynei pry chystoporodnomu rozvedeni ta skhreshchuvanni [Productivity of pigs during purebred breeding and crossbreeding]. Animal breeding and genetics, 51, 34–41. URL: [https://digest.iabg.org.ua/selection/item/download/780\\_2a1ccc95b825474830af831139c5ce90](https://digest.iabg.org.ua/selection/item/download/780_2a1ccc95b825474830af831139c5ce90) (in Ukrainian).
- Vashchenko, O. V. (2021). Efektyvnist vykorystannia svynei zarubizhnoi selektsii u skhreshchuvanni z vitchyznianymy porodamy i typamy [The effectiveness of the use of pigs of foreign selection in crossing with domestic breeds and types]. Dissertation for obtaining the scientific degree of Candidate of Agricultural Sciences. Chubinske, Kyiv region. URL: <https://iabg.org.ua/images/aspirantura/dis.vaschenko2.pdf> (in Ukrainian).
- Virolainen, J. V., Tast, A., Sorsa, A., Love, R. J., & Peltoniemi, O. A. (2004). Changes in feeding level during early pregnancy affect fertility in gilts. Anim Reprod Sci., 80(3-4), 341–52. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2003.08.005.
- Voloshynov, V. V., & Povod, M. G. (2023). Produktivni yakosti svynomatok danskoi ta kanadskoi selektsii v promyslovii tekhnologii [Productive qualities of sows of danish and canadian breeding in the industrial technology]. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock, 4, 3–9. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2023.4.1 (in Ukrainian).
- Voshchenko, I. B., & Povod, M. H. (2024) Vplyv porody ta metodiv rozvedennia svynei na yikh vidtvoriuvalni yakosti ta rist porosiat sysuniv [Influence of the breed and breeding methods of pigs on their reproductive qualities and growth of suckling piglets]. Rozvedennia i henetyka tvaryn. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk, 67, 46–63. DOI: 10.31073/abg.67.05 (in Ukrainian).
- Voshchenko, I., & Povod, M. (2024). Realization of the genetic growth potential of danish-bred hybrid piglets under different feeding conditions and the influence of feeding method on sow utilization intensity. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 26(100), 289–297. DOI: 10.32718/nvlvet-a10043.
- Yurchenko, O. S., Bondarska, O. M., Lykhach, V. Ya., Kalitaiev, K. K., & Kovalenko, O. A. (2024). Stan vitchyznianoho svynarstva. Problemy ta perspektyvy [State of domestic pig farming. Problems and prospects]. Podilsky Visnyk: agriculture, technology,



- economy. *Agricultural Sciences*, 1(42), 55–61. DOI: 10.37406/2706-9052-2024-1.8 (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy “Pro veterynarnu medytsynu” [Law of Ukraine "On Veterinary Medicine"], 2021, No. 1206–IX. URL: <https://document.vobu.ua/doc/12206> (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia [Law of Ukraine On Protection of Animals from Cruelty], 2006, No. 27. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (in Ukrainian).
- Zhang, J. H., Xiong, Y. Z., & Deng, C. Y. (2005). Correlations of genic heterozygosity and variances with heterosis in a pig population revealed by microsatellite DNA marker. *Asian Aust J Anim Sci.*, 18(5), 620–625. DOI: 10.5713/ajas.2005.620.



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10152  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 582.232.1:577.112:546.15

## Indicators of spirulina biomass growth at different doses of iodine in the nutrient medium

L. V. Bondarenko, N. M. Bohatko, V. A. Grishko✉, V. M. Zotsenko

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 28.10.2024  
Received in revised form  
28.11.2024  
Accepted 29.11.2024

Bila Tserkva National Agrarian  
University, pl. Soborna, 8/1,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-098-595-20-02  
E-mail: vetalgwa44@gmail.com

**Bondarenko, L. V., Bohatko, N. M., Grishko, V. A., & Zotsenko, V. M. (2024). Indicators of spirulina biomass growth at different doses of iodine in the nutrient medium. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 351–356. doi: 10.32718/nvlvet-a10152**

Iodine is an essential nutritional factor in the body of biological objects and affects the absorption and metabolism of nutrients. Iodine is a mandatory component of mineral and vitamin premixes and mineral mixtures used in livestock and poultry feeding. In the production of premixes and mixtures, iodine is mainly used in the form of potassium iodide. The use of potassium iodide in premixes for feeding hydrobionts (shrimps, crayfish) has a number of disadvantages, including the rapid dissolution of the compound in water. As a result, aquatic organisms do not receive iodine in the required amount. *Spirulina platensis* is able to accumulate trace elements in its cells. Using these properties, it is possible to obtain spirulina biomass as a feed additive enriched with iodine. The aim of the study was to investigate the effect of different doses of iodine in the form of potassium iodide modified in skim milk on the change in the optical density of the nutrient medium, which characterises the growth of biomass of the blue-green algae. Five groups were formed for the experiment. In the control group, potassium iodide was added to the culture medium, which provided an additional addition of iodine in the amount of 1.0 mg/dm<sup>3</sup> iodine. The nutrient medium from experimental groups I, II, III and IV was supplemented with 1.0, 2.0, 4.0 and 6.0 mg/dm<sup>3</sup> of iodine in the form of potassium iodide modified in skim milk. *Spirulina* was cultivated in the nutrient medium with different doses of iodine for 10 days. The optical density and iodine content were determined in the nutrient medium. It has been experimentally established that the intensity of blue-green algae cell growth (as measured by optical density) depended on the content of iodine in the nutrient medium. The highest index of optical density of the nutrient medium with spirulina at the end of the experiment was found in the experimental group where 4.0 mg/dm<sup>3</sup> of iodine was added to the latter. It was found that the use of modified potassium iodide in skimmed milk resulted in a 10.3 % reduction in iodine loss from the nutrient medium compared to unmodified potassium iodide.

**Key words:** blue-green algae, photoreactors, Zarrouk's medium, optical density, potassium iodide, skim milk.

## Показники росту біомаси спіруліни за різних доз йоду у поживному середовищі

Л. В. Бондаренко, Н. М. Богатко, В. А. Гришко✉, В. М. Зоценко

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Йод є есенціальним фактором живлення в організмі біооб'єктів, має вплив на засвоєння і обмін поживних речовин. Йод є обов'язковою складовою мінерально-вітамінних преміксів та мінеральних блендів, які використовуються в годівлі сільськогосподарських тварин та птиці. Під час виробництва преміксів та блендів в основному використовують Йод у формі калію йодиду. Використання калію йодиду в складі преміксів у годівлі гідробіонтів (креветки, раки) має ряд недоліків в тому числі швидке розчинення сполуки у воді. Внаслідок чого гідробіонти не отримують Йод у регламентованій нормі. *Spirulina platensis* здатна накопичувати у своїх клітинах мікроелементи. Використовуючи такі властивості можливо отримати біомасу спіруліни як кормову добав-

ку збагачену Йодом. Метою роботи було дослідження впливу різних доз Йоду у формі калію йодиду модифікованого у знежиреному молоці на зміну оптичної густини поживного середовища, що характеризує нарощування біомаси синьо-зеленої водорості. Для експерименту формували п'ять груп. У контрольній групі до поживного середовища додавали калій йодид, що забезпечувало додаткове внесення Йоду у кількості 1,0 мг/дм<sup>3</sup> Йоду. До поживного середовища із I; II III та IV дослідної групи додатково вносили 1,0; 2,0; 4,0 та 6,0 мг/дм<sup>3</sup> Йоду у формі калію йодиду модифікованого у знежиреному молоці. Культивування спіруліни на поживному середовищі із різними дозами Йоду проводили продовж 10 діб. У поживному середовищі визначали показники оптичної густини і вміст Йоду. Експериментально встановлено, що інтенсивність нарощування клітин синьо-зеленої водорості (за показником оптичної густини) залежала від вмісту в поживному середовищі Йоду. Найбільший показник оптичної густини поживного середовища із спіруліною на кінець експерименту було встановлено у дослідній групі, де до останнього додатково вносили 4,0 мг/дм<sup>3</sup> Йоду. Встановлено, що за використання калію йодиду модифікованого у знежиреному молоці втрати йоду із поживного середовища менші на 10,3 % у порівнянні з немодифікованим калієм йодидом.

**Ключові слова:** синьо-зелена водорість, фітореактори, середовище Заррука, оптична густина, калій йодид, знежирене молоко.

## Вступ

Йод відіграє важливе значення у анаболічних і катаболічних процесах живих організмів. Елемент має різноманітний біологічний вплив на фізіологічний ріст, розвиток тканин, стимулює ліпідний, білковий та вуглеводневий обмін, активує поглинання Оксигену тканинами і підвищує коефіцієнт його застосування. Йод приймає участь у регулюванні теплообміну, підвищує активність ряду ензимів, бере участь у синтезі білку на клітинному рівні та ряду дихальних ензимів, стимулює трофічні та імунні процеси, еритропоез, лейкопоез, секреторну функцію молочних залоз та залоз у травній системі (Spallek et al., 2012; Vovkohon & Merzlov, 2013; Costa et al., 2013; Vovkohon & Merzlov, 2014; Maruthupandi et al., 2019; Reis et al., 2024; da Silva Lopes et al., 2024).

Низький вміст Йоду у складі раціонів має негативний вплив на ріст, розвиток і здоров'я людини та тварин. Основною причиною такого явища є те, що певні біогеохімічні зони (в тому числі на території України) мають знижений вміст Йоду у ґрунті, воді та рослинах.

Комбікорми та раціони для сільськогосподарських тварин та птиці збагачують додаючи мінеральні бленди або премікси. У складі останніх Йод, у більшості випадків, перебуває у мінеральній формі. Традиційно для виготовлення преміксів застосовують як джерело Йоду калій йодид. Використання раціонів або розсипних комбікормів для риби, креветки чи раків із вмістом преміксу в який входить калій йодид має ряд проблем. Основною проблемою є те, що калій йодид, в складі комбікорму і кормосумішей для риби та інших гідробіонтів, потрапляючи у воду може швидко розчинятись і переходити у воду. Дане явище буде призводити, до зменшення споживання Йоду гідробіонтами від норми, а відповідно і до зниження їх продуктивності.

Властивість ціанобактерії *Spirulina platensis* змінювати свій хімічний склад в залежності від зміни мінерального складу поживного середовища на якій її вирощують (Merzlova, 2015) створює передумови для збагачення її Йодом. Елемент у складі спіруліни зможе мати нерозчинну, біодоступну форму для живлення гідробіонтів.

Біомаса спіруліни за рахунок свого хімічного складу є цінною кормовою добавкою для сільськогосподарських тварин та птиці. В сухій речовині клітин *Spirulina platensis* міститься понад 45,0 % білка. Вміст лізину у білку спіруліни є вищим чим у деяких зерно-

вих злакових та бобових. Біомаса спіруліни багата ліпідами, вітамінами металами-біотиками та іншими біологічно активними речовинами. *Spirulina platensis* у організмі тварин і людини проявляє імуностимулюючу та антиоксидантну дію (Reed et al., 1985; Vinogradova & Wasser, 2000; Kartysh et al., 2000; Khan et al., 2005; Merzlova, 2015).

Невивченими залишаються питання нарощування біомаси синьо-зеленої водорості за вмісту різних доз Йоду у формі калію йодиду модифікованому в знежиреному молоці.

## Мета дослідження

Тому метою роботи було встановлення впливу додавання різних доз Йоду за рахунок модифікованої форми калію йодиду до поживного середовища на збільшення біомаси спіруліни та втрати елемента.

## Матеріал і методи досліджень

Для встановлення впливу невисоких доз Йоду у поживному середовищі на нарощування біомаси синьо-зеленої водорості застосовували трихомну культуру (штам ЛГУ-603). Експерименти проведено із застосуванням стаціонарних скляних фітореакторів розташованих у віварії Білоцерківського національного аграрного університету. Освітлення поживного середовища із культурою ціанобактерій проводили безперебійно поступово збільшуючи його інтенсивність до 4500 люкс.

Клітини спіруліни культивували в поживному середовищі Заррука (стандартна рецептура) виготовленому із використанням дистильованої води (Reed et al., 1985; Khan et al., 2005). Культивування спіруліни проводили підтримуючи температуру 29–30 °С. Починаючи із 2 доби культивування поживне середовище перемішували за допомогою помп.

До поживного середовища Заррука у контрольній групі додатково вносили Йод із розрахунку 1,0 мг/дм<sup>3</sup> у формі калію йодиду та 5 см<sup>3</sup>/20 дм<sup>3</sup> свіжого знежиреного молока.

У поживне середовище із I дослідної групи додатково вносили Йод із розрахунку 1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Поживне середовище із II дослідної групи додатково містило 2,0 мг/дм<sup>3</sup> Йоду. У III та IV дослідних групах до поживного середовища додавали, відповідно, 4,0 та 6,0 мг/дм<sup>3</sup> Йоду. Вміст Йоду у поживному середовищі із дослідних груп збільшували додаванням калію йодиду модифікованого у знежиреному молоці. В

кожній групі було по 4 фітореактори. У кожному фітореакторі містилось по 20,0 дм<sup>3</sup> поживного середовища (табл. 1).

Для встановлення показників оптичної густини поживного середовища із клітинами спіруліни та визначення в ньому вмісту Йоду проби відбирали на 2, 4, 6, 8 та 10 добу культивування. Визначення опти-

чної густини поживного середовища разом із спіруліною проводили спектрофотометричним методом. За показником оптичної густини проводили аналіз на-рощування клітин біомаси спіруліни. Вміст Йоду у поживному середовищі визначали за методикою опи-саною у методичних рекомендаціях (Kotsiumbas et al., 2016).

**Таблиця 1**

Схема експерименту

| Група        | Додано знежиреного молока без вмісту калію йодиду в один фітореактор, см <sup>3</sup> | Додано знежиреного молока із вмістом модифікованого калію йодиду в один фітореактор, см <sup>3</sup> | Додатковий вміст Йоду, мг/дм <sup>3</sup> |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| I дослідна   | -                                                                                     | 5,0                                                                                                  | 1,0                                       |
| II дослідна  | -                                                                                     | 5,0                                                                                                  | 2,0                                       |
| III дослідна | -                                                                                     | 5,0                                                                                                  | 4,0                                       |
| IV дослідна  | -                                                                                     | 5,0                                                                                                  | 6,0                                       |
| Контрольна   | 5,0                                                                                   | -                                                                                                    | 1,0                                       |

### Результати досліджень

Після внесення культури спіруліни у поживні се-редовища визначали його оптичну густину (перша доба експерименту), згідно чого було встановлено, що оптична густина у контролі і у дослідних групах була аналогічною і була в межах 0,32–0,33 D (табл. 2).

Під час етапу адаптації клітин культури (2-а доба експерименту) не було виявлено статистично значу-щої розбіжності показників оптичної густини пожив-ного середовища із біомасою спіруліни між групами. За внесення до поживного середовища додатково 2,0 мг/дм<sup>3</sup> Йоду показник оптичної густини поживного середовища був аналогічний контролю. Найбільший показник оптичної густини поживного середовища було виявлено у III та IV дослідних групах. Різниця із контролем становила 4,4 %.

У контрольній групі показник оптичної густини збільшився на 40,6 % відносно даних отриманих на початку дослідження. У I дослідній групі збільшення показника оптичної густини відносно 1-ї доби стано-вило 34,3 %. Найбільша різниця показника оптичної густини поживного середовища у порівнянні із даними на початок дослідження була у IV дослідній групі. Збільшення показника було в межах 46,8 %.

По закінченню фази адаптації синьо-зеленої водо-рості до хімічного складу поживного середовища (96 година культивування) у I дослідній групі збільшення показника оптичної густини відносно початку ви-рощування біомаси спіруліни було у 2,96 рази. Показ-ник D у поживному середовищі із II, III та IV був вищим порівнюючи із показником на першу добу культивування, відповідно, у 3,08; 3,33 та 3,78 рази. Найменше збільшення оптичної густини на 4-у добу культивування було встановлено у контрольній групі. Різниця із показником на 1-у добу культивування становила 2,7 рази.

У I дослідній групі за впливу додаткового внесен-ня Йоду оптична густина поживного середовища із спіруліною збільшується на 9,1 % відносно контроль-ної групи. На 4-у добу у поживному середовищі із II дослідної групи було виявлено збільшення кількості клітин синьо-зеленої водорості (за показником оптич-ної густини) на 17,2 %. Найбільший показник оптич-ної густини у цей період було виявлено у варіанті де додатково вносили 6,0 мг/дм<sup>3</sup> Йоду у формі калію йодиду модифікованого у знежиреному молоці до поживного середовища. Різниця із контролем стано-вила 39,0 %.

**Таблиця 2**

Показники оптичної густини поживного середовища із спіруліною, D

| Група        | Доба експерименту |              |              |              |              |               |
|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|              | 1-а               | 2-а          | 4-а          | 6-а          | 8-а          | 10-а          |
| I дослідна   | 0,32 ± 0,009      | 0,43 ± 0,014 | 0,95 ± 0,094 | 1,35 ± 0,154 | 1,84 ± 0,158 | 2,15 ± 0,124  |
| II дослідна  | 0,33 ± 0,011      | 0,45 ± 0,011 | 1,02 ± 0,099 | 1,43 ± 0,110 | 1,91 ± 0,112 | 2,29 ± 0,098  |
| III дослідна | 0,33 ± 0,007      | 0,47 ± 0,018 | 1,10 ± 0,092 | 1,58 ± 0,125 | 1,95 ± 0,098 | 2,59 ± 0,078* |
| IV дослідна  | 0,32 ± 0,016      | 0,47 ± 0,017 | 1,21 ± 0,105 | 1,54 ± 0,117 | 1,96 ± 0,087 | 2,57 ± 0,085* |
| Контрольна   | 0,32 ± 0,012      | 0,45 ± 0,013 | 0,87 ± 0,087 | 1,22 ± 0,098 | 1,73 ± 0,101 | 2,01 ± 0,076  |

Примітка: \* – P ≤ 0,05 відносно контролю

На 6-у добу у дослідних групах зберігалась зако-номірність чим більше у поживне середовище вноси-ли Йоду тим його оптична густина була більшою. У I дослідній групі оптична густина поживного середо-вища була більшою на 10,6 % порівняно із контроль-

ною групою. В межах тенденції виявлено збільшення показника D поживного середовища із II дослідної групи. Різниця із контролем становила 17,2 %. За вмісту Йоду у поживному середовищі 6,0 мг/дм<sup>3</sup> пока-зник оптичної густини останнього збільшується на



26,2 % відносно контролю. Різниця мала характер тенденції. Найбільший показник оптичної густини поживного середовища було встановлено у III дослідній групі. Різниця із контрольною групою становила 29,5 %. Аналізуючи збільшення показника оптичної густини поживного середовища дослідних груп до показника на 4-у добу культивування було встановлено, що у I; II та IV дослідних групах показники збільшились, відповідно, 42,1; 40,1 та 27,2 %. Найбільше відносне збільшення оптичної густини поживного середовища із клітинами спіруліни було виявлено у III дослідній групі. Різниця із показником на 4-у добу становила 43,6 %.

На 8-му добу культивування за додаткового внесення до поживного середовища  $1,0 \text{ мг/дм}^3$  Йоду у формі немодифікованого калію йодиду (контрольна група) показник оптичної густини останнього становив  $1,73 \text{ D}$ . Показник оптичної густини поживного середовища із клітинами культури у дослідних групах змінювався в залежності від вмісту в ньому Йоду. У I дослідній групі оптична густина поживного середовища була більшою відносно контролю на 6,3 %. За використання у складі поживного середовища додаткової дози Йоду ( $2,0 \text{ мг/дм}^3$ ) його оптична густина була збільшена на 10,4 % порівнюючи із контролем. Найбільше зростання оптичної густини поживного середовища із клітинами синьо-зеленої водорості було зафіксоване у IV дослідній групі. Різниця із контролем мала характер тенденції і становила 13,2 %. Показник  $D$  поживного середовища із біомасою спіруліни із IV дослідної групи був вищим порівняно із даним отриманими у I, II та III дослідних групах, відповідно, на 6,5; 2,6 та 0,5 %. В період активного нарощування біомаси спіруліни із 4-ї по 8-у добу культивування Йод проявляє стимулюючий ефект.

На 10 добу культивування інтенсивність нарощування біомаси синьо-зеленої водорості у поживному середовищі дослідних груп знизилась порівнюючи із періодом культивування із 4-ї по 8-у добу. У I дослідній групі показник оптичної густини поживного середовища із культурою на 10-у добу збільшився на 16,8 % відносно показника у цій самій групі на 8-му добу культивування. У II, III та IV дослідних групах ця різниця становила, відповідно, 18,3; 32,8 та 31,1 %. Найменше зростання показника оптичної густини поживного середовища на 10-у добу відносно 8-ї доби культивування було виявлено у контрольній групі. Різниця становила 16,1 %.

На 10-у добу культивування встановлено статистично значуще збільшення оптичної густини поживного середовища із III та IV дослідної групи відносно контрольної групи. Різниця становила, відповідно, 28,8 та 27,8 %. Оптична густина поживного середовища із I дослідної групи була більшою відносно контролю на 6,9 %. Різниця не мала статистичної значущості. За підвищення вмісту Йоду у поживному середовищі до  $2,0 \text{ мг/дм}^3$  (III дослідна група) показник оптичної густини поживного середовища із клітинами спіруліни збільшується в межах тенденції на 13,9 %. Показник  $D$  поживного середовища у III дослідній групі був більшим відносно оптичної густини у I, II та IV дослідної групи, відповідно, на 4,6; 13,1 та 0,7 %.

На кінець експерименту зберігалась закономірність чим більше у поживне середовище із клітинами спіруліни вносили Йоду у складі модифікованого у знежиреному молоці калію йодиду тим оптична густина останнього була більшою. Найменша оптична густина поживного середовища була виявлена у поживному середовищі із контрольної групи.

Найінтенсивніше збільшення біомаси спіруліни у дослідних групах (за показниками оптичної густини) проходило із 4-ї до 8-ї доби культивування. Отже, доведено, що внесення невеликих доз Йоду має стимулюючий ефект на нарощування чисельності клітин синьо-зеленої водорості.

Поряд із визначенням впливу низьких доз Йоду у складі калію йодиду модифікованому у знежиреному молоці на оптичну густина поживного середовища із клітинами спіруліни визначали залишкову концентрацію Йоду у поживному середовищі контрольної та дослідної групи продовж експерименту. Вміст Йоду визначали у поживному середовищі без біомаси спіруліни. Для цього проби поживного середовища фільтрували через фільтрувальний папір.

Встановлено, що перед внесенням біомаси спіруліни у поживне середовище (1-ша доба) вміст Йоду у контрольній групі становив  $1,17 \text{ мг/дм}^3$ . Аналогічна концентрація Йоду була встановлена у I дослідній групі. У цей самий період вміст елемента у поживному середовищі із II, III та IV дослідних групах був пропорційний внесеним дозам калію йодиду модифікованому в знежиреному молоці (рис. 1).

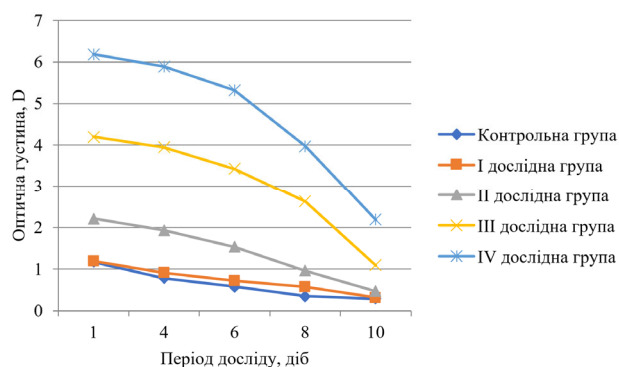


Рис. 1. Показники залишку Йоду у поживному середовищі

На 4-у добу культивування найменший вміст Йоду було встановлено у контрольній групі показник становив  $0,78 \text{ мг/дм}^3$ . Втрати Йоду у поживному середовищі із I дослідної групи були меншими на 16,6 % відносно контрольної групи. Втрати Йоду у II, III та IV дослідних групах по відношенню до першої доби експерименту становили, відповідно, 12,6; 6,1 та 4,8 %.

На 6-у добу експерименту зменшення Йоду у поживному середовищі із дослідних і контрольної групи продовжувалось. Зниження вмісту Йоду у контрольній групі відносно показника на 4-у добу культивування становило 25,6 %. У першій дослідній групі зниження вмісту Йоду було в межах 20,8 %. За високих доз Йоду у поживному середовищі (II, III та IV

дослідні групи) елемент втрачається у порівнянні із 4-ю добою, відповідно, на 20,7; 13,1 та 9,6 %.

Втрати Йоду у поживному середовищі із контрольною та дослідних груп на восьму добу культивування клітин біомаси спіруліни були аналогічними як на 6-ту добу вирощування культури.

На кінець експерименту (10-а доба) у контрольній групі вміст Йоду зменшився по відношенню до першої доби експерименту у 4,03 рази. У I дослідній групі втрати Йоду за період експерименту становили 0,87 мг/дм<sup>3</sup>, що на 1,13 % менше у порівнянні із контролем. За 10 діб вирощування спіруліни на поживному середовищі із II, III та IV дослідної групи вміст Йоду знижується, відповідно, у 4,7; 3,85 та 2,83 рази.

### Обговорення

Доведено, що за додавання до складу поживного середовища додаткових невисоких доз Йоду у формі калію йодиду модифікованому у знежиреному молоці позитивно впливає на збільшення оптичної густини, а відповідно і кількості клітин біомаси спіруліни. Отже, підтверджується позитивний вплив цього елемента на збільшення маси спіруліни. Обґрунтуванням цього є оптимальне надходження Йоду у клітини синьо-зеленої водорості та включення його у метаболічний процес і активацію анаболічних реакцій. Дане обґрунтування підтверджується рядом дослідників (Kiferle et al., 2021), які стверджують, що Йод є компонентом ензимів, коензимів, транспортних білків та регуляторів росту, підсилює стійкість рослин до інфекційних хвороб і за оптимального вмісту елемента в рослинних організмах має позитивний вплив на синтез білка. Йодовані білки функціонально пов'язані з хлоропластом і фізіологічно залучені до фотосинтетичних процесів. Згідно їх досліджень виявлено, що видалення Йоду з поживного середовища негативно впливає на ріст рослин, а відновлення його в мікромолярних концентраціях стимулювало накопичення біомаси рослин та призводить до раннього їх цвітіння.

Експериментально встановлено, що оптимальною дозою для збільшення кількості клітин синьо-зеленої водорості на останніх етапах її культивування є 4,0 мг/дм<sup>3</sup>, що може пояснюватись активним поглинанням цього елемента через поверхню клітин *Spirulina platensis* і його засвоєнням. Дані щодо активного засвоєння Йоду рослинними організмами наводяться у наукових працях (Kiferle et al., 2021; Nascimento et al., 2022). Автори стверджують, що елемент може активно поглинатися рослинами з ґрунтового розчину через коріння із повітря або в сольових розчинах.

За внесення додаткових доз Йоду у поживне середовище не виявлено негативного впливу на динаміку кількості клітин спіруліни (за показниками оптичної густини), що є підтвердженням відсутності токсичних ефектів невисоких доз цього елемента.

Йод у мінеральній, розчинній формі активно елімінується у навколишнє середовище проте виявлено, що за використання однакових, додаткових доз Йоду у поживному середовищі контрольної групи (додатково внесено 1,0 мг/дм<sup>3</sup> елемента у формі калію йодиду) та I дослідної групи (додатково внесено 1,0 мг/дм<sup>3</sup>

елемента у формі калію йодиду модифікованого у знежиреному молоці) втрати елемента із поживного середовища I дослідної групи були меншими на 16,6-243,1 % відносно контролю. Поясненням даних результатів дослідження може бути те, що Йод у складі калію йодиду модифікованому у знежиреному молоці є більш стабільним і менше елімінується у навколишнє середовище. Внаслідок чого більша частина його не випаровується у повітря, а засвоюється біомасою спіруліни. Результати наших досліджень співпадають із даними авторів (Merzlova, 2015). Згідно їх дослідження стабілізований Йод у складі комбікормів та преміксів менше елімінується у навколишнє середовище.

Експериментально доведено що підвищений відсоток засвоєння Йоду із калію йодиду модифікованому у знежиреному молоці порівняно із звичайним калієм йодидом, що підтверджується зростанням нарощування біомаси синьо-зеленої водорості.

Отже, результати наших досліджень щодо впливу низьких доз Йоду у поживному середовищі на нарощування біомаси спіруліни не відрізняються від даних інших науковців і є доповненням до них.

### Висновки

За додаткового внесення у поживне середовище 4,0 мг/дм<sup>3</sup> Йоду у формі калію йодиду модифікованому у знежиреному молоці підвищується нарощування біомаси спіруліни, що підтверджується зростанням показника оптичної густини на 28,8 % відносно контрольної групи.

За додавання до поживного середовища калію йодиду модифікованого у знежиреному молоці втрати йоду знижуються на 10,3 % відносно варіанту де використовували немодифікований калій йодид.

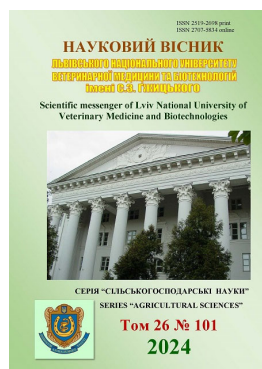
### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Costa, R. O., Macedo, P. M., Carvalhal, A., & Bernardes-Engemann, A. R. (2013). Use of potassium iodide in dermatology: updates on an old drug. *Anais brasileiros de dermatologia*, 88(3), 396–402. DOI: 10.1590/abd1806-4841.20132377.
- da Silva Lopes, J. P., Barbosa, J., & Dinis-Oliveira, R. J. (2024). Clinical and forensic aspects of potassium iodide: Suddenly in high demand across Europe due to fears of radiation poisoning from a nuclear attack in Ukraine. *Basic & clinical pharmacology & toxicology*, 135(3), 250–270. DOI: 10.1111/bcpt.14052.
- Kartysh, A. P., Horban, Ye. M., & Chekman, I. S. (2000). *Spirulina – likarskyi zasib shyrokooho spektra dii*. *Farmatsevtichnyi zhurnal*, 2, 105–109 (in Ukrainian).
- Khan, Z., Bhadouria, P., & Bisen, P. S. (2005). Nutritional and therapeutic potential of *Spirulina*. *Current pharmaceutical biotechnology*, 6(5), 373–379. DOI: 10.2174/138920105774370607.

- Kiferle, C., Martinelli, M., Salzano, A. M., Gonzali, S., Beltrami, S., Salvadori, P. A., Hora, K., Holwerda, H. T., Scaloni, A., & Perata, P. (2021). Evidences for a Nutritional Role of Iodine in Plants. *Frontiers in plant science*, 12, 616868. DOI: 10.3389/fpls.2021.616868.
- Kotsiumbas, I. Ia., Levytskyi, T. R., Ryvak, H. P., & Ryvak, R. O. (2016). Vyznachennia masovoi chastky Yodu v biolohichnykh materialakh i kormakh metodom kapilarnoho elektroforezu z vykorystanniam systemy kapilarnoho elektroforezu "KAPEL-105M": Metodychni rekomendatsii. DNDKI veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok. Lviv (in Ukrainian).
- Maruthupandi, M., Chandhru, M., Rani, S. K., & Vasimalai, N. (2019). Highly Selective Detection of Iodide in Biological, Food, and Environmental Samples Using Polymer-Capped Silver Nanoparticles: Preparation of a Paper-Based Testing Kit for On-Site Monitoring. *ACS omega*, 4(7), 11372–11379. DOI: 10.1021/acsomega.9b01144.
- Merzlova, G. V. (2015). Obtaining Zink enriched Spirulina biomass and establishing its toxicity. *Zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Bila Tserkva, 107–111.
- Merzlova, H. V. (2015). Reception biomass of spirulina enriched zine and establish its toxicity. *Zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Bila Tserkva, 87–90.
- Nascimento, V. L., Souza, B. C. O. Q., Lopes, G., & Guilherme, L. R. G. (2022). On the Role of Iodine in Plants: A Commentary on Benefits of This Element. *Frontiers in plant science*, 13, 836835. DOI: 10.3389/fpls.2022.836835.
- Reed, R. H., Warr, S. R. C., Richardson, D. L., Moore, D. J., & Stewart, W. D. P. (1985). Bluegreen algae (cyanobacteria): prospects and perspectives. *Plant Soil*, 89, 97–106. DOI: 10.1007/BF02182236.
- Reis, E. G. D., Pereira, S. A., Miranda, L. H. M., Oliveira, R. V. C., Quintana, M. S. B., Viana, P. G., Figueiredo, A. B. F., Honorato, C. C. D. S., Pereira-Oliveira, G. R., Silva, J. N., Schubach, T. M. P., & Gremião, I. D. F. (2024). A Randomized Clinical Trial Comparing Itraconazole and a Combination Therapy with Itraconazole and Potassium Iodide for the Treatment of Feline Sporotrichosis. *Journal of fungi* (Basel, Switzerland), 10(2), 101. DOI: 10.3390/jof10020101.
- Spallek, L., Krille, L., Reiners, C., Schneider, R., Yamashita, S., & Zeeb, H. (2012). Adverse effects of iodine thyroid blocking: a systematic review. *Radiation protection dosimetry*, 150(3), 267–277. DOI: 10.1093/rpd/ncr400.
- Vinogradova, O. M., & Wasser, S. P. (2000). Biodiversity of Cyanoprocaryotes, algae and fungi of Israel. In: E.D. Nevo, S.P. Wasser. Konigstein: Koeltz Sci. Books.
- Vovkohon, A. H., Merzlov, S. V. (2014). Efektyvnist zastosuvannia zbahachenoj Yodom biomasy vermykultury u skladi kombikormiv dlia kurchatbroileriv. *Naukovo-vyrobnychi zhurnal "Suchasne ptakhivnytstvo"*, 7(140), 8–10. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sps\\_2014\\_7\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sps_2014_7_4) (in Ukrainian).
- Vovkohon, A. H., & Merzlov, S. V. (2013). Zberezhennia Yodu adsorbovanoho na riznykh nosiakh vprodovzh misiachnoho terminu zberihannia. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva*. *Zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 10(105), 83–85. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt\\_2013\\_10\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2013_10_26) (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10153  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.2.034.082

## Evaluation of the effect of Holstein bulls breeding value on cows' milk productivity of Ukrainian Black-and-White dairy breed

V. V. Mykytiuk✉, P. V. Bodnar, A. O. Boiko, L. I. Muzyka, V. Ye. Bodnaruk, A. Y. Zhmur

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 29.10.2024  
Received in revised form  
02.12.2024  
Accepted 03.12.2024

**Mykytiuk, V. V., Bodnar, P. V., Boiko, A. O., Muzyka, L. I., Bodnaruk, V. Ye., & Zhmur, A. Y. (2024). Evaluation of the effect of Holstein bulls breeding value on cows' milk productivity of Ukrainian Black-and-White dairy breed. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 26(101), 357–367. doi: 10.32718/nvlvet-a10153**

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-098-781-58-94  
E-mail: [vitaliimykytiuk@ukr.net](mailto:vitaliimykytiuk@ukr.net)

An analysis of the effect of the breeding value (BV) of breeding bulls on the milk productivity indicators of daughter cows for the first, second, third and higher lactations was conducted in the conditions of the breeding reproducer AF “Zoria” of the Lutsk district of the Volyn region. The data was the material for the investigation on zootechnical and breeding registration of cows, borrowed from the electronic information base DFMS “Intesel Orsek” as of August 2024. The BV of sires was determined by the breeding index (BI), taken from the catalog of bulls recommended for reproduction of the breeding stock in 2024. Based on the BI of the father (sire) from the general totality ( $n = 270$ ), experimental groups of half-sibling cows were formed: the first (I) group – off spring of bulls with a low BI (from +485 to +792), the second (II) group – with an average BI (from +912 to +1224) and the third (III) group – with a high BI (from +1490 to +2050). The probability of an intergroup difference was determined using the Student's t-test, and the effect of organized factors (“father” and “father's BV for BI”) was determined using a one-way analysis of variance. It was found that the highest level of milk productivity by quantitative characteristics (yield, amount of milk fat and milk protein) for the first, second and higher lactations was observed in the offspring of bull-sires of group III. However, for the third lactation this trend was not confirmed due to the premature loss of highly productive cows after the first and second lactations, i.e. cows with less high genetic potential remained in group III. Qualitative indicators (fat and protein content in milk) had a statistically significant relationship with the BV of bull-sires only in some cases. Analysis of the coefficients of variability revealed a clear trend of increasing signs of milk productivity of animals (except for the third lactation) with a simultaneous decrease in their variability. It is not possible to claim a close relationship between the milk productivity of daughters and the father's BI based on this search, since the intergroup difference (the advantage in productivity of the offspring of high-ranking sires over the daughters of bulls with lower BI) was not always statistically significant. Thus, according to quantitative characteristics, the difference was significant ( $P \leq 0.05–0.001$ ) only between groups I & III – for the first lactation, as well as between groups I & III and II & III – both for the second and higher lactations. The most significant effect of the factor “father's BV for BI” on the milk productivity of daughters was set up in the second lactation (4.81–10.04 %;  $P \leq 0.05–0.001$  for various characteristics). In the third lactation, the effect of the investigated factor was not statistically confirmed. The maximum values of the effect of the factor “father (total effect)” on the milk productivity of daughter cows were also recorded for the second lactation (8.21–20.20 %;  $P \leq 0.05–0.001$ ), the minimum values were recorded for the first (6.64–10.81 %;  $P \leq 0.05–0.001$ ). Heritability coefficients ( $h^2$ ) signs of milk productivity, depending on lactation and indicator, varied from 0.037 to 0.760, and their values significantly depended on the indicators of the degree of effect of the investigated factors. It is also important to consider the effect of other genetic and exogenous factors, as well as the specifics of BV evaluation, which could hypothetically affect the results of the search and requires further learning.

**Key words:** Ukrainian Black-and-White dairy cows, Holstein bulls, breeding value, milk productivity, breeding index, effect of sires, half-siblings cows, milk yield, milk fat, milk protein.



# Оцінка впливу племінної цінності голштинських бугаїв-плідників на молочну продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи

В. В. Микитюк<sup>✉</sup>, П. В. Боднар, А. О. Бойко, Л. І. Музика, В. Є. Боднарук, А. Й. Жмур

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Проведено аналіз впливу племінної цінності (ПЦ) бугаїв-плідників на показники молочної продуктивності корів-дочок за першу, другу, третю та вищу лактації в умовах племінного репродуктора СФГ "Зоря" Луцького району Волинської області. Матеріалом дослідження були дані зоотехнічного й племінного обліку корів, запозичені із електронної інформаційної бази СУМС "Інтесел Орск" станом на серпень 2024 року. ПЦ плідників визначали за селекційним індексом (СІ), взяті з каталогу бугаїв рекомендованих для відтворення маточного поголів'я у 2024 році. На основі СІ батька (плідника) із генеральної сукупності ( $n = 270$ ) було сформовано піддослідні групи корів-напівсестер: перша (I) група – нащадки бугаїв із низьким СІ (від +485 до +792), друга (II) група – із середнім СІ (від +912 до +1224) та третя (III) група – з високим СІ (від +1490 до +2050). Вірогідність міжгрупової різниці визначали методом  $t$ -критерію Стьюдента, а вплив організованих чинників ("батько" та "ПЦ батька за СІ") – однофакторним дисперсійним аналізом. Встановлено, що найвищий рівень молочної продуктивності за кількісними ознаками (надій, кількість молочного жиру та молочного білка) за першу, другу та вищу лактації спостерігався у нащадків бугаїв-плідників III групи. Проте, за третю лактацію ця тенденція не підтвердилася через передчасне вибуття високопродуктивних корів після першої та другої лактації, тобто у III групі залишилися корови з менш високим генетичним потенціалом. Якісні показники (вміст жиру та білка в молоці) мали статистично значущий зв'язок із ПЦ бугаїв-плідників лише в окремих випадках. Аналізом коефіцієнтів мінливості виявлено чітку тенденцію підвищення ознак молочної продуктивності тварин (за окрім третьої лактації) із одночасним зниженням їх мінливості. Стверджувати про тісний зв'язок між молочною продуктивністю дочок та ПЦ батька на підставі цього дослідження не можна, оскільки міжгрупові різниці (перевага в продуктивності нащадків високорангових плідників над дочками батьків з нижчим СІ) не завжди була статистично значущою. Так, за кількісними ознаками різниця була вірогідною ( $P \leq 0,05-0,001$ ) лише між I і III групою – за першу лактацію, а також між I і III й II і III групами – як за другу, так і у вищу лактації. Найістотніший вплив фактора "ПЦ батька за СІ" на молочну продуктивність дочок встановлено за другу лактацію (4,81–10,04 %;  $P \leq 0,05-0,001$  за різними ознаками). За третю лактацію вплив досліджуваного чинника був статистично не підтверджений. Максимальні значення сили впливу фактора «батько (загальний вплив)» на молочну продуктивність корів-дочок також зафіксовано за другу лактацію (8,21–20,20 %;  $P \leq 0,05-0,001$ ), мінімальні – за першу (6,64–10,81 %;  $P \leq 0,05-0,001$ ). Коефіцієнти успадкованості ( $h^2$ ) ознак молочної продуктивності, залежно від лактації та показника, варіювали від 0,037 до 0,760, а їх значення істотно залежали від показників сили впливу досліджуваних факторів. При цьому важливо також враховувати вплив інших генетичних та екзогенних факторів, а також особливостей оцінки ПЦ, що гіпотетично могло вплинути на результати дослідження та потребує подальшого вивчення.

**Ключові слова:** українська чорно-ряба молочна порода, бугаї-плідники, племінна цінність, молочна продуктивність, селекційний індекс, вплив плідників, корови-дочки, надій молока, молочний жир, молочний білок.

## Вступ

Конкурентоспроможність та рентабельність молочного скотарства в Україні за умов формування ринкових відносин ґрунтується на підвищенні генетичного потенціалу продуктивності тварин засобами селекції та оптимізацією умов вирощування, годівлі й утримання задля досягнення максимальної його реалізації (Koval, 2017; Foksha & Konstandoglo, 2019; Fedorovych et al., 2021; Bodnaruk et al., 2022).

Українська чорно-ряба молочна (УЧРМ) – це провідна порода великої рогатої худоби вітчизняної селекції, яка є найбільш поширеною в західному регіоні України (Muzyka et al., 2022; Mykytiuk et al., 2023a). Сучасне поголів'я УЧРМ породи формувалося з використанням голштинських бугаїв-плідників, чий внесок у створення та вдосконалення породи відображено у її генеалогічній структурі, оскільки переважна частина ліній має голштинське походження. Тому оцінка тварин різних ліній та нащадків бугаїв-плідників за ключовими господарськи корисними ознаками є одним із актуальних питань підвищення ступеня реалізації генетичного потенціалу тварин в конкретних умовах розведення та формування високопродуктивних і рентабельних стад молочної худоби (Shulyar, 2018; Skliarenko, 2018; Mazur et al., 2020; Fedorovych et al., 2021a; Ivanov et al., 2021; Bashchenko et al., 2021; 2023).

У контексті селекційного вдосконалення молочної худоби чи не найголовніше місце належить інтенсивному використанню бугаїв-плідників з високою племінною цінністю (ПЦ), зважаючи на доведений багатьма дослідниками істотний вплив ПЦ батьків на молочну продуктивність корів-дочок (Vechorka et al., 2018; Fyl et al., 2019; Polupan & Bezrutenko, 2022; Ruban & Danshyn, 2022; Mykytiuk et al., 2023).

Таким чином, добір, оцінка та інтенсивне використання високоцінних плідників-поліпшувачів на маточному поголів'ї є одним з найбільш ефективних методів підвищення молочної продуктивності великої рогатої худоби (McDaniel & Corley, 1967; Gladys et al., 2020; Polupan et al., 2021; 2022a; Ponko & Dymchuk, 2024).

Відомо, що понад 90 % ефекту селекції забезпечується використанням цінних бугаїв-поліпшувачів. Однак, плідники (навіть з однаковим рівнем ПЦ) відрізняються за стійкістю передачі спадкової інформації своїм потомкам, тобто препотентністю. Не всі бугаї однаково передають дочкам свої генетичні задатки господарськи корисних ознак у повному та взаємному їх поєднанні, а тим паче, в бажаному (Pidpala & Bondar, 2017; Kuziv et al., 2022; Fedorovych et al., 2023; 2024).

Неузгодженість між результатами оцінки ПЦ плідників та показниками фактичної продуктивності їхніх нащадків, тобто зниження рівня повторюваності, що проявляється у формі як позитивних, так і негативних відхилень, дуже часто є наслідком дії різномані-

тних екзогенних факторів на фенотип потомства, що необхідно враховувати. Адже значимість впливу середовищних чинників на ступінь реалізації генетичного потенціалу тварин неодноразово підтверджена й обґрунтована у працях вітчизняних та іноземних науковців (Fedorovych et al., 2019; Salohub, 2019; Voitenko et al., 2019; Bashchenko et al., 2020; Piddubna et al., 2021; Polupan et al., 2022; Frigeri et al., 2023).

У сучасній українській та світовій практиці задля числового вираження ПЦ тварин широко використовують селекційні індекси (СІ). Порівняно з традиційними методами добору за незалежними рівнями продуктивності, СІ вирізняються низкою переваг, забезпечуючи інтегральну оцінку тварин за комплексом селекційних ознак. Однак, важливо розуміти, що плідники з близькими значеннями СІ можуть по-різному впливати на молочну продуктивність корів-нащадків: одні можуть покращувати надій, тоді як інші – вміст або кількість жиру чи білка в молоці (Hazel, 1943; Schierenbeck et al., 2011; Kargo et al., 2014; Pfeiffer et al., 2015; Nordbø et al., 2019; Voitenko & Sydorenko, 2020; Buitenhuis et al., 2023).

З огляду на зазначене, необхідно здійснювати періодичний моніторинг впливу бугаїв-плідників різних рангів за СІ на молочну продуктивність корів-дочок, що сприятиме подальшій оптимізації селекції молочного стада і, як наслідок, прискоренню селекційного прогресу та підвищенню економічної ефективності виробництва.

### Мета дослідження

Мета дослідження – проаналізувати вплив племінної цінності бугаїв-плідників, представленої селекційним індексом, на комплекс ознак молочної продуктивності корів-дочок, щоб виявити тенденції, які можуть слугувати критеріями підбору, для оптимізації селекційно-племінної роботи та відтворення молочного стада в господарстві.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на високопродуктивному стаді племінного репродуктора – СФГ “Зоря”, що знаходиться в селі Мирків Луцького району Волинської області.

**Об’єкт дослідження** – молочна продуктивність корів УЧРМ породи, отриманих від голштинських бугаїв-плідників з різною ПЦ. У досліджуваних корів вивчали показники молочної продуктивності за 305 (не менше 240) днів першої, другої, третьої та вищої лактацій, такі як: надій молока (кг), вміст жиру й білка в молоці (%), а також кількість молочного жиру та молочного білка (кг).

**Матеріал дослідження** – дані зоотехнічного й племінного обліку корів, взяті із електронної інформаційної бази – СУМС “Інтесел Орсек” станом на серпень 2024 року.

**Умови утримання дослідного стада.** Піддослідне поголів’я утримували в приміщеннях безприв’язно-боксовим способом, з однаковим мікрокліматом та умовами догляду. Годівлю корів проводили за раціонами, які повністю забезпечували їх усіма необхідними елементами живлення. Доїння корів проводилось у доїльному залі – “Cascade” паралельного типу, відомого виробника –

“DeLaval” на 72 місця, виробничою потужністю 300 голів/годину із системою комп’ютерної ідентифікації тварин. В СФГ “Зоря” для осіменіння корів використовують чистопородних, елітних голштинських плідників, в основному американської та канадської селекції, частка спадковості яких у генотипі УЧРМ породи становила від 90 до 99 %.

**Групування тварин.** Формування піддослідних груп корів-напівсисбів здійснювали за ПЦ їхніх батьків (плідників). Рівень ПЦ бугаїв-плідників визначали за їх СІ, дані якого брали з каталогу бугаїв молочних і молочном’ясних порід рекомендованих для відтворення (Pryima et al., 2024). На основі СІ батька було сформовано три експериментальні групи корів: перша (I) – нащадки бугаїв з низьким СІ (від +485 до +792), друга (II) – з середнім СІ (від +912 до +1224) та третя (III) – з високим СІ (від +1490 до +2050). Кожну дослідну групу було сформовано із корів-дочок щонайменше трьох плідників (табл. 1).

**Методи дослідження.** Ретроспективний аналіз даних молочної продуктивності корів базувався на порівнянні групових середніх значень методом t-критерію Стьюдента для незалежних вибірок. Вплив організованих факторів на господарські корисні ознаки корів визначали однофакторним дисперсійним аналізом (One-Way ANOVA). Вивчали вплив наступних чинників:

- бугай-плідник (загальний вплив батька);
- племінна цінність батька (вплив ПЦ за СІ).

Силу впливу організованих факторів визначали за В. Л. Хейсом (Hays, 1963), а також через співвідношення факторіальної дисперсії (суми квадратів відхилень) до загальної. Коефіцієнти успадкованості ( $h^2$ ) досліджуваних ознак обчислювали за методикою Д. С. Фалконера (Falconer, 1989).

**Статистична обробка даних.** Згідно з теоретичними засадами статистичного аналізу, необхідною умовою для коректного застосування методів параметричної статистики та забезпечення валідності отриманих висновків є перевірка розподілу експериментальних даних на нормальність (Johnson et al., 2007; Izumi, 2013; Spanos, 2023). Для оцінки нормальності експериментальних даних застосовували комплексний підхід, що включав аналіз коефіцієнтів асиметрії ( $As$ ) та ексцесу ( $Ex$ ) у поєднанні з критеріями Колмогорова-Смірнова та Шапіро-Вілکا.

Загалом, гіпотеза про нормальність розподілу генеральної сукупності та вибірок за більшістю досліджуваних ознак не була відхилена, що дозволило нам застосувати параметричні методи статистики. Однак, для порівняння групових середніх ознак, розподіли яких відрізнялися від нормального ( $P \leq 0,05$ ), використовували *U-критерій Манна-Уїтні* (непараметричний метод).

Статистичну обробку досліджуваних даних та всі інші математичні розрахунки здійснювали у середовищі комп’ютерної програми “STATISTICA 14” за загально прийнятою методикою (Petrovska et al., 2022). Вплив організованих факторів та різницю між досліджуваними групами вважали вірогідними при таких порогах статистичної значущості:  $P \leq 0,05$  (\*),  $P \leq 0,01$  (\*\*) та  $P \leq 0,001$  (\*\*\*). Результати статистичної обробки представлено у вигляді таблиць.

**Таблиця 1**  
Характеристика піддослідних бугаїв-плідників голштинської породи за племінною цінністю

| Ідентифікаційний номер та<br>кличка бугая-плідника       | Лінія     | Метод<br>оцінки | Рік<br>оцінки | Число<br>дочок | Число<br>стад | Повторю-<br>ваність, % | ПЦ за селекційними ознаками |        |         |          |           | СІ    |
|----------------------------------------------------------|-----------|-----------------|---------------|----------------|---------------|------------------------|-----------------------------|--------|---------|----------|-----------|-------|
|                                                          |           |                 |               |                |               |                        | надій, кг                   | жир, % | жир, кг | білок, % | білок, кг |       |
| І група бугаїв-плідників за ПЦ (СІ від +485 до +792)     |           |                 |               |                |               |                        |                             |        |         |          |           |       |
| US 141923945 П.С.Башфул Ет                               | Чіфа      | EBV             | 2023          | 393            | 221           | 94                     | +443                        | +0,05  | +23     | +0,09    | +25       | +485  |
| US 72246370 В.Мунракер                                   | Елевейшна | MACE            | 2023          | 8208           | 1250          | 99                     | +445                        | +0,20  | +44     | +0,02    | +16       | +679  |
| CA 12111877 В.М.Магік Ет                                 | Елевейшна | PTA             | 2023          | 286            | 133           | 92                     | +862                        | -0,02  | +31     | +0,04    | +31       | +792  |
| II група бугаїв-плідників за ПЦ (СІ від +912 до +1224)   |           |                 |               |                |               |                        |                             |        |         |          |           |       |
| US 3128769117 С.Бентлі Ет                                | Чіфа      | EBV             | 2023          | 1058           | 673           | 86                     | +599                        | +0,03  | +25     | +0,07    | +28       | +912  |
| CA 109520535 В.Д.Гілрой Ет                               | Елевейшна | MACE            | 2023          | 156            | 62            | 88                     | +904                        | +0,08  | +45     | +0,12    | +43       | +1066 |
| US 3138701597 С.Валтер Ет                                | Елевейшна | PTA             | 2023          | 233            | 65            | 97                     | +744                        | +0,14  | +47     | +0,10    | +37       | +1224 |
| III група бугаїв-плідників за ПЦ (СІ від +1490 до +2050) |           |                 |               |                |               |                        |                             |        |         |          |           |       |
| US 3141494481 Д.Ментор Ет                                | Чіфа      | MACE            | 2023          | 462            | 138           | 94                     | +1699                       | -0,10  | +52     | +0,04    | +58       | +1490 |
| CA 13353618 П.Мультиплекс Ет                             | Чіфа      | EBV             | 2023          | 64             | 11            | 90                     | +1360                       | +0,40  | +99     | +0,27    | +78       | +1711 |
| CA 12857537 С.Циркус Ет                                  | Елевейшна | EBV             | 2023          | 609            | 344           | 98                     | +1359                       | +0,58  | +125    | +0,20    | +72       | +2050 |

Примітка: CA – Канада; US – Сполучені Штати Америки; Ет – ембріотрансплантант; MACE – міжнародна оцінка племінної цінності (Interbull); EBV – оцінка племінної цінності (Канада); PTA – передбачена передавальна здатність (США); Повторюваність – рівень вірогідності даних про оцінку бугая-плідника (чим вона вища, тим точнішою є оцінка)

**Результати та їх обговорення**

Аналіз молочної продуктивності піддослідних корів показав, що за першу лактацію в середньому по I групі надій молока, кількість молочного жиру та молочного білка були найнижчими і становили відповідно 8209,2; 313,2 та 267,7 кг (табл. 2). Дочки бугаїв II групи переважали корів I групи за надоем на 420,8 кг, за кількістю молочного жиру – на 12,3 кг та за кількістю молочного білка – на 12,7 кг. Корови-

первістки, що походили від бугаїв-плідників III групи за надоем, кількістю молочного жиру та молочного білка вірогідно переважали дочок бугаїв I групи на 491,7; 19,0 та 16,3 кг при  $P \leq 0,05$  у всіх випадках.

За першу лактацію за вмістом жиру і білка в молоці в середньому по групах порівняно нижчі були показники у корів-дочок II групи (3,77 і 3,25 %), які поступалися тваринам I групи відповідно на 0,04 і 0,01 % та III групи – на 0,05 ( $P \leq 0,001$ ) і 0,01 %.

**Таблиця 2**  
Молочна продуктивність дочок бугаїв-плідників з різною племінною цінністю за першу лактацію

| Ідентифікаційний номер та<br>кличка бугая-плідника       | n   | Показники молочної продуктивності корів-дочок |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
|----------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------|-------|---------------|-------|------------------|-------|----------------|-------|--------------------|-------|
|                                                          |     | надій молока, кг                              |       | вміст жиру, % |       | молочний жир, кг |       | вміст білка, % |       | молочний білок, кг |       |
|                                                          |     | M ± SE, кг                                    | Cv, % | M ± SE, %     | Cv, % | M ± SE, кг       | Cv, % | M ± SE, %      | Cv, % | M ± SE, кг         | Cv, % |
| I група бугаїв-плідників за ПЦ (СІ від +485 до +792)     |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 141923945 П.С.Башфул Ет                               | 30  | 8296,7 ± 326,57                               | 21,6  | 3,82 ± 0,010  | 1,4   | 316,6 ± 12,43    | 21,5  | 3,26 ± 0,006   | 1,1   | 270,7 ± 10,59      | 21,4  |
| US 72246370 В.Мунракер                                   | 30  | 7928,8 ± 329,40                               | 22,8  | 3,80 ± 0,014  | 2,0   | 301,3 ± 12,45    | 22,6  | 3,26 ± 0,005   | 0,9   | 258,5 ± 10,69      | 22,7  |
| CA 12111877 В.М.Магік Ет                                 | 30  | 8211,7 ± 250,54                               | 17,0  | 3,81 ± 0,010  | 1,4   | 312,7 ± 9,61     | 17,1  | 3,26 ± 0,007   | 1,2   | 267,6 ± 8,18       | 17,0  |
| В середньому по групі                                    | 90  | 8209,2 ± 161,36                               | 18,6  | 3,81 ± 0,006  | 1,6   | 313,2 ± 6,19     | 18,8  | 3,26 ± 0,004   | 1,0   | 267,7 ± 5,24       | 18,6  |
| II група бугаїв-плідників за ПЦ (СІ від +912 до +1224)   |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 3128769117 С.Бентлі Ет                                | 30  | 8372,3 ± 279,92                               | 18,3  | 3,79 ± 0,010  | 1,4   | 317,0 ± 10,45    | 18,1  | 3,25 ± 0,007   | 1,1   | 272,2 ± 9,08       | 18,3  |
| CA 109520535 В.Д.Гілрой Ет                               | 30  | 8252,8 ± 258,03                               | 17,1  | 3,77 ± 0,011  | 1,5   | 310,8 ± 9,55     | 16,8  | 3,25 ± 0,006   | 1,0   | 268,3 ± 8,33       | 17,0  |
| US 3138701597 С.Валтер Ет                                | 30  | 9265,1 ± 303,55                               | 17,9  | 3,76 ± 0,011  | 1,7   | 348,8 ± 11,42    | 17,9  | 3,25 ± 0,008   | 1,3   | 300,7 ± 9,79       | 17,8  |
| В середньому по групі                                    | 90  | 8630,0 ± 167,46                               | 18,4  | 3,77 ± 0,006  | 1,5   | 325,5 ± 6,25     | 18,2  | 3,25 ± 0,004   | 1,2   | 280,4 ± 5,41       | 18,3  |
| III група бугаїв-плідників за ПЦ (СІ від +1490 до +2050) |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 3141494481 Д.Ментор Ет                                | 30  | 8179,3 ± 303,26                               | 20,3  | 3,82 ± 0,012  | 1,7   | 312,3 ± 11,59    | 20,3  | 3,26 ± 0,008   | 1,3   | 267,2 ± 10,07      | 20,6  |
| CA 13353618 П.Мультиплекс Ет                             | 30  | 8845,4 ± 242,67                               | 15,0  | 3,83 ± 0,011  | 1,6   | 338,4 ± 8,97     | 14,5  | 3,27 ± 0,005   | 0,9   | 289,4 ± 7,97       | 15,1  |
| CA 12857537 С.Циркус Ет                                  | 30  | 9078,1 ± 241,37                               | 14,6  | 3,81 ± 0,014  | 2,0   | 346,1 ± 9,45     | 15,0  | 3,26 ± 0,006   | 1,1   | 295,6 ± 7,96       | 14,7  |
| В середньому по групі                                    | 90  | 8700,9 ± 156,02                               | 17,0  | 3,82 ± 0,007  | 1,7   | 332,2 ± 5,95     | 17,0  | 3,26 ± 0,004   | 1,1   | 284,0 ± 5,14       | 17,2  |
| В середньому по вибірці                                  | 270 | 8513,4 ± 93,93                                | 18,1  | 3,80 ± 0,004  | 1,7   | 323,7 ± 3,56     | 18,1  | 3,26 ± 0,002   | 1,1   | 277,4 ± 3,06       | 18,1  |

Примітка: n – число випробувань (кількість тварин); M – середнє арифметичне значення; SE – стандартна помилка (похибка репрезентативності); Cv – коефіцієнт мінливості (варіації);

В межах кожної дослідної групи між дочками різних бугаїв за першу лактацію спостерігалася різниця за показниками молочної продуктивності, проте вірогідними вони були лише у II групі між дочками бугаїв *US 3128769117 С.Бентлі Ет* і *US 3138701597 С.Валтер Ет* за надоем – 892,8 кг, вмістом жиру в молоці – 0,03 %, кількістю молочного жиру – 31,8 кг та кількістю молочного білка – 28,5 кг при  $P \leq 0,05$  у всіх випадках. В цій групі достовірно ( $P \leq 0,05$ ) вищий надій, кількість молочного жиру та молочного білка були між первістками *CA 109520535 В.Д.Гілрой Ет* і *US 3138701597 С.Валтер Ет*, що складала відповідно 1012,3; 38,0 та 32,4 кг. У тварин III групи вірогідна різниця за показниками молочної продуктивності спостерігалася між дочками *US 3141494481 Д.Ментор Ет* і *CA 12857537 С.Циркус Ет*, яка за надоем становила 898,8 кг, кількістю молочно жиру і молочного білку – 33,8 і 28,4 кг відповідно за  $P \leq 0,05$  у всіх випадках.

Окрім порівняння групових середніх, було досліджено мінливість показників молочної продуктивності корів за першу лактацію. Так, в середньому по групах піддослідних корів найменшою мінливістю за надоем, кількістю молочно жиру і молочного білку відзначалися корови-первістки, що відносилися до III групи ( $C_v = 17,0\text{--}17,2\%$ ), за вмістом жиру в молоці – до II групи ( $C_v = 1,5\%$ ) та за вмістом білка в молоці – до I групи ( $C_v = 1,0\%$ ).

В середньому по вибірці коефіцієнти мінливості були наступними: за надоем, кількістю молочного жиру і молочного білка – 18,1 %, вмістом жиру в молоці – 1,7 % та вмістом білка в молоці – 1,1 %.

Найнижчі коефіцієнти мінливості за надоем, кількістю молочного жиру і молочного білка спостерігалися у дочок бугаїв *CA 13353618 П.Мультіплекс Ет* і *CA 12857537 С.Циркус Ет*, які становили відповідно в межах 14,5–15,1 і 14,6–15,0 %.

Щодо якісних показників молочної продуктивності за 1 лактацію у дочок бугаїв з різною ПЦ, то їх коефіцієнти мінливості за вмістом жиру в молоці коливалися від 1,4 до 2,0 %, а за вмістом білка в молоці – від 0,9 до 1,2 %. Така мінливість названих показників молочної продуктивності свідчить про високий рівень консолідованості цих селекційних ознак.

За другу лактацію показники молочної продуктивності в середньому по групах були найвищі, як і за першу лактацію, у корів-дочок III групи (табл. 3). Так, перевага дочок цієї групи над тваринами I та II груп за надоем становила 736,2 ( $P \leq 0,01$ ) і 1200,9 кг ( $P \leq 0,001$ ), вмістом жиру в молоці – 0,02 і 0,04 % ( $P \leq 0,01$ ), вмістом білка в молоці – 0,00 і 0,02 % ( $P \leq 0,01$ ), кількістю молочного жиру – 25,5 ( $P \leq 0,01$ ) і 42,4 кг ( $P \leq 0,001$ ) та кількістю молочного білка – 23,6 ( $P \leq 0,01$ ) і 40,4 кг ( $P \leq 0,001$ ).

Таблиця 3

Молочна продуктивність дочок бугаїв-плідників з різною племінною цінністю за другу лактацію

| Ідентифікаційний номер та<br>кличка бугая-плідника       | n   | Показники молочної продуктивності корів-дочок |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
|----------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------|-------|---------------|-------|------------------|-------|----------------|-------|--------------------|-------|
|                                                          |     | надій молока, кг                              |       | вміст жиру, % |       | молочний жир, кг |       | вміст білка, % |       | молочний білок, кг |       |
|                                                          |     | M ± SE, кг                                    | Cv, % | M ± SE, %     | Cv, % | M ± SE, кг       | Cv, % | M ± SE, %      | Cv, % | M ± SE, кг         | Cv, % |
| I група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +485 до +792)     |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 141923945 П.С.Башфул Ет                               | 27  | 9168,9 ± 306,06                               | 17,3  | 3,80 ± 0,015  | 2,0   | 348,4 ± 11,57    | 17,2  | 3,25 ± 0,008   | 1,2   | 298,1 ± 9,95       | 17,3  |
| US 72246370 В.Мунракер                                   | 19  | 8645,0 ± 454,71                               | 22,9  | 3,82 ± 0,014  | 1,6   | 330,1 ± 17,46    | 23,1  | 3,24 ± 0,009   | 1,2   | 280,4 ± 14,71      | 22,9  |
| CA 12111877 В.М.Магік Ет                                 | 25  | 8915,6 ± 299,51                               | 16,8  | 3,83 ± 0,015  | 1,9   | 341,2 ± 11,32    | 16,6  | 3,26 ± 0,009   | 1,4   | 291,0 ± 9,72       | 16,7  |
| В середньому по групі                                    | 70  | 8914,3 ± 198,46                               | 18,6  | 3,81 ± 0,009  | 1,9   | 339,9 ± 7,52     | 18,5  | 3,25 ± 0,005   | 1,3   | 290,1 ± 6,45       | 18,6  |
| II група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +912 до +1224)   |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 3128769117 С.Бентлі Ет                                | 30  | 9121,1 ± 309,07                               | 18,6  | 3,76 ± 0,012  | 1,7   | 343,2 ± 11,50    | 18,4  | 3,24 ± 0,009   | 1,4   | 295,5 ± 10,10      | 18,7  |
| CA 109520535 В.Д.Гілрой Ет                               | 26  | 7673,4 ± 274,89                               | 18,3  | 3,87 ± 0,015  | 2,0   | 296,9 ± 10,79    | 18,5  | 3,24 ± 0,009   | 1,4   | 248,4 ± 9,00       | 18,5  |
| US 3138701597 С.Валтер Ет                                | 28  | 8450,9 ± 237,82                               | 14,9  | 3,86 ± 0,012  | 1,6   | 325,7 ± 9,01     | 14,6  | 3,23 ± 0,007   | 1,1   | 272,8 ± 7,58       | 14,7  |
| В середньому по групі                                    | 84  | 8449,6 ± 171,13                               | 18,6  | 3,83 ± 0,009  | 2,1   | 323,0 ± 6,36     | 18,0  | 3,23 ± 0,005   | 1,3   | 273,3 ± 5,56       | 18,7  |
| III група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +1490 до +2050) |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 3141494481 Д.Ментор Ет                                | 22  | 9526,6 ± 372,05                               | 18,3  | 3,80 ± 0,012  | 1,5   | 361,9 ± 13,98    | 18,1  | 3,26 ± 0,008   | 1,1   | 311,0 ± 12,15      | 18,3  |
| CA 13353618 П.Мультиплекс Ет                             | 29  | 9581,4 ± 250,99                               | 14,1  | 3,65 ± 0,127  | 1,5   | 350,2 ± 15,34    | 13,8  | 3,13 ± 0,108   | 1,4   | 300,1 ± 13,03      | 13,6  |
| CA 12857537 С.Циркус Ет                                  | 26  | 9832,2 ± 284,43                               | 14,8  | 3,79 ± 0,013  | 1,8   | 372,0 ± 10,46    | 14,3  | 3,26 ± 0,009   | 1,4   | 319,7 ± 8,75       | 14,0  |
| В середньому по групі                                    | 77  | 9650,5 ± 169,95                               | 15,5  | 3,79 ± 0,008  | 1,8   | 365,4 ± 6,42     | 15,4  | 3,25 ± 0,005   | 1,3   | 313,7 ± 5,45       | 15,3  |
| В середньому по вибірці                                  | 231 | 8990,7 ± 108,19                               | 18,3  | 3,81 ± 0,005  | 2,0   | 342,3 ± 4,05     | 18,0  | 3,25 ± 0,003   | 1,3   | 291,9 ± 3,51       | 18,3  |



Різниця за показниками молочної продуктивності за другу лактацію була у кожній дослідній групі між коровами-дочками оцінюваних бугаїв з різною ПЦ. Так, вірогідна перевага спостерігалася у тварин II групи, що були дочками бугая *US 3128769117 С.Бентлі Ет*, різниця яких між дочками бугая *CA 109520535 В.Д.Гілрой Ет* за надоем склала 1447,7 кг ( $P \leq 0,001$ ), кількістю молочного жиру – 46,3 кг ( $P \leq 0,01$ ) та кількістю молочного білка – 47,1 кг ( $P \leq 0,001$ ). За вмістом жиру в молоці спостерігалася зворотна тенденція: дочки бугая *CA 109520535 В.Д.Гілрой Ет* переважали ровесниць бугая *US 3128769117 С.Бентлі Ет* на 0,10 % ( $P \leq 0,001$ ). Вірогідна різниця за надоем, кількістю молочного жиру і кількістю молочного білка також відмічалася і між дочками бугаїв *US 3128769117 С.Бентлі Ет* та *US 3138701597 С.Валтер Ет*, яка склала відповідно 777,5; 28,8 і 24,4 кг при  $P \leq 0,05$  у всіх випадках.

Мінливість показників молочної продуктивності за другу лактацію у корів-дочок бугаїв-плідників з різною ПЦ було встановлено, що в середньому по групах найбільша мінливість за надоем, кількістю молочного жиру і молочного білку спостерігалася у тварин, які відносилися до I і II групи. Коефіцієнти мінливості у названих групах становили за 18,6 і 18,6 %, кількістю молочного жиру – 18,5 і 18,0 та кількістю молочного білка – 18,6 і 18,7 %. За вмістом жиру в молоці коефіцієнти мінливості, залежно від групи, знаходи-

лися в межах 1,8–2,1 %, а за вмістом білка в молоці – в межах 1,3 %.

У середньому за вибіркою коефіцієнти мінливості були наступними: за надоем та кількістю молочного білка – 18,3 %, вмістом жиру в молоці – 2,0 %, вмістом білка в молоці – 1,3 % та кількістю молочного жиру – 18,0 %.

Найвищі коефіцієнти мінливості за надоем, кількістю молочного жиру і молочного білка були у дочок бугая *US 72246370 В.Мунракер*, що склали відповідно в межах 22,9; 23,1 і 22,9 %.

Молочна продуктивність за 3 лактацію у корів-дочок, які походили від бугаїв-плідників з різною ПЦ, порівняно з 1 і 2 лактаціями, суттєво відрізнялася щодо закономірностей розподілу оцінюваних селекційних ознак, що пояснюється передчасним вибуття високопродуктивних корів вже після першої і другої лактації, тобто залишалися корови з менш високим генетичним потенціалом (табл. 4). Так, найвищі надої (8449,6 кг) спостерігалися у корів II групи, а найнижчі – в особин III групи (7761,3 кг). Різниця між вказаними групами була вірогідною і становила 688,3 кг ( $P \leq 0,01$ ). Така ж різниця між тваринами II та III групи також була за кількістю молочного жиру і кількістю молочного білка, яка склала 24,2 та 23,0 кг при  $P \leq 0,01$  в обох випадках. За цими показниками різниця була між I та II і I та III групами, проте вони були не вірогідними.

Таблиця 4

Молочна продуктивність дочок бугаїв-плідників з різною племінною цінністю за третю лактацію

| Ідентифікаційний номер та<br>кличка бугая-плідника       | n   | Показники молочної продуктивності корів-дочок |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
|----------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------|-------|---------------|-------|------------------|-------|----------------|-------|--------------------|-------|
|                                                          |     | надій молока, кг                              |       | вміст жиру, % |       | молочний жир, кг |       | вміст білка, % |       | молочний білок, кг |       |
|                                                          |     | M ± SE, кг                                    | Cv, % | M ± SE, %     | Cv, % | M ± SE, кг       | Cv, % | M ± SE, %      | Cv, % | M ± SE, кг         | Cv, % |
| I група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +485 до +792)     |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 141923945 П.С.Башфул Ет                               | 6   | 7974,5 ± 323,56                               | 9,9   | 3,89 ± 0,025  | 1,6   | 310,3 ± 11,63    | 9,2   | 3,25 ± 0,016   | 1,2   | 259,0 ± 9,98       | 9,4   |
| US 72246370 В.Мунракер                                   | 8   | 8339,0 ± 469,63                               | 15,9  | 3,84 ± 0,033  | 2,4   | 320,0 ± 18,25    | 16,1  | 3,22 ± 0,019   | 1,6   | 268,3 ± 15,06      | 15,9  |
| CA 12111877 В.М.Магік Ет                                 | 7   | 8120,4 ± 342,07                               | 11,1  | 3,84 ± 0,031  | 2,1   | 311,4 ± 12,63    | 10,7  | 3,22 ± 0,017   | 1,4   | 261,1 ± 10,58      | 10,7  |
| В середньому по групі                                    | 21  | 8162,0 ± 222,97                               | 12,5  | 3,85 ± 0,018  | 2,1   | 314,4 ± 8,42     | 12,3  | 3,23 ± 0,010   | 1,4   | 263,2 ± 7,02       | 12,2  |
| II група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +912 до +1224)   |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 3128769117 С.Бентлі Ет                                | 30  | 7395,0 ± 274,69                               | 20,3  | 3,87 ± 0,010  | 1,5   | 286,1 ± 10,65    | 20,4  | 3,23 ± 0,007   | 1,1   | 239,0 ± 8,85       | 20,3  |
| CA 109520535 В.Д.Гілрой Ет                               | 13  | 8809,4 ± 260,98                               | 10,7  | 3,86 ± 0,014  | 1,3   | 339,8 ± 10,44    | 11,1  | 3,23 ± 0,009   | 1,0   | 284,2 ± 8,64       | 11,0  |
| US 3138701597 С.Валтер Ет                                | 12  | 8669,9 ± 512,52                               | 20,5  | 3,86 ± 0,019  | 1,7   | 334,8 ± 19,93    | 20,6  | 3,23 ± 0,011   | 1,2   | 280,2 ± 16,48      | 20,4  |
| В середньому по групі                                    | 55  | 8449,6 ± 171,13                               | 18,6  | 3,83 ± 0,009  | 2,1   | 323,0 ± 6,36     | 18,0  | 3,23 ± 0,005   | 1,3   | 273,3 ± 5,56       | 18,7  |
| III група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +1490 до +2050) |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 3141494481 Д.Ментор Ет                                | 11  | 8063,8 ± 295,75                               | 12,2  | 3,84 ± 0,018  | 1,5   | 309,8 ± 11,04    | 11,8  | 3,23 ± 0,013   | 1,3   | 260,5 ± 9,15       | 11,7  |
| CA 13353618 П.Мультиплекс Ет                             | 18  | 7607,5 ± 297,44                               | 16,6  | 3,86 ± 0,008  | 0,9   | 293,2 ± 11,36    | 16,4  | 3,22 ± 0,006   | 0,7   | 245,1 ± 9,47       | 16,4  |
| CA 12857537 С.Циркус Ет                                  | 5   | 7649,2 ± 158,33                               | 4,6   | 3,86 ± 0,027  | 1,6   | 294,8 ± 6,27     | 4,8   | 3,22 ± 0,018   | 1,2   | 246,6 ± 5,32       | 4,8   |
| В середньому по групі                                    | 34  | 7761,3 ± 185,70                               | 14,0  | 3,85 ± 0,008  | 1,2   | 298,8 ± 7,04     | 13,7  | 3,23 ± 0,006   | 1,0   | 250,3 ± 5,89       | 13,7  |
| В середньому по вибірці                                  | 110 | 7960,9 ± 128,41                               | 16,9  | 3,86 ± 0,006  | 1,5   | 307,1 ± 4,95     | 16,9  | 3,23 ± 0,003   | 1,1   | 256,9 ± 4,12       | 16,8  |

Коефіцієнти мінливості ознак молочної продуктивності за третю лактацію у дочок бугаїв-плідників з різною ПЦ показали, що їх значення залежали як від середніх показників по групах, так і від значення окремих бугаїв-плідників.

Менш мінливими за більшістю досліджуваних показників молочної продуктивності виявилися дочки, що відносилися до I та III групи, а найвищі – у ровесниць II групи. В середньому по досліджуваній вибірці тварин коефіцієнти мінливості за надоем, кількістю молочного жиру і кількістю молочного білка становили в межах 16,8–16,9 %, за вмістом жиру в молоці – 1,5 % та за вмістом білка в молоці – 1,1 %.

Результати наших досліджень показали, що молочна продуктивність корів за вищу лактацію залежала від ПЦ їх батьків (табл. 5). Так, у тварин III групи, що були дочками бугаїв-плідників з порівняно вищою ПЦ, надій молока, кількість молочного жиру і молочного білка були найвищими і в середньому по групі становили відповідно 9760,0; 371,4 і 317,7 кг. Необхідно відмітити, що у III групі високі показники молочної продуктивності спостерігалися у дочок бугаїв СА 13353618 П.Мультиплекса Ет і СА 12857537 С.Циркуса Ет, надій яких за вищу лактацію склав відповідно 9813,8 і 9996,7 кг, кількість молочного жиру – 374,3 і 379,8 кг та кількість молочного білка – 318,8 і 325,2 кг.

Таблиця 5

Молочна продуктивність дочок бугаїв-плідників з різною племінною цінністю за вищу лактацію

| Ідентифікаційний номер та<br>кличка бугая-плідника       | n   | Показники молочної продуктивності корів-дочок |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
|----------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------|-------|---------------|-------|------------------|-------|----------------|-------|--------------------|-------|
|                                                          |     | надій молока, кг                              |       | вміст жиру, % |       | молочний жир, кг |       | вміст білка, % |       | молочний білок, кг |       |
|                                                          |     | M ± SE, кг                                    | Cv, % | M ± SE, %     | Cv, % | M ± SE, кг       | Cv, % | M ± SE, %      | Cv, % | M ± SE, кг         | Cv, % |
| I група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +485 до +792)     |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 141923945 П.С.Башфул Ет                               | 30  | 9203,5 ± 315,27                               | 18,8  | 3,81 ± 0,013  | 1,8   | 351,2 ± 12,06    | 18,8  | 3,26 ± 0,007   | 1,2   | 299,5 ± 10,23      | 18,7  |
| US 72246370 В.Мунракер                                   | 30  | 8805,8 ± 304,95                               | 19,0  | 3,83 ± 0,013  | 1,9   | 336,8 ± 11,62    | 18,9  | 3,25 ± 0,007   | 1,2   | 286,4 ± 9,75       | 18,7  |
| CA 12111877 В.М.Магік Ет                                 | 30  | 9072,1 ± 257,42                               | 15,8  | 3,83 ± 0,011  | 1,6   | 347,9 ± 9,86     | 15,8  | 3,26 ± 0,008   | 1,3   | 296,0 ± 8,38       | 15,8  |
| В середньому по групі                                    | 90  | 9009,0 ± 168,95                               | 17,8  | 3,82 ± 0,007  | 1,8   | 344,6 ± 6,45     | 17,8  | 3,26 ± 0,004   | 1,2   | 293,4 ± 5,47       | 17,7  |
| II група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +912 до +1224)   |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 3128769117 С.Бентлі Ет                                | 30  | 9549,9 ± 244,38                               | 14,0  | 3,78 ± 0,014  | 2,0   | 361,0 ± 8,84     | 13,4  | 3,23 ± 0,007   | 1,2   | 308,7 ± 7,86       | 14,0  |
| CA 109520535 В.Д.Гілрой Ет                               | 30  | 8877,2 ± 207,21                               | 12,8  | 3,79 ± 0,014  | 2,1   | 336,8 ± 7,92     | 12,9  | 3,23 ± 0,007   | 1,2   | 286,9 ± 6,62       | 12,6  |
| US 3138701597 С.Валтер Ет                                | 30  | 9819,4 ± 231,18                               | 12,9  | 3,79 ± 0,012  | 1,7   | 372,3 ± 8,70     | 12,8  | 3,24 ± 0,007   | 1,2   | 317,9 ± 7,55       | 13,0  |
| В середньому по групі                                    | 90  | 9415,5 ± 136,82                               | 13,8  | 3,79 ± 0,008  | 1,9   | 356,7 ± 5,10     | 13,6  | 3,23 ± 0,004   | 1,2   | 304,5 ± 4,42       | 13,8  |
| III група бугаїв-плідників за ПЦ (CI від +1490 до +2050) |     |                                               |       |               |       |                  |       |                |       |                    |       |
| US 3141494481 Д.Ментор Ет                                | 30  | 9469,6 ± 279,00                               | 16,1  | 3,81 ± 0,011  | 1,6   | 360,1 ± 10,31    | 15,7  | 3,26 ± 0,008   | 1,3   | 309,1 ± 9,11       | 16,1  |
| CA 13353618 П.Мультиплекс Ет                             | 30  | 9813,8 ± 205,05                               | 11,4  | 3,82 ± 0,011  | 1,6   | 374,3 ± 7,68     | 11,2  | 3,25 ± 0,006   | 1,1   | 318,8 ± 6,58       | 11,3  |
| CA 12857537 С.Циркус Ет                                  | 30  | 9996,7 ± 235,57                               | 12,9  | 3,80 ± 0,013  | 1,9   | 379,8 ± 8,90     | 12,8  | 3,26 ± 0,007   | 1,2   | 325,2 ± 7,45       | 12,5  |
| В середньому по групі                                    | 90  | 9760,0 ± 139,95                               | 13,6  | 3,81 ± 0,007  | 1,7   | 371,4 ± 5,23     | 13,4  | 3,26 ± 0,004   | 1,2   | 317,7 ± 4,50       | 13,4  |
| В середньому по вибірці                                  | 270 | 9394,8 ± 87,88                                | 15,4  | 3,81 ± 0,004  | 1,8   | 357,5 ± 3,30     | 15,2  | 3,25 ± 0,002   | 1,2   | 305,2 ± 2,84       | 15,3  |

За середніми груповими значеннями показників молочної продуктивності дочки бугаїв III групи вірогідно переважали дочок плідників I групи за надоем на 751,0 кг ( $P \leq 0,001$ ), кількістю молочного жиру – на 26,8 кг ( $P \leq 0,01$ ) та кількістю молочного білка – 24,3 кг ( $P \leq 0,001$ ), а дочок бугаїв II групи – вірогідно лише за кількістю молочного жиру і молочного білка, різниця між якими склала 14,7 і 13,2 кг при  $P \leq 0,05$  в обох випадках.

Аналіз коефіцієнтів мінливості ознак молочної продуктивності корів-дочок бугаїв-плідників з різною ПЦ за вищу лактацію вказує, що разом із підвищенням показників молочної продуктивності тварин, мінливість цих ознак знижується. Так, у II та III групах коефіцієнт мінливості надою становив відповідно 13,8 і 13,6 %, кількість молочного жиру – 13,6 і 13,4 %

та кількість молочного білка – 13,8 і 13,4 %. У тварин I групи названі показники становили відповідно 17,7; 17,7 і 17,8 %.

Однофакторним дисперсійним аналізом встановлено незначний, проте в більшості статистично вірогідний вплив батька (бугая-плідника) та його ПЦ на ознаки молочної продуктивності дочок (табл. 6). Так, загальний вплив батька ( $\eta^2$ ) був вищий за другу і третю лактації, порівняно з першою та вищою лактаціями. За вказані лактації сила впливу бугая-плідника на кількісні показники молочної продуктивності (надій, кількість молочного жиру і молочного білка) склала достовірно ( $F = 2,11-5,09$  при  $P \leq 0,05-0,001$ ) в межах 12,47–14,85 %. Найнижчий вплив бугая-плідника ( $\eta^2$ ) на кількісні показники молочної продуктивності спостерігався за першу лактацію – в межах 6,64–6,94 %

за статистично значущого рівня ( $F = 2,32-2,43$  при  $P \leq 0,05$ ). За вищу лактацію вплив батька ( $\eta^2$ ) на надій, кількість молочного жиру і молочного білка становив в межах 7,76–8,26 % ( $F = 2,74-2,94$  при  $P \leq 0,01$ ).

**Таблиця 6**

Вплив бугаїв-плідників та їх племінної цінності на ознаки молочної продуктивності дочок

| Ознаки молочної продуктивності | Загальний вплив батька (бугая-плідника) |                  |                     |                |        |         | Вплив племінної цінності батька (СІ) |                  |                     |                |        |          |
|--------------------------------|-----------------------------------------|------------------|---------------------|----------------|--------|---------|--------------------------------------|------------------|---------------------|----------------|--------|----------|
|                                | df <sub>AG</sub>                        | df <sub>WG</sub> | $\eta^2 \pm SE, \%$ | $\omega^2, \%$ | $h^2$  | F       | df <sub>AG</sub>                     | df <sub>WG</sub> | $\eta^2 \pm SE, \%$ | $\omega^2, \%$ | $h^2$  | F        |
| <i>Перша лактація</i>          |                                         |                  |                     |                |        |         |                                      |                  |                     |                |        |          |
| Надій молока, кг               | 8                                       | 261              | 6,94 $\pm$ 2,852    | 4,07           | 0,182  | 2,43*   | 2                                    | 267              | 1,98 $\pm$ 0,734    | 1,25           | 0,074  | 2,70     |
| Вміст жиру в молоці, %         | 8                                       | 261              | 10,81 $\pm$ 2,734   | 8,05           | 0,359  | 3,95*** | 2                                    | 267              | 9,32 $\pm$ 0,679    | 8,61           | 0,495  | 13,72*** |
| Молочний жир, кг               | 8                                       | 261              | 6,64 $\pm$ 2,862    | 3,76           | 0,169  | 2,32*   | 2                                    | 267              | 1,82 $\pm$ 0,735    | 1,08           | 0,065  | 2,48     |
| Вміст білка в молоці, %        | 8                                       | 261              | 3,77 $\pm$ 2,950    | 0,81           | 0,037  | 1,28    | 2                                    | 267              | 2,59 $\pm$ 0,730    | 1,86           | 0,110  | 3,55*    |
| Молочний білок, кг             | 8                                       | 261              | 6,74 $\pm$ 2,858    | 3,87           | 0,173  | 2,36*   | 2                                    | 267              | 1,95 $\pm$ 0,734    | 1,21           | 0,072  | 2,65     |
| <i>Друга лактація</i>          |                                         |                  |                     |                |        |         |                                      |                  |                     |                |        |          |
| Надій молока, кг               | 8                                       | 222              | 14,84 $\pm$ 3,069   | 11,73          | 0,520  | 4,84*** | 2                                    | 228              | 9,41 $\pm$ 0,795    | 8,58           | 0,494  | 11,84*** |
| Вміст жиру в молоці, %         | 8                                       | 222              | 20,20 $\pm$ 2,876   | 17,26          | 0,760  | 7,02*** | 2                                    | 228              | 4,81 $\pm$ 0,835    | 3,96           | 0,233  | 5,76**   |
| Молочний жир, кг               | 8                                       | 222              | 12,47 $\pm$ 3,154   | 9,28           | 0,413  | 3,95*** | 2                                    | 228              | 8,37 $\pm$ 0,804    | 7,54           | 0,436  | 10,42*** |
| Вміст білка в молоці, %        | 8                                       | 222              | 8,21 $\pm$ 3,308    | 4,88           | 0,218  | 2,48*   | 2                                    | 228              | 4,97 $\pm$ 0,834    | 4,12           | 0,242  | 5,96**   |
| Молочний білок, кг             | 8                                       | 222              | 15,51 $\pm$ 3,045   | 12,42          | 0,550  | 5,09*** | 2                                    | 228              | 10,04 $\pm$ 0,789   | 9,21           | 0,528  | 12,72*** |
| <i>Третя лактація</i>          |                                         |                  |                     |                |        |         |                                      |                  |                     |                |        |          |
| Надій молока, кг               | 8                                       | 101              | 14,76 $\pm$ 6,752   | 7,94           | 0,354  | 2,19*   | 2                                    | 107              | 1,18 $\pm$ 1,847    | -0,67          | -0,040 | 0,64     |
| Вміст жиру в молоці, %         | 8                                       | 101              | 5,06 $\pm$ 7,520    | -2,43          | -0,110 | 0,67    | 2                                    | 107              | 0,89 $\pm$ 1,852    | -0,95          | -0,057 | 0,48     |
| Молочний жир, кг               | 8                                       | 101              | 14,34 $\pm$ 6,785   | 7,50           | 0,334  | 2,11*   | 2                                    | 107              | 1,27 $\pm$ 1,845    | -0,57          | -0,034 | 0,69     |
| Вміст білка в молоці, %        | 8                                       | 101              | 3,36 $\pm$ 7,655    | -4,26          | -0,193 | 0,44    | 2                                    | 107              | 0,37 $\pm$ 1,862    | -1,48          | -0,089 | 0,20     |
| Молочний білок, кг             | 8                                       | 101              | 14,85 $\pm$ 6,745   | 8,03           | 0,358  | 2,20*   | 2                                    | 107              | 1,23 $\pm$ 1,846    | -0,61          | -0,037 | 0,66     |
| <i>Вища лактація</i>           |                                         |                  |                     |                |        |         |                                      |                  |                     |                |        |          |
| Надій молока, кг               | 8                                       | 261              | 8,24 $\pm$ 2,812    | 5,41           | 0,242  | 2,93**  | 2                                    | 267              | 4,54 $\pm$ 0,715    | 3,81           | 0,224  | 6,34**   |
| Вміст жиру в молоці, %         | 8                                       | 261              | 5,10 $\pm$ 2,909    | 2,18           | 0,098  | 1,75    | 2                                    | 267              | 4,22 $\pm$ 0,717    | 3,49           | 0,206  | 5,89**   |
| Молочний жир, кг               | 8                                       | 261              | 7,76 $\pm$ 2,827    | 4,91           | 0,220  | 2,74**  | 2                                    | 267              | 4,09 $\pm$ 0,718    | 3,36           | 0,198  | 5,70**   |
| Вміст білка в молоці, %        | 8                                       | 261              | 8,27 $\pm$ 2,812    | 5,44           | 0,243  | 2,94**  | 2                                    | 267              | 6,97 $\pm$ 0,697    | 6,25           | 0,364  | 10,01*** |
| Молочний білок, кг             | 8                                       | 261              | 8,26 $\pm$ 2,812    | 5,43           | 0,243  | 2,94**  | 2                                    | 267              | 4,53 $\pm$ 0,715    | 3,80           | 0,224  | 6,34**   |

*Примітка:* df<sub>AG</sub> і df<sub>WG</sub> – число ступенів свободи організованого та випадкових факторів;  $\eta^2$  – сила впливу за співвідношенням факторіальної дисперсії (суми квадратів відхилень) до загальної;  $\omega^2$  – показник сили впливу за В.Л. Хейсом;  $h^2$  – коефіцієнт успадкованості ознаки; F – критерій вірогідності Фішера

Загальний вплив бугая-плідника на якісні показники молочної продуктивності дочок (вміст жиру та вміст білка в молоці) значно обумовлений лактацією. Так, найвищий вплив ( $\eta^2$ ) батько справляв на вміст жиру в молоці за другу лактацію (20,20 %) за високого рівня статистичної значущості ( $F = 7,02$  %,  $P \leq 0,001$ ). На вміст жиру в молоці нижчий та високо вірогідний ( $F = 3,95$ ;  $P \leq 0,001$ ) рівень впливу бугая спостерігався у дочок за першу лактацію (10,81 %), а найнижчий та недостовірний – за вищу лактацію (8,26 %,  $F = 1,75$ ). Порівняно нижчим впливом батька мав вміст білка в молоці дочок, який за першу і третю лактації становив в межах 3,36–3,77 % ( $F = 0,44-1,28$ ), а за другу і вищу – в межах 8,21–2,27 % ( $F = 2,48-2,94$ ;  $P \leq 0,05-0,01$ ).

Вплив ПЦ батька за СІ, порівняно із його загальним впливом, виявився помітно нижчим. Значним та достовірним ( $F = 5,70-12,72$ ;  $P \leq 0,01-0,001$ ) він виявився на показники молочної продуктивності другої і вищої лактацій з коливанням від 4,09 до 10,04 %. Більш суттєвим та високо достовірним ( $P \leq 0,001$ ) впливом ПЦ ( $\eta^2$ ) батька відзначалася на вміст жиру в молоці дочок за першу лактацію ( $\eta^2 = 9,32$  %;  $F = 13,72$ ), надій та кількість молочного жиру і молочного білка за другу лактацію ( $\eta^2 = 8,37-10,04$  %;  $F = 10,42-12,72$ ) та вміст білка за вищу лактацію ( $\eta^2 = 6,97$ ;  $F = 10,01$ ). Необхідно відзначити, що за третю лактацію сила впливу ПЦ бугая ( $\eta^2$ ) на показники молочної продуктивності дочок була в межах 0,89–1,27 % при  $F = 0,20-0,69$ ).

Щодо коефіцієнтів успадкованості ( $h^2$ ) ознак молочної продуктивності, то їх значення істотно залежало від сили впливу як батька (бугая-плідника), так і його ПЦ за СІ. Залежно від лактації та показника молочної продуктивності значення коефіцієнтів успадкованості коливалися від 0,037 до 0,760. Так, найбільша частка мінливості ( $h^2$ ), що зумовлена адитивною дією генів як власне батьків (загальний вплив батька) так і з урахуванням їх ПЦ (ПЦ батька за СІ) спостерігалась у другу лактацію та становила 0,218–0,760 та 0,233–0,528 відповідно (за різними ознаками). Найменші коефіцієнти успадкованості ознак зафіксовано у першу лактацію – 0,037–0,359 та 0,065–0,495 відповідно. У третю лактацію частка адитивної генетичної дисперсії батька з урахуванням його ПЦ у загальній фенотипічній дисперсії ознак виявилася відсутньою ( $h^2 \leq 0,000$ ).

## Висновки

Встановлено, що найвищим рівнем молочної продуктивності за кількісними ознаками (надій, кількість молочного жиру та молочного білка) за першу, другу та вищу лактації характеризувались нащадки бугаїв-плідників III групи тобто з високою ПЦ (СІ від +1490 до +2050). Разом з тим значення якісних показників (вміст жиру й білка в молоці) у групах оцінюваних тварин мало статистично значущий зв'язок з ПЦ бугаїв-плідників лише в окремих випадках.

Однак, стверджувати про тісну залежності молочної продуктивності дочок від ПЦ батька апелюючи до

результатів даного дослідження неможна, оскільки міжгрупова різниця (тобто перевага в продуктивності нащадків високорангових плідників над дочками батьків з нижчим СІ) далеко не в усіх випадках була статистично значущою. За кількісними ознаками молочної продуктивності різниця була вірогідною ( $P \leq 0,05-0,001$ ) тільки між I і III групою – за першу лактацію, а також між I і III й II і III групами – як за другу, так і за вищу лактації.

За третю лактацію найкращими показниками молочної продуктивності відзначились нащадки бугаїв-плідників із середньою ПЦ (СІ від +912 до +1224), тоді як дочки плідників із високою ПЦ продемонстрували найнижчу молочну продуктивність, що було зумовлено передчасним вибуттям високопродуктивних корів вже після першої та другої лактації, тобто у III групі залишалися корови з менш високим генетичним потенціалом.

Аналізом коефіцієнтів мінливості досліджуваних ознак виявлено чітку тенденцію підвищення показників молочної продуктивності тварин (за першу, другу та вищу лактації), із одночасним зниженням їх мінливості.

Встановлено вплив батька та його племінної цінності на ознаки молочної продуктивності дочок. Порівняно вищий вплив ( $\eta^2$ ) бугаїв-плідників мали на ознаки молочної продуктивності за другу і третю лактації, які за їх кількісними показниками достовірно складали в межах 12,47–14,85 % ( $F = 2,11-5,09$ ;  $P \leq 0,05-0,001$ ). За першу і вищу лактації вплив батька був нижчим та становив відповідно 6,64–6,94 ( $F = 2,32-2,43$ ;  $P \leq 0,05$ ) і 7,76–8,26 % ( $F = 2,74-2,94$ ;  $P \leq 0,01$ ). Із якісних показників молочної продуктивності найвищий вплив ( $\eta^2$ ) бугаїв-плідників справляли на вміст жиру в молоці за другу ( $\eta^2 = 20,20$  %,  $F = 7,02$  %,  $P \leq 0,001$ ) та першу лактації ( $\eta^2 = 10,81$  %,  $F = 3,95$ ;  $P \leq 0,001$ ).

Помітно нижчий виявився вплив ПЦ батька на ознаки молочної продуктивності дочок, значні та достовірні значення яких спостерігалися лише на показники другої і вищої лактації ( $\eta^2 = 4,09-10,04$  %,  $F = 5,70-12,72$ ;  $P \leq 0,01-0,001$ ). За третю лактацію сила впливу племінної цінності бугая ( $\eta^2$ ) на молочну продуктивність дочок була незначною і невірогідною та складала в межах 0,89–1,27 %.

Коефіцієнти успадкованості ( $h^2$ ) ознак молочної продуктивності варіювали від 0,037 до 0,760 залежно від лактації та показника молочної продуктивності, та їх значення істотно залежали від сили впливу як батька (бугая-плідника), так і його ПЦ за СІ.

Тим не менш, слід також враховувати дію впливу на піддослідних тварин генетичних та різноманітних екзогенних факторів, а також особливостей проведення (та/або можливих недоліків) оцінки ПЦ за СІ, що гіпотетично могло вплинути на результати дослідження.

*Перспективи подальших досліджень.* З огляду на вище зазначені результати у подальшому плануємо дослідити:

– препотентність бугаїв-плідників різної ПЦ;

– продуктивне довголіття корів залежно від ПЦ їхніх батьків;

– вплив окремих показників ПЦ бугаїв на молочну продуктивність корів-дочок;

– середні коефіцієнти фенотипової консолідованості ( $K_c$ ) продуктивних ознак дочок за ПЦ їхніх батьків (плідників).

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

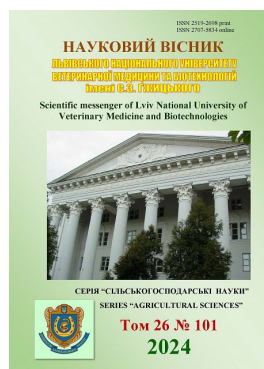
### References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebylytsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Gutyj, B. V. (2021). The cows calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021\_105.
- Bashchenko, M., Boyko, O., Gonchar, O., Sotnichenko, Yu., & Tkach, Ye. (2020). Influence of genotypical and paratypical factors on the productivity of dairy cattle. *Bulletin of Agricultural Science*, 98(3), 55–60. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-08 (in Ukrainian).
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Y. M., Lesyk, Y. V., Iskra, R. Y., & Gutyj, B. V. (2023). Peculiarities of growth and further productivity of purebred and crossbred cows. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 118–124. DOI: 10.15421/022318.
- Bodnaruk, V. Y., Zhmur, A. Y., Muzyka, L. I., Bodnar, P. V., & Orichivskyi, T. V. (2022). Acceleration of the selection process in the population of Black and Spotted cattle by using genetic markers. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(97), 213–217. DOI: 10.32718/nvlvet-a9735 (in Ukrainian).
- Buitenhuys, A. J., Hein, L., Sørensen, L. P., & Kargo, M. (2023). Correlation between breeding values for milk fatty acids and Nordic Total Merit index traits for Danish Holstein and Danish Jersey. *Journal of Dairy Science*, 106(8), 5554–5561. DOI: 10.3168/jds.2022-22575.
- Falconer, D. S. (1989). *Introduction to Quantitative Genetics* (3rd ed.). New York: Longman Scientific & Technical Publisher.
- Fedorovych, E. I., Fedorovych, V. V., Semchuk, I. Y., Fedak, N. M., Ferenents, L. V., Mazur, N. P., Bodnar, P. V., Kuziv, M. I., Fedorovych, O. V., Orihivskyi, T. V., Gutyj, B. V., Slusar, M. V., Petriv, M. D., & Fyl, S. I. (2021). Genetic potential and breeding value of animals – an essential component of the genetic progress in dairy cattle. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 306–312. DOI: 10.15421/2021\_115.
- Fedorovych, Ye. I., Fedorovych, V. V., Bodnar, P. V., Fyl, S. I., Dymchuk, A. V., & Orihivskyj, T. V. (2021a). Relative variability of phenotypic traits and indicators of milk productivity of cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*,



- 23(95), 101–107. DOI: 10.32718/nvlvet-a9515 (in Ukrainian).
- Fedorovych, Ye. I., Shpyt I. V., Fedorovych, V. V., Tkachuk, V. P., & Chornyj, I. O. (2023). Formation of signs of milk productivity of cows depending on their origin by father. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 142–148. DOI: 10.32718/nvlvet-a9824 (in Ukrainian).
- Fedorovych, Ye., Fedorovych, V., Mazur, N., Bodnar, P., & Fyl, S. (2019). The influence of environmental factors on the dairy productivity of cows. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 3(38), 44–53. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2019.3.7 (in Ukrainian).
- Fedorovych, Ye., Melnyk, Yu., Fedorovych, V., Bodnar, P., & Fyl, S. (2024). Formation of highly productive herds of dairy cattle under the influence of various factors: monograph. Kyiv: Agrarian Science. DOI: 10.31073/978-966-540-613-6 (in Ukrainian).
- Foksha, V., & Konstandoglo, A. (2019). Dairy productivity of Holstein cows and realization of their genetic potential. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(1), 31–36. URL: <https://www.agrojournal.org/25/01s-07.pdf>.
- Frigeri, K. D. M., Kachinski, K. D., Ghisi, N. d. C., Deniz, M., Damasceno, F. A., Barbari, M., Herbut, P., & Vieira, F. M. C. (2023). Effects of heat stress in dairy cows raised in the confined system: a scientometric review. *Animals*, 13(3), 1–21. DOI: 10.3390/ani13030350.
- Fyl, S. I., Fedorovych, E. I., & Bodnar, P. V. (2019). Milk productivity of cows-daughters from different bulls. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(90), 68–75. DOI: 10.32718/nvlvet-a9012 (in Ukrainian).
- Gladiy, M. V., Polupan, Y. P., Kovtun, S. I., Borodai, V. P., & Borodai, I. S. (2020). Theorist, practitioner, organizer of experimental work in animal husbandry of Ukraine. *Animal Breeding and Genetics*, 59, 5–16. DOI: 10.31073/abg.59.01 (in Ukrainian).
- Hays, W. L. (1963). *Statistics for Psychologists*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Hazel, L. N. (1943). The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28(6), 476–490. DOI: 10.1093/genetics/28.6.476.
- Ivanov, I. A., Markhaichuk, Yu. S., & Shcherbyna, O. V. (2021). Generational recurrence of the breeding value of breeding bulls of the Holstein breed of German selection. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 2(45), 83–87. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.12 (in Ukrainian).
- Izumi, Y. (2013). The Lp Cauchy sequence for one-dimensional BSDEs with linear growth generators. *Statistics and Probability Letters*, 83(6), 1588–1594. DOI: 10.1016/j.spl.2013.03.006.
- Johnson, W. E., Li, C., & Rabinovic, A. (2007). Adjusting batch effects in microarray expression data using empirical Bayes methods. *Biostatistics*, 8(1), 118–127. DOI: 10.1093/biostatistics/kxj037.
- Kargo, M., Hjortø, L., Toivonen, M., Eriksson, J. A., Aamand, G. P., & Pedersen, J. (2014). Economic basis for the Nordic Total Merit index. *Journal of Dairy Science*, 97(12), 7879–7888. DOI: 10.3168/jds.2013-7694.
- Koval, T. P. (2017). Bulls and their impact on the economic useful signs cows daughters of polyester father. *Animal Breeding and Genetics*, 53, 124–130. DOI: 10.31073/abg.53.16 (in Ukrainian).
- Kuziv, M. I., Fedorovych, Ye. I., Kuziv, N. M., & Fedorovych, V. V. (2022). Variability of selection traits in cows depending on the country of bulls selection. *Animal Breeding and Genetics*, 63, 63–70. DOI: 10.31073/abg.63.07 (in Ukrainian).
- Mazur, N. P., Fedorovych, V. V., Fedorovych, E. I., Fedorovych, O. V., Bodnar, P. V., Gutyj, B. V., Kuziv, M. I., Kuziv, N. M., Orikhivskiy, T. V., Grabovska, O. S., Denys, H. H., Stakhiv, N. P., Hudyma, V. Yu., & Pakholkiv, N. I. (2020). Effect of morphological and biochemical blood composition on milk yield in Simmental breed cows of different production types. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 61–67. DOI: 10.15421/2020\_110.
- McDaniel, B. T., & Corley, E. L. (1967). Relationships between sire evaluations at different herdmate levels. *Journal of Dairy Science*, 50(5), 735–741. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(67)87503-9
- Muzyka, L. I., Bodnar, P. V., Bodnaruk, V. Y., Zhmur, A. J., & Mykytiuk, V. V. (2022). Productive and reproductive qualities of animals of the Ukrainian black and spotted dairy breed in breeding farms of the western region of Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 203–212. DOI: 10.32718/nvlvet-a9734 (in Ukrainian).
- Mykytiuk, V. V., Bodnar, P. V., Boiko, A. O., Oseredchuk, R. S., Hordiichuk, N. M., & Popadiuk, S. S. (2023). Analysis of the influence of the Norwegian Red bull-sires with different breeding value on milk productivity, health, exterior and reproductive traits of daughters. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 246–256. DOI: 10.32718/nvlvet-a9940 (in Ukrainian).
- Mykytiuk, V. V., Bondarchuk, D. O., Konopka, M. M., & Bodnar, P. V. (2023a). The livestock population and milk productivity of cows of Ukrainian Black-and-White dairy breed in Ukrainian breeding farms. Conference Materials “Days of student science at the Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv” (Lviv, May 4–5, 2023). Lviv: Faculty of Biological technology, 43–46 (in Ukrainian).
- Nordbø, Ø., Gjuvsland, A. B., Eikje, L. S., & Meuwissen, T. (2019). Level-biases in estimated breeding values due to the use of different SNP panels over time in ssGBLUP. *Genetics Selection Evolution*, 51(76), 1–8. DOI: 10.1186/s12711-019-0517-z.
- Petrovska, I. R., Salyha, Y. T., & Vudmaska, I. V. (2022). Statistical methods in biological research: educational and methodological manual. Kyiv: Agrarian Science (in Ukrainian).

- Pfeiffer, C., Fuerst-Waltl, B., Schwarzenbacher, H., Steininger, F., & Fuerst, C. (2015). A comparison of methods to calculate a total merit index using stochastic simulation. *Genetics Selection Evolution*, 47(36), 1–9. DOI: 10.1186/s12711-015-0118-4.
- Piddubna, L., Zakharchuk, D., & Korniiichuk, D. (2021). Assessment of influence of the factor complex on milk productivity of cows. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 2(45), 113–120. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.17 (in Ukrainian).
- Pidpala, T. V., & Bondar, S. A. (2017). Inheritance of selective features by offspring of bull-sires of holstein breed. *Animal Breeding and Genetics*, 53, 173–179. DOI: 10.31073/abg.53.23 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P., & Bezrutchenko, I. M. (2022). Correlated variability of domestic and foreign assessment of the breeding value of bulls. *Animal Breeding and Genetics*, 64, 56–68. DOI: 10.31073/abg.64.06 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P., Bazyshyna, I. V., Pochukalin, A. Ye., Pryima, S. V., & Polupan, N. L. (2022). Influence of year and season on milk productivity of cows. *Animal Breeding and Genetics*, 63, 71–90. DOI: 10.31073/abg.63.08 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P., Melnyk, Yu. F., Biriukova, O. D., Pryima, S. V., & Mitiglo, L. V. (2022a). Growth, reproductive capacity and productivity of cows of different breeds, methods of selection and paternal origin. *Animal Breeding and Genetics*, 63, 91–119. DOI: 10.31073/abg.63.09 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu., Kucher, D., Kochuk-Yashchenko, O., & Biriukova, O. (2021). Evaluation of bulls and related groups of the Jersey breed on dairy productivity and reproductive capacity of offspring. *Scientific Horizons*, 24(5), 54–68. DOI: 10.48077/scihor.24(5).2021.54-68.
- Ponko, L. P., & Dymchuk, A. V. (2024). Milk productivity for cows of different origin. *Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics. Series: Agricultural Sciences*, 43, 87–92. DOI: 10.37406/2706-9052-2024-2.13 (in Ukrainian).
- Pryima, S. V., Hermanchuk, S. H., Basovskyi, D. M., & Sydorenko, O. V. (2024). Catalog of bulls of dairy and dual-purpose breeds for the reproduction of brood stock in 2024. Ed. by S. V. Pryima. Kyiv: IABG nd. a. M. V. Zubets NAAS. URL: [https://iabg.org.ua/images/catalog/catalog\\_5\\_2024.pdf](https://iabg.org.ua/images/catalog/catalog_5_2024.pdf) (in Ukrainian).
- Ruban, S. Y., & Danshyn, V. O. (2022). Assessment of the genetic parameters and breeding value of bulls-producers of the Ukrainian black speckled milky breed by the main characteristics. *Animal Science and Food Technology*, 13(4), 50–58. DOI: 10.31548/animal.13(4).2022.50-58.
- Salohub, A. M. (2019). Influence of genotypic and parathipic factors on the traits of milk production of cows Ukrainian Red-and-White dairy breed. *Animal Breeding and Genetics*, 57, 126–135. DOI: 10.31073/abg.57.15 (in Ukrainian).
- Schierenbeck, S., Reinhardt, F., Reents, R., Simianer, H., & König, S. (2011). Identification of informative cooperator herds for progeny testing based on yield deviations. *Journal of Dairy Science*, 94(4), 2071–2082. DOI: 10.3168/jds.2010-3466.
- Shulyar, A. L. (2018). The genetic determination of the economically useful characteristics of the cows of ukrainian black-and-white dairy breed. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 20(89), 35–40. DOI: 10.32718/nvlvet8906 (in Ukrainian).
- Skyarenko, Y. I. (2018). Features of milk productivity of cows of Ukrainian brown dairy breed and the influence of genotypical and paratypical factors on its formation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 20(89), 8–16. DOI: 10.32718/nvlvet8902 (in Ukrainian).
- Spanos, A. (2023). Revisiting the large n (sample size) problem: how to avert spurious significance results. *Stats*, 6(4), 1323–1338. DOI: 10.3390/stats6040081
- Vechorka, V. V., Salogub, A. M., Bondarchuk, V. M., & Khmelnychy, S. L. (2018). Realization of genetic potential of dairy productivity of sires. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 2(34), 30–33. URL: [https://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_view=1&Image\\_file\\_name=PDF/Vsna\\_tvar\\_2018\\_2\\_6.pdf](https://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_view=1&Image_file_name=PDF/Vsna_tvar_2018_2_6.pdf) (in Ukrainian).
- Voitenko, S. L., & Sydorenko, O. V. (2020). Estimation of Holstein breed bulls by dairy productivity of their daughters. *Animal Breeding and Genetics*, 59, 26–34. DOI: 10.31073/abg.59.03 (in Ukrainian).
- Voitenko, S., Karunna, T., Shaferivsky, B., & Zheliznyak, I. (2019). Influence of genotypic and paratype factors on realization of dairy productivity of cows. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 1–2(36–37), 21–26. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2019.1-2.3 (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки**

**Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences**

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a101  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

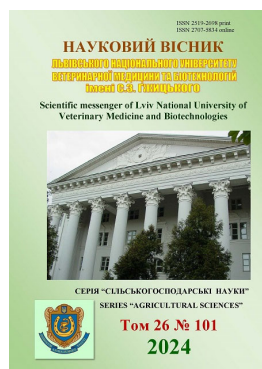
**Зміст**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | <b>Жданов Д. В., Повод М. Г., Михалко О. Г., Гутий Б. В., Калиниченко Г. І., Вербельчук Т. В., Вербельчук С. П., Борщенко В. В.</b><br>Залежність продуктивності кнурців від способу їх кастрації за сухого способу годівлі .....                                                                      | 3  |
| 2.  | <b>Пастушок Р. С., Кучер С. О., Милостивий Р. В., Санжара Р. А., Гутий Б. В.</b><br>Доцільність використання білкових компонентів у складі “Канді” при підготовці бджіл до зимівлі .....                                                                                                               | 13 |
| 3.  | <b>Семчук І. Я., Наумюк О. С., Луник Ю. М.</b><br>Нутріціологічні аспекти організації нормованого живлення собак .....                                                                                                                                                                                 | 18 |
| 4.  | <b>Чудак Р. А., Лебідь Я. Г.</b><br>Ефективність використання корму та ріст ремонтного молодняку перепелів за використання фітобіотичної добавки .....                                                                                                                                                 | 25 |
| 5.  | <b>Федак В. Д., Стадницька О. І., Гутий Б. В., Назарук Н. В., Полуліх М. І., Безалтична О. О., Кібенко Н. Ю., Шевченко О. Б., Федяєва А. С., Братюк В. М., Леськів Х. Я.</b><br>Розвиток худоби українська чорно-ряба молочна × голштинська різних типів конституції в постнатальному онтогенезі ..... | 30 |
| 6.  | <b>Чудак Р. А., Ковернега О. М.</b><br>Ефективність використання фітобіотики у годівлі курчат-бройлерів .....                                                                                                                                                                                          | 40 |
| 7.  | <b>Чудак Р. А., Барабаш С. Д., Побережець Ю. М.</b><br>Вплив фітобіотики на продуктивність та статеву систему ремонтного молодняку курок-несучок .....                                                                                                                                                 | 45 |
| 8.  | <b>Чугаєв С. В., Федорович В. В., Федорович Є. І.</b><br>Якісний склад молока овець української гірськокарпатської породи .....                                                                                                                                                                        | 50 |
| 9.  | <b>Соболєва С. В., Гутий Б. В., Засуха Ю. В., Соболєв О. І., Кузьменко П. І., Мажилівська К. Р.</b><br>Якість продуктів забою відгодівельного молодняку свиней за використання у складі комбі-кормів борошна із яблучних вичавок .....                                                                 | 55 |
| 10. | <b>Побережець Ю. М., Чудак Р. А., Огороднічук Г. М., Гасиджак І. В.</b><br>Ефективність використання мінеральної кормової добавки у годівлі свиней .....                                                                                                                                               | 63 |
| 11. | <b>Полупан Ю. П., Прийма С. В.</b><br>Вплив затримок росту телиць до річного віку на молочну продуктивність корів .....                                                                                                                                                                                | 67 |
| 12. | <b>Борщ О. В., Король А. П., Цебро А. Д., Борщ О. О., Машкін Ю. О., Кузьменко П. І., Ткаченко С. В.</b><br>Вплив високих температур на технологічні властивості молока корів різних порід .....                                                                                                        | 75 |
| 13. | <b>Войціцький О. В., Новгородська Н. В.</b><br>Показники продуктивності свиней за різного вмісту ферментного препарату “Целозим” .....                                                                                                                                                                 | 80 |
| 14. | <b>Павленко Ю. М., Компанець І. О.</b><br>Вплив окремих генетичних та паратипових чинників на тривалість та ефективність довічного використання корів голштинської та української чорно-рябої молочної породи ...                                                                                      | 85 |
| 15. | <b>Стецишин М. С., Федорович В. В., Федорович Є. І.</b><br>Кореляційні зв'язки між господарськи корисними ознаками бджіл різних селекційних кросів карпатської породи .....                                                                                                                            | 91 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 16. | <b>Чорний Д. О.</b><br>Дослідження впливу динаміки концентрації феромонів на колективну поведінку бджіл під час будівництва стільника .....                                                                                                                                                                                                          | 96  |
| 17. | <b>Халак В. І., Гутий Б. В., Бордун О. М., Хмельова О. В., Стадницька О. І., Кібенко Н. Ю., Кравченко Н. О., Щербак О. В., Гльченко М. О.</b><br>Племінна цінність свиноматок: критерії відбору високопродуктивних тварин та економічна оцінка їх використання .....                                                                                 | 101 |
| 18. | <b>Mykolaichuk L. P., Lesnovskay O. V., Sanzhara R. A., Pokhyl O. M., Gutyj B. V., Dochkin D. O., Mylostyvyi R. V.</b><br>The fatty acid composition of lamb makes it a valuable raw material for the meat processing industry .....                                                                                                                 | 109 |
| 19. | <b>Штинда Л. Й., Лобойко Ю. В., Сенечин В. В.</b><br>Ефективність використання експериментальних кормів з різним рівнем поживності при годівлі коропи .....                                                                                                                                                                                          | 113 |
| 20. | <b>Зелінка М. П., Федорович Є. І., Мазур Н. П., Супрович Т. М.</b><br>Гуморальна та клітинна ланки природного захисту організму корів різної селекції породи лімузин .....                                                                                                                                                                           | 119 |
| 21. | <b>Фаріонік Т. В., Колечко А. В., Кремпа Н. Ю.</b><br>Біозахист вольєрів службових собак .....                                                                                                                                                                                                                                                       | 124 |
| 22. | <b>Півторак Я. І., Гордійчук Н. М., Нагірняк Т. Б.</b><br>Інтенсивність вирощування ремонтних телиць за різних умов годівлі .....                                                                                                                                                                                                                    | 129 |
| 23. | <b>Прудіус Т. Я.</b><br>Гематологічні і біохімічні показники крові поросят раннього віку за згодовування кормової добавки “Глобіген Джамп Старт” .....                                                                                                                                                                                               | 135 |
| 24. | <b>Гловин Н.М., Павлів О. В.</b><br>Дослідження придатності ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур на дослідних ділянках .....                                                                                                                                                                                                        | 140 |
| 25. | <b>Огороднічук Г., Загамула В.</b><br>Інтенсивність росту свиней на дорощуванні за додавання до раціону біологічної добавки “Мікостоп” .....                                                                                                                                                                                                         | 145 |
| 26. | <b>Огороднічук Г., Загамула Ю.</b><br>Продуктивність свиней на дорощуванні за згодовування кормової добавки “Кормоцид” .....                                                                                                                                                                                                                         | 150 |
| 27. | <b>Яцинка В. Я., Федорович Є. І., Ференц Л. В., Чорний І. О.</b><br>Формування молочної продуктивності корів залежно від селекційних індексів їх батьків з різних країн селекції .....                                                                                                                                                               | 156 |
| 28. | <b>Параняк Р. П., Кропивка С. Й., Гутий Б. В., Градович Н. І., Литвин Н. А., Варшавська І. А.</b><br>Рекреаційний потенціал та ландшафтна привабливість природно-заповідного фонду .....                                                                                                                                                             | 162 |
| 29. | <b>Вощенко І. Б., Повод М. Г.</b><br>Динаміка реалізації генетичного потенціалу відгодівельних якостей свиней данської селекції в умовах промислової технології .....                                                                                                                                                                                | 170 |
| 30. | <b>Волошинов В., Гутий Б., Шостя А., Усенко С., Слинько В., Фесенко О., Іжболдіна О.</b><br>Морфологічний склад туш свиней данського і канадського походження та вплив статі й передзабійної маси на їх якість .....                                                                                                                                 | 182 |
| 31. | <b>Коцюба Б. І.</b><br>Урожайність сої за різних систем азотного удобрення, застосування нітрапірину та інокулянтів насіння .....                                                                                                                                                                                                                    | 194 |
| 32. | <b>Луценко М. М., Попков В. В.</b><br>Мотивація доїння високопродуктивних корів в умовах роботизованих систем .....                                                                                                                                                                                                                                  | 205 |
| 33. | <b>Рівіс Й. Ф., Постоєнко В. О., Гутий Б. В., Стадницька О. І., Саранчук І. І., Клим О. Я., Шелевач А. В., Дяченко О. Б., Гопаненко О. О., Безалтична О. О., Ясько В. М.</b><br>Коефіцієнти переходу важких металів та вміст жирних кислот загальних ліпідів у свіжопобудованих бджолиних стільниках на різних територіях Карпатського регіону ..... | 210 |
| 34. | <b>Григораш Ю. В., Мерзлов С. В.</b><br>Нарощування біомаси <i>Spirulina platensis</i> як кормової добавки за різних доз сульфур у поживному середовищі .....                                                                                                                                                                                        | 217 |



35. **Ткачук В. М., Огородник Н. З., Кирилів Б. Я., Мотько Н. Р., Павкович С. Я., Дудар І. Ф.**  
Продуктивність, хімічний склад та фізичні властивості вовни за умов згодовування  
вівцематкам підвищених рівнів мінеральних елементів ..... 223
36. **Кремпа Н. Ю., Гутий Б. В., Козенко О. В., Двилюк І. В., Магрело Н. В., Клим Г. В.,  
Вус У. М., Висоцький А. О., Мартишук Т. В., Попадюк С. С.**  
Каністерапія: потреби впровадження та проблеми розвитку на теренах України ..... 229
37. **Нагірняк Т. Б., Півторак Я. І., Кухта Р. А., Іващук Б. М.**  
Коригування годівлі як шлях профілактики кормових отруєнь великої рогатої худоби ..... 236
38. **Коритко О. О.**  
Біологічна роль і застосування глютамінової кислоти та вплив на організм ..... 242
39. **Fedak V. D., Stadnytska O. I., Gutyj B. V., Polulikh M. I., Nazaruk N. V., Bezaltychna O. O.,  
Kitaeva A. P., Dovgoplov V. M., Kibenko N. Yu., Shevchenko O. B., Binkevych V. Ya.,  
Kravchenko N. O.**  
Blood research of Simmental breed animals in the Carpathian region ..... 251
40. **Федорович О. В., Саюк Б. Б., Гутий Б. В., Драч М. П., Мартишук Т. В., Кравець С. І.,  
Бойко А. О., Вус У. М., Возна О. Є., Леськів Х. Я., Момут В. Я.**  
Антиоксидантний статус організму однорічок коропа за їх ураження збудником  
*Eudiplozoon nipponicum* та дії коригувальних чинників ..... 258
41. **Халак В. І., Гутий Б. В., Бордун О. М., Усенко С. О., Ільченко М. О., Фесенко О. Г.,  
Шаферівський Б. С., Стадницька О. І.**  
Деякі математичні моделі оціночних індексів та їх використання у свинарстві: акцент на  
механізм відбору високопродуктивних тварин за відтворювальними якостями ..... 264
42. **Вовчук П. О.**  
Вплив годівлі на молочну продуктивність великої рогатої худоби: стратегії сталого  
розвитку та новітні технології ..... 272
43. **Романюк В. Л., Рудь О. Г., Горальський Л. П., Кирильчук О. О., Гутий Б. В.**  
Активність щитоподібної залози та фізичне і психічне здоров'я людини: екологічні та  
клінічні аспекти ..... 277
44. **Романчук Л. Д., Валерко Р. А., Герасимчук Л. О.**  
Демографічні тенденції розвитку сільських селітебних територій ..... 284
45. **Бомко В. С., Карпиш С. Г., Кропивка Ю. Г.**  
Вплив протеїнатів цинку і купруму на ріст і розвиток помісних свиней на відгодівлі ..... 293
46. **Мойсей І. С., Лесновська О. В., Кепкало І. Д., Кузьменко М. В., Махно К. І., Шостя Г. М.,  
Шпирна І. Г., Усенко О. О., Борсук Я. С., Панасова Т. Г.**  
Ефективність традиційного та внутрішньоматочного осіменіння синей ..... 299
47. **Параняк Р. П., Сухорська О. П., Осередчук Р. С., Литвин Н. А.**  
Соціально-демографічні наслідки екологічних проблем Західного регіону України ..... 311
48. **Буцяк В. В.**  
Використання зообентосу та іхтіофауни як тест-об'єктів якості поверхневих вод  
забруднених важкими металами ..... 319
49. **Krushelnytska O. V.**  
The influence of natural immunostimulant on some indicators of specific immunity of carp ..... 325
50. **Гришко В. А., Зоценко В. М., Богатко Н. М., Островський Д. М.**  
Біологічні особливості, біотехнологія культивування та сфери застосування мікроскопічних  
одноклітинних водоростей роду *Chlorella*: (огляд літератури) ..... 329
51. **Кремезь М. І., Повод М. Г., Гутий Б. В., Шпетний М. Б., Михалко О. Г., Нечмілов В. М.,  
Жижка С. В., Мойсей І. С., Цап С. В., Орішук О. С.**  
Відтворювальні якості та прояв різних форм гетерозису у свиноматок англійського похо-  
дження різного селекційного спрямування за чистопородного розведення, схрещування та  
гібридизації ..... 341
52. **Бондаренко Л. В., Богатко Н. М., Гришко В. А., Зоценко В. М.**  
Показники росту біомаси спіруліни за різних доз йоду у поживному середовищі ..... 351
53. **Микитюк В. В., П. В. Боднар, А. О. Бойко, Л. І. Музика, В. Є. Боднарук, А. Й. Жмур**  
Оцінка впливу плеїнної цінності голштинських бугаїв-плідників на молочну продуктив-  
ність корів української чорно-рябої молочної породи ..... 357



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a101

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

## Content

1. **Zhdanov D. V., Povod M. G., Mykhalko O. G., Gutyj B. V., Kalynychenko H. I., Verbelchuk T. V., Verbelchuk S. P., Borschenko V. V.**  
Dependence of piglet productivity on the method of their castration with dry feeding method .... 3
2. **Pastushok R. S., Kucher S. O., Mylostyvyi R. V., Sanzhara R. A., Gutyj B. V.**  
The feasibility of using protein components in the composition of “Kandy” in preparation of bees for wintering ..... 13
3. **Semchuk I. Y., Naumyk O. S., Lunyk Yu. M.**  
Nutritional aspects of the organization of standard nutrition for dogs ..... 18
4. **Chudak R. A., Lebid Y. G.**  
Efficiency of feed utilization and growth of repair young quails with the use of a phytobiotic supplement ..... 25
5. **Fedak V. D., Stadnytska O. I., Gutyj B. V., Nazaruk N. V., Polulikh M. I., Bezaltynha O. O., Kibenko N. Yu., Shevchenko O. B., Fediaieva A. S., Bratiuk V. M., Leskiv Kh. Ya.**  
Development of Ukrainian Black-and-White Dairy cattle × Holstein of different constitution types in postnatal ontogenesis ..... 30
6. **Chudak R. A., Kovernega O. M.**  
Effectiveness of phytobiotic use in feeding broiler chickens ..... 40
7. **Chudak R. A., Barabash S. D., Poberezhets J. M.**  
The influence of phytobiotics on the productivity and reproductive system of repair young laying hens ..... 45
8. **Chugaev S. V., Fedorovych V. V., Fedorovych, Ye. I.**  
Qualitative composition of milk from Ukrainian Mountain Carpathian sheep ..... 50
9. **Sobolieva S. V., Gutyj B. V., Zasukha Y. V., Sobolev O. I., Kuzmenko P. I., Mazhilovskaya K. R.**  
Quality of slaughter products of young pigs for fattening using flour from apple pomace in composition of compound feed ..... 55
10. **Poberezhets J. M., Chudak R. A., Ohorodnichuk G. M., Hasidzhak I. V.**  
Effectiveness of using a mineral feed additive in pig feeding ..... 63
11. **Polupan Yu. P., Pryima S. V.**  
The influence of growth retardation of heifers to yearling age on the milk productivity of cows .. 67
12. **Borshch O. V., Korol A. P., Tsebro A. D., Borshch O. O., Mashkin Yu. O., Kuzmenko P. I., Tkachenko S. V.**  
The effect of high temperatures on the technological milk properties of cows different breeds ... 75
13. **Voitsitskyi O. V., Novgorodska N. V.**  
Indicators of productivity of pigs for different contents of the enzyme preparation “Celozym” ..... 80
14. **Pavlenko Yu. M., Kompanets I. O.**  
The influence of individual genetic and paratypic factors on the duration and efficiency of life-time use of cows of Holstein and Ukrainian Black-and-White dairy breeds ..... 85
15. **Stetsyshyn M. S., Fedorovych V. V., Fedorovych Ye. I.**  
Correlations between economically useful traits of bees of different breeding crosses of the Carpathian breed ..... 91

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 16. | <b>Chorny D. O.</b><br>Study of the influence of the dynamics of pheromone concentration on the collective behavior of bees during the construction of combs .....                                                                                                                                                                                    | 96  |
| 17. | <b>Khalak V., Gutyj B., Bordun O., Khmelova O., Stadnytska O., Kibenko N., Kravchenko N., Shcherbak O., Ilchenko M.</b><br>Breeding value of sows: selection criteria of highly productive animals and economic assessment of their use .....                                                                                                         | 101 |
| 18. | <b>Mykolaichuk L. P., Lesnovskay O. V., Sanzhara R. A., Pokhyl O. M., Gutyj B. V., Dochkin D. O., Mylostyvyi R. V.</b><br>The fatty acid composition of lamb makes it a valuable raw material for the meat processing industry .....                                                                                                                  | 109 |
| 19. | <b>Shtynda L. Y., Loboiko Yu. V., Senechyn V. V.</b><br>Efficiency of using experimental feeds with different levels of nutritional value in carp feeding ..                                                                                                                                                                                          | 113 |
| 20. | <b>Zelinka M. P., Fedorovych Ye. I., Mazur N. P., Suprovych T. M.</b><br>Humoral and cellular components of the natural defense system in limousin cows of different breeding lines .....                                                                                                                                                             | 119 |
| 21. | <b>Farionik T., Kolechko A., Krempa N.</b><br>Biosecurity of service dog environments .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 124 |
| 22. | <b>Pivtorak Y. I., Hordiychuk N. M., Nahirniak T. B.</b><br>Intensity of raising repair heifers under different feeding conditions .....                                                                                                                                                                                                              | 129 |
| 23. | <b>Prudyus T. Ya.</b><br>Hematological and biochemical indicators of the blood of young piglets fed with the “Globigen Jump Start” feed additive .....                                                                                                                                                                                                | 135 |
| 24. | <b>Glovyn N. M., Pavliv O. V.</b><br>Study of the suitability of soils for growing crops on experimental plots .....                                                                                                                                                                                                                                  | 140 |
| 25. | <b>Ohorodnichuk H., Zagamula V.</b><br>Intensity of growth of pigs in the growing facility with the addition of the biological supplement “Mikostop” to the diet .....                                                                                                                                                                                | 145 |
| 26. | <b>Ogorodnichuk H., Zagamula Y.</b><br>Productivity of pigs grown on the feed additive “Kormocid” .....                                                                                                                                                                                                                                               | 150 |
| 27. | <b>Yatsynka V. Ya., Fedorovych Ye. I., Ferents L. V., Chorny I. O.</b><br>Formation of milk productivity in cows depending on the selection indices of their parents from different breeding countries .....                                                                                                                                          | 156 |
| 28. | <b>Paranjak R. P., Kropyvka S. J., Gutyj B. V., Hradovych N. I., Lytvyn N. A., Varshavska I. A.</b><br>Recreational potential and landscape attractiveness of the conservation areas .....                                                                                                                                                            | 162 |
| 29. | <b>Voshchenko I. B., Povod M. G.</b><br>Dynamics of the realization of the genetic potential of fattening qualities of Danish-bred pigs under industrial technology conditions .....                                                                                                                                                                  | 170 |
| 30. | <b>Voloshynov V., Gutyj B., Shostya A., Usenko S., Slynko V., Fesenko O., Izhboldina O.</b><br>Morphological composition of pig carcasses of Danish and Canadian origin and the effect of sex and pre-slaughter weight on their quality .....                                                                                                         | 182 |
| 31. | <b>Kotsyuba B. I.</b><br>Soybean yield under different systems of nitrogen fertilization, use of nitrapyrin and seed inoculants .....                                                                                                                                                                                                                 | 194 |
| 32. | <b>Lutsenko M. M., Popkov V. V.</b><br>Motivation of milking high productivity cows under the conditions of robotic systems .....                                                                                                                                                                                                                     | 205 |
| 33. | <b>Rivis Y. F., Postoienko V. O., Gutyj B. V., Stadnytska O. I., Saranchuk I. I., Klym O. Ya., Shelevach A. V., Diachenko O. B., Hopanenko O. O., Bezalychna O. O., Yasko V. M.</b><br>Transfer coefficients of heavy metals and fatty acid content of total lipids in freshly built beehives in different territories of the Carpathian region ..... | 210 |
| 34. | <b>Hryhorash Y. V., Merzlov S. V.</b><br>Biomass increase of <i>Spirulina platensis</i> as a feed additive with different doses of sulfur in the nutrient environment .....                                                                                                                                                                           | 217 |
| 35. | <b>Tkachuk V. M., Ohorodnyk N. Z., Kyryliv B. Ya., Motko N. R., Pavkovych S. Ya., Dudar I. F.</b><br>Productivity, chemical composition and physical properties of wool under conditions of feeding ewes with increased levels of mineral elements .....                                                                                              | 223 |

|     |                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 36. | <b>Krempa N. Yu., Gutyj B. V., Kozenko O. V., Dvylyuk I. V., Magrelo N. V., Klym H. V., Vus U. M., Vysotskyi A. O., Martyshuk T. V., Popadiuk S. S.</b>                                                   |     |
|     | Canis therapy: implementation needs and development problems in Ukraine .....                                                                                                                             | 229 |
| 37. | <b>Nahirniak T. B., Pivtorak Y. I., Kukhta R. A., Ivashchuk B. M.</b>                                                                                                                                     |     |
|     | Adjustment of feeding as a way to prevent fodder poisoning in cattle .....                                                                                                                                | 236 |
| 38. | <b>Korytko O. O.</b>                                                                                                                                                                                      |     |
|     | Biological role and use of L-glutamic acid and its influence on the body .....                                                                                                                            | 242 |
| 39. | <b>Fedak V. D., Stadnytska O. I., Gutyj B. V., Polulikh M. I., Nazaruk N. V., Bezaltychna O. O., Kitaeva A. P., Dovgoplov V. M., Kibenko N. Yu., Shevchenko O. B., Binkevych V. Ya., Kravchenko N. O.</b> |     |
|     | Blood research of Simmental breed animals in the Carpathian region .....                                                                                                                                  | 251 |
| 40. | <b>Fedorovych O. V., Saiuk B. B., Gutyj B. V., Drach M. P., Martyshuk T. V., Kravets S. I., Boiko A. O., Vus U. M., Vozna O. Ye., Leskiv Kh. Ya., Momut V. Ya.</b>                                        |     |
|     | Antioxidant status of one-year-old carp infected with <i>Eudiplozoon nipponicum</i> and the effects of corrective factors .....                                                                           | 258 |
| 41. | <b>Khalak V. I., Gutyj B. V., Bordun O. M., Usenko S. O., Ilchenko M. O., Fesenko O. H., Shaferivskyi B. S., Stadnytska O. I.</b>                                                                         |     |
|     | Some mathematical models of evaluation indices and their use in pig breeding: emphasis on the mechanism of selection of highly productive animals based on reproductive qualities .....                   | 264 |
| 42. | <b>Vovchuk P. O.</b>                                                                                                                                                                                      |     |
|     | The impact of nutrition on dairy cattle productivity: sustainable development strategies and advanced technologies .....                                                                                  | 272 |
| 43. | <b>Romaniuk V. L., Rud O. G., Goralskyi L. P., Kyrylchuk O. O., Gutyj B. V.</b>                                                                                                                           |     |
|     | English thyroid activity and human physical and mental health: environmental and clinical aspects .....                                                                                                   | 277 |
| 44. | <b>Romanchuk L. D., Valerko R. A., Herasymchuk L. O.</b>                                                                                                                                                  |     |
|     | Demographic trends in the development of rural settlement areas .....                                                                                                                                     | 284 |
| 45. | <b>Bomko V. S., Karapysh S. G., Kropyvka Yu. G.</b>                                                                                                                                                       |     |
|     | The effect of zinc and copper proteinate on the growth and development of crossbred pigs during fattening .....                                                                                           | 293 |
| 46. | <b>Moisei I. S., Lesnovska O. V., Kepkalo I. D., Kuzmenko M. V., Makhno K. I., Shostia H. M., Shpyrna I. H., Usenko O. O., Borsuk Ya. S., Panasova T. H.</b>                                              |     |
|     | The effectiveness of traditional and intrauterine insemination of pigs .....                                                                                                                              | 299 |
| 47. | <b>Paranjak R. P., Sukhorska O. P., Oseredchuk R. S., Lytvyn N. A.</b>                                                                                                                                    |     |
|     | Socio-demographic consequences of environmental problems of the Western region of Ukraine .                                                                                                               | 311 |
| 48. | <b>Butsiak V. V.</b>                                                                                                                                                                                      |     |
|     | Using zoobenthos and ichthyofauna as test objects for the quality of surface waters polluted with heavy metals .....                                                                                      | 319 |
| 49. | <b>Krushelnytska O. V.</b>                                                                                                                                                                                |     |
|     | The influence of natural immunostimulant on some indicators of specific immunity of carp .....                                                                                                            | 325 |
| 50. | <b>Grishko V., Zotsenko V., Bogatko N., Ostrovskiy D.</b>                                                                                                                                                 |     |
|     | Biological features, biotechnology, cultivation and areas of stagnation of microscopic single-cell algae of the genus <i>Chlorella</i> : (review of the literature) .....                                 | 329 |
| 51. | <b>Kremetz M. I., Povod M. H., Gutyj B. V., Shpetnyi M. B., Mykhalko O. H., Nechmilov V. M., Zhyzhka S. V., Moisei I. S., Tsap S. V., Orishchuk O. S.</b>                                                 |     |
|     | Reproductive qualities and the manifestation of different forms of heterosis in sows of English origin of different breeding directions during purebred breeding, crossing, and hybridization ....        | 341 |
| 52. | <b>Bondarenko L. V., Bohatko N. M., Grishko V. A., Zotsenko V. M.</b>                                                                                                                                     |     |
|     | Indicators of spirulina biomass growth at different doses of iodine in the nutrient medium .....                                                                                                          | 351 |
| 53. | <b>Mykytiuk V. V., Bodnar P. V., Boiko A. O., Muzyka L. I., Bodnaruk V. Ye., Zhmur A. Y.</b>                                                                                                              |     |
|     | Evaluation of the effect of Holstein bulls breeding value on cows' milk productivity of Ukrainian Black-and-White dairy breed .....                                                                       | 357 |



**НАУКОВИЙ ВІСНИК**  
**ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ВЕТЕРИНАРНОЇ**  
**МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ**  
**імені С.З. ГЖИЦЬКОГО**  
заснований у 1998 році

**Scientific Messenger**  
**of Lviv National University**  
**of Veterinary Medicine and Biotechnologies**

**СЕРІЯ “СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ”**  
**SERIES “AGRICULTURAL SCIENCES”**

**Том 26 № 101**

Підписано до друку 19.12.2024. Формат 60x84/8  
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 43,48  
Наклад 300 прим. Зам. № 19/12.

Друк ФОП Корпан Б.І.  
Львівська обл., Пустомитівський р-н., с Давидів, вул. Чорновола 18  
Ел. пошта: bkorpan@ukr.net, тел. 093-480-6141  
Код ДРФО 1948318017, Свідоцтво про державну реєстрацію  
В02 № 635667 від 13.09.2007