

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

НАУКОВИЙ ВІСНИК

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

СЕРІЯ: ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

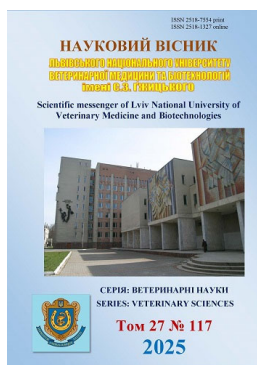


SCIENTIFIC MESSENGER
OF LVIV NATIONAL UNIVERSITY OF VETERINARY
MEDICINE AND BIOTECHNOLOGIES

SERIES: VETERINARY SCIENCES

Том 27 № 117
2025

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки	Scientific messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences
Засновник: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького <i>Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ № 14133–3104 ПР від 11.06.2008 року.</i>	Founder: Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv <i>Certificate of registration of print media Series KV number 14133–3104 PR from 11.06.2008 year</i>
Рік заснування: 1998	Year of foundation: 1998
Мова видання: українська, англійська Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет Вченою радою Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (протокол № 5 від 27 березня 2025 року)	Language edition: Ukrainian, English 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. 5 of March 27, 2025)
Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 2058 протокол № 18 від 13.06.2024 р. Ідентифікатор медіа – R30-05008	Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine No. 2058 Minutes No. 18, dated 13.06.2024 Media identifier – R30-05008
Журнал входить до переліку наукових фахових видань України Категорія “Б”. Галузь науки – Ветеринарні, спеціальність – 211 “Ветеринарна медицина”, 212 “Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза” (Наказ Міністерства освіти і науки України від 15 жовтня 2019 р. № 1301)	The journal is included in the list of professional publications of Ukraine Category “B”. Veterinary, specialty – 211 “Veterinary Medicine”, 212 – “Veterinary Hygiene, Sanitation and Examination” (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine of October 15, 2019, No. 1301)
Журнал представлено у міжнародних наукометричних базах даних, репозитаріях та пошукових системах: 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 & 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	The journal is presented international scientometric databases, repositories and scientific systems: 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 & 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
РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ Голова редакційної колегії: Б. В. ГУТИЙ, д.вет.н. (Україна) Заступники голови редакційної колегії О. М. ФЕДЕЦЬ, к.с.-г.н. (Україна) Ю. С. СТРОНСЬКИЙ, к.вет.н. (Україна) Відповідальний секретар Т. В. МАРТИШУК, к.с.-г.н. (Україна) Члени редакційної колегії Р. АЛІКСІЄВИЧ, док. габ. (Республіка Польща) Р. ВЕЛЕНМАН, к.вет.н. (Швейцарія) С. ВІНЯРЧИК, док. габ. (Республіка Польща) В. В. ВЛІЗЛО, д.вет.н. (Україна) Л. П. ГОРАЛЬСЬКИЙ, д.вет.н. (Україна) В. М. ГУНЧАК, д.вет.н. (Україна) І. В. ДВІЛЮК, к.вет.н. (Україна) М. М. ЖЕЛАВСЬКИЙ, д.вет.н. (Україна) М. І. ЖИЛА, д.вет.н. (Україна) Я. В. КІСЕРА, д.вет.н. (Україна) І. І. КОВАЛЬЧУК, д.вет.н. (Україна) Г. І. КОЦОМБАС, д.вет.н. (Україна) Б. М. КУРТЯК, д.б.н. (Україна) К. КУБЯК, док. габ. (Республіка Польща) М. КОЗИРОВСЬКИЙ, док. габ. (Республіка Польща) В. В. МЕЛЬНИЧУК, д.вет.н. (Україна) А. Р. МИСАК, д.вет.н. (Україна) Р. А. ПЕЛЕНЬО, д.вет.н. (Україна) Р. ПІЛИП, к.вет.н. (Канада) Р. ПОГРАНИЧНИЙ, д.вет.н. (США) О. Б. ПРИЙМА, к.вет.н. (Україна) А. М. ТИБІНКА, д.вет.н. (Україна) В. З. САЛАТА, д.вет.н. (Україна) Л. Г. СЛІВІНСКА, д.вет.н. (Україна) В. Ю. СТЕФАНІК, д.вет.н. (Україна) В. В. СТИБЕЛЬ, д.вет.н. (Україна) М. Р. СІМОНОВ, д.вет.н. (Україна) І. М. СОКУЛЬСЬКИЙ, к.вет.н. (Україна) І. Д. ЮСЬКІВ, д.вет.н. (Україна)	EDITORIAL BOARD Editor-in-Chief: B. GUTYJ, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) Deputy Editors: O. FEDETS, Cand. Agr. Sci. (Ukraine) J. STRONSKYJ, Cand. Vet. Sci. (Ukraine) Executive Secretary: T. MARTYSHUK, Cand. Agr. Sci. (Ukraine) Editorial board R. ALEKSIEWICZ, Dr. Vet. Sci. (Poland) R. WEILENMANN, Cand. Vet. Sci. (Switzerland) S. WINIARCZYK, Dr. Vet. Sci. (Poland) V. VLIZLO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) L. HORALSKYI, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) V. HUNCHAK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) I. V. DVYLIUK, Cand. Vet. Sci. (Ukraine) M. ZHELAVSKYI, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) M. ZHYLA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) Y. KISERA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) I. KOVALCHUK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) G. KOTSYUMBAS, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) B. KURTYAK, Dr. Biol. Sci. (Ukraine) K. KUBIAK, Dr. Vet. Sci. (Poland) M. KOZIOROWSKI, Dr. Vet. Sci. (Poland) V. MELNYCHUK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) A. MYSAK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) R. PELENO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) R. PILIP, Cand. Vet. Sci. (Canada) R. POGRANICHNIY, Dr. Vet. Sci. (USA) O. PRYIMA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine) A. TYBINKA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) V. SALATA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) L. SLIVINSKA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) V. STEFANYK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) V. STYBEL, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) M. SIMONOV, Dr. Vet. Sci. (Ukraine) I. SOKULSKYI, Cand. Vet. Sci. (Ukraine) I. YUSKIV, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)
Адреса редакції: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, Україна, 79010 тел. +38 (032) 2392622, +380681362054 E-mail: admin@lvet.edu.ua, bvnh@ukr.net https://lvet.edu.ua	Editors office address: Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, 79010, Ukraine, Lviv, Pekarska str., 50 tel. +38 (032) 2392622, +380681362054 E-mail: admin@lvet.edu.ua, bvnh@ukr.net https://lvet.edu.ua



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11701
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 579.62.

Metabolic and endocrine disorders in obesity in dogs

V. V. Horiuk[✉], V. A. Kozhyn

Podillia State University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Article info

Received 09.12.2024
Received in revised form
09.01.2025
Accepted 10.01.2025

Higher educational institution
“Podillia State University”,
Shevchenko Str., 12, Kamianets-
Podilskyi, Khmelnitskyi region,
32300, Ukraine.
Tel.: +38-097-661-79-64
E-mail: horiukv@ukr.net

Horiuk, V. V., & Kozhyn, V. A. (2025). Metabolic and endocrine disorders in obesity in dogs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 3–10. doi: 10.32718/nvlvet11701

Obesity in dogs is a serious medical problem that significantly affects their health and quality of life. The prevalence of this condition is increasing, with approximately 30 % of dogs visiting veterinary clinics suffering from obesity. This often leads to the development of serious metabolic and hormonal disorders such as osteoarthritis, diabetes, respiratory distress, and an increased risk of surgical complications. The aim of this review is to highlight the importance of adipose tissue in metabolism and energy balance, and to determine the role of adipokines in the development of obesity in dogs. The main factors contributing to obesity are genetic predisposition, age, gender, neutering, and endocrine disorders. Certain dog breeds, such as Labradors, Cocker Spaniels, and Beagles, are particularly prone to obesity. Other important factors include insufficient physical activity, improper feeding, and hormonal changes following neutering. Prevention, dietary control, regular physical activity, and early diagnosis are key aspects of preventing obesity and improving the health of dogs. Adipose tissue is a complex organ that performs important metabolic and endocrine functions, including the production of adipokines such as leptin and adiponectin, which significantly influence energy balance and the metabolism of glucose and lipids. In dogs, obesity is not only the accumulation of fat but also the development of chronic inflammation, disruption of hormone functions, and an increased risk of serious metabolic disorders such as insulin resistance, type 2 diabetes, hypothyroidism, dyslipidemia, as well as respiratory and cardiovascular issues. Obesity in dogs can have serious consequences for their health and premature mortality, which is why it is important to carry out prevention and early diagnosis of this condition, particularly through controlling nutrition and physical activity, as well as a better understanding of the endocrine and metabolic processes leading to obesity. The development of new methods for the treatment and prevention of obesity is an important part of the “One Health” initiative, which promotes collaboration between veterinarians and medical professionals to improve the health of both animals and humans.

Key words: obesity, dogs, adipose tissue, adipokines, leptin, adiponectin, metabolic disorders.

Метаболічні та ендокринні розлади при ожирінні у собак

В. В. Горюк[✉], В. А. Кожин

Подільський державний університет, м. Кам'янець-Подільський, Україна

Ожиріння у собак є серйозною медичною проблемою, що значно впливає на здоров'я тварин та їхню якість життя. Поширеність цього стану зростає, і сьогодні близько 30 % собак, які потрапляють до ветеринарних клінік, страждають від ожиріння. Це часто призводить до розвитку серйозних метаболічних і гормональних порушень, таких як остеоартрит, цукровий діабет, респіраторний дистрес та підвищений ризик хірургічних ускладнень. Мета цього огляду – окреслити важливість жирової тканини в метаболізмі та енергетичному балансі, визначити роль адипокінів при розвитку ожиріння у собак. Основними факторами, що сприяють розвитку ожиріння, є генетична схильність, вік, стать, стерилізація та ендокринні розлади. Особливо схильні до ожиріння певні породи собак, такі як лабрадори, кокер-спанієлі та біглі. Важливими чинниками є також недостатня фізична активність, неправильне годування та гормональні зміни після стерилізації. Профілактика, контроль за харчуванням, регулярні фізичні навантаження та рання діагностика є ключовими аспектами для запобігання ожирінню і поліпшення здоров'я собак. Жирова тканина є складним органом, що виконує важливі метаболічні та ендокринні функції, зокрема виробляє адипокіни, такі як лептин

та адипонектин, які мають суттєвий вплив на енергетичний баланс і метаболізм глюкози та ліпідів. У собак ожиріння є не тільки накопиченням жиру, а й розвитком хронічного запалення, порушенням функцій гормонів і підвищенням ризику розвитку серйозних метаболічних розладів, таких як інсулінорезистентність, діабет другого типу, гіпотиреоз, дисліпідемія, а також респіраторні та кардіоваскулярні проблеми. Ожиріння у собак може мати серйозні наслідки для їх здоров'я і передчасної смертності, тому важливо здійснювати профілактику та ранню діагностику цього стану, зокрема через контроль харчування і фізичної активності, а також краще розуміння ендокринних і метаболічних процесів, що призводять до ожиріння. Розвиток нових методів лікування та профілактики ожиріння є важливою частиною ініціативи "Єдине здоров'я", що сприяє співпраці між ветеринарними лікарями та медичними фахівцями для поліпшення здоров'я як тварин, так і людей.

Ключові слова: ожиріння, собаки, жирова тканина, адипокіни, лептин, адипонектин, метаболічні порушення.

Вступ

Ожирінням у собак вважається накопичення надмірної кількості жирової тканини в організмі, що є основним харчовим розладом у тварин у більшості країн (APPA, 2021; Marchi et al., 2022; Li et al., 2024). Поширеність ожиріння собак в різних дослідженнях коливається в межах 22–44 % (PFMA, 2021; Partington et al., 2022). Останні дані більшості дослідників свідчать про те, що принаймні 30 % собак, які надходять у ветеринарні клініки, страждають від ожиріння, і ця статистика постійно зростає (Park et al., 2024). Така ситуація викликає занепокоєння у більшості клініцистів, адже воно зазвичай пов'язане з важкими метаболічними розладами та гормональними змінами в організмі тварин (Wen et al., 2022). Такі зміни часто призводять до розвитку остеоартриту, респіраторного дистресу, несприйняття глюкози та цукрового діабету, гіпертензії, дистонії, підвищеного ризику анестезіологічних та хірургічних ускладнень (Prosyanyi & Horiuk, 2023; Gurung et al., 2024). Нещодавні дослідження показали, що середня тривалість життя худорлявих собак майже на 2,5 року довша, крім того, в них рідше виникали хронічні захворювання (Kealy et al., 2002). Тому профілактика та рання діагностика ожиріння є важливим елементом належного догляду за тваринами, що значно поліпшує якість їхнього життя.

Причини виникнення ожиріння багатофакторні, включаючи генетичну схильність та вплив навколишнього середовища (Leeners et al., 2017; APOP, 2019). Однак у кінцевому результаті воно напрямую пов'язане з енергетичним дисбалансом, занадто великою кількістю споживання або занадто малим витрачанням калорій (Unger et al., 2022; Calancea et al., 2024). Проте, багато досліджень визначають, що саме зовнішні чинники відіграють вирішальну роль у розвитку ожиріння.

Основними чинниками, що сприяють розвитку ожиріння, є схильність окремих порід собак, вік, стать тощо (Marchi et al., 2022; Li et al., 2024). До порід з підвищеним ризиком виникнення ожиріння зараховують лабрадорів, боксерів, керн-тер'єрів, шотландських тер'єрів, шотландських вівчарок, кокер-спанієлів, біглів, такс (Gossellin et al., 2007; Linder et al., 2021). Окрім породної схильності, важливе значення має вік тварини, зазвичай ожиріння має тенденцію до збільшення з віком. Вважається, що дане явище є результатом зниження швидкості метаболізму. Вченими також доведено, що ожирінням страждають частіше молоді самки порівняно з самцями. Очевидним чинником розвитку ожиріння є стерилізація тва-

рин (German et al., 2015; Bjornvad et al., 2019). Так, встановлено, що частота виникнення такої проблеми є вищою у кастрованих собак обох статей, що пов'язано з гормональними змінами та втратою статевих гормонів (Martin et al., 2006; Nikkhah, 2015). Вченими було продемонстровано, що естроген пригнічує ліпогенез, що є основним визначальним чинником формування адипоцитів. Так, наприклад, для запобігання збільшення ваги у самок породи бігль після стерилізації необхідно було скоротити споживання енергії на 30 % (Trevejo et al., 2011). І навпаки, окремі дослідження повідомляють про необхідність збільшення фізичних навантажень для підтримки нормального стану тіла (Verbrugghe, 2019). Іншими важливими чинниками розвитку ожиріння є ендокринні розлади, такі як гіпотиреоз, гіперадренокортицизм, лікування протисудомними препаратами, застосування глюкокортикостероїдів, безконтрольна годівля собак калорійною їжею, недостатній моціон тощо (Haddad, 2024).

Мета дослідження

Таким чином, мета цього огляду – окреслити важливість жирової тканини в метаболізмі та енергетичному балансі, визначити роль адипокінів при розвитку ожиріння у собак.

Матеріал і методи досліджень

Проведено вичерпний пошук літератури, в ході якого розглянуто та оцінено різні джерела інформації для вирішення поточного стану проблеми розвитку ожиріння в тварин-компаньйонів, зокрема собак.

Пошук джерел проводився з використанням таких систем, як PubMed, Google Scholar і Scopus. Крім того, розглянуто звіти та публікації Центрів з контролю та профілактики захворювань різних країн. Цей огляд включав статті, написані та опубліковані англійською мовою. Пошукові терміни, які надавали більшість інформації: "Тварини-компаньйони", "Єдине здоров'я", "Ожиріння тварин", "Профілактика ожиріння тварин-компаньйонів".

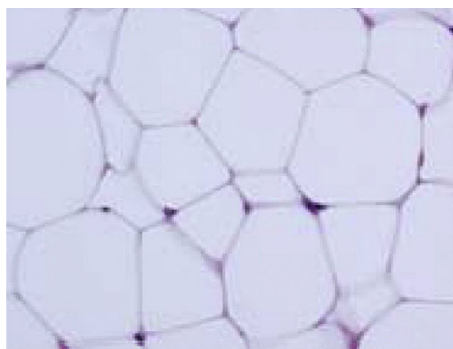
Результати та їх обговорення

Традиційно жирову тканину вважають дифузною, нечітко визначеною, основною роллю якої є накопичення енергії у формі тригліцеридів, захист та ізоляція внутрішніх органів (Boschert et al., 2002; Verbrugghe, 2019). Проте все більше досліджень повідомляють, що жирова тканина – набагато складніший

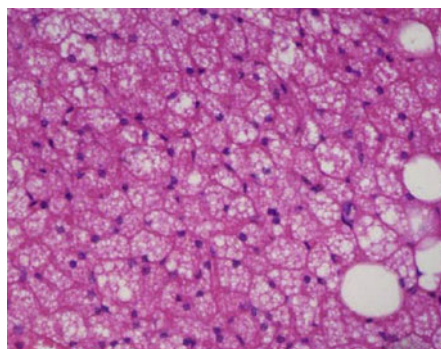
орган та містить різні типи клітин. Так, визначено, що у жировій тканині є два основних типи адипоцитів: біла жирова тканина та бура жирова тканина (рис. 1, 2).

Біла жирова тканина являє собою більшість великих адипоцитів, наповнених тригліцеридами (Olsson et al., 2021). Основна відмінність між білим і бурим шаром жирових клітин полягає у наявності мультилокулярних крапельліпідів, які активно беруть участь у термогенезі в результаті експерсії окремих генів, які впливають на функції мітохондрій. Бура жирова тканина складається лише на 50 % з адипоцитів та включає преадипоцити, мультипотентні мезенхімальні

стовбурові клітини, ендотеліальні клітини, перицити, макрофаги та нервові клітини (Marchi et al., 2022; Pennasilico et al., 2023). Наявність у ній стовбурових клітин і преадипоцитів має вирішальне значення при ожирінні. Коли адипоцити досягають критичного рівня, ці клітини рекрутуються у гіпертрофії, що призводить до гіперплазії жирової тканини. Також встановлено, що моноцити та макрофаги, які присутні у жировій тканині, відіграють велику роль у розвитку ожиріння, оскільки вони є джерелами протизапальних прокоагулянтів і цитокінів, які активно зростають при гіпертрофії адипоцитів (Machado et al., 2022; Gunawardana, 2023).

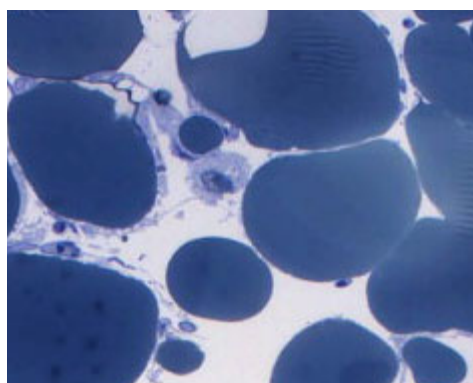


А

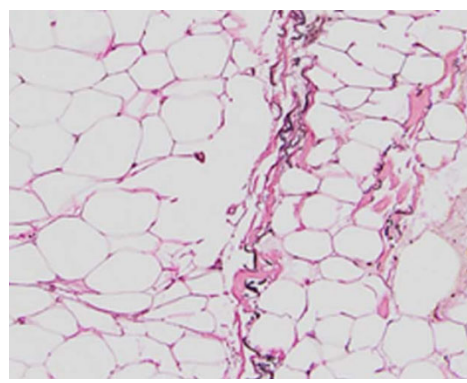


Б

Рис. 1. Зображення білої (А) та бруї (Б) жирової тканини під світловим мікроскопом (Esteve Ràfols, 2014)



А



Б

Рис. 2. Мікроскопічне зображення вісцеральної білої жирової тканини, пофарбованої толуїдином (А) (Zoran, 2010) та еластином (Б) (Spencer et al., 2014)

Для кращого розуміння жирової тканини як окремого органу було проведено дослідження на щурах та мишах, за результатами якого визначено, що жир у різних анатомічних місцях проявляє відмінну біологічну поведінку, визначену експресією та диференціацією генів (Chen et al., 2022). Різниця в секреції адипоцитів у різних ділянках організму тварин схожа на ту, що зареєстрована у людей. Проте досліджень у цьому напрямку досить мало і, ймовірно, це відбувається через аномалії ліпідів крові (рис. 3).

Нині біла жирова тканина добре відома як важливий ендокринний орган та джерело гормону лептину (Choi et al., 2022). Крім того, нею виробляється широкий спектр речовин, таких як стероїдні гормони, фактори росту, цитокіни, ейкозаноїди, білки комплексу, зв'язуючі білки, вазоактивні фактори, регулятори метаболізму ліпідів та глюкози тощо. Багато гормо-

нів, що виділяються жировою тканиною, відомі як адипокіни (Ricci & Bevilacqua, 2012). Адипокіни необхідні для регулювання багатьох фізіологічних функцій, включаючи енергетичний баланс, метаболізм глюкози та ліпідів, гомеостаз та ангіогенез.

Відомо понад 50 адипокінів. Найвідоміший з них лептин, який є прототипом адипокіну та кодується геном *ob* (Ishioka et al., 2002; Cortese et al., 2019). Хоча адипоцити є основним місцем вироблення лептину, його mRNA можна знайти і в плаценті, молочних залозах та печінці. Циркуючі концентрації лептину корелюють з часткою жиру в цих органах всіх видів тварин, включаючи собак. Транскрипція гену *ob* і секреція лептину корелює також з різними медіаторами запалення, секрецією інсуліну, глюкокортикоїдів, ендотоксинів, *TNFα*, *IL-1β* та *IL-6* (Perakakis et al., 2021). Спочатку вчені вважали, що лептин відповідає

лише за пригнічення апетиту та збільшення витрат енергії. Проте подальші його дослідження показали, що він зв'язується з рецепторами гіпоталамусу та призводить до пригнічення апетиту, включаючи стимуляцію анорексигенних нейронів за допомогою

транскрипт, що регулюються кокаїном та амфетаміном, пригнічення орексигенних нейронів та пригнічення вивільнення ендоканабіноїдів, які є регуляторами орексигенних нейронів (Park et al., 2014; Maranesi et al., 2020).



А



Б

Рис. 3. Магнітно-резонансна томографія черевної порожнини здорової собаки (А) та собаки з ознаками ожиріння (накопичення великої кількості внутрішньочервного жиру) (Б) (Zoran, 2010)

Концентрація лептину в крові собак корелює з кількістю жиру в організмі. Так, у собак концентрація лептину підвищується після жирної або високоенергетичної їжі. Окремі дослідження показують, що породні особливості можуть впливати на концентрацію лептину (Ishioka et al., 2002). Проте такі дослідження досить обмежені та поодинокі. Іншим чинником, що впливає на концентрацію лептину в собак, є використання в терапії глюкокортикостероїдів. Наприклад, при дослідженні впливу дексаметазону виявили підвищення вмісту лептину (Cardinali et al., 2017).

Після лептину наступним найбільш вивченим і добре відомим адипокіном є адипонектин (Choi et al., 2022). На відміну від лептину адипонектин виробляється виключно зрілими адипоцитами, після чого він циркулює у вигляді тримерів, гексамерів або навіть високомолекулярних мультимерів у дуже високих концентраціях (Ramisz et al., 2021). Адипонектин є одним з найбільш сильно експресованих генів у жировій тканині. Роль адипонектину тісно пов'язана з метаболізмом глюкози через підвищення чутливості до інсуліну та пришвидшення її поглинання через транспортер GLUT 4. Крім того, адипонектин посилює гліколіз шляхом фосфорилування фосфофруктокінази та посилює окислення жирних кислот. У стані ожиріння концентрація лептину зазвичай різко підвищується, що відображає збільшення жирової маси (Yusuf et al., 2022). Однак на відміну від лептину збільшення жирової маси призводить до зниження концентрації циркулюючого адипонектину і навпаки – втрата ваги призводить до повернення до його нормальних концентрацій. Дослідження на собаках показали, що цей гормон може впливати на резистентність до інсуліну та розвиток діабету другого типу (Zhou et al., 2021; Marques et al., 2023).

Резистин – гормон, який також міститься в адипоцитах людини, великої рогатої худоби та свиней (Zhang et al., 2024). Проте, наразі експресія резистину не задокументована в адипоцитах собак. Однак, у гризунів секреція цього гормону корелює з лептином – циркулюючі концентрації зростають зі збільшенням жирової тканини в організмі (Deb et al., 2021). А своєю чергою підвищені концентрації цих гормонів сприяють інсулінорезистентності та іншим метаболічним порушенням (Boschert et al., 2002; Verbrugghe, 2019).

Однією з найвідоміших метаболічних систем в організмі є ренін-ангіотензин-альдостеронова (Barrea et al., 2023). Їй належить визначна роль у гомеостазі судин, водному балансі та підтриманні функції нирок. Біла жирова тканина є основним джерелом ангіотензиногену у людей і гризунів. У людей з ожирінням підвищене вироблення ангіотензиногену є головним чинником розвитку серцево-судинних та нефрологічних захворювань. Підвищення рівня ангіотензиногену в адипоцитах призводить до збільшення циркулюючих концентрацій ангіотензину II, що сприяє посиленню вазоконстрикторної активності та затримці натрію в нирках. Як і у випадку з резистином, роль цієї системи в адипоцитах і ожирінні у собак недостатньо вивчена (Loh et al., 2023).

Ожиріння вважається хронічним запальним захворюванням (Kolodziejski et al., 2021). Відомо, що у людей, які страждають від ожиріння, виникає резистентність до інсуліну, розвивається дисліпідемія, серцеві захворювання, підвищується ризик інсульту та остеоартриту (Miyai et al., 2021). При ожирінні вироблення адипокінів порушується, що призводить до збільшення кількості протизапальних цитокінів. *TNFα* та *IL-6* є найбільш широко вивченими цитокінами, що виробляються жировою тканиною. *TNFα*

спочатку вважався відповідальним лише за здатність індукувати некроз раку після гострої бактеріальної інфекції, подальші дослідження показали його значну роль у розвитку аутоімунних захворювань, пухлинно-генезі, септичному шокові, лихоманках. Він бере участь у метаболізмі ліпопротеїніпази та розвитку резистентності до інсуліну (Rhee et al., 2022).

Дослідження, проведені на собаках лише нещодавно, почали демонструвати роль протизапальних цитокінів у патогенезі ожиріння. Дослідники виявили в адипоцитах гени ангіотензиногену, інгібітора активатора плазміногену-1, IL-6, гаптоглобіну, металотіоніну-1 і -2, та фактора росту нервів (Badman & Flier, 2007).

Дослідження показують, що ожиріння чітко пов'язане з підвищеною захворюваністю тварин і ранньою смертністю. Як і в людей, ожиріння у собак пов'язане з різними ендокринними порушеннями. Найбільш широко визнаним і дослідженим прикладом є інсулінорезистентність і підвищений ризик розвитку діабету другого типу. Цукровий діабет у собак реєструють близько у 0,6 % випадків (Shiel & Mooney, 2022). Частіше діагностують діабет другого типу, тобто несприйняття вуглеводів, спричинену супутніми захворюваннями. Хоча діабет у собак зазвичай виникає через відсутність β-клітин підшлункової залози, що виробляють інсулін, ожиріння значно знижує чутливість до інсуліну. Однак у собак субклінічна непереносимість глюкози та резистентність до інсуліну часто присутні без явних ознак діабету (Penlioglou et al., 2021; O'Kell & Davison, 2023).

Окрім впливу ожиріння на інсулінорезистентність, існує прямий зв'язок між його впливом на функцію гормонів щитоподібної залози. Дослідження показують, що близько 40 % собак з надмірною вагою мали біохімічні ознаки гіпотериозу (Mooney, 2011; Travail et al., 2024).

Дисліпідемії зазвичай асоціюються з ожирінням у людей і фактично є одним із компонентів метаболічного синдрому (German et al., 2015; Bjornvad et al., 2019). На сьогодні було проведено лише кілька досліджень на собаках, які додатково визначають зміни ліпідів у сироватці їх крові. За цими результатами у собак з ожирінням були підвищені концентрації глюкози, холестерину, HDL-холестерину, тригліцеридів і загального холестерину (Prosyanyi & Horiuk, 2020; Coelho & Scardoeli, 2022).

Люди з ожирінням схильні до розвитку різноманітних респіраторних синдромів і дистресу дихальних шляхів, починаючи від розвитку астми і закінчуючи утрудненим диханням через обструкцію рухів грудної порожнини. Існує декілька повідомлень про подібні захворювання у собак. Є повідомлення про те, що ожиріння створює більший дистрес для собак із колапсом трахеї та паралічем гортані.

Лікування ожиріння у собак в основному ґрунтується на дієтичному контролі та збільшенні витрат енергії. Однак подолати поведінковий, метаболічний і гормональний впливи може бути досить важко. Проте розуміння цих процесів може допомогти поліпшити та розширити інструменти, доступні для профілактики та лікування цієї патології, що власне є метою

ініціативи “Єдине здоров'я” – руху, спрямованого на налагодження рівноправної інклюзивної співпраці між лікарями-практиками та дослідниками, які працюють у галузі охорони здоров'я людини та ветеринарії (Destoumieux-Garzon et al., 2018; Prata et al., 2021).

Висновки

Поширеність та чинники, які сприяють розвитку ожиріння тварин, добре описані, проте наразі немає визначеного шляху для подолання цієї проблеми. Погляд One Health на кризу ожиріння може стимулювати інноваційні підходи, об'єднуючи зацікавлені групи людей, щоб взяти на себе значущу роль у підтримці окремих людей у зміцненні свого здоров'я та здоров'я їхніх тварин-компаньйонів, а також підтримувати пропозиції щодо поліпшення харчування та моціону.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

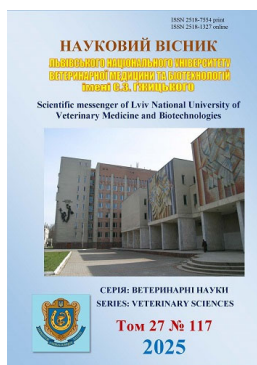
References

- APOP (2019). Association for Pet Obesity Prevention. The Global Pet Obesity Initiative Position Statement. URL: https://static1.squarespace.com/static/6425ec5d33eaa634113b2d4/t/653e5870610dff50a2fa1013/1698584719824/Global+pet+obesity+initiative+position+statement_2019.pdf.
- APPA (2021). American Pet Products Association: Pet Industry Market Size, Trends & Ownership Statistics. URL: http://www.americanpetproducts.org/press_industrytrends.asp.
- Badman, M. K., & Flier, J. S. (2007). The Adipocyte as an Active Participant in Energy Balance and Metabolism. *Gastroenterology*, 132(6), 2103–2115. DOI: 10.1053/j.gastro.2007.03.058.
- Barrea, L., Verde, L., Camajani, E., Šojat, A. S., Marina, L., Savastano, S., ... & Muscogiuri, G. (2023). Effects of very low-calorie ketogenic diet on hypothalamic–pituitary–adrenal axis and renin–angiotensin–aldosterone system. *Journal of Endocrinological Investigation*, 46(8), 1509–1520. DOI: 10.1007/s40618-023-02068-6.
- Bjornvad, C. R., Gloor, S., Johansen, S. S., Sandoe, P., & Lund, T. B. (2019). Neutering increases the risk of obesity in male dogs but not in bitches—A cross-sectional study of dog-and owner-related risk factors for obesity in Danish companion dogs. *Preventive Veterinary Medicine*, 170, 104730. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2019.104730.
- Boschert, M. T., Beckert, B. W., Puckett, C. L., & Concannon, M. J. (2002). Analysis of Lipocyte Viability after Liposuction. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 109(2), 761–765. DOI: 10.1097/00006534-200202000-00055.
- Calancea, B. A., Daina, S., & Macri, A. (2024). The science of snacks: a review of dog treats. *Frontiers in Animal Science*, 5, 1440644. DOI: 10.3389/fanim.2024.1440644.
- Cardinali, L., Troisi, A., Verstegen, J. P., Menchetti, L., Ngonput, A. E., Boiti, C., ... & Polisca, A. (2017). Serum

- concentration dynamic of energy homeostasis hormones, leptin, insulin, thyroid hormones, and cortisol throughout canine pregnancy and lactation. *Theriogenology*, 97, 154–158. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2017.04.040.
- Chen, C.-C., Yang, S.-F., Wang, I.-K., Hsieh, S.-Y., Yu, J.-X., Wu, T.-L., Huang, W.-J., Su, M.-H., Yang, H.-L., Chang, P.-C., Teng, A.-C., Chen, C.-Y., & Liang, S.-L. (2022). The Long-Term Efficacy Study of Multiple Allogeneic Canine Adipose Tissue-Derived Mesenchymal Stem Cells Transplantations Combined With Surgery in Four Dogs With Lumbosacral Spinal Cord Injury. *Cell Transplantation*, 31, 096368972210814. DOI: 10.1177/09636897221081487.
- Choi, D., Yun, T., Lee, D., Koo, Y., Chae, Y., Yang, M., Kang, B., & Kim, H. (2022). Serum concentrations of leptin and adiponectin in dogs with chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36(4), 1330–1340. DOI: 10.1111/jvim.16463.
- Coelho, C. d. P., & Scardoeli, B. (2022). High Dilution in Dyslipidemia treatment in Dogs and Rabbits. *International Journal of High Dilution Research*, 21(1), 16. DOI: 10.51910/ijhdr.v21i1.1177.
- Cortese, L., Terrazzano, G., & Pelagalli, A. (2019). Leptin and Immunological Profile in Obesity and Its Associated Diseases in Dogs. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(10), 2392. DOI: 10.3390/ijms20102392.
- Deb, A., Deshmukh, B., Ramteke, P., Bhati, F. K., & Bhat, M. K. (2021). Resistin: A journey from metabolism to cancer. *Translational oncology*, 14(10), 101178. DOI: 10.1016/j.tranon.2021.101178.
- Destoumieux-Garzón, D., Mavingui, P., Boetsch, G., Boissier, J., Darriet, F., Duboz, P., ... & Voituron, Y. (2018). The one health concept: 10 years old and a long road ahead. *Frontiers in veterinary science*, 5, 14. DOI: 10.3389/fvets.2018.00014.
- Esteve Ràfols, M. (2014). Adipose tissue: Cell heterogeneity and functional diversity. *Endocrinología y Nutrición (English Edition)*, 61(2), 100–112. DOI: 10.1016/j.endoen.2014.02.001.
- German, A. J., Titcomb, J. M., Holden, S. L., Queau, Y., Morris, P. J., & Biourge, V. (2015). Cohort Study of the Success of Controlled Weight Loss Programs for Obese Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(6), 1547–1555. DOI: 10.1111/jvim.13629.
- Gossellin, J., Wren, J. A., & Sunderland, S. J. (2007). Canine obesity ? An overview. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 30(s1), 1–10. DOI: 10.1111/j.1365-2885.2007.00863.x.
- Gunawardana, S. (2023). Brown Adipose Tissue Transplantation. *Y Thermogenic Fat (c. 193–202)*. Springer US. DOI: 10.1007/978-1-0716-3167-6_17.
- Gurung, P., Lim, J., & Kim, Y. W. (2024). Preventing High Fat Diet-Induced Obesity and Related Hepatic Steatosis by Chlorin e6-Mediated Photodynamic Therapy. *Pharmaceuticals*, 17(6), 729. DOI: 10.3390/ph17060729.
- Haddad, K. K. (2024). How Successful Are Veterinary Weight Management Plans for Canine Patients Experiencing Poor Welfare Due to Being Overweight and Obese?. *Animals*, 14(5), 740. DOI: 10.3390/ani14050740.
- Ishioka, K., Soliman, M. M., Sagawa, M., Nakadomo, F., Shibata, H., Honjoh, T., Hashimoto, A., Kitamura, H., Kimura, K., & Saito, M. (2002). Experimental and clinical studies on plasma leptin in obese dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 64(4), 349–353. DOI: 10.1292/jvms.64.349.
- Kealy, R. D., Lawler, D. F., Ballam, J. M., Mantz, S. L., Biery, D. N., Greeley, E. H., Lust, G., Segre, M., Smith, G. K., & Stowe, H. D. (2002). Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220(9), 1315–1320. DOI: 10.2460/javma.2002.220.1315.
- Kolodziejski, P. A., Pruszyńska-Oszmalek, E., Nowak, T., Lukomska, A., Sassek, M., Włodarek, J., Nogowski, L., Cieslak, A., & Nowak, K. W. (2021). Serum spexin concentration, body condition score and markers of obesity in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35(1), 397–404. DOI: 10.1111/jvim.16019.
- Kumar, V., Ramprabhu, R., Gopal, K., & Mohanapriya, T. (2018). Cytology for diagnosis of cutaneous and subcutaneous tumors in dogs. *Intas Polivet*, 19(2), 423–426. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193238416>.
- Leeners, B., Geary, N., Tobler, P. N., & Asarian, L. (2017). Ovarian hormones and obesity. *Human Reproduction Update*, 23(3), 300–321. DOI: 10.1093/humupd/dmw045.
- Li, K., Xiao, X., Li, Y., Lu, S., Zi, J., Sun, X., ... & Cai, D. (2024). Insights into the interplay between gut microbiota and lipid metabolism in the obesity management of canines and felines. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15(1), 114. DOI: 10.1186/s40104-024-01073-w.
- Linder, D. E., Santiago, S., & Halbreich, E. D. (2021). Is There a Correlation Between Dog Obesity and Human Obesity? Preliminary Findings of Overweight Status Among Dog Owners and Their Dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 1–10. DOI: 10.3389/fvets.2021.654617.
- Loh, H. H., Lim, Q. H., Chai, C. S., Goh, S. L., Lim, L. L., Yee, A., & Sukor, N. (2023). Influence and implications of the renin–angiotensin–aldosterone system in obstructive sleep apnea: An updated systematic review and meta-analysis. *Journal of Sleep Research*, 32(1), e13726. DOI: 10.1111/jsr.13726.
- Machado, S. A., Pasquarelli-do-Nascimento, G., Da Silva, D. S., Farias, G. R., de Oliveira Santos, I., Baptista, L. B., & Magalhães, K. G. (2022). Browning of the white adipose tissue regulation: New insights into nutritional and metabolic relevance in health and diseases. *Nutrition & metabolism*, 19(1), 61. DOI: 10.1186/s12986-022-00694-0.
- Maranesi, M., Di Loria, A., Dall’Aglia, C., Piantadosi, D., Lepri, E., Ciaramella, P., & Mercati, F. (2020). Leptin System in Obese Dog Skin: A Pilot Study. *Animals*, 10(12), 2338. DOI: 10.3390/ani10122338.
- Marchi, P. H., Vendramini, T. H. A., Perini, M. P., Zafalon, R. V. A., Amaral, A. R., Ochamoto, V. A., Da Silveira, J. C., Dagli, M. L. Z., & Brunetto, M. A. (2022). Obesity, inflammation, and cancer in dogs: Review and perspectives. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 1004122. DOI: 10.3389/fvets.2022.1004122.
- Marques, V., Arella, F., Afonso, M. B., Santos, A. A., & Rodrigues, C. M. (2023). Decoding the role of leptin and adiponectin in obesity-related gastrointestinal cancer. *Clinical Science*, 137(15), 1095–1114. DOI: 10.1042/CS20230411.

- Martin, L. J. M., Siliart, B., Dumon, H. J. W., & Nguyen, P. G. (2006). Hormonal disturbances associated with obesity in dogs. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 90(9-10), 355–360. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2005.00589.x.
- Miyai, S., Hendawy, A. O., & Sato, K. (2021). Gene expression profile of peripheral blood mononuclear cells in mild to moderate obesity in dogs. *Veterinary and Animal Science*, 13, 100183. DOI: 10.1016/j.vas.2021.100183.
- Mooney, C. (2011). Canine hypothyroidism: A review of aetiology and diagnosis. *New Zealand Veterinary Journal*, 59(3), 105–114. DOI: 10.1080/00480169.2011.563729.
- Nikkhah, A. (2015). Intense Daily Physical Work to Curtail Obesity and Metabolic Complexities: A Global Initiative. *Nutrition & Food Science International journal*, 1(1), 555552. DOI: 10.19080/nfsij.2015.01.555552.
- O’Kell, A. L., & Davison, L. J. (2023). Etiology and Pathophysiology of Diabetes Mellitus in Dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 53(3), 493–510. DOI: 10.1016/j.cvsm.2023.01.004.
- Olsson, D. C., Teixeira, B. L., Jeremias, T. D. S., Réus, J. C., Canto, G. D. L., Porporatti, A. L., & Trentin, A. G. (2021). Administration of mesenchymal stem cells from adipose tissue at the hip joint of dogs with osteoarthritis: A systematic review. *Research in Veterinary Science*, 135, 495–503. DOI: 10.1016/j.rvsc.2020.11.014.
- Park, H. J., Lee, S. E., Oh, J. H., Seo, K. W., & Song, K. H. (2014). Leptin, adiponectin and serotonin levels in lean and obese dogs. *BMC veterinary research*, 10, 1–8. DOI: 10.1186/1746-6148-10-113.
- Park, E.-J., Lee, S., Kim, J.-Y., Choi, J., Lee, Y.-S., Park, M., Jeon, J.-H., & Lee, H.-J. (2024). The obesogen bisphenol A promotes adipogenesis in canine adipose-derived stem cells: Potential implication in dog obesity. *Chemosphere*, 362, 142579. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2024.142579.
- Partington, C., Hodgkiss-Geere, H., Woods, G. R. T., Dukes-McEwan, J., Flanagan, J., Biourge, V., & German, A. J. (2022). The effect of obesity and subsequent weight reduction on cardiac structure and function in dogs. *BMC veterinary research*, 18(1), 351. DOI: 10.1186/s12917-022-03449-4.
- Penlioglou, T., Stoian, A. P., & Papanas, N. (2021). Diabetes, vascular aging and stroke: old dogs, new tricks?. *Journal of Clinical Medicine*, 10(19), 4620. DOI: 10.3390/jcm10194620.
- Pennasilico, L., Di Bella, C., Sassaroli, S., Salvaggio, A., Roggiolani, F., & Piccionello, A. P. (2023). Effects of Autologous Microfragmented Adipose Tissue on Healing of Tibial Plateau Levelling Osteotomies in Dogs: A Prospective Clinical Trial. *Animals*, 13(13), 2084. DOI: 10.3390/ani13132084.
- Perakakis, N., Farr, O. M., & Mantzoros, C. S. (2021). Leptin in leanness and obesity: JACC state-of-the-art review. *Journal of the American College of Cardiology*, 77(6), 745–760. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.11.069.
- PFMA (2021). Pet Food Manufacturers Association: Pet Population Report. URL: <https://www.pfma.org.uk/pet-population-2021>.
- Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Andrady, A. L., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2021). A One Health perspective of the impacts of microplastics on animal, human and environmental health. *Science of the Total Environment*, 777, 146094. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146094.
- Prosyanyi, S. B., & Horiuk, V. V. (2020). Influence of variable pulse electromagnetic field of ultra low frequency on lipid exchange in the chicken organism. *Science Journal of Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University*, 2(105), 201–209. DOI: 10.47100/herald.v1i2.56.
- Prosyanyi, S. B., & Horiuk, Y. V. (2023). Analysis of blood parameters and coprogram in infectious pathologies of the alimentary tract in dogs. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 36, 67–72. DOI: 10.37406/2706-9052-2022-19.
- Ramisz, G., Turek, W., Chmurska-Gasowska, M., Rak, A., Pietsch-Fulbiszewska, A., Galuszka, A., ... & Tarasiuk, K. (2021). Senescence and adiponectin signaling—Studies in canine testis. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 234, 151606. DOI: 10.1016/j.aanat.2020.151606.
- Rhee, B., Mahbubur, R. M., Jin, C., Choi, J.-S., Lim, H.-W., Huh, W., Park, J. S., Han, J., Kim, S., Lee, Y., & Park, J. (2022). Evaluation of safety and anti-obesity effects of DWP16001 in naturally obese dogs. *BMC Veterinary Research*, 18(1), 1–12. DOI: 10.1186/s12917-022-03324-2.
- Ricci, R., & Bevilacqua, F. (2012). The potential role of leptin and adiponectin in obesity: a comparative review. *The Veterinary Journal*, 191(3), 292–298. DOI: 10.1016/j.tvjl.2011.04.009.
- Shiel, R. E., & Mooney, C. T. (2022). Insulins for the long term management of diabetes mellitus in dogs: a review. *Canine medicine and genetics*, 9(1), 1. DOI: 10.1186/s40575-022-00114-9.
- Spencer, M., Yang, L., Adu, A., Finlin, B. S., Zhu, B., Shipp, L. R., Rasouli, N., Peterson, C. A., & Kern, P. A. (2014). Pioglitazone Treatment Reduces Adipose Tissue Inflammation through Reduction of Mast Cell and Macrophage Number and by Improving Vascularity. *PLoS ONE*, 9(7), e102190. DOI: 10.1371/journal.pone.0102190.
- Travail, V., Fernandez Sanchez, C., Costo, J. M., Valentine, N., Conroy, M., Lee, V., ... & Kelly, D. (2024). Assessment of the likelihood of hypothyroidism in dogs diagnosed with and treated for hypothyroidism at primary care practices: 102 cases (2016-2021). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 38(2), 931–941. DOI: 10.1111/jvim.16993.
- Trejejo, R., Yang, M., & Lund, E. M. (2011). Epidemiology of surgical castration of dogs and cats in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(7), 898–904. DOI: 10.2460/javma.238.7.898.
- Unger, C. A., Aladhami, A. K., Hope, M. C., Pourhoseini, S., Nagarkatti, M., McGuinness, O. P., Murphy, E. A., Velázquez, K. T., & Enos, R. T. (2022). Congenital adiponectin deficiency mitigates high-fat-diet-induced obesity in gonadally intact male and female, but not in ovariectomized mice. *Scientific Reports*, 12(1), 16668. DOI: 10.1038/s41598-022-21228-x.

- Verbrugghe, A. (2019). Epidemiology of small animal obesity. *У Obesity in the Dog and Cat* (с. 1–13). CRC Press. DOI: 10.1201/9781315151625-1.
- Wen, X., Zhang, B., Wu, B., Xiao, H., Li, Z., Li, R., Xu, X., & Li, T. (2022). Signaling pathways in obesity: mechanisms and therapeutic interventions. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7(1), 1–10. DOI: 10.1038/s41392-022-01149-x.
- Yusuf, M., Rani, S., Chawla, U., Baidara, P., Siddique, S. A., Nirala, K., & Asif, M. (2022). Modern perspectives on adiponectin: targeting obesity, diabetes, and cancer together using herbal products. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13(2), 1–16. DOI: 10.33263/briac132.136
- Zhang, J., Lu, E., Deng, L., Zhu, Y., Lu, X., Li, X., ... & Zhang, Y. (2024). Immunological roles for resistin and related adipokines in obesity-associated tumors. *International Immunopharmacology*, 142, 112911. DOI: 10.1016/j.intimp.2024.112911
- Zhou, Y., Yang, Y., Zhou, T., Li, B., & Wang, Z. (2021). Adiponectin and Thyroid Cancer: Insight into the Association between Adiponectin and Obesity. *Aging and disease*, 12(2), 597. DOI: 10.14336/ad.2020.0919.
- Zoran, D. L. (2010). Obesity in Dogs and Cats: A Metabolic and Endocrine Disorder. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40(2), 221–239. DOI: 10.1016/j.cvsm.2009.10.009.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11702
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.09: 664.8: 658.8

Analysis of food safety issues in Ukraine exported to the European Union market in 2024

M. R. Simonov[✉], O. A. Pronina, B. V. Gutyj, M. M. Akymyshyn, T. O. Pundiak

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

Article info

Received 11.12.2024
Received in revised form
13.01.2025
Accepted 14.01.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-670-17-44
E-mail: m.simonov@ukr.net

Simonov, M. R., Pronina, O. A., Gutyj, B. V., Akymyshyn, M. M., & Pundiak, T. O. (2025). Analysis of food safety issues in Ukraine exported to the European Union market in 2024. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 11–20. doi: 10.32718/nvlvet11702

Despite the significant challenges facing domestic food producers, food exports, raw materials, and feed are growing. To further increase the range of domestic food products on the trading floors of the European Union countries, market operators must prove the safety and quality of the products offered. The European Union uses one of the most developed and effective food safety control systems in the world since the health of citizens is the highest priority of the community's activities. This work aimed to analyze non-compliance with EU requirements for the safety of food products exported from Ukraine through information messages of the Rapid Alert System for Food and Feed that appeared in 2024. As the analysis showed, the main problems of domestic food safety are associated with non-compliance with microbiological criteria and improper use of agrochemicals and veterinary drugs, the residual amounts of which exceeded the maximum permissible concentrations. Individual cases concerned using prohibited and restricted food additives in producing food products. Isolated cases of physically hazardous factors in food products were registered. A significant part of food safety problems is associated with insufficient harmonization of domestic legislation with EU legislation in consumer product safety control. Problems related to the duration of crossing the state border of Ukraine in 2024 led to several reports of non-compliance with temperature regimes during the transportation of food products. Notably, the number of complaints about food products exported from Ukraine is not higher than that of other exporting countries. The main number of complaints had low-risk categories.

Key words: Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), export, substandard product, hazardous factors, agrochemicals, veterinary drug residues, food additives, pathogenic microorganisms.

Аналіз проблем безпечності харчових продуктів, експортованих з України на ринок Європейського Союзу в 2024 році

М. Р. Сімонов[✉], О. А. Проніна, Б. В. Гутій, М. М. Акімишин, Т. О. Пундяк

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

Незважаючи на значні виклики, які стоять перед вітчизняними виробниками харчових продуктів, експорт як продуктів харчування, так і продовольчої сировини та кормів зростає. Для подальшого збільшення асортименту вітчизняних харчових продуктів на торговельних площах країн Європейського Союзу оператори ринку повинні довести безпеку та якість пропонованих продуктів. Європейський Союз використовує одну з найбільш розвинених і ефективних систем контролю безпеки харчових продуктів у світі, оскільки здоров'я громадян є найвищим пріоритетом діяльності співтовариства. Мета даної роботи полягала в аналізі невідповідностей вимогам ЄС до безпеки експортованих з України продуктів харчування через інформаційні повідомлення системи швидкого оповіщення щодо харчових продуктів та кормів, які з'явилися протягом 2024 року. Як показав проведений аналіз, основні проблеми безпеки вітчизняних харчових продуктів пов'язані з недотриманням мікробіологічних критеріїв, неправильним застосуванням агрохімікатів та ветеринарних препаратів, залишкові кількості яких перевищували гранично допустимі

концентрації. Окремі випадки стосувалися використання заборонених та обмежено дозволених харчових добавок при виробництві продуктів харчування. Зареєстровано поодинокі випадки наявності фізичних небезпечних чинників у харчових продуктах. Значна частина проблем безпечності продуктів харчування пов'язана з недостатньою гармонізацією вітчизняного законодавства з законодавством ЄС у сфері контролю безпечності споживчих товарів. Проблеми, пов'язані з тривалістю перетину державного кордону України у 2024 році, призвели до появи низки повідомлень щодо недотримання температурних режимів при транспортуванні харчових продуктів. Варто зауважити, що кількість скарг на експортовану з України продовольчу продукцію не є більшою порівняно з іншими країнами-експортерами. Основна кількість скарг мала низькі категорії ризиків.

Ключові слова: система швидкого оповіщення щодо харчових продуктів та кормів (RASFF), експорт, некондиційний продукт, небезпечні чинники, агрохімікати, залишки ветеринарних препаратів, харчові добавки, патогенні мікроорганізми.

Вступ

Найбільш бажаним та платоспроможним ринком споживчих товарів є ринок Європейського Союзу (ЄС). Після підписання Україною угоди про асоціацію з Європейським Союзом вихід українських продуктів харчування на європейський ринок став легшим, однак для цього все ще необхідно докласти значних зусиль (Stybel & Simonov, 2018; Stybel & Simonov, 2023; Pronina & Simonov, 2024).

Контроль безпечності харчових продуктів в ЄС є пріоритетним напрямом на шляху забезпечення громадського здоров'я та безпеки споживачів. Законодавство ЄС у цій сфері встановлює високі стандарти та процедури контролю, щоб гарантувати, що харчові продукти, які потрапляють на європейський ринок, відповідають вимогам безпечності та якості. Європейський Союз має одну з найбільш розвинених і ефективних систем контролю безпечності харчових продуктів у світі (European Commission 2000; WHO & FAO, 2006; Pettoello-Mantovani et al., 2021; El Gemayel, 2022; Pettoello-Mantovani & Olivieri, 2023). Ця система базується на комплексному підході “від лану до столу” та суворих стандартах, що забезпечують захист здоров'я споживачів (EFSA, 2020). Використовуваний підхід включає в себе обов'язкову ідентифікацію та маркування продуктів, а також ведення документації про їх походження та перебування на ринку. Це дозволяє швидко виявляти та вилучати з ринку небезпечні або некондиційні продукти.

Система контролю безпечності харчових продуктів у ЄС ґрунтується на таких ключових принципах:

1. Превентивний підхід до безпечності харчових продуктів.
2. Відстеження походження продуктів на всіх етапах виробництва.
3. Незалежна наукова оцінка ризиків.
4. Розподіл відповідальності між виробниками та контролюючими органами.
5. Постійний моніторинг та оновлення стандартів.

З метою реалізації політики ЄС відповідно до Регламенту Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 178/2002 від 28 січня 2002 року створена Система швидкого оповіщення щодо харчових продуктів та кормів (RASFF) (RASFF, 2025). Дана система дозволяє ефективно здійснювати моніторинг будь-яких ризиків, пов'язаних із захистом здоров'я та безпечністю харчових продуктів. У випадку встановлення фак-

тів невідповідності харчового продукту чи продовольчої сировини вимогам ЄС щодо безпечності отримана інформація стає доступною всім учасникам процесу контролю та обігу харчових продуктів на ринку ЄС. Відтак, залежно від рівня потенційної загрози, приймається рішення щодо обмежень невідповідного продукту до ринку ЄС. Прийняті рішення можуть коливатися в межах від надання інформації зацікавленим сторонам, яку слід взяти до уваги, до заборони експорту в ЄС цілої групи продуктів з окремої країни.

Система швидкого оповіщення про харчові продукти та корми (RASFF) забезпечує швидкий обмін інформацією між країнами-членами ЄС, негайне реагування на виявлені загрози, координацію дій щодо небезпечних продуктів та інформування споживачів про ризики.

Мета дослідження

Мета даної роботи полягала в аналізі невідповідностей вимогам ЄС до безпечності експортованих з України продуктів харчування через інформаційні повідомлення системи швидкого оповіщення щодо харчових продуктів та кормів, які з'явилися протягом 2024 року.

Матеріал і методи досліджень

Аналіз проблем, пов'язаних з безпечністю продукції, проводився шляхом моніторингу повідомлень бази даних Системи швидкого оповіщення щодо харчових продуктів та кормів (RASFF) впродовж періоду з 1 січня по 31 грудня 2024 року (RASFF, 2025).

Результати та їх обговорення

Впродовж періоду з 1 січня по 31 грудня 2024 року в системі RASFF виявлено 121 сповіщення, які стосувалися продуктів харчування чи продовольчої сировини з України (рис. 1). Впродовж останніх п'яти років загальна кількість скарг на безпечність харчових продуктів, продовольчої сировини чи кормів в базі даних RASFF зростає. Як видно з даних [рисунка 1](#), найнижча кількість скарг на продукцію з України зафіксовано у 2022 році – 33, або 0,75 %, від загальної кількості. У 2022 році зареєстровано 138 скарг, або 2,88 %, а у 2024 – 121, або 2,26 %, відповідно.

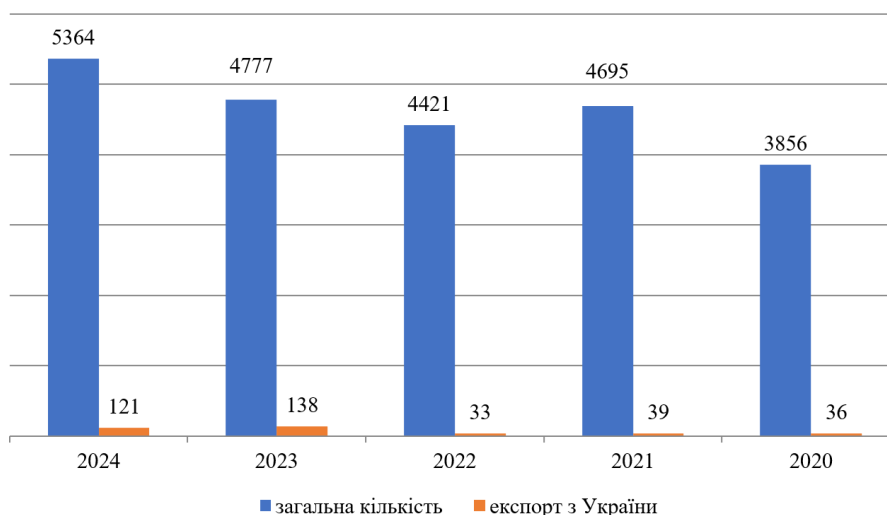


Рис. 1. Кількість повідомлень в системі RASFF про проблеми, пов'язані з харчовими продуктами за 2020–2024 рр.

Біологічні небезпечні чинники. Найбільша кількість сповіщень (37, що складає 30,6 %) стосувалася невідповідності гранично допустимому рівню різних видів *Salmonella* spp. Перевищення рівня реєстрували у яйцях (сповіщення з Швеції 2024.8873, ризик – “серйозний”), охолоджену курячому м'ясі (сповіщення з Угорщини 2024.5270, 2024.4579, 2024.4446 та 2024.3740; ризик – “не серйозний”, 5 в 25 г продукту), соєвому шроті (сповіщення з Польщі 2024.6790 та 2024.6789; ризик – “не серйозний”, позитивний результат в 25 г продукту), замороженому філе курчат-бройлерів (сповіщення з Литви 2024.2621; ризик – “потенційно серйозний”, позитивний результат в одному зразку з п'яти в 25 г продукту), органічній макусі з насіння соняшнику (сповіщення з Німеччини та Польщі 2024.5582, 2024.3107; ризик – “не серйозний”, позитивний результат в 25 г продукту), ріпаковому шроті (сповіщення з Латвії 2024.6927, 2024.6924, 2024.6910 та 2024.6565; ризик – “не серйозний”, позитивний результат в одному зразку з п'яти в 25 г продукту), курячих гомілках глибокої заморозки (сповіщення з Чехії 2024.3051; ризик – “не серйозний”, позитивний результат в 25 г продукту), яєчному порошку (сповіщення з Польщі 2024.2816; ризик – “серйозний”, позитивний результат в п'яти пробах з п'яти в 25 г продукту). Також зареєстровано повідомлення (2024.5172) з Литви про позитивний результат (у трьох пробах з п'яти) в у замороженому курячому філе, виробленому в Словаччині з курей, забитих в Україні.

Salmonella spp. – це патогенні бактерії, що викликають харчові отруєння та можуть призвести до серйозних захворювань. До їхніх основних характеристик належать: стійкість до заморожування, здатність виживати при низькій вологості, швидке розмноження при кімнатній температурі, але знижуються при температурі понад 75 °C (Corredor-García et al., 2021; Porto et al., 2022; Shahdadi et al., 2023). Відомо більше ніж 2200 типів сальмонел, із яких близько 100 – патогенні для людини (Lelieveld et al., 2016; Smithers, 2023).

Сальмонельоз може спровокувати виникнення чи загострення інших хронічних захворювань. Епідеміологічну ситуацію щодо сальмонельозу в більшості країн світу оцінюють як несприятливу з тенденцією до подальшого погіршення (ECDC, 2022; ECDC, 2024). Вважають, що захворюваність у 10–100 разів перевищує кількість виявлених і бактеріологічно підтверджених випадків.

Іншою проблемою біологічної природи, що реєструвалася впродовж 2024 року, є контамінація продуктів харчування лістерією. Так перевищення допустимого рівня *Listeria monocytogenes* зафіксовано в атлантичному лососі з України (сировина походила з Норвегії). У даному випадку невідповідність встановлена (повідомлення 2024.7248) під час контролю безпечності харчових продуктів у Румунії. Встановлено максимальний потенційний ризик для здоров'я споживачів. Вся продукція була вилучена з торгових мереж, з подальшою утилізацією.

Інше повідомлення (сповіщення з Румунії 2024.7233) стосувалося недопустимого рівня *Listeria monocytogenes* у пробах варених креветок, приправлених олією. Дана партія креветок не пройшла вхідного контролю вантажоотримувачем та у зв'язку з високим ризиком для здоров'я споживачів піддана утилізації.

Listeria monocytogenes є причиною виникнення небезпечного захворювання – лістеріозу, яке характеризується тяжким системним ураженням, високою летальністю у групах ризику (вагітні жінки, новонароджені, люди похилого віку, особи з ослабленим імунітетом, пацієнти з хронічними захворюваннями). Оскільки *Listeria monocytogenes* може розмножуватися при температурі холодильника, стійка до дії солі, здатна формувати біоплівки та володіє високою адаптивністю, основним шляхом її розповсюдження є аліментарний (харчовий) через інфіковані харчові продукти (Schlech, 2019; Lecuit, 2022; Tuytshaever et al., 2023).

На нашу думку, основною проблемою мікробної контамінації продукції є помилки, допущені операторами ринку харчових продуктів при розробці та впровадженні системи НАССР. Оператори ринку невірно оцінили критичні точки контролю і їх моніторинг.

Відтак заходи протидії розвитку патогенних мікроорганізмів виявилися неефективними. Також неефективною виявилася програма кінцевого контролю продуктів харчування.

Крім мікробного забруднення реєструвалися порушення у вигляді недотримання холодового ланцюга та перепад температури під час експорту охолодженої курячої грудки з України до Угорщини (повідомлення 2024.6476, 2024.6243, 2024.4557, 2024.0619). У ЄС існує вимога дотримання максимально допустимої температури за транспортування курячого м'яса на рівні до +4 °C. Державним ветеринарним контролем Угорщини на кордоні встановлено потенційний ризик на максимальному рівні та відтак згадані партії продукції були відправлені вантажовідправнику для подальшої утилізації на території України. Аналогічна ситуація склалася під час транспортування охолоджених ковбас з птиці (повідомлення 2024.6462 Угорського державного ветеринарного контролю на кордоні). Також встановлено порушення холодового ланцюга при транспортуванні замороженої риби та морозива (повідомлення Угорського державного ветеринарного контролю на кордоні 2024.4228, 2024.2448, 2024.0850 та 2024.3734 відповідно). Як зазначено у повідомленнях, під час транспортування заморожених харчових продуктів температура кілька разів перевищувала -18 °C. На нашу думку, основною причиною недотримання холодового ланцюга вітчизняними експортерами є проблеми, пов'язані з тривалістю перетину державного кордону України.

Хімічні небезпечні чинники. В експортованій продукції з України, крім небезпек біологічної природи, значна частина повідомлень стосувалася хімічних небезпечних чинників. Найчастіше реєструвалися проблеми з перевищенням гранично допустимих концентрацій агрохімікатами та використанням недозволених на території ЄС харчових добавок. Зокрема під час проведення у Литві заходів з державного моніторингу небезпечних чинників у харчових продуктах встановлено надлишковий вміст акриламід у печиві (повідомлення 2024.0074). А саме $442,5 \pm 46$ мкг/кг за норми для даного виду продукту – до 350 мкг/кг. Аналогічна проблема встановлена і в Польщі (повідомлення 2024.0567). Рівень акриламід у печиві становив 469 ± 105 мкг/кг.

Як видно з повідомлення Румунії (2024.3461), під час виконання програми державного моніторингу безпечності харчових продуктів встановлено недопустимі значення концентрації транс-жирних кислот у вівсяному печиві з фруктозою, виробленому в Україні. При максимально допустимому рівні на території ЄС 2 г/100 г продукту встановлено наявність 23,418 г/100 г. В даному випадку рівень прогнозованої шкоди для здоров'я споживачів встановлено як "потенційний ризик", тому партію продукції було реекспортовано.

Під час державного контролю у Латвії (повідомлення 2024.0304) встановлено реалізацію цукерок, при виробництві яких використовувалася дозволена в Україні, але заборонена в ЄС харчова добавка Е 171 (діоксид титану; барвник білого кольору). Встановлено концентрацію – 50 мг/кг. Діоксид титану – це хар-

чова добавка, яка викликає серйозні занепокоєння щодо безпеки через потенційний канцерогенний ефект, здатність проникати крізь клітинні мембрани та накопичення в організмі (Guseva Canu et al., 2020; Kirkland et al., 2022). ЄС заборонив використання даного харчового барвника в харчових продуктах у 2022 році.

Інший випадок стосувався несанкціонованого використання бензойної кислоти (Е 210) при виробництві замороженої органічної журавлини. Під час офіційного контролю безпечності харчових продуктів, які перебувають в обігу на ринку Чехії (повідомлення 2024.8867), встановлено значне перевищення допустимого рівня згаданої харчової добавки – 597 мкг/кг. Проблема поглибилася тим, що частини даної продукції потрапили в реалізацію на ринки не тільки Чехії, а й Австрії, Німеччини, Словаччини та Об'єднаних Арабських Еміратів. Також виявлено (повідомлення Латвії 2024.6282, 2024.5449 та 2024.5432) бензойну кислоту в продуктах дієтичного харчування у вигляді сиропів. Встановлена концентрація 953 ± 114 , 725 ± 36 та 915 ± 46 мг/л відповідно при допустимому рівні 0 мг/л. Е 210 (бензойна кислота) – харчова добавка, яка використовується в харчовій промисловості як консервант. Проявляє антимікробну і антигрибкову дію, пригнічує ріст цвілі, дріжджів і деяких видів бактерій. У природі бензойна кислота міститься в таких продуктах, як брусниця, журавлина, чорниця, мед. Природним шляхом утворюється в сирі, простокваші, йогурті, яблуках, а також Е 210 міститься у виділеннях деяких тварин. Гострий вплив надлишкових кількостей бензойної кислоти полягає в подразненні слизових оболонок, алергічних проявах, можливих нападах астми у чутливих людей та подразненні шкіри при прямому контакті (Nair, 2001; Witkowski et al., 2022). Є обґрунтовані побоювання (Salviano Dos Santos et al., 2015; Piper & Piper, 2017), що харчові добавки Е 210 і Е 211 можуть вступати в реакції з аскорбіновою кислотою (вітамін С, добавка Е 300) з утворенням вільного бензолу, який є сильним канцерогеном.

Інша проблема, пов'язана з харчовими добавками, виникла в Латвії (повідомлення 2024.6104). У партії харчових добавок, експортованих з України, встановлено перевищення допустимого рівня ізопропілану ($0,37 \pm 0,19$ мг/кг при нормі до 0,01 мг/кг). Партія продукту була вилучена з ринків Латвії, Німеччини та Словенії.

Неузгодженість вітчизняного законодавства та законодавства ЄС у сфері використання харчових добавок спричинило відмову в експорті партії фруктового попкорну (повідомлення з Польщі 2024.3023). У сертифікаті якості, наданого виробником, зазначено використання харчового барвника Е 127 (еритрозин). Даний барвник є дозволеним до використання в Україні (Додаток 1 до Показників безпечності, 2023), однак має обмежене використання на території ЄС. Еритрозин дозволено використовувати лише в харчовій категорії 04.2.3 "Консервовані або розлиті в пляшки фрукти та овочі". Відтак партія продукту була повернута вантажовідправнику. Еритрозин (Е 127) – синтетичний харчовий барвник червоного кольору,

який може викликати алергічні реакції та порушення функцій щитоподібної залози ([EFSA Panel on Food Additives..., 2011](#)).

Максимальний рівень ризику встановлено при проходженні вхідного контролю вітчизняної соняшникової олії на кордоні Фінляндії (повідомлення 2024.0517). Рівень гліцидолу в чотири рази перевищував максимально допустиму концентрацію. А саме – 4100 мг/кг за норми до 1000. В результаті партія продукції була повернена вантажовідправнику. Аналогічна проблема зафіксована під час контролю безпечності соняшникової олії в Люксембурзі (повідомлення 2024.6082). Встановлений рівень ефірів гліцидолу – 1253 ± 160 мг/кг. Гліцидол, і особливо його ефіри, є технологічними контамінантами, які можуть утворитися в рослинних оліях та жирах під час їх переробки. Принаймні деякі з них класифіковані як потенційні канцерогени. Хлорпропаноли – відомі генотоксичні канцерогени, побічний продукт, що виникає через кислотний гідроліз при підвищеній температурі, під час виробництва або зберігання (міграція) продуктів та в процесі деодорації харчових олій з гліцерину ліпідів. Монохлорпропандіол, гліцидол та їхні ефіри є контамінантами, присутність яких у харчових продуктах непокоїть європейську наукову спільноту ([Commission Regulation, 2020](#)). Комісія Codex Alimentarius опублікувала рекомендації щодо зменшення вмісту цих контамінантів у рафінованих оліях та продуктах з них ще у 2019 році ([Codex Alimentarius, 2019](#)). Рекомендується переглянути виробничі процеси, контролювати рівень як гліцидилових ефірів жирних кислот у перерахунку на гліцидилол, так і ефірів жирних кислот 3-MCPD. Також рекомендується оптимізувати процеси виробництва для запобігання утворенню згаданих контамінантів і врахувати їх як небезпечний чинник.

Однак найбільш поширеною проблемою наявності хімічних небезпечних чинників у продукції з України є залишкові кількості агрохімікатів. Зокрема при проходженні державного ветеринарного контролю на кордоні Польщі встановлено (повідомлення 2024.0685) перевищення гранично допустимої концентрації засобів захисту рослин – біфентрину та хлорпірифосу в сушених яблуках. Концентрація хлорпірифосу становила $0,06 \pm 0,030$ мг/кг, а біфентрину $0,024 \pm 0,012$ при нормі до 0,01 мг/кг. У іншому випадку (повідомлення 2024.1135) рівень хлорпірифосу становив 0,29 мг/кг. Також проблема реєструвалася і за контролю свіжих яблук. У повідомленні з Бельгії (2024.8603) йдеться про те, що під час здійснення офіційного контролю безпечності харчових продуктів у торгових точках виявлені яблука з України, забруднені хлорпірифосом (0,039 мг/кг). Визначений рівень ризику як “серйозний”, що призвело до вилучення даної партії. Також недопустимі значення хлорпірифосу реєструвалися за контролю насіння льону (повідомлення Іспанії 2024.2152; $0,036 \pm 0,018$ мг/кг), сорти твердого зерна пшениці (повідомлення Польщі 2024.9523 та 2024.9472; $0,13\text{--}0,31$ мг/кг), сорго (повідомлення Бельгії 2024.8881; 0,08 мг/кг), замороженій малині (повідомлення Бельгії 2024.8442; 0,019 мг/кг), насінні гірчиці (повідомлення Польщі 2024.6732;

$0,029$ мг/кг), соєвій олії (повідомлення Польщі 2024.6120; $0,14 \pm 0,07$ мг/кг), соняшниковій олії (повідомлення Польщі 2024.5707; $0,036 \pm 0,018$ мг/кг), сої (повідомлення Франції 2024.3184; 0,04 мг/кг), пивоварному зерні (повідомлення Польщі 2024.2007; $0,046 \pm 0,023$ мг/кг). У іншій партії пивоварного зерна, яке експортувалося до Польщі як кормова сировина, зареєстровано (повідомлення 2024.2766) перевищення допустимого вмісту відразу трьох агрохімікатів: металаксил-М – $0,25 \pm 0,13$ мг/кг; флудіоксоніл – $0,11 \pm 0,006$ мг/кг та тефлутрин – $2,5 \pm 1,3$ мг/кг.

Хлорпірифос – нейротоксичний пестицид, негативно впливає на нервову систему, особливо небезпечний для дітей. Також до основних ризиків тривалого вживання хлорпірифосу з харчовими продуктами зараховують порушення розвитку мозку, зниження когнітивних функцій та можливі генетичні мутації ([Saunders et al., 2012](#); [Amaroli et al., 2013](#)).

Значне перевищення (у 35 разів) гранично допустимої концентрації пропаргїту встановлено (повідомлення 2024.1224) у свіжих яблуках з України на кордоні Румунії. Лабораторними дослідженнями зареєстровано показник на рівні $0,35 \pm 0,18$ мг/кг при допустимій величині до 0,01 мг/кг. Пропаргїт – це контактний засіб для боротьби з кліщами, який може становити серйозну небезпеку для здоров’я людей та навколишнього середовища. У людини може викликати гостру (підразнення очей та шкіри, респіраторні проблеми при вдиханні, головний біль та запаморочення, нудоту та блювоту при проковтуванні) і хронічну токсичність (підозрюється у канцерогенності, може викликати проблеми з печінкою, потенційний вплив на репродуктивну систему, можливі неврологічні ефекти при тривалому впливі) ([Gunier et al., 2001](#)). В іншому випадку (повідомлення 2024.1891) концентрація перевищила граничну межу в 6 разів ($0,062 \pm 0,031$ мг/кг).

Значне перевищення допустимого рівня гліфосату встановлено під час лабораторного контролю смаженої гречаної крупи. Державна служба контролю на кордоні Польщі зареєструвала повідомлення (2024.2513), відповідно до якого рівень гліфосату становив $1,6 \pm 0,8$ мг/кг при допустимій величині до 0,1 мг/кг. Гліфосат – один з найбільш широко використовуваних гербіцидів у світі, який викликає значні дискусії щодо його безпечності. Міжнародне агентство з дослідження раку (IARC) класифікувало гліфосат як “ймовірно канцерогенний для людей” ([IARC, 2015](#)). Є дослідження, що пов’язують його з підвищеним ризиком виникнення неходжкінської лімфому ([Zhang et al., 2019](#); [Hardell et al., 2023](#)). Однак оцінки різних дослідників відрізняються ([Boffetta et al., 2021](#); [Acquavella, 2023](#)). Хронічні ефекти вживання гліфосату з харчовими продуктами полягають у можливому впливі на ендокринну систему, потенційному порушенні мікробіому кишечника, підозрі щодо впливу на репродуктивну функцію ([Ingaramo et al., 2020](#); [Mazuryk et al., 2024](#); [Franco et al., 2024](#)). Також можливі неврологічні ефекти.

Два сповіщення (2024.7224 та 2024.7405) з Польщі та Нідерландів стосувалися несанкціонованого використання диквату при виробництві кормової сирови-

ни. При допустимій межі 0,02 мг/кг встановлено показники 0,052 та 0,186 мг/кг. Дикват – це високотоксичний гербіцид контактної дії. Може викликати сильне подразнення очей, шкіри та дихальних шляхів, при вдиханні може викликати набряк легень, а при проковтуванні спричиняє серйозні опіки травного тракту, ураження нирок, печінки, катаракту та інші порушення зору, ураження нервової системи (Yu et al., 2022; Alabi et al., 2023).

Під час офіційного контролю безпечності харчових продуктів у торгових мережах (повідомлення Польщі 2024.7110) виявлено партію висушеного кукурудзяного бульйону з України, в якому встановлено надлишкові рівні одразу трьох пестицидів. А саме антрахінону (0,042 мг/кг при нормі до 0,01 мг/кг), клотіанідину (0,12 мг/кг при нормі до 0,02 мг/кг) та епоксиконазолу (0,027 мг/кг при нормі до 0,01 мг/кг).

При проведенні лабораторного дослідження замороженої малини в Польщі (повідомлення 2024.4414) встановлено перевищення максимально допустимого рівня спіродиклофену. Результат дослідження показав концентрацію, що коливалася в межах від 0,31 до 2,1 мг/кг при допустимих значеннях до 0,02 мг/кг. Спіродиклофен – це акарицид, що використовується для боротьби з кліщами, володіє гострою і хронічною токсичністю та підозрюється в канцерогенності (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2011).

Надлишковий рівень ацетаміприду ($0,13 \pm 0,063$ мг/кг) та епоксиконазолу ($0,11 \pm 0,055$ мг/кг при нормі до 0,01) встановлено в бурій гірчиці на державному кордоні Польщі (повідомлення 2024.6600). Епоксиконазол – це системний фунгіцид з групи триазолів, який володіє кумулятивним ефектом та може проявляти канцерогенні властивості (Conclusion on the peer review of epoxiconazole, 2008).

Окрім описаних вище випадків невірної використання агрохімікатів, встановлено (повідомлення Польщі 2024.3061) перевищення рівня поліхлорбіфенілів (у 5,7 раза), діоксинів (у 7,3 раза) в соняшниковому шроті.

До хімічних небезпечних чинників належать не лише залишки агрохімікатів, а й ветеринарних препаратів також. Одразу п'ять повідомлень (2024.9512, 2024.9513, 2024.9514, 2024.9260, 2024.9254) подано державною службою ветеринарного контролю на кордоні Угорщини щодо перевищення гранично допустимої концентрації клопідолу в заморожених тушках курчат-бройлерів та філе курячої грудки. Встановлений вміст клопідолу коливався від 10,79 до 25,86 мкг/кг. Визначено рівень загрози для здоров'я споживачів як "потенційний ризик". Відтак згадані партії продукції було повернено вантажовідправнику для подальшої утилізації. Клопідол – це неорганічна речовина, яка використовується у ветеринарії як кокцидіостатик. Основні ризики для здоров'я споживачів полягають у гострій токсичності, можливих алергічних реакціях, клопідол володіє накопичувальним ефектом в організмі, відомо про потенційний негативний вплив на печінку, кровотворну систему та існує ризик розвитку резистентності у паразитів (Li et al., 2020; Wang et al., 2024).

Ще один випадок неналежного використання ветеринарних препаратів виявлено під час здійснення державного ветеринарного контролю на кордоні Польщі (повідомлення 2024.7868). У партії курячого м'яса, експортованого з України, встановлено перевищення граничної концентрації толтразурилу. За максимально допустимого рівня толтразурилу 100 мкг/кг фактичний вміст зафіксовано на рівні 263,4 мкг/кг (перевищення межі у 2,6 раза). У ветеринарній практиці толтразурил використовується з метою лікування еймеріозу.

На ринок низки країн ЄС (повідомлення Чехії 2024.5377) потрапила партія заморожених тушок курчат-бройлерів з небезпечною концентрацією доксицикліну. Гранично допустима концентрація даного ветеринарного протимікробного препарату тетрациклінового ряду в харчових продуктах на території ЄС становить 50 мкг/кг. Натомість лабораторними дослідженнями отримано показник на рівні 436 мкг/кг. Партія продукції була вилучена з реалізації у Чехії та утилізована в Румунії.

На території Європейського Співтовариства активно розвивається та впроваджується в практику концепція "Єдине здоров'я". Один з аспектів цієї концепції полягає в боротьбі з антибіотикорезистентністю у людей, спричиненою вживанням протимікробних препаратів з їжею. Це спричиняє привикання мікрофлори до діючої речовини антибіотиків. Відтак мікрофлора людини стає нечутливою до антибіотиків у випадках, коли їх необхідно застосувати з лікувальною метою.

Крім залишкових кількостей агрохімікатів та ветеринарних засобів, до групи хімічних небезпечних чинників належать важкі метали та їх сполуки. Протягом 2024 року зафіксована одна скарга (повідомлення Угорщини 2024.4153) щодо наявності надлишкового вмісту ртуті в сухому знежиреному молоці. у даному виді продукту наявність ртуті є недопустимою. Лабораторними дослідженнями, проведеними в угорській лабораторії, встановлено показник на рівні $0,010 \pm 0,001$ мг/кг.

Зареєстрована скарга (повідомлення 2024.1787) на ознаки плісняви, органічних забруднень і пластику (один пластиковий елемент) в замороженій малині з України. Невідповідність встановлена при здійсненні експортно-імпоротної операції на кордоні Польщі. Ризик визначено як "потенційно серйозний", а відтак вся партія продукції була повернена вантажовідправнику. В іншій партії замороженої малини з України зафіксовано перевищення допустимого рівня оксиду етилену (повідомлення Чехії 2024.8913). Дана партія продукції задекларована як "органічний продукт". Однак за умови максимально допустимого рівня оксиду етилену для даного виду продукту до 0,02 мг/кг встановлено показник на рівні 0,1 мг/кг (перевищення у п'ять разів). Етиленоксид заборонений для обробки харчових продуктів у ЄС у зв'язку з його доведеною канцерогенністю для людини (група 1 за IARC), токсичністю для репродуктивної системи, можливими ураженнями нервової системи (Lynch et al., 2022; Commission Regulation 2022/1396, 2022). Також варто сказати, що на території ЄС існує нульова толерант-

ність щодо застосування етиленоксиду в продуктах для дитячого харчування ([Commission Regulation 2022/1396, 2022](#)).

Окремі повідомлення стосувалися неналежного поводження з алергенами. Зокрема під час здійснення вхідного контролю харчових продуктів у Греції встановлено (повідомлення 2024.4617) наявність слідів арахісу в плитках молочного шоколаду з мигдалем. Етикетка не містила інформації щодо наявності арахісу, який входить до переліку алергенів. У результаті рівень ризику встановлено як "серйозний". Дану партію продукції відкликали від споживачів на території Греції та Кіпру. Інший випадок стосувався незадекларованого алергену (зерна пшениці) у продукті, виготовленому з жовтого гороху. Дана продукція реалізовувалася на території ЄС через онлайн-магазин. Повідомлення (2024.0266) подано службами Угорщини та Чехії. Небезпека полягає у наявності в пшеничному зерні алергену – глютену. Імунна система людей, хворих на целиацію (непереносимість глютену), синтезує антитіла, які пошкоджують стінки кишківника, що призводить до порушення всмоктування поживних речовин організмом ([Daley et al., 2025](#)).

Варто виокремити проблему, пов'язану з недотриманням вимог обігу продуктів харчування та кормової сировини, виготовлених з використанням генетично модифікованих організмів (ГМО). Зареєстровано повідомлення (2024.1970) про наявність ГМО у соєвому шроті. 47,5 % сої, використаної для виробництва даної партії продукції, мала змінений геном. Встановлений факт зареєстровано під час здійснення експортно-імпоротної операції на державному кордоні Польщі. Варто зауважити, що польське законодавство щодо обігу ГМО в продуктах харчування є одним з найсуворіших у світі. Допустима межа – 0%.

Фізичні небезпечні чинники. Протягом 2024 року реєструвалися поодинокі повідомлення про наявність небезпечних чинників фізичної природи у харчових продуктах з України. Зокрема під час здійснення державного ветеринарного контролю інспекторами Польщі встановлено (повідомлення 2024.1324) наявність металевих домішок в партії цукру. Згадана загроза має серйозний рівень ризику для здоров'я потенційних споживачів. Партія продукції не потрапила у торгові мережі та відтак була повернена вантажовідправнику. Можна припустити, що основними причинами потрапляння металевих домішок до цукру є використання зношеного обладнання виробником та неправильне впровадження вимог системи менеджменту безпечності продуктів харчування на виробничих потужностях.

При здійсненні оператором ринку харчових продуктів вхідного контролю партії замороженої лісової чорниці встановлено наявність фізичних небезпечних чинників у вигляді камінців (повідомлення Німеччини 2024.5740).

Також відповідно до повідомлення (2024.8791) одного з підприємств Латвії – на вхідному контролі борошна, закупленого в Україні, встановлено забруднення комахами та їх личинками. Відповідно дана партія борошна не пройшла вхідного контролю та була передана для утилізації.

У зв'язку з недотриманням гігієнічних вимог при транспортуванні харчових продуктів та вимог до пакувальної тари повернуто вантажовідправнику партію меду (повідомлення Угорщини 2024.5661).

Підсумовуючи проаналізований матеріал, варто зазначити, що кількість скарг на експортовану з України продовольчу продукцію не є більшою порівняно з іншими країнами-експортерами. У 2024 році основними проблемами безпечності експортованих харчових продуктів були невідповідності мікробіологічним критеріям та залишкові кількості агрохімікатів і ветеринарних препаратів.

На нашу думку, першопричинами невідповідності експортованої продукції критеріям безпечності ЄС є недостатнє впровадження операторами ринку харчових продуктів рекомендацій програм-передумов системи НАССР та відсутність планового державного контролю. З метою безпечного використання агрохімікатів операторам ринку необхідно враховувати рекомендації належної сільськогосподарської практики (GAP), а ветеринарних препаратів – належної ветеринарної практики (GVP). Згадані програми-передумови в комплексі з належною виробничою практикою (GMP) та системою НАССР дозволять значно підвищити рівень безпечності продукції. Неприятливим чинником є відміна планових державних аудитів систем управління безпечності харчових продуктів операторів ринку харчових продуктів на період запровадження воєнного стану.

Значна частина проблем безпечності харчових продуктів пов'язана з неузгодженістю вітчизняного законодавства зі законодавством ЄС. Зокрема це стосується обігу харчових добавок та гранично допустимих концентрацій забруднювачів. Як видно із наведених даних, вітчизняні оператори ринку харчових продуктів іноді не враховують особливостей законодавства при впровадженні першого та третього принципів системи НАССР. Можна припустити, що окремі оператори ринку харчових продуктів при визначенні лімітів для небезпечних чинників (третій принцип НАССР) опираються на вітчизняні нормативи і не враховують при цьому особливостей законодавства інших країн.

До позитивних змін можна зарахувати відсутність протягом 2024 року повідомлень про наявність залишкових кількостей протимікробних препаратів у меді та продукції бджільництва, радіонуклідів у грибах та ягодах, що неодноразово реєструвалося в попередні роки. Натомість скарги на залишкові кількості ветеринарних препаратів у курятині, використання заборонених на території ЄС агрохімікатів при виробництві продуктів харчування рослинного походження мають місце з року в рік. Також до позитиву можна зачислити незначну кількість скарг на наявність важких металів та їх сполук у продуктах харчування з України, що є досить значною проблемою для інших експортерів.

У 2024 році експортери зіткнулися з низкою проблем безпечності продукції, котрі виникли в результаті ускладнень з перетином державного кордону.

Висновки

Аналіз повідомлень системи швидкого оповіщення щодо харчових продуктів та кормів показав, що основні проблеми безпечності вітчизняної продукції пов'язані з недостатнім розумінням операторами ринку харчових продуктів рекомендацій програм-передумов та принципів системи НАССР. В результаті неправильно спланованих програм протидії небезпечним чинникам біологічної природи реєструвалися проблеми контамінації продукції різними видами *Salmonella* spp. та *Listeria monocytogenes*. Проблема наявності небезпечних чинників хімічної природи пов'язана з недостатнім виконанням рекомендацій сільськогосподарської та ветеринарної практик. У результаті залишкові кількості агрохімікатів та ветеринарних засобів перевищували гранично допустимі концентрації, що призвело до відмови в експорті, а часто й вибракуванню такої продукції. Проблема ускладнилася використанням операторами ринку харчових продуктів заборонених на території ЄС харчових добавок та агрохімікатів. Однак кількість скарг на експортовану з України продовольчу продукцію не є більшою порівняно з іншими країнами-експортерами.

Відомості про конфлікт інтересів

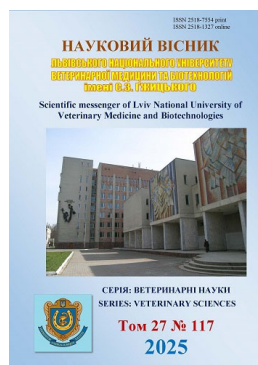
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Acquavella, J. (2023). Epidemiologic studies of glyphosate and non-Hodgkin's lymphoma: A review with consideration of exposure frequency, systemic dose, and study quality. *Global epidemiology*, 5, 100101. DOI: 10.1016/j.gloepi.2023.100101.
- Alabi, O. A., Creczynski Pasa, T. B., & Adebo, T. C. (2023). Environmental Contamination and Public Health Effects of Household Hazardous Waste. *J Biomed Res Environ Sci.*, 4(9), 1323–1340. DOI: 10.37871/jbres1757.
- Amaroli, A., Aluigi, M.G., Falugi, C., & Chessa, M. G. (2013). Effects of the neurotoxic thionophosphate pesticide chlorpyrifos on differentiating alternative models. *Chemosphere*, 90(7), 2115–2122. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2012.11.005.
- Boffetta, P., Ciocan, C., Zunarelli, C., & Pira, E. (2021). Exposure to glyphosate and risk of non-Hodgkin lymphoma: an updated meta-analysis. *La Medicina del lavoro*, 112(3), 194–199. DOI: 10.23749/mdl.v112i3.11123.
- Codex Alimentarius (2019). Code of practice for the reduction of 3-monochloropropane-1,2-diol esters (3-MCPDEs) and glycidyl esters (GEs) in refined oils and food products made with refined oils. CXC 79-2019. URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B79-2019%252FCXC_079e.pdf.
- Commission Regulation (EU) (2020). Amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of 3-monochloropropanediol (3-MCPD), 3-MCPD fatty acid esters and glycidyl fatty acid esters in certain foods. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/1322/oj>.
- Commission Regulation (EU) 2022/1396 (2022). Amending the Annex to Regulation (EU) No 231/2012 laying down specifications for food additives listed in Annexes II and III to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council as regards the presence of ethylene oxide in food additives. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/1396/oj/eng>.
- Conclusion on the peer review of epoxiconazole (2008). EFSA Scientific Report, 138, 1–80. URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2008.138r>.
- Corredor-García, D., García-Pinilla, S., & Blanco-Lizarazo, C. M. (2021). Systematic Review and Meta-analysis: *Salmonella* spp. prevalence in vegetables and fruits. *World journal of microbiology & biotechnology*, 37(3), 47. DOI: 10.1007/s11274-021-03012-7.
- Daley, S. F., Posner, E. B., & Haseeb, M. (2025). Celiac Disease. In StatPearls. StatPearls Publishing. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28722929>.
- ECDC (2022). European Centre for Disease Prevention and Control. Introduction to the Annual Epidemiological Report. Stockholm: ECDC. URL: <https://ecdc.europa.eu/en/annual-epidemiological-reports/methods>.
- ECDC (2024). European Centre for Disease Prevention and Control. Salmonellosis. In: Annual Epidemiological Report for 2022. Stockholm: ECDC; 2024. https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/SALM_AER_2022_Report.pdf.
- EFSA (2020). European Food Safety Authority. European Union. URL: <https://www.efsa.europa.eu/en>.
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) (2011). Scientific Opinion on the reevaluation of Erythrosine (E 127) as a food additive. *EFSA Journal*, 9(1), 1854. DOI: 10.2903/j.efsa.2011.1854.
- El Gemayel, M. (2022). Food Quality in the European Union: Does the Consumer Have Free Choice?. *European Journal of Risk Regulation*, 13(2), 236–253. DOI: 10.1017/err.2021.39.
- European Commission (2000). White Paper on food safety. Commission of the European Communities. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6d4b523b-dad8-4449-b2b4-9fa9b0d6e2be>.
- Franco, G. A., Molinari, F., Marino, Y., Tranchida, N., Infrerra, F., Fusco, R., Di Paola, R., Crupi, R., Cuzzocrea, S., Gugliandolo, E., & Britti, D. (2024). Environmental endocrine disruptor risks in the central nervous system: Neurotoxic effects of PFOS and glyphosate. *Environmental toxicology and pharmacology*, 109, 104496. DOI: 10.1016/j.etap.2024.104496.
- Gunier, R. B., Harnly, M. E., Reynolds, P., Hertz, A., & Von Behren, J. (2001). Agricultural pesticide use in California: pesticide prioritization, use densities, and population distributions for a childhood cancer study.

- Environmental health perspectives, 109(10), 1071–1078. DOI: 10.1289/ehp.011091071.
- Guseva Canu, I., Fraize-Frontier, S., Michel, C., & Charles, S. (2020). Weight of epidemiological evidence for titanium dioxide risk assessment: current state and further needs. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, 30(3), 430–435. DOI: 10.1038/s41370-019-0161-2.
- Hardell, L., Carlberg, M., Nordström, M., & Eriksson, M. (2023). Exposure to phenoxyacetic acids and glyphosate as risk factors for non-Hodgkin lymphoma- pooled analysis of three Swedish case-control studies including the sub-type hairy cell leukemia. *Leukemia & lymphoma*, 64(5), 997–1004. DOI: 10.1080/10428194.2023.2190434.
- Ingaramo, P., Alarcón, R., Muñoz-de-Toro, M., & Luque, E. H. (2020). Are glyphosate and glyphosate-based herbicides endocrine disruptors that alter female fertility?. *Molecular and cellular endocrinology*, 518, 110934. DOI: 10.1016/j.mce.2020.110934.
- International Agency for Research on Cancer (IARC) (2015). IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. URL: <https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/MonographVolume112-1.pdf>.
- Kirkland, D., Aardema, M. J., Battersby, R. V., Beevers, C., Burnett, K., Burzlaff, A., Czich, A., Donner, E. M., Fowler, P., Johnston, H. J., Krug, H. F., Pfühler, S., & Stankowski, L. F., Jr (2022). A weight of evidence review of the genotoxicity of titanium dioxide (TiO₂). *Regulatory toxicology and pharmacology* : RTP, 136, 105263. DOI: 10.1016/j.yrtph.2022.105263.
- Lecuit, M. (2020). *Listeria monocytogenes*, a model in infection biology. *Cellular microbiology*, 22(4), e13186. DOI: 10.1111/cmi.13186.
- Lelieveld, H. L. M., Mostert, M. A., & Holah, J. (2016). *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry* (Second Edition). Woodhead Publishing. URL: <https://www.junkbooks.com/administrator/thebooks/63db8b5c15f07-handbook-of-hygiene-control-in-the-food-industry.pdf>.
- Li, H., Yue, X., Gao, N., Tang, J., Lv, X., & Hou, J. (2020). Microwave method synthesis of magnetic ionic liquid/gold nanoparticles as ultrasensitive SERS substrates for trace clopidol detection. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 412(13), 3063–3071. DOI: 10.1007/s00216-020-02588-7.
- Lynch, H. N., Kozal, J. S., Russell, A. J., Thompson, W. J., Divis, H. R., Freid, R. D., Calabrese, E. J., & Mundt, K. A. (2022). Systematic review of the scientific evidence on ethylene oxide as a human carcinogen. *Chemico-Biological Interactions*, 364, 110031. DOI: 10.1016/j.cbi.2022.110031.
- Mazuryk, J., Klepacka, K., Kutner, W., & Sharma, P. S. (2024). Glyphosate: Hepatotoxicity, Nephrotoxicity, Hemotoxicity, Carcinogenicity, and Clinical Cases of Endocrine, Reproductive, Cardiovascular, and Pulmonary System Intoxication. *ACS pharmacology & translational science*, 7(5), 1205–1236. DOI: 10.1021/acsptsci.4c00046.
- Nair, B. (2001). Final report on the safety assessment of Benzyl Alcohol, Benzoic Acid, and Sodium Benzoate. *International journal of toxicology*, 20 Suppl 3, 23–50. DOI: 10.1080/10915810152630729.
- Norwegian Scientific Committee for Food Safety (2011). Risk assessment of the pesticide Endosulfan with the active substance spirodiclofen. Opinion of the Panel on plant protection products Norwegian Scientific Committee for Food Safety. URL: <https://www.vkm.no/download/18.a665c1015c865cc85bac268/1501513448072/0802b38045.pdf>.
- Pettoello-Mantovani, C., & Olivieri, B. (2023). Food safety and public health within the frame of the EU legislation. *Global Pediatrics*, 3, 100042. DOI: 10.1016/j.gped.2022.100020.
- Pettoello-Mantovani, M., Mestrovic, J., Namazova-Baranova Md PhD, L., Giardino, I., Somekh, E., & Vural, M. (2021). Ensuring Safe Food for Infants: The Importance of an Integrated Approach to Monitor and Reduce the Risks of Biological, Chemical, and Physical Hazards. *The Journal of pediatrics*, 229, 315–316.e2. DOI: 10.1016/j.jpeds.2020.10.074.
- Piper, J. D., & Piper, P. W. (2017). Benzoate and Sorbate Salts: A Systematic Review of the Potential Hazards of These Invaluable Preservatives and the Expanding Spectrum of Clinical Uses for Sodium Benzoate. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 16(5), 868–880. DOI: 10.1111/1541-4337.12284.
- Porto, Y. D., Fogaça, F. H. D. S., Andrade, A. O., da Silva, L. K. S., Lima, J. P., da Silva, J. L., Vieira, B. S., Cunha Neto, A., Figueiredo, E. E. S., & Tassinari, W. S. (2022). *Salmonella* spp. in Aquaculture: An Exploratory Analysis (Integrative Review) of Microbiological Diagnoses between 2000 and 2020. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(1), 27. DOI: 10.3390/ani13010027.
- Pronina, O. A., & Simonov, M. R. (2024). Problemy bezpechnosti vitchyznnykh kharchovykh produktiv na osnovi analizu informatsiynykh povidomlen systemy shvydkoho opovishchennia shchodo kharchovykh produktiv ta kormiv (RASFF). Konferentsiia «Dni studentskoi nauky» u Lvivskomu natsionalnomu universyteti veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho, (Lviv, 16–17 travnia 2024 r.) Fakultet hromadskoho rozvytku ta zdorovia: tezy dopovidei. Lviv, 463–466 (in Ukrainian).
- Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). An official website of the European Union. URL: https://food.ec.europa.eu/safety/rasff_en.
- Salviano Dos Santos, V. P., Medeiros Salgado, A., Guedes Torres, A., & Signori Pereira, K. (2015). Benzene as a Chemical Hazard in Processed Foods. *International journal of food science*, 2015, 545640. DOI: 10.1155/2015/545640.
- Saunders, M., Magnanti, B. L., Correia Carreira, S., Yang, A., Alamo-Hernández, U., Riojas-Rodriguez, H., Calamandrei, G., Koppe, J. G., Kraymer von Krauss, M., Keune, H., & Bartonova, A. (2012). Chlorpyrifos and neurodevelopmental effects: a literature review and expert elicitation on research and policy. *Environmental health : a global access science source*, 11(1), 5. DOI: 10.1186/1476-069X-11-S1-S5.

- Schlech, W. F. (2019). Epidemiology and Clinical Manifestations of *Listeria monocytogenes* Infection. *Microbiology spectrum*, 7(3), 10.1128/microbiolspec.gpp3-0014-2018. DOI: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0014-2018.
- Shahdadi, M., Safarirad, M., Berizi, E., Mazloomi, S. M., Hosseinzadeh, S., Zare, M., Derakhshan, Z., & Rajabi, S. (2023). A systematic review and modeling of the effect of bacteriophages on *Salmonella* spp. Reduction in chicken meat. *Heliyon*, 9(4), e14870. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e14870.
- Smithers, G. W. (2023). *Encyclopedia of Food Safety* (Second Edition). Academic Press.
- Stybel, V. V., & Simonov, M. R. (2018). Upravlinnja bezpechnistju produktiv harchuvannja: praktichnij posibnik. TzOV Galic'ka vidavnychka spilka, L'viv (in Ukrainian).
- Stybel, V., & Simonov, M. (2023). Perspektyvy ta pereshkody eksportu ukrainskykh kharchovykh produktiv. Materialy naukovo-praktychnoi onlain konferentsii «Bezpechnist ta yakist kharchovykh produktiv u kontseptsii “Iedyne zdorovia” (1–2 chervnia 2023 r.) m. Lviv, 34–36. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/conferences/article/view/4777> (in Ukrainian).
- Tuytschaever, T., Raes, K., & Sampers, I. (2023). *Listeria monocytogenes* in food businesses: From persistence strategies to intervention/prevention strategies-A review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 22(5), 3910–3950. DOI: 10.1111/1541-4337.13219.
- Wang, W., Shin, M. C., Jeong, S. H., Min, J. R., Seo, J. S., & Kim, J. H. (2024). Insights into tissue accumulation, depletion, and health risk assessment of clopidol in poultry. *Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment*, 41(7), 771–781. DOI: 10.1080/19440049.2024.2350012.
- Witkowski, M., Grajeta, H., & Gomułka, K. (2022). Hypersensitivity Reactions to Food Additives-Preservatives, Antioxidants, Flavor Enhancers. *Int J Environ Res Public Health*, 19(18), 11493. DOI: 10.3390/ijerph191811493.
- World Health Organization, & Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006). *FAO/WHO guidance to governments on the application of HACCP in small and/or less-developed food businesses*. *FAO food and nutrition paper*, 86, 1–74. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17593668>.
- Yu, G., Wang, J., Jian, T., Shi, L., Zhao, L., Li, Y., Gao, Y., Kan, B. & Jian, X. (2022) Case series: Diquat poisoning with acute kidney failure, myocardial damage, and rhabdomyolysis. *Front. Public Health*, 10, 991587. DOI: 10.3389/fpubh.2022.991587.
- Zhang, L., Rana, I., Shaffer, R. M., Taioli, E., & Sheppard, L. (2019). Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: A meta-analysis and supporting evidence. *Mutation research. Reviews in mutation research*, 781, 186–206. DOI: 10.1016/j.mrrev.2019.02.001.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11703
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.8.09:616.995.1-07

Epizootological study on the prevalence of *Aelurostrongylus abstrusus* in domestic cats

A. Kravchenko[✉], V. Levytska

Higher Education Institution Podillia State University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Article info

Received 11.12.2024

Received in revised form

13.01.2025

Accepted 14.01.2025

Higher Education Institution
Podillia State University,
Shevchenko Str., 12, Kamianets-
Podilskyi, 32316, Ukraine.
Tel.: +38-097-509-80-05
E-mail: kpaba2@gmail.com

Kravchenko, A., & Levytska, V. (2025). Epizootological study on the prevalence of *Aelurostrongylus abstrusus* in domestic cats. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 26(117), 21–26. doi: 10.32718/nvlvet11703

The study focuses on investigating the prevalence of the pulmonary nematode infection *A. abstrusus* in domestic cats in the Zakarpattia region. Ukraine has approximately 7.5 million domestic cats; however, data on the epizootological characteristics of certain parasitic infestations remain insufficient. *Aelurostrongylosis*, caused by *A. abstrusus*, is a globally prevalent disease, with clinical signs including coughing, tachypnea, weight loss, and, in rare cases, fatal outcomes. Due to the nonspecific nature of the symptoms, the infection often goes undiagnosed, complicating the assessment of its true prevalence. Diagnosing *A. abstrusus* is a key aspect of disease control. The most sensitive diagnostic method is the Baermann technique, which allows the detection of active nematode larvae in feces. Microscopic fecal examination is a rapid and accessible method; however, it may lack sufficient sensitivity. The study was conducted at the Likovet Veterinary Center in Uzhhorod during 2023–2024. Fecal samples were collected directly from the ground or litter boxes and analyzed using the Baermann method. To ensure research accuracy, the total volume of each sample was at least 30 ml. A total of 278 samples were analyzed, with 21 (7.6 %) testing positive for *A. abstrusus*. The morphological features of the first-stage larvae of *A. abstrusus* had key features, including a distinct tail end with a dorsal spine. This feature is crucial for differentiating *A. abstrusus* from other nematode larvae that may be present in cat feces. The length of the larvae was approximately 370 ± 25 micrometers, which is a standard parameter for their identification during microscopic examination. The infection rate among females was 52.4 %. Seasonal variations indicated a higher prevalence of infection in winter (76 %). Analysis of deworming frequency revealed that most infected cats had never undergone prophylactic treatment or had not been treated for over a year, emphasizing the need for enhanced preventive measures. *A. abstrusus* larvae can also be detected in pleural effusion, expectorated material, transtracheal wash fluid, or bronchoalveolar lavage (BAL). The study recommends the simultaneous use of the Baermann method and BAL to improve diagnostic efficiency. The obtained results highlight the importance of regular deworming and health monitoring of cats to reduce the prevalence of infection. Future research may focus on studying intermediate hosts of the pathogen and identifying other factors influencing the spread of infection in different cat populations. Considering the emerging nature of the parasite in Europe, the expansion of monitoring programs is essential to prevent further spread of the helminthiasis.

Key words: *Aelurostrongylus abstrusus*, helminths, cats, coproscopy, pulmonary helminthiasis, diagnostics.

Епізоотологічне дослідження поширеності *Aelurostrongylus abstrusus* серед домашніх котів

А. І. Кравченко[✉], В. А. Левицька

Заклад вищої освіти “Подільський державний університет”, м. Кам’янець-Подільський, Україна

Дослідження присвячене вивченню поширеності легеневого нематодозу, спричиненого *A. abstrusus* у домашніх котів Закарпатської області. В Україні налічується близько 7,5 мільйона домашніх котів, проте дані щодо епізоотологічних особливостей деяких паразитарних інвазій є недостатніми. Елюроостронгільоз, викликаний *A. abstrusus*, є поширеним захворюванням у світі, клінічні ознаки якого включають кашель, тахіпное, втрату ваги та рідкісні летальні випадки. Через неспецифічність симптомів інвазія часто залишається недіагностованою, що ускладнює оцінку її поширеності. Діагностика *A. abstrusus* є ключовим аспектом контролю захворювання. Найбільш чутливим методом є метод Бермана, що дозволяє виявити активні личинки нематод у фекаліях. Мікроскопічне дослідження фекалій є швидким і доступним методом, однак воно може бути недостатньо чутливим. Дослідження проведено на базі ветеринарного центру ЛікоВеТ у м. Ужгород упродовж 2023–2024 років. Зразки фекалій збирали безпосередньо з ґрунту або лотка та аналізувалися методом Бермана. Для забезпечення точності дослідження загальний об'єм кожної проби становив не менше ніж 30 мл. У дослідженні проаналізовано 278 зразків, з яких 21 (7,6 %) виявився позитивним на *A. abstrusus*. Морфологічні особливості личинок першої стадії *A. abstrusus* мали ключові ознаки, зокрема виразний хвостовий кінець із дорсальним шипом. Ця особливість є вирішальною для диференціації *A. abstrusus* від інших личинок нематод, які можуть бути присутні у калі котів. Довжина личинок становила приблизно 370 ± 25 мікрометрів, що є стандартним параметром для їхньої ідентифікації під час мікроскопічного дослідження. Інвазованість самок становила 52,4 %. Сезонні зміни показали зростання захворюваності взимку (76 %). Аналіз частоти дегельмінтизації показав, що більшість інвазованих котів ніколи не проходили профілактичну обробку або вона проводилася більше ніж рік тому, що свідчить про необхідність посилення профілактичних заходів. Личинки *A. abstrusus* можуть бути виявлені в плевральному випоті, відхаркувальному матеріалі, транстрахеальній промивній рідині або бронхоальвеолярному лаважі. Дослідження дозволяє рекомендувати застосування методу Бермана в поєднанні з бронхоальвеолярним лаважем для підвищення ефективності діагностики. Отримані результати підкреслюють важливість регулярної дегельмінтизації котів та контролю за їхнім здоров'ям для зменшення поширеності інвазії. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення проміжних господарів збудника та визначення інших факторів поширення інвазії у різних популяціях котів. Враховуючи емерджентний характер паразита в Європі, необхідне розширення моніторингових програм для запобігання подальшому поширенню гельмінтоза.

Ключові слова: *Aelurostrongylus abstrusus*, гельмінти, коти, копроскопія, легеневий гельмінтоз, діагностика.

Вступ

В Україні налічується близько 7,5 мільйона домашніх котів, однак дані про поширення та епізоотологічні особливості деяких паразитарних інвазій є недостатніми (World Population Review, 2024). До поширених і найбільш вивчених котячих ендopазитарних гельмінтів належать *Toxocara cati*, *Toxascaris leonina*, *Trichocephalus* spp., *Dipylidium caninum* (Broshkov & Zapeka, 2020; Beugnet et al., 2014; Kornysushin et al., 2022), однак питання щодо актуального статусу інвазії *Aelurostrongylus abstrusus* залишається маловивченим.

Елюроостронгільоз – легеневий нематодоз, що є широко поширеним у світі захворюванням домашніх котів. Клінічні прояви цієї інвазії у котів є неспецифічними та включають кашель, тахіпное, тахікардію, втрату ваги, задишку, а в рідкісних випадках – загибель (Di Cesare et al., 2014; Castro & Morris, 2016). У більшості випадків інвазія проходить непоміченою або не діагностованою, що може призводити до недооцінки її поширеності (Elsheikha et al., 2016). Водночас важкі форми захворювання можуть супроводжуватися довготривалими патологічними змінами в легенях (Bulbul et al., 2020). Елюроостронгільоз слід розглядати як можливий диференційний діагноз у котів із клінічними ознаками респіраторних захворювань, включаючи кошенят віком до 3 місяців (Elsheikha et al., 2016).

Діагностика інвазії *A. abstrusus* є ключовим аспектом її контролю. Найбільш специфічним методом є непрямий метод флуоресцентних антитіл, що дозволяє виявити специфічні антитіла до личинок третьої стадії *A. abstrusus* у сироватці крові (Hamilton & Roberts, 1968). Проте цей метод не дозволяє диференціювати поточні та минулі інвазії. Мікроскопічне дослідження фекалій є швидким і доступним, однак воно може бути трудомістким та недостатньо чутливим (Singh, 1997). В одному з досліджень *A. abstrusus*

було виявлено лише у 21,7 % інвазованих котів при стандартному аналізі фекалій (Arundel, 1970).

Метод седиментації з використанням формаліну та етилацетату є менш чутливим порівняно з методом Бермана, який визначений як найбільш чутливий метод для виявлення активних личинок нематод у фекаліях. У деяких випадках метод Бермана демонстрував вищу чутливість, ніж гістологічне дослідження тканин або аутопсія (Elsheikha et al., 2016). Крім того, личинки *A. abstrusus* можуть бути виявлені в плевральному випоті, відхаркувальному матеріалі, транстрахеальній промивній рідині або бронхоальвеолярному лаважі (БАЛ) (Barrs et al., 1999). Для підвищення ефективності діагностики рекомендується одночасне використання методу Бермана та дослідження БАЛ, оскільки виділення личинок з калом може бути періодичним (Foster et al., 2004).

Легеневі нематоди, включаючи *A. abstrusus*, є важливими етіологічними факторами респіраторних захворювань у домашніх котів і вважаються емерджентними паразитами в Європі. Інвазовані тварини відіграють важливу роль у підтримці життєвого циклу паразита на певній території.

Мета дослідження

Метою цього дослідження було проведення копрологічного паразитологічного скринінгу метаостронгілідних легневих нематод у домашніх котів в Закарпатській області. З огляду на відсутність даних детальне епізоотологічне дослідження *A. abstrusus* є необхідним, враховуючи підтверджену присутність цього паразита у сусідніх країнах.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на базі ветеринарного центру ЛікоВеТ (місто Ужгород) упродовж 2023–2024 років. Зразки фекалій від кожного кота були зібрані

безпосередньо з ґрунту або з лотка та поміщені в окремі пластикові пакети. Для забезпечення точності дослідження загальний об'єм кожної проби становив не менше ніж 30 мл. Зразки зберігалися при температурі 4–6 °С до проведення аналізу. Копроскопічні дослідження проводили за стандартними методиками.

Наявність метастронгілідних легеневих нематод оцінювали за допомогою модифікованого методу Бермана. Для проведення аналізу використовували модифіковану версію апарата Бермана. Апарат складався з конічної колби об'ємом 500 мл, всередині якої було розташоване сито діаметром 10 см з розміром отворів 2 мм. Сито підвішували поперек колби та вистеляли марлею. В апарат поміщали фекальні зразки масою приблизно 10 г. Конічні колби наповнювали теплою водопровідною водою до рівня, що лише покривав зразок, забезпечуючи оптимальні умови для міграції личинок.

Зразки інкубували при кімнатній температурі (20–24 °С) протягом ночі. Після інкубації сито зі зразком видаляли, а надосадову рідину акуратно зливали, залишаючи залишковий об'єм 20–50 мл у кожній колбі. Колби повторно наповнювали водою до позначки 500 мл для зменшення каламутності зразка. Після повторного осадження личинок протягом 20–30 хвилин супернатант знову відбирали, залишаючи 20–50 мл осаду.

Увесь залишковий осад, що містив личинки, виливали у чашки Петрі та повторно відстоювали протягом 10–15 хвилин. Отриманий осад переносили на предметне скло, змішували з краплею розчину Люголя і досліджували під мікроскопом при 100-кратному збільшенні. Морфологічну ідентифікацію личинок здійснювали згідно з загальноприйнятими методиками (Beaver, 1980; Ferraz et al., 2020; Morelli et al., 2021).

Популяція досліджуваних котів була охарактеризована за такими параметрами, як стать, вільний вихід, стерилізація, вік, порода, сезон, частота дегельмінтизації.

Результати та їх обговорення

У копрологічних дослідженнях було проаналізовано зразки від 278 котів на ураженість *A. abstrusus*. Виявлено, що 21 із них були інвазовані, що склало 7,6 % при використанні методу Бермана. Морфологічні особливості личинок першої стадії *A. abstrusus* мали ключові ознаки, зокрема виразний S-подібний хвостовий кінець із дорсальним шипом (рис. 1). Ця особливість є вирішальною для диференціації *A. abstrusus* від інших личинок нематод, які можуть бути присутні у калі котів. Довжина личинок становила приблизно 370 ± 25 мікрометрів, що є стандартним параметром для їхньої ідентифікації під час мікроскопічного дослідження.

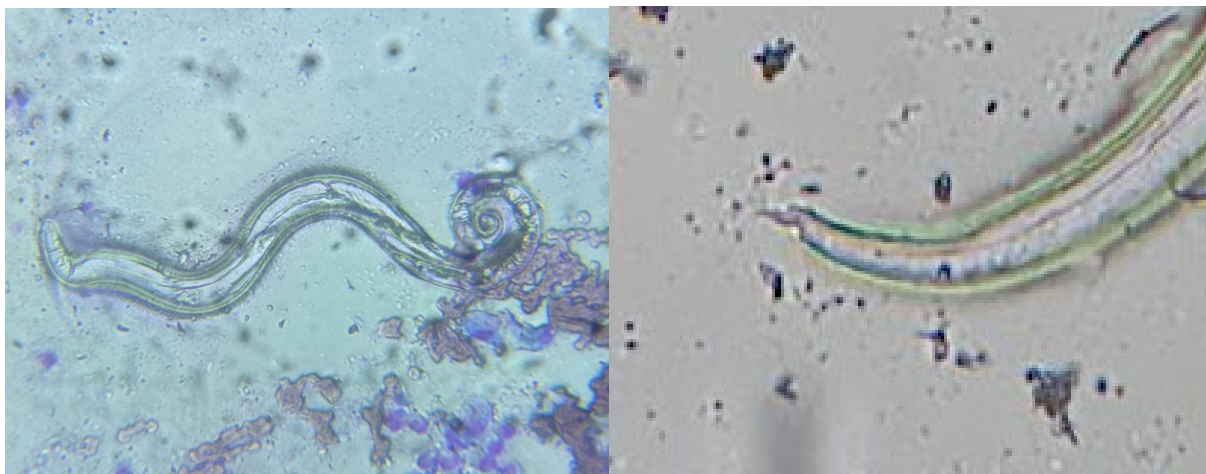


Рис. 1. Личинки першої стадії *A. abstrusus*, ідентифіковані методом Бермана

З усіх досліджуваних котів 62 (22,4 %) були породистими, а решта 216 (77,6 %) – метисами. Щодо статевого розподілу, 104 (37,4 %) коти були нестерилізованими самками, 69 (24,8 %) – некастрованими самцями і 56 (20,1 %) та 49 (17,6 %) – стерилізованими самцями і самками відповідно. Статистичної значущості за цими критеріями між хворими і здоровими тваринами встановлено не було. Усі виявлені хворі тварини мали можливість вільного виходу.

Коти були розподілені за віком на чотири групи: 43 (15,3 %) тварини належали до групи віком менше ніж 6 місяців, 134 (48,2 %) – від 6 місяців до 2 років, 69 (24,7 %) – від 2 до 4 років і 33 (11,8 %) – від 4 до 8 років. Серед інвазованих котів 11 із 21 (52,4 %) були самками. Серед 65 котів віком менше ніж 12 місяців 2

були інвазовані, тимчасом як решта 19 уражених котів були віком понад 12 місяців. Середній вік інвазованих котів становив 2 роки.

Аналіз сезонних змін у поширеності *A. abstrusus* показав, що кількість інвазованих котів була значно вищою в осінньо-зимовий період порівняно з іншими сезонами року (76 %).

Серед опитаних власників котів ($n = 278$), більшість (89,6 %; $n = 249$) надали зразки фекалій від одного кота, тимчасом як 10,4 % ($n = 29$) взяли зразки від двох котів із одного домогосподарства. Загалом 27 % досліджених котів мали позитивний результат на паразитарні інвазії. Найпоширенішими паразитами були аскариди: яйця *Toxocara cati* виявлені у 61 зразку (22 %), яйця *Dipylidium caninum* – у 14 зразках

(5 %), а ооцисти морфологічно схожі на *Toxoplasma gondii* – в 6 зразках (2 %). Щодо інтенсивності інвазії, значна варіабельність була зафіксована лише для *T. cati* – у деяких зразках яйця були виявлені у незначній кількості, тимчасом як в інших випадках кількість яєць коливалася від помірної до високої. Однак ці збудники не були включені до основного аналізу, оскільки дослідження було сфокусоване виключно на визначенні поширеності *A. abstrusus*.

Результати дослідження підтвердили, що значна частина інвазованих котів ніколи не проходила дегельмінтизацію або ж проходила понад рік тому. Це свідчить про критичну роль регулярної протипаразитарної профілактики у зниженні ризику зараження *A. abstrusus*. Відсутність належного контролю за дегельмінтизацією може призводити до накопичення інвазійного матеріалу в навколишньому середовищі, підвищуючи рівень зараження як серед домашніх, так і серед бродячих котів.

Поширеність паразитів родини *Metastrongylidae*, зокрема *A. abstrusus*, у домашніх котів в Україні залишається недостатньо вивченою. Однак на основі результатів досліджень, проведених у різних країнах Європи, можна припустити, що ці паразити є серйозною проблемою для здоров'я котів і можуть бути широко поширеними в Україні. Відомо, що на поширеність *A. abstrusus* впливають такі фактори, як методи діагностики, географічне розташування та спосіб життя господаря.

Дослідження, проведені в Європі, демонструють значні відмінності у поширеності *A. abstrusus* серед домашніх котів. Наприклад, у Румунії рівень поширеності варіює від 3,7 % до 14,2 %, при цьому останні дані свідчать про значне зростання до 30,2 %. Загалом в Європі поширеність цього паразита коливається від 0,8% до 50 %, залежно від кліматичних умов, широти та присутності проміжних і паратеничних господарів. Найвищі показники виявлені в Албанії (50 %), Болгарії (27,5 %) та Угорщині (22,5 %), що свідчить про значну присутність цього паразита у регіоні (Traversa et al., 2010).

Значний вплив на виявлення інвазії мають діагностичні методи. Використання передових методів, таких як полімеразна ланцюгова реакція, значно покращує точність діагностики, демонструючи 100 % специфічність і чутливість на рівні 96,6 %, що перевершує класичні мікроскопічні методи (Traversa & Di Cesare, 2016). Однак традиційні методи, такі як метод Бермана, залишаються основним інструментом виявлення личинок у фекаліях, хоча їхня чутливість залежить від періодичності виділення личинок.

На поширеність *Metastrongylidae* також впливають фактори, пов'язані з господарем, зокрема вік котів, доступ до вулиці та частота дегельмінтизації. Молодші тварини та коти, що мають вільний доступ на вулицю, мають вищий ризик зараження (Györke et al., 2020). Географічні та екологічні фактори, такі як наявність проміжних господарів, зокрема червоногих молюсків, також відіграють значну роль у циркуляції *A. abstrusus* у природі (Castro & Morris, 2016; Bulbul et al., 2020).

Враховуючи поширеність цих паразитів у сусідніх країнах та подібні екологічні умови, можна припустити, що *A. abstrusus* є поширеним і серед котів в Україні. Відомо, що цей паразит було виявлено у диких хижих тварин в Україні, що додатково підтверджує його можливу присутність у домашніх котів (Kornyushin et al., 2022). Зокрема, випадки елюростронгілозу вже були зареєстровані нами в Закарпатській області (Kravchenko & Levytska, 2024).

Копрологічні дослідження є поширеним методом виявлення паразитів у котів, що дозволяє оцінити їхню екстенсивність інвазії та вплив на здоров'я тварин. Проте метод Бермана використовується не завжди, що може призводити до недооцінки поширеності деяких паразитів. У різних регіонах України вже проведено низку досліджень щодо гельмінтозів у котів. Наприклад, у Харкові було виявлено таких паразитів, як *Giardia* sp., *Sarcocystis* sp., *C. rivolta*, *C. Felis* та ооцисти підродино *Toxoplasmatinae*, а також представників родини джгутикових *Trichomonadidae* (Ivleva & Dubin, 2021). В Одесі у 39 % зразків фекалій було виявлено наявність паразитів, включаючи *Taenia* spp., *T. cati*, *Toxascaris leonina*, *Trichocephalus* spp., *Cystoisospora felis* та *Giardia duodenalis*, причому *T. cati* була ідентифікована у 37 % зразків (Broshkov & Zapeka, 2020).

Дослідження калу залишається критично важливим методом для виявлення паразитарних інвазій. Методи седиментації та флотації, а також мікроскопічного дослідження дозволяють підвищити чутливість діагностики (Korkmaz et al., 2017). Використання класичних мікроскопічних методів, зокрема процедур збагачення та приготування пофарбованих мазків, значно підвищує точність ідентифікації паразитів (Korkmaz et al., 2017).

Аналіз гельмінтофауни м'ясоїдних ссавців в Україні, зокрема домашніх котів, дозволяє отримати ширший контекст для розуміння паразитарної ситуації в регіоні. Цей аналіз підкреслює різноманіття гельмінтів та їхню поширеність серед різних видів господарів (Kornyushin et al., 2022). Отримані результати свідчать про необхідність подальших епізоотологічних досліджень, зокрема з використанням чутливих діагностичних методів, таких як метод Бермана та ПЛР, для більш точного оцінювання поширеності легеневих нематод серед домашніх котів в Україні. Регулярний контроль та профілактика паразитарних інвазій, особливо серед котів із відкритим доступом до зовнішнього середовища, є важливими заходами для мінімізації ризику захворювань.

Висновки

Діагностика за допомогою модифікованого методу Бермана підтвердила наявність *A. abstrusus* у 21 kota (7,6 %), підкреслюючи важливість цього методу у виявленні інвазії в популяції. Загалом результати досліджень підкреслюють важливість систематичного моніторингу паразитів у котів для збереження здоров'я як самих тварин, так і людей, що контактують з ними. Регулярне тестування, своєчасна дегельмінтизація та ветеринарний контроль є необхідними захо-

дами для мінімізації ризику паразитарних інвазій та їх потенційного впливу на громадське здоров'я. Для отримання актуальних даних про поширеність метастронгілідних легеневи́х паразитів в Україні необхідні широкомасштабні епізоотологічні дослідження із застосуванням передових діагностичних методів. З метою ефективного контролю паразитарних інвазій рекомендується регулярне ветеринарне обстеження та розширені копрологічні дослідження калу котів, особливо тих, що мають доступ до зовнішнього середовища.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження мають бути зосереджені на розширенні географічного охоплення та оцінці інших факторів поширення *A. abstrusus*, а також на дослідженні проміжних господарів. Важливим напрямком є вивчення ефективних препаратів для дегельмінтизації котів.

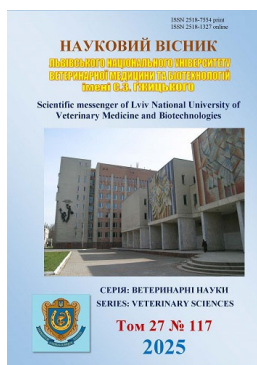
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Arundel, J. H. (1970). Control of helminth parasites of dogs and cats. *Australian veterinary journal*, 46(4), 164–168. DOI: 10.1111/j.1751-0813.1970.tb01981.x.
- Barrs, V. R., Swinney, G. R., Martin, P., & Nicoll, R. G. (1999). Concurrent *Aelurostrongylus abstrusus* infection and salmonellosis in a kitten. *Australian veterinary journal*, 77(4), 229–232. DOI: 10.1111/j.1751-0813.1999.tb11707.x.
- Beaver, P. C. (1980). *Diagnosing Helminthiasis Through Coprological Examination*: By D. Thienpont, F. Rochette, and O. F. J. Vanparijs. 187 pages, illustrated. Janssen Pharmaceutica, Beerse, Belgium. Available in French Dutch, Spanish, German and English. 1979. Price is BF 220, payable to Kredietbank no. 550-3157700-52. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 29(5), 1021. DOI: 10.4269/ajtmh.1980.29.1021.
- Beugnet, F., Bourdeau, P., Chalvet-Monfray, K., Cozma, V., Farkas, R., Guillot, J., Halos, L., Joachim, A., Losson, B., Miró, G., Otranto, D., Renaud, M., & Rinaldi, L. (2014). Parasites of domestic owned cats in Europe: co-infestations and risk factors. *Parasites & vectors*, 7, 291. DOI: 10.1186/1756-3305-7-291.
- Broshkov, M., & Zapeka, I. (2020). Parasite fauna of internal parasites of carnivores of Odessa. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 97, 5–13. DOI: 10.37000/abbsl.2020.97.01.
- Bulbul, K. H., Akand, A. H., Choudhury, D., Begam, R., Hussain, J., Hussain, I., & Parbin, S. (2020). An update of lungworm infection in cat with especial reference to *aelurostrongylosis*. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 5(4), 37–39. URL: <https://www.veterinarypaper.com/pdf/2020/vol5issue4/PartA/5-4-6-295.pdf>.
- Castro, P. D. J., & Morris, A. V. (2016). Feline lungworm: Biology, epidemiology, diagnosis and treatment. *The Veterinary Nurse*, 7(9), 508–513. DOI: 10.12968/vetn.2016.7.9.508.
- Hamilton, J., & Roberts, R. (1968). Immunofluorescence as a diagnostic procedure in lungworm disease of the cat. *Veterinary Record*, 83(16), 401–403. DOI: 10.1136/vr.83.16.401.
- Györke, A., Dumitrache, M. O., Kalmár, Z., Paştiu, A. I., & Mircean, V. (2020). Molecular Survey of Metastrongyloid Lungworms in Domestic Cats (*Felis silvestris catus*) from Romania: A Retrospective Study (2008–2011). *Pathogens* (Basel, Switzerland), 9(2), 80. DOI: 10.3390/pathogens9020080.
- Di Cesare, A., Frangipane di Regalbono, A., Tessarin, C., Seghetti, M., Iorio, R., Simonato, G., & Traversa, D. (2014). Mixed infection by *Aelurostrongylus abstrusus* and *Troglostrongylus brevior* in kittens from the same litter in Italy. *Parasitology research*, 113(2), 613–618. DOI: 10.1007/s00436-013-3690-y.
- Elsheikha, H. M., Schnyder, M., Traversa, D., Di Cesare, A., Wright, I., & Lacher, D. W. (2016). Updates on feline *aelurostrongylosis* and research priorities for the next decade. *Parasites & vectors*, 9(1), 389. DOI: 10.1186/s13071-016-1671-6.
- Ferraz, A., Dos Santos Pires, B., Machado Dos Santos, E., Tavares Barwaldt, E., Joanol Dallmann, P. R., Da Fonseca Sapin, C., Moura De Lima, C., Moscarelli Pinto, D., De Oliveira Nobre, M., & Quintana Nizoli, L. (2020). Presença de *Aelurostrongylus abstrusus* em amostras fecais de gatos no município de Pelotas, RS, Brasil. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 18, 1. DOI: 10.7213/2596-2868.2020.18009.
- Foster, S. F., Martin, P., Braddock, J. A., & Malik, R. (2004). A retrospective analysis of feline bronchoalveolar lavage cytology and microbiology (1995–2000). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 6(3), 189–198. DOI: 10.1016/j.jfms.2003.12.001.
- Korkmaz, U. F., Gokpinar, S., & Yildiz, K. (2017). Prevalence of Intestinal Parasites in Cats and Their Importance in Terms of Public Health. *Turkish Journal of Parasitology*, 40(4), 194–198. DOI: 10.5152/tpd.2016.4841.
- Kornyushin, V. V., Malega, O. M., Varodi, E. I., Korol, E. M., Kuzmina, T. A., Sokolova, O., & Kuzmin, Yu. I. (2022). Review of the Helminths of Carnivora (Mammalia) in Ukraine: Composition and Structure of Helminth Fauna. *Zoodyversity*, 56(6), 495–514. DOI: 10.15407/zoo2022.06.495.
- Kravchenko, A., & Levytska, V. (2024). Diagnosis of feline pulmonary helminthiasis caused by *Aelurostrongylus abstrusus*. *Scientific Journal of Veterinary Medicine*, 1(188), 72–78. DOI: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-72-78.
- Morelli, S., Diakou, A., Colombo, M., Di Cesare, A., Barlaam, A., Dimzas, D., & Traversa, D. (2021). Cat Respiratory Nematodes: Current Knowledge, Novel Data and Warranted Studies on Clinical Features, Treatment and Control. *Pathogens*, 10(4), 454. DOI: 10.3390/pathogens10040454.
- Singh, B. (1997). Molecular methods for diagnosis and epidemiological studies of parasitic infections. *International Journal for Parasitology*, 27(10), 1135–1145. DOI: 10.1016/S0020-7519(97)00111-2.
- Traversa, D., & Di Cesare, A. (2016). Diagnosis and management of lungworm infections in cats: Cornerstones, di-

- lemmas and new avenues. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(1), 7–20. DOI: 10.1177/1098612X15623113.
- Traversa, D., Di Cesare, A., & Conboy, G. (2010). Canine and feline cardiopulmonary parasitic nematodes in Europe: Emerging and underestimated. *Parasites & Vectors*, 3(1), 62. DOI: 10.1186/1756-3305-3-62.
- World Population Review (No. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/cat-population-by-country>) (2024). [Dataset].
- Ivleva, O., & Dubin, R. (2021). Distribution and age dynamics of intestinal protozosis in domestic animals, Kharkov. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 99, 85–88. DOI: 10.37000/abbsl.2021.99.14.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11704
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.09:636.4.03

Ketosis of cattle: causes, consequences and prevention measures

S. V. Hural'ska[✉], V. M. Olishevskiy

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Article info

Received 11.12.2024
Received in revised form
13.01.2025
Accepted 14.01.2025

Polissia National University,
Stryk Boulevard, 7, Zhytomyr,
10008, Ukraine.
Tel.: +38-067-410-91-56
E-mail: gural'ska@ukr.net

Hural'ska, S. V., & Olishevskiy, V. M. (2025). Ketosis of cattle: causes, consequences and prevention measures. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 27–33. doi: 10.32718/nvlvet11704

Bovine ketosis is one of the most common metabolic diseases that significantly affects the productivity of the dairy herd and the economic efficiency of livestock farms. The article discusses the main causes of ketosis, including negative energy balance, dietary disorders, protein and vitamin deficiencies, and excessive mobilization of body fat reserves. Particular attention is paid to the clinical manifestations of the disease, which range from subclinical forms with decreased productivity to severe clinical manifestations such as weight loss, nervous disorders, and intoxication. Based on the analysis of the works of leading scientists in this area, the main methods of diagnosing ketone bodies in blood, milk and urine are presented, as well as recommendations for the timely detection of latent forms of the disease. The main goal of ketosis treatment is to compensate for glucose deficiency in the body, and it should be aimed at restoring energy balance in the first place. Initially, it is necessary to ensure rapid administration of glucose, followed by therapy aimed at maintaining its long-term level. Particular attention is paid to preventive measures, which include optimizing the diet, monitoring the condition of cows in transition, using high-quality feed and regular monitoring of energy balance. The article is based on the results of numerous studies and analyzes the current approach to dairy herd health management. The data presented in the article can be useful for both practicing veterinarians and dairy farm owners.

Key words: *Aelurostrongylus abstrusus*, helminths, cats, coproscopy, pulmonary helminthiasis, diagnostics.

Кетоз великої рогатої худоби: причини, наслідки та заходи профілактики

С. В. Гуральська[✉], В. М. Олішевський

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Кетоз великої рогатої худоби є одним із найпоширеніших метаболічних захворювань, яке значно впливає на продуктивність молочного стада та економічну ефективність тваринницьких господарств. У статті розглядаються основні причини виникнення кетозу, серед яких негативний енергетичний баланс, порушення раціону, недостатність білків та вітамінів, а також надмірна мобілізація жирових запасів організму. Особливу увагу приділено клінічним проявам захворювання, які варіюються від субклінічних форм зі зниженням продуктивності до важких клінічних проявів, таких як втрата ваги, нервові розлади та інтоксикація. На основі аналізу праць провідних науковців даної проблематики представлено основні способи діагностики кетонічних тіл у крові, молоці та сечі, а також рекомендації щодо своєчасного виявлення прихованих форм захворювання. Основною метою лікування кетозу є компенсація дефіциту глюкози в організмі, воно має бути спрямоване на відновлення насамперед енергетичного балансу. Спочатку необхідно забезпечити швидке введення глюкози з подальшою терапією, спрямованою на підтримання її тривалого рівня. Особлива увага приділена профілактичним заходам, які включають оптимізацію раціону, контроль за кондицією корів у перехідний період, використання високоякісних кормів і регулярний моніторинг енергетичного балансу. Стаття базується на результатах численних досліджень та аналізує сучасний підхід до управління здоров'ям молочного стада. Наведені у статті дані можуть бути корисними як для практикуючих ветеринарів, так і для власників молочних господарств.

Ключові слова: метаболічні захворювання, молочне скотарство, етіологія, діагностика.

Вступ

Кетоз великої рогатої худоби є серйозною проблемою у молочному скотарстві, яка впливає на здоров'я тварин, їхню продуктивність і економічні показники господарств (Horst et al., 2021; Huralska & Olishkevskyi, 2024; Ruppert & Kersten, 2024). Це метаболічне захворювання виникає внаслідок порушення енергетичного балансу організму, коли потреби корів у енергії значно перевищують її споживання з кормом (Bansod et al., 2020). Зазвичай кетоз діагностують у високопродуктивних молочних корів (Compton et al., 2015; Guliński, 2021) у перші тижні після отелення – період, коли потреби організму в енергії для лактації максимально зростають (Vlizlo et al., 2021; Mann & McArt, 2023; Taechachokevivat et al., 2024).

Захворювання супроводжується накопиченням у крові кетонів тіл (ацетон, ацетоацетат і β -гідроксибутират), які є продуктами розпаду жирів, що організм починає використовувати як альтернативне джерело енергії (Bansod et al., 2020). Однак надлишок кетонів тіл викликає інтоксикацію, порушення роботи печінки, зниження апетиту та загального стану тварини. У субклінічній формі кетозу тварини можуть виглядати здоровими, але показники їх продуктивності значно знижуються, що нерідко залишається непоміченим (Bauer & Jagusiak, 2022). Клінічні форми кетозу, навпаки, мають більш виражені симптоми, включаючи втрату ваги, нервові розлади та сильне зниження надоїв Guliński (2021).

Розповсюдженість кетозу у молочному скотарстві обумовлена не лише високими вимогами до продуктивності корів, а й недоліками у годівлі, умовах утримання та управлінні стадом (Bansod et al., 2020). Неправильно збалансовані раціони, дефіцит вітамінів та мінералів, а також ожиріння корів перед отеленням створюють сприятливі умови для розвитку захворювання (Chuang et al., 2016; Ruppert & Kersten, 2024).

Мета дослідження

Метою даної статті є аналіз причин виникнення кетозу, його клінічних проявів, діагностики, сучасних методів лікування та профілактичних заходів. Використання системного підходу до профілактики та управління захворюванням може суттєво знизити ризики виникнення кетозу у стаді, підвищити продуктивність тварин та зберегти їхнє здоров'я.

Результати та їх обговорення

Розвиток молочної галузі та підвищення продуктивності корів залежать від правильної організації годівлі, дотримання гігієнічних норм утримання тварин та якості вирощування молодняку. Проте технологічні процеси, що застосовуються у молочному скотарстві, нерідко негативно впливають на фізіологію корів. Це знижує їхню стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища та сприяє виникненню патологій, пов'язаних із порушеннями обміну речовин (Anderson et al., 2021).

В сучасних реаліях передового тваринництва дійні корови, генетично запрограмовані на високу молочну продуктивність (Nadtochii et al., 2012; Compton et al., 2015; Bali et al., 2016) та стикаються з метаболічним стресом у післяотельний період (Hryshchuk et al., 2021; Mylostyvyi et al., 2021). Після отелення потреба корови в поживних речовинах значно зростає для підтримки процесів молокоутворення, що змушує організм адаптувати енергетичний обмін у печінці та периферичних тканинах (Mylostyvyi et al., 2021).

Одним із найпоширеніших захворювань високопродуктивних корів є кетоз (Cocco et al., 2021; Mohammed et al., 2022). Це захворювання супроводжується порушеннями вуглеводно-ліпідного та білкового обмінів, а також надмірним накопиченням кетонів тіл, що призводить до ураження нервової, ендокринної, серцево-судинної, гепатобіліарної та ниркової систем організму (Deniz, 2011; Kroezen et al., 2018; Myette-Côté et al., 2021).

Основною причиною кетозу є негативний енергетичний баланс, який виникає, коли споживання енергії з кормом не відповідає потребам організму корови (Compton et al., 2015). Це часто трапляється у період лактації, після отелення корова витрачає велику кількість енергії на виробництво молока; низька якість корму, недостатнє споживання кормів з високою енергетичною цінністю або порушення в раціоні; надмірне накопичення жирових запасів до отелення, ожиріння корів сприяє розвитку кетозу; порушення мікрофлори рубця, недостатнє розщеплення кормів у травному тракті (Kroezen et al., 2018; Yan et al., 2020; Mylostyvyi et al., 2021; Melendez et al., 2024).

У відповідь на дефіцит енергії організм починає використовувати жирові запаси. При цьому утворюється надлишок кетонів тіл (ацетону, ацетоацетату та β -гідроксибутирату), що призводить до інтоксикації (McArt et al., 2011; Bansod et al., 2020; Anderson et al., 2021).

Захворювання супроводжується підвищенням концентрації кетонів тіл у крові, зокрема β -гідроксибутирату (Compton et al., 2015; Bansod et al., 2020). Воно характеризується зростанням рівня кетонів тіл у крові або молоці, що свідчить про переважання обмінних процесів у печінці. Це своєю чергою спричиняє клітинний стрес і пошкодження органу, знижуючи його функціональність. Такий стан пов'язаний із формуванням кетонів тіл, оскільки ацетон, ацетоацетат і β -гідроксибутират відображає здатність печінки трансформувати циркулюючі неетерифіковані жирні кислоти у глюкозу через глюконеогенез. В численних господарствах, де відсутня можливість для достатнього моціону, кетоз є надзвичайно розповсюдженим явищем, переважно у зимово-весняний період (McArt et al., 2011; Santschi et al., 2016; De Jong et al., 2023).

У країнах Європи поширеність випадків субклінічного кетозу на фермах із високопродуктивними коровами становить приблизно 9–34 %. Однак деякі дослідження свідчать, що до 50 % корів у період ранньої лактації стикаються із субклінічним кетозом. У дослідженнях, проведених на молочних фермах України, виявлено, що 36 % тварин мають підвищений

рівень кетонових тіл протягом 1–2 тижнів після отелення (Karavansky et al., 2022).

Для діагностики кетозу використовують такі методи, як аналіз крові, сечі або молока на вміст кетонових тіл, вимірювання рівня глюкози в крові та спостереження за поведінкою і станом корів (Compton et al., 2015; Taechachokevivat et al., 2024). Субклінічний кетоз діагностується при рівні β -гідроксибутирату в сироватці крові від 1,2 ммоль/л. Клінічні симптоми зазвичай спостерігаються при концентрації кетонових тіл від 3,0 ммоль/л і вище. Проте часто корови з високим рівнем β -гідроксибутирату не демонструють помітних клінічних ознак, таких як зміни апетиту чи поведінки (Santschi et al., 2016; Song et al., 2021; De Jong et al., 2023).

Субклінічний кетоз і передотельні захворювання значною мірою спричиняють економічні втрати та зниження добробуту молочних корів, поширеність субклінічного кетозу як захворювання базуються на емпіричних дослідженнях, проведених у країнах Європи та Північної Америки. При вимірюванні концентрації β -гідроксибутирату в крові (поріг для СКК: 1,2 ммоль/л) реєстрували наявність таких захворювань, як молочна гарячка, затримка плаценти, мастит, метрит, зміщення сичуга, кульгавість і клінічний кетоз. Понад 95 % усіх корів були обстежені на другому тижні лактації. В усіх досліджуваних країнах поширеність субклінічного кетозу становила 24,1 %, коливаючись від 8,3 % до 40,1 % (Brunner et al., 2019; Chisato et al., 2023).

Ожиріння та гіподинамія є ключовими факторами, що сприяють розвитку кетозу. Субклінічний кетоз призводить до зниження молочної продуктивності корів і суттєвого погіршення якості молока, що в результаті негативно впливає на прибутковість тваринницьких господарств (Boghian, 2018; Gryshchenko, 2019; Melendez & Serrano, 2024).

У корів, хворих на кетоз, поряд зі змінами фізико-хімічного складу молока, спостерігається підвищення рівня соматичних клітин. Середній рівень соматичних клітин у молоці хворих тварин складав 349 тис./см³, тимчасом як у здорових – 90 тис./см³, що значно погіршувало якість молока. Збільшення кількості соматичних клітин у молоці корів із субклінічним кетозом зумовлене зниженням загальної резистентності організму та порушенням функції макрофагів, зокрема їх здатності до фагоцитозу. При кетонемії відбувається посилене утворення гістаміну, який сприяє виникненню запальних процесів у молочній залозі. Також зменшується здатність лейкоцитів мігрувати до вогнищ запалення, що подовжує перебіг захворювання (Karavansky et al., 2022).

Кетоз характеризується підвищенням рівня кетонових тіл у крові та молоці, зокрема β -гідроксимаєляної кислоти, ацетону та ацетооцтової кислоти, спричиняє значні економічні втрати для виробників молока через витрати на діагностику, лікування та зниження благополуччя корів (Loor et al., 2007; Compton et al., 2015; Bauer & Jagusiak, 2022).

Кетоз диференціюється на клінічний і субклінічний типи залежно від проявів, і обидва можуть бути діагностовані. Клінічний кетоз характеризується та-

кими симптомами, як анорексія, облизування, сліпота, твердий сухий кал, швидка втрата маси тіла, зниження надоїв та інші ознаки, які виникають, коли рівень кетонових тіл у крові значно перевищує норму. Субклінічний кетоз, навпаки, супроводжується підвищеним рівнем кетонових тіл у кровообігу без явних клінічних симптомів. Діагностика клінічного кетозу здійснюється за допомогою оцінки клінічних ознак і лабораторних аналізів крові, молока та сечі на вміст кетонових тіл (Cook et al., 2001; Wallester et al., 2023; Taechachokevivat et al., 2024).

Рівень захворюваності на клінічний кетоз становить 2–15 % (Duffield et al., 2009), тимчасом як субклінічний кетоз спостерігається у 26–60 % випадків (Wagner & Schimek, 2010; McArt et al., 2012). Субклінічний кетоз супроводжується підвищенням концентрації кетонових тіл у крові, що може негативно впливати на репродуктивну функцію корів і знижувати молочну продуктивність, не викликаючи при цьому очевидних клінічних симптомів (Singh et al., 2017).

Згідно з дослідженням (Bansod et al., 2020), первинний кетоз розвивається через недостатнє забезпечення організму корів глюкозою після отелення, що спричиняє негативний енергетичний баланс. Вторинний кетоз своєю чергою може виникати як наслідок інших захворювань, зокрема анорексії.

Поширеність кетозу тісно пов'язана з якістю раціону та генетичними особливостями корів. Діагностичним порогом для кетозу вважається рівень β -гідроксибутирату в сироватці крові в межах 1200–1400 мкмоль/л. Клінічний кетоз характеризується явними симптомами, такими як виснаження та нервові розлади, тимчасом як субклінічний кетоз проявляється без очевидних клінічних ознак у великої рогатої худоби (Bansod et al., 2020).

Кетоз характеризується не лише з порушенням енергетичного метаболізму та резистентністю до інсуліну, а й із виникненням окислювального стресу та порушенням функції печінки (Chuang et al., 2016). Biswal et al. (2009) встановили, що при кетозі у корів спостерігається підвищення рівня кальцію та фосфору в сироватці крові. Дослідження (Reddy et al., 2014) виявили зв'язок між субклінічним маститом і субклінічним кетозом у корів першої лактації. Зокрема, серед 62 корів із субклінічним маститом у 28 було діагностовано субклінічний кетоз.

Кетоз проявляється у двох основних формах – субклінічний кетоз непомітний на перший погляд, але характеризується зниженням продуктивності, втратою ваги та зменшенням споживання корму. Клінічний кетоз проявляється яскраво вираженими симптомами, такими як зниження апетиту або відмова від корму; запах ацетону з рота, молока або сечі; слабкість, млявість, зниження ваги та надоїв; спостерігаються сильні нервові розлади, які можуть бути наслідком інтоксикації кетоновими тілами (тремор, некоординованість рухів). Ці симптоми супроводжуються зниженням продуктивності, збільшенням супутніх захворювань (мастит, метрит та зміщення сичуга) і незадовільною репродуктивною функцією (Guliński, 2021).

Дані про поширеність кетозу значно варіюються залежно від джерела інформації. Найчастіше ця про-

блема спостерігається у корів із високою молочною продуктивністю, які мають недостатню вгодованість (Guliński, 2021). Період від тільності до лактації є перехідним етапом, що супроводжується значними фізіологічними, метаболічними та запальними змінами. Продуктивна лактація значною мірою залежить від здатності корів адаптуватися в післятотельний період (Horst et al., 2021).

Рекомендації щодо лікування кетозу наведено в багатьох працях науковців (Alon et al., 2020; Nguyen & Diep, 2020; Shkilnyk et al., 2020; Steeneveld et al., 2020; Cascone et al., 2022) результати їх досліджень доводять, що лікування має бути спрямоване на відновлення насамперед енергетичного балансу: введення глюкози; застосування препаратів для стимуляції апетиту, тобто легкозасвоювані корми; гормональні препарати для активзації процесів глюконеогенезу та введення пробіотиків для підтримки мікрофлори рубця. Основною метою лікування є компенсація дефіциту глюкози в організмі. Спочатку необхідно забезпечити швидке введення глюкози з подальшою терапією, спрямованою на підтримання її тривалого рівня. Використання кортикостероїдів тривалої дії виявляється ефективним при лікуванні кетозу, оскільки вони сприяють розщепленню м'язового білка для синтезу глюкози, що швидко відновлює знижений рівень цукру в крові.

Після отелення у дійних корів продуктивність молока швидко зростає, але споживання поживних речовин не може повністю забезпечити потреби для виробництва молока, що призводить до негативного енергетичного балансу. Молочні корови з негативним енергетичним балансом мають підвищений ризик розвитку клінічного або субклінічного кетозу. Кетоз у молочних корів впливає на зниження виробництва молока, споживання сухої речовини, а також на їхнє здоров'я, імунну систему та репродуктивну здатність. Пропіленгліколь може бути ефективним засобом для стимуляції глюконеогенезу у жуйних і здатний пригнічувати утворення кетонів. Додавання пропіленгліколю молочним коровам під час перинатального періоду є результативним методом для зменшення негативного енергетичного балансу (Zhang et al., 2020). Авторами (Gordon et al., 2017; Nguyen & Diep, 2020; Cascone et al., 2022) було встановлено ефективність використання пропіленгліколю при кетозі корів, лікування було найефективнішим у перші 7 днів лактації (76,5 % оброблених корів), ніж у наступні дні. Пропіленгліколь позитивно вплинув на показники якості молока, а також показав збільшення надою молока (Gordon et al., 2017; Cascone et al., 2022), що підтверджує економічну ефективність застосованого лікування. Capel et al., (2021) у своїх дослідженнях, навпаки, не виявляли позитивних змін на показники якості та кількості молока.

У молочних корів із клінічним кетозом спостерігається надмірний розпад жирової тканини (ліполіз) і системне запалення. Ліполіз у корів може бути спричинений як канонічним (гормонально регульованим), так і запальним ліполітичним шляхами. На сьогодні найпоширенішим методом лікування є пероральне введення пропіленгліколю. Додавання ніацину та

флуніксину меглюміну до терапії клінічного кетозу сприяє підвищенню чутливості жирової тканини до інсуліну, а також зменшує запалення та інфільтрацію макрофагів у жирову тканину (Chirivi et al., 2024).

Застосування кормової добавки, яка містить шишки хмелю, вітамін Е, метіонін, холін і карнітин, протягом двадцяти днів у корів із субклінічним кетозом сприяє нормалізації мінерального обміну. Результати дослідження показали, що двадцятиденне згодовування кормової добавки сприяло зниженню кетонурії та кетонемії. У кінці досліду у крові корів було виявлено підвищення рівня загального кальцію та неорганічного фосфору, зниження активності лужної фосфатази та її співвідношення із загальним кальцієм. Нормалізація мінерального обміну також підтверджувалася збалансованою гормональною регуляцією: зниженням рівня паратгормону та підвищенням рівня кальцитоніну в плазмі крові. Згідно з отриманими результатами, запропонована кормова добавка ефективно нормалізує мінеральний обмін, а також може бути використана для профілактики та комплексного лікування корів, хворих на кетоз (Shkilnyk et al., 2020).

Результати інших досліджень Kravchenko et al. (2017) демонструють, що використання кормової добавки "BergaFat F-100" ефективно компенсує енергетичний дефіцит у післяродовий період. Це значно знижує кількість випадків кетозу серед корів, зменшує рівень кетонових тіл у крові хворих тварин і сприяє нормалізації біохімічних показників крові. Введення препарату кекстон зменшувало рівень кетонових тіл у крові корів на третю (майже у 1,4 раза) та дев'яту добу (у 2,5 раза) після отелення, а також підвищувало середньодобовий надій молока у дослідних тварин (Huralaska & Olishkevskyi, 2024). Ці результати узгоджуються з дослідженнями Walsh et al. (2007), які встановили зв'язок між рівнем кетонових тіл у крові в передродовий період і репродуктивною функцією корів. Зокрема, нетільні корови після першого осіменіння демонстрували тенденцію до підвищення концентрації кетонових тіл у крові в період від 3 до 9 тижнів після отелення порівняно з тільними коровами.

Профілактика кетозу ґрунтується на оцінці фізичного стану тварин, аналізі раціону та регулярному моніторингу крові, молока й сечі для виявлення кетонових тіл. Ці заходи є найефективнішими методами ранньої діагностики кетозу, що сприяють підвищенню продуктивності тварин і економічної рентабельності господарства. Для запобігання кетозу необхідне збалансування раціону в забезпеченні корів достатньою кількістю енергії, білків, жирів та мікроелементів; посилення контролю за загальним станом корів для уникнення ожиріння до отелення; забезпечення доступу до якісного корму та використання легкозасвоюваних кормових добавок; регулярний моніторинг та проведення аналізів на вміст кетонових тіл, особливо в післятотельний період (Kachhawaha et al., 2016; Bansod et al., 2020).

Висновки

1. Кетоз великої рогатої худоби є одним із викликів для сучасного молочного скотарства, оскільки це метаболічне захворювання суттєво знижує продуктивність корів, негативно впливає на їхнє здоров'я та підвищує витрати на лікування. Високопродуктивні корови, особливо в перехідний період, перебувають у зоні найбільшого ризику через значні енергетичні потреби, які часто не задовольняються раціоном.

2. Основні причини розвитку кетозу включають негативний енергетичний баланс, порушення обміну речовин через дефіцит поживних речовин, ожиріння до отелення, а також недостатню якість кормів. Захворювання може проявлятися у субклінічній або клінічній формах, кожна з яких має свої особливості діагностики та підходів до лікування.

3. Ефективна робота з кетозом включає своєчасну діагностику, використання сучасних методів лікування та впровадження профілактичних заходів. Важливими аспектами профілактики є балансування раціону, забезпечення корів енергетично насиченими кормами, контроль за кондицією тіла тварин, особливо у перехідний період, та регулярний моніторинг вмісту кетонів у крові, молоці та сечі.

4. Застосування лікувальних заходів, таких як введення глюкози, використання кортикостероїдів, пробіотиків і стимуляторів апетиту, дозволяє знизити прояви захворювання і мінімізувати його наслідки. Крім того, системний підхід до профілактики кетозу сприяє не лише підвищенню надоїв і покращенню економічних показників господарства, а й збереженню здоров'я корів.

5. Таким чином, профілактика та своєчасне лікування кетозу повинні бути інтегрованою частиною програми управління здоров'ям молочного стада. Використання сучасних діагностичних інструментів та науково обґрунтованих методів годівлі сприятиме зниженню поширеності цього захворювання та забезпечить стабільну роботу господарств у галузі молочного скотарства.

Перспективи подальших досліджень. На перспективу планується проведення патоморфологічних досліджень органів корів за поліморбінної патології.

Відомості про конфлікт інтересів

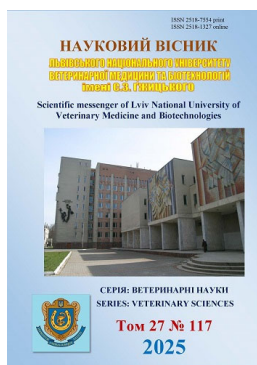
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Alon, T., Rosov, A., Lifshitz, L., Dvir, H., Gootwine, E., & Moallem, U. (2020). The distinctive short-term response of late-pregnant prolific ewes to propylene glycol or glycerol drenching. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 10245–10257. DOI: 10.3168/jds.2020-18227.
- Anderson, J. C., Mattar, S. G., Greenway, F. L., & Lindquist, R. J. (2021). Measuring ketone bodies for the monitoring of pathologic and therapeutic ketosis. *Obesity Science & Practice*, 7(5), 646–656. DOI: 10.1002/osp4.516.
- Bali, G., Hussain, K., Razzaque, W. A., Sharma, U., & Beigh, S. A. (2016). Clinico-biochemical studies of ketosis in buffalo (*Bubalus bubalis*). *Buffalo Bulletin*, 35, 27–32. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Clinico-biochemical-studies-of-ketosis-in-buffalo-Bali-Hussain/0df3fb43f4f14f63866c426ffddde26b84eda35c>.
- Bansod, A. P., Jadhao, A. D., & Surjagade, R. S. (2020). Ketosis in Dairy Animals. *Intas Polivet*, 21(2), 382–385. URL: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ipo&volume=21&issue=2&article=023&type=pdf>.
- Bauer, E. A., & Jagusiak, W. (2022). The Use of Multi-layer Perceptron Artificial Neural Networks to Detect Dairy Cows at Risk of Ketosis. *Animals (Basel)*, 12(3), 332. DOI: 10.3390/ani12030332.
- Biswal, S., Nayak, D. C., Parida, G. S., & Sardar, K. K. (2009). Biochemical studies on blood metabolites in ketotic crossbred cows following treatment. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 5(1), 75–78. URL: <https://indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijfv&volume=5&issue=1&article=033&type=pdf>.
- Boghian, V. (2018). Ethio-pathogenetic mechanisms involved in ketosis of dairy cows. *Rev Rom Med Vet*, 28(4), 46–50. URL: https://agmv.ro/wp-content/uploads/2019/10/Vol.28No4_46_50_Ethio-pathogenetic-mechanisms.pdf.
- Brunner, N., Groeger, S., Canelas Raposo, J., Bruckmaier, R. M., & Gross, J. J. (2019). Prevalence of subclinical ketosis and production diseases in dairy cows in Central and South America, Africa, Asia, Australia, New Zealand, and Eastern Europe. *Translational Animal Science*, 3(1), 84–92. DOI: 10.1093/tas/txy102.
- Capel, M. B., Bach, K. D., Mann, S., & McArt, J. A. A. (2021). A randomized controlled trial to evaluate propylene glycol alone or in combination with dextrose as a treatment for hyperketonemia in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 2185–2194. DOI: 10.3168/jds.2020-19111.
- Cascone, G., Licitra, F., Stamilla, A., Amore, S., Dipasquale, M., Salonia, R., Antoci, F., & Zecconi, A. (2022). Subclinical Ketosis in Dairy Herds: Impact of Early Diagnosis and Treatment. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 895468. DOI: 10.3389/fvets.2022.895468.
- Chirivi, M., Cortes, D., Rendon, C. J., & Contreras, G. A. (2024). Lipolysis inhibition as a treatment of clinical ketosis in dairy cows: Effects on adipose tissue metabolic and immune responses. *Journal of Dairy Science*, 107(7), 5104–5121. DOI: 10.3168/jds.2023-23998.
- Chisato, K., Yamazaki, T., Kayasaki, S., Fukumori, R., & Oikawa, S. (2023). Epidemiological Features of Postpartum Subclinical Ketosis in Dairy Herds in Hokkaido, Japan. *Animals*, 14(1), 144. DOI: 10.3390/ani14010144.
- Chuang, X. U., Shen, T. Y., Yao, Y., Yu, H., Xia, C., & Zhang, H. (2016). Blood clinicopathological differences between type I and II ketosis in dairy cows. *Indian Journal of Animal Research*, 50(5), 753–758. DOI: 10.18805/ijar.7495.
- Cocco, R., Canozzi, A. M. E., & Fischer, V. (2021). Rumination time as an early predictor of metritis and subclinical ketosis in dairy cows at the beginning of lactation: Systematic review-meta-analysis. *Preventive*

- Veterinary Medicine, 189, 105309. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2021.105309.
- Compton, C., Young, L., & McDougall, S. (2015). Sub-clinical ketosis in postpartum dairy cows fed a predominantly pasture-based diet: Defining cut-points for diagnosis using concentrations of beta-hydroxybutyrate in blood and determining prevalence. *New Zealand Veterinary Journal*, 63(5), 241–248. DOI: 10.1080/00480169.2014.999841.
- Cook, N., Ward, W., & Dobson, H. (2001). Concentrations of ketones in milk in early lactation and reproductive performance of dairy cows. *Veterinary Record*, 148, 769–772. DOI: 10.1136/vr.148.25.769.
- De Jong, E., Rijpert-Duvivier, A., Veldman, H., Steeneveld, W., & Jorritsma, R. (2023). Milk β -hydroxybutyrate metrics and its consequences for surveillance of hyperketonaemia on commercial dairy farms. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1272162. DOI: 10.1016/j.cvfa.2013.04.002.
- Deniz, A. (2011). Subclinical ketosis in dairy cattle – the silent profit robber. *International Dairy Topics*, 10(6), 7–9. URL: <http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/dt10.6p7.pdf>.
- Duffield, T., Lissemore, K., McBride, B., & Leslie, K. (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health production. *Journal of Dairy Science*, 92(2), 571–580. DOI: 10.3168/jds.2008-1507.
- Gordon, J. L., LeBlanc, S. J., Kelton, D. F., Herdt, T. H., Neuder, L., & Duffield, T. F. (2017). Randomized clinical field trial on the effects of butaphosphancyanocobalamin and propylene glycol on ketosis resolution and milk production. *Journal of Dairy Science*, 100, 3912–3921. DOI: 10.3168/jds.2016-11926.
- Gryshchenko, V. A. (2019). Blood and acid composition of blood and biles in calves at enteropathology and application of milk phospholipides. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 10(4), 36–42. DOI: 10.31548/ujvs2019.04.005 (in Ukrainian).
- Guliński, P. (2021). Ketone bodies – causes and effects of their increased presence in cows' body fluids: A review. *Veterinary World*, 14(6), 1492–1503. DOI: 10.14202/vetworld.2021.1492-1503.
- Horst, E. A., Kvidera, S. K., & Baumgard, L. H. (2021). Invited review: The influence of immune activation on transition cow health and performance—A critical evaluation of traditional dogmas. *Journal of Dairy Science*, 104(8), 8380–8410. DOI: 10.3168/jds.2021-20330.
- Hryshchuk, I. A., Karpovsky, V. I., Danchuk, V. V., Postoy, R. V., Guttyj, B. V., Kubiak, K., Midyk, S. V., & Trokoz, V. A. (2021). Blood fatty acid composition in cows depending on the type of autonomic regulation in summer period. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 12(4). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Veterenarna/article/view/15658>.
- Huralska, S., & Olishevskiy, V. (2024). Prevention of ketosis in cows: the role and effectiveness of Kexxtone. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(113), 120–125. DOI: 10.32718/nvlvet11318.
- Kachhawaha, S., Singh, A. P., Tanwar, R. K., Chahar, A., & Bihani, D. K. (2016). Effect of Propylene Glycol Supplementation in Cows with Subclinical Ketosis. *Intas Polivet*, 17(1), 63–66. URL: <https://indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ipo&volume=17&issue=1&article=021&type=pdf>.
- Karavansky, M. O., Rud, V. O., & Tarasenko, L. O. (2022). Changes of biochemical indexes of blood of high-performance cows are at subclinical ketosis and its effect on milk productivity. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(106), 168–171. DOI: 10.32718/nvlvet10625 (in Ukrainian).
- Kravchenko, S. O., Kanivets, N. S., & Romanenko, Ye. V. (2017). Profilaktyka ketozu vysokoproduktyvnykh koriv u vesnianyi period. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 94–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2017_4_21 (in Ukrainian).
- Kroezen, V., Schenkel, F. S., Miglior, F., Baes, C. F., & Squires, E. J. (2018). Candidate gene association analyses for ketosis resistance in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 5240–5249. DOI: 10.3168/jds.2017-13374.
- Loor, J. J., Everts, R. E., Bionaz, M., Dann, H. M., Morin, D. E., Oliveira, R., & Lewin, H. A. (2007). Nutrition-induced ketosis alters metabolic and signaling gene networks in liver of periparturient dairy cows. *Physiological Genomics*, 32(1), 105–116. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00188.2007.
- Mann, S., & McArt, J. A. (2023). Hyperketonemia: A Marker of Disease, a Sign of a High-Producing Dairy Cow, or Both? *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 39(2), 307–324. DOI: 10.1016/j.cvfa.2023.02.004.
- McArt, J., Nydam, D., & Oetzel, G. (2012). A field trial on the effect of propylene glycol on displaced abomasum, removal from herd, reproduction in fresh cows diagnosed with sub-clinical ketosis. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2505–2512. DOI: 10.3168/jds.2011-4908.
- McArt, J., Nydam, D., Ospina, P. A., & Oetzel, G. R. (2011). A field trial on the effect of propylene glycol on milk yield and resolution of ketosis in fresh cows diagnosed with subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science*, 94(12), 6011–6020. DOI: 10.3168/jds.2011-4463.
- Melendez, P., & Serrano, M. V. (2024). Update on ketosis in dairy cattle with major emphasis on subclinical ketosis and abdominal adiposity. *Veterinary Medicine and Science*, 10(5), e1525. DOI: 10.1002/vms3.1525.
- Mohammed, N., Jaiswal, M., & Kumar Bihani, D. (2022). Prevalence of subclinical and clinical ketosis in cattle in and around Bikaner. *Biological Rhythm Research*, 53, 501–509. DOI: 10.1080/09291016.2019.1629167.
- Myette-Côté, É., St-Pierre, V., Beaulieu, S., Castellano, C. A., Fortier, M., Plourde, M., & Cunneane, S. C. (2021). The effect of a 6-month ketogenic medium-chain triglyceride supplement on plasma cardiometabolic and inflammatory markers in mild cognitive impairment. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 169, 102236. DOI: 10.1016/j.plefa.2020.102236.
- Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Tsap, S., Begma, N., Cherniy, N., Guttyj, 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.
- 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.
- Nadtochii, V. M., Nadtochii, V. P., & Osipenko, O. P. (2012). Fizyko-khimichni pokaznyky moloka koriv, khvorykh na subklinichnu formu mastytu. *Tekhnologhiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnystva: zbirnyk naukovykh prats*, 7(90), 131–134. URL: <http://193.138.93.8/handle/BNAU/402> (in Ukrainian).
- Nguyen, H. T., & Diep, T. T. (2020). Efficacy of propylene glycol on prevention and treatment of ketosis for dairy cows in lactation stage. *The Journal of Agriculture and Development*, 19(2), 28–35. DOI: 10.52997/jad.4.02.2020.
- Reddy, B. Soma Sekhar, Kumari, K. Nalini, Reddy, B. Sudhakara, & Reddy, Y. Ravindra. (2014). Therapeutic Management of Ketosis Associated with Subclinical Mastitis in Transition Cows. *Intas Polivet*, 15(2), 504–506. URL: <https://indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ipo&volume=15&issue=2&article=116&type=pdf>.
- Ruppert, P. M., & Kersten, S. (2024). Mechanisms of hepatic fatty acid oxidation and ketogenesis during fasting. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 35(2), 107–124. DOI: 10.1016/j.tem.2023.10.002.
- Santschi, D. E., Lacroix, R., Durocher, J., Duplessis, M., Moore, R. K., & Lefebvre, D. M. (2016). Prevalence of elevated milk β -hydroxybutyrate concentrations in Holstein cows measured by Fourier-transform infrared analysis in dairy herd improvement milk samples and association with milk yield and components. *Journal of Dairy Science*, 99, 9263–9270. DOI: 10.3168/jds.2016-11128.
- Shkilnyk, O., Petrukh, I., Ostapiv, D., Kozak, M., Vlizlo, V., Pavlyuk, I., Vezdenko, O., Sekh, O., Ponomarjova, S., & Kalynovska, L. (2020). Effect of feed additive on mineral homeostasis of cows with ketosis. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 21(1), 247–251. DOI: 10.36359/scivp.2020-21-1.3.
- Singh, G., Randhawa, S. S., Uppal, S. K., Randhawa, C. S., & Chand, N. (2017). Evaluation of efficacy of propylene glycol in the treatment of subclinical ketosis and its effect on plasma concentration of various metabolic parameters. *Journal of Animal Research*, 7(4), 691–697. DOI: 10.5958/2277-940X.2017.00106.1.
- Song, Y., Looor, J. J., Li, C., Liang, Y., Li, N., Shu, X., Yang, Y., Feng, X., Du, X., Wang, Z., Liu, G., & Li, X. (2021). Enhanced mitochondrial dysfunction and oxidative stress in the mammary gland of cows with clinical ketosis. *Journal of Dairy Science*, 104(6), 6909–6918. DOI: 10.3168/jds.2020-19964.
- Steenefeld, W., Amuta, P., van Soest, F. J. S., Jorritsma, R., & Hogeveen, H. (2020). Estimating the combined costs of clinical and subclinical ketosis in dairy cows. *PLOS ONE*, 15(4), e0230448. DOI: 10.1371/journal.pone.0230448.
- Taechachokevivat, N., Kou, B., Zhang, T., Montes, M. E., Boerman, J. P., Doucette, J. S., & Neves, R. C. (2024). Evaluating the performance of herd-specific long short-term memory models to identify automated health alerts associated with a ketosis diagnosis in early-lactation cows. *Journal of Dairy Science*, 107(12), 11489–11501. DOI: 10.3168/jds.2023-24513.
- Vlizlo, V. V., Prystupa, O. I., Slivinska, L. G., Lukashchuk, B. O., Hu, Shan, Gutyj, B. V., Maksymovych, I. A., Shcherbatyy, A. R., Lychuk, M. G., Chernushkin, B. O., Leno, M. I., Rusyn, V. I., Drach, M. P., Fedorovych, V. L., Zinko, H. O., & Yaremchuk, V. Y. (2021). Functional state of the liver in cows with fatty liver disease. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 168–173. DOI: 10.15421/2021_159.
- Wagner, S., & Schimek, D. (2010). Evaluation of the effect of bolus administration of 50% dextrose solution on measures of electrolyte energy balance in post-partum dairy cows. *American Journal of Veterinary Research*, 71(9), 1074–1080. DOI: 10.2460/ajvr.71.9.1074.
- Walleiser, E., Reyes, J. M., Anklam, K., Pralle, R. S., White, H. M., Unger, S., & Döpfer, D. (2023). Novel prediction models for hyperketonemia using bovine milk Fourier-transform infrared spectroscopy. *Preventive Veterinary Medicine*, 213, 105860. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2023.105860.
- Walsh, R. B., Walton, J. S., Kelton, D. F., LeBlance, S. J., Leslie, K. E., & Duffield, T. F. (2007). The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2788–2796. DOI: 10.3168/jds.2006-721.
- Yan, Z., Huang, H., Freebern, E., Santos, D. J., Dai, D., Si, J., & Zhang, Y. (2020). Integrating RNA-Seq with GWAS reveals novel insights into the molecular mechanism underpinning ketosis in cattle. *BMC Genomics*, 21(1), 489. DOI: 10.1186/s12864-020-06909-z.
- Zhang, F., Nan, X., Wang, H., Zhao, Y., Guo, Y., & Xiong, B. (2020). Effects of propylene glycol on negative energy balance of postpartum dairy cows. *Animals*, 10, 1526. DOI: 10.3390/ani10091526.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11705
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.7:636.084:159.9

Comparative analysis of the rehabilitation potential of dogs with different types of feeding

V. V. Sydelov✉

State University of Biotechnology, Kharkiv, Ukraine

Article info

Received 12.12.2024
Received in revised form
13.01.2025
Accepted 14.01.2025

State University of Biotechnology,
Alchevsky Str., 44, Kharkiv,
61002, Ukraine.
Tel.: +38-050-220-94-19
E-mail: koind02@gmail.com

Sydelov, V. V. (2025). Comparative analysis of the rehabilitation potential of dogs with different types of feeding. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 34–43. doi: 10.32718/nvlvet11705

The long history of interaction between humans and dogs confirms the close relationship between the well-being of both species. Therefore, the development of evaluation criteria for the adaptation of animals in shelters is important for further successful coexistence. The aim of this work was to compare the rehabilitation potential of homeless dogs after a 60-day stay in the shelter against the background of consumption of “premium”, “holistic” and “super premium” rations. The study determined: 11 biochemical indicators, 12 hematological indicators and live weight. Samples were taken three times: for 1 day, 30 and 60 days of stay in the shelter. A significant increase in live weight was established in all 3 groups. At the beginning of the study, 54.5 % of indicators were statistically different between groups, on the 30th day – 45.5 %, at the end of the study such indicators became 81.8 %. A significant decrease in the level of total protein was observed in group No. 1 and a tendency to decrease in the other groups. These changes are associated with a significant decrease in the content of globulins and an increase in albumins in groups № 1 and № 2. An increase in the concentration of creatinine in group № 2 and urea and creatinine in group № 1 was noted. A higher concentration of total calcium and alkaline phosphatase activity was noted in group № 1. The content of total bilirubin significantly decreased in group № 2 and increased in group № 3. The activity of ALT and AST significantly decreased in group № 1 and tended to decrease in other groups. The level of inorganic phosphorus almost did not differ between groups and did not change statistically significantly over time. There was a significant decrease in the total number of leukocytes in groups № 1 and № 2 due to a decrease in the blood concentration of segmented and rod-shaped neutrophils and in group № 2 – monocytes. Similar trends were observed in group № 3. The dynamics of erythrocytopoiesis indicators was marked by a significant increase in hematocrit, the content of erythrocytes and the concentration of hemoglobin in the blood of animals of the first group. Similar trends were observed in other groups. On the 60th day, the above-mentioned parameters and the average volume of erythrocytes did not differ between individual groups. The dynamics of changes in the criteria for assessing the rehabilitation potential during the study allow us to conclude that 60 days are enough to ensure the adaptation of dogs in animal shelters under conditions of regular feeding with balanced rations of a class not lower than “premium”.

Key words: veterinary shelter medicine, adaptation, hematological indicators, biochemical indicators.

Порівняльний аналіз реабілітаційного потенціалу собак у притулках за різних типів годівлі

В. В. Сидельов✉

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Багаторічна історія взаємодії людей і собак підтверджує тісний взаємозв'язок добробуту обох видів. Тому розробка оціночних критеріїв адаптації тварин у притулках є важливим для подальшого благополучного співіснування. Ця робота ставила за мету порівняння реабілітаційного потенціалу безпритульних собак за умови 60-добового перебування у притулку на тлі споживання раціонів категорії “преміум”, “холістик” і “суперпреміум”. У дослідженні визначалися: 11 біохімічних показників, 12 гема-

тологічних показників та жива маса. Зразки відбиралися тричі: на 1 добу, 30 і 60 доби перебування у притулку. Встановлено достовірне збільшення живої маси у всіх 3-х групах. На початку дослідження 54,5 % показників статистично відрізнялися між групами, на 30 добу – 45,5 %, на кінець дослідження таких показників стало 81,8 %. Спостерігалось достовірне зниження рівня загального білка у групі №1 і тенденція до зниження в інших групах. Ці зміни пов'язані зі значним зниженням вмісту глобулінів та підвищенням альбумінів у групі № 1 та № 2. Помічено збільшення концентрації креатиніну у групі № 2 і сечовини та креатиніну у групі № 1. Більша концентрація загального Кальцію і активності лужної фосфатази відмічені у групі № 1. Вміст загального білірубину значимо знижувався у групі № 2 і збільшувався у групі № 3. Активності АЛАТ і АСАТ достовірно знижувалися у групі № 1 та мали тенденцію до зниження в інших групах. Рівень неорганічного Фосфору майже не відрізнявся між групами і статистично значимо не змінювався з часом. Відбулося значиме зменшення загальної кількості лейкоцитів у групах № 1 та № 2 за рахунок зниження концентрації у крові сегментоядерних та паличкоядерних нейтрофілів і у групі № 2 – моноцитів. Подібні тенденції спостерігалися у групі № 3. Динаміка показників еритроцитопоезу характеризувалася достовірним збільшенням гематокриту, вмісту еритроцитів і концентрації гемоглобіну у крові тварин першої групи. Аналогічні тенденції спостерігалися і в інших групах. На 60 добу вищезазначені параметри і середній об'єм еритроцитів не відрізнялися між окремими групами. Динаміка змін критеріїв оцінки реабілітаційного потенціалу під час дослідження дозволяють зробити висновок, що для забезпечення адаптації собак у притулках для тварин достатньо 60 діб в умовах регулярної годівлі збалансованими раціонами класом не нижче "преміум".

Ключові слова: ветеринарна медицина притулків, адаптація, гематологічні показники, біохімічні тести.

Вступ

Собаки (*Canis lupus familiaris*) мають довгу історію взаємодії з людьми, що охоплює принаймні 9000 років. Ця взаємодія показала можливість адаптації собак до нових умов існування і виконання різних соціальних ролей під час симбіотичного зв'язку з людьми (Fallahi et al., 2024). Саме такий тісний взаємозв'язок обумовив тисячоріччя співжиття і великий вплив людей та собак на добробут суспільства. Тому закономірним результатом стала трансформація моделі "п'яти свобод" у більш досконалу модель "п'яти доменів", що включає: "харчування", "здоров'я", "навколишнє середовище", "поведінкову взаємодію" та "психічний стан тварин" (Mellor et al., 2020; Verbeek et al., 2024).

Стрімке зростання інтересу наукової спільноти до проблеми визначення критеріїв благополуччя тварин є актуально-логічним, враховуючи те, що популяцію собак на даний момент оцінюють близько мільярда особин по всій планеті і вона постійно зростає (Bryce, 2021). Саме через збільшення соціальних контактів тварин з людиною збільшується і потреба в контролі над популяцією цих тварин з метою збереження балансу взаємного добробуту (Novack et al., 2023).

Доведено, що соціально-економічний рівень суспільства є віддзеркаленням добробуту у притулках для тварин, які розташовані в межах населених пунктів, а ефективність роботи притулків впливає на їхню суспільну безпеку (Reese, 2024). Тому науковці з Тайваню (Yan & Teng, 2023), Канади (Ly et al., 2021), США (Cain et al., 2021) та інших країн акцентують увагу на функції притулків для тварин як регуляторів чисельності популяції залежно від різних соціально-економічних умов. Крім того, загальне підвищення якості життя тварин у притулках сприяє розвитку трансфузіології у ветеринарній медицині. За умов забезпечення відповідних вимог до здоров'я вони можуть бути донорами крові (Quagliardi et al., 2024).

Одним із аспектів еволюції ідеї контролю популяції собак в притулках є відмова від евтаназії тварин на користь прилаштування їх в подальшому до господарів, що може фактично призвести до перевантаження та відповідно зниження ефективності роботи ветеринарних спеціалістів через зростання кількості і терміну перебування тварин у притулку (Raudies et al.,

2021). Сучасні наукові розробки в окресленому питанні спрямовані на пошук факторів, які впливають на скорочення часу перебування тварин у притулку. Для прикладу доказано, що масова електронна ідентифікація (чипування) собак сприяє їх швидке повернення господарям, а отже – значно підвищує якість їхнього життя і зменшує навантаження на притулки в результаті фактичного зникнення необхідності в їх утриманні у період пошуку власників загубленої тварини (Kremer, 2021).

Іншим важливим аспектом добробуту тварин, який виділили в один з доменів, є "здоров'я". Тобто існує лінійний взаємозв'язок між популяцією собак і поширеністю деяких захворювань, оскільки тварини можуть бути переносниками як видових, так і зоонозних хвороб (Gettings et al., 2023). Тому епізоотичному напрямку досліджень у зв'язку із проблемою необхідності притулків також приділяється увага і це відображено в багатьох наукових публікаціях. Spangler et al. (2020) досліджували виділення і серопозитивність на лептоспіроз у притулку одного з регіонів США. Mazzotta et al. (2024) проводили моніторинг певних зоонозів у притулках північно-східної Італії. János et al. (2021) та Cozma et al. (2022) висвітлювали розповсюдження антибіотикорезистентних бактерій у притулках для тварин і можливість їх передачі людям.

Зважаючи на таку важливу роль притулків для тварин у сучасному суспільстві, особливо в умовах воєнних дій на території України, коли кількість безхатніх тварин значно збільшилась, стає актуальним розвиток такого напрямку досліджень, як ветеринарна медицина притулків. Враховуючи масштаби здичавіння домашніх тварин, безконтрольне їх пересування по території України, проблема сказу набуває ще більшої значущості, бо саме собаки є основним джерелом зараження сказом людей (Warembourg et al., 2021; Kozhokaru et al., 2024). Саме через це притулки з програмами масової вакцинації є дуже важливими для підтримки добробуту як собак, так і людей. Бо тільки послідовна модифікація та розробка оціночних критеріїв адаптації тварин, зокрема собак, що прибувають у притулок, до різкої зміни довколишнього середовища і раціону годівлі допоможе забезпечити підвищення їх добробуту та подальше співіснування людей і собак.

Мета дослідження

Оцінка і порівняння реабілітаційного потенціалу собак під час двомісячного перебування у притулку для тварин за умови годівлі різними типами кормів.

Матеріал і методи досліджень

Із загального числа безхатніх собак, що надходять до притулку, на базі кафедри внутрішніх хвороб і клінічної діагностики тварин ДБТУ відібрано і обстежено 26 клінічно здорових собак різної статі і віку (від одного року до восьми років) із застосуванням клінічних, гематологічних і біохімічних методів досліджень. Після оцінки зовнішнього стану тварин та їх поведінки були відібрані особини зі спокійними реакціями на зовнішні подразники. Був визначений приблизний вік тварин, заміряна жива вага, проведено визначення 11 біохімічних показників у сироватці крові і 12 гематологічних тестів.

Були проведені три обстеження: у першу добу після надходження у притулок, через 30 і 60 діб перебування у ньому.

Усіх тварин сортували на три групи:

- Група № 1, собаки віком 1–8 років ($n = 11$) отримували раціон категорії преміум “Club 4 Paws Premium Adult All Breeds Lamb & Rice”;
- Група № 2, собаки віком 2–4 роки ($n = 5$) отримували раціон категорії холістик “Savory Adult All Breeds rich in Fresh Duck and Rabbit”;
- Група № 3, собаки віком 1–6 років ($n = 10$) отримували раціон категорії суперпреміум “Optimeal Dog Adult Grain Free Turkey & Vegetables”.

Під час обговорення і опису результатів дослідження для нормального сприйняття матеріалу групи будуть фігурувати під номерами, зазначеними вище, та означати відповідну категорію корму.

Виконання дослідів відбувалося згідно з законом України “Про захист тварин від жорстокого поводження” (2008), положення 3R відповідно до загальних принципів експериментів на тваринах, що ухвалені на I Національному конгресі з біоетики (Київ, 2001) і узгоджені з положеннями Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та інших цілей (Страсбург, 1985).

Кров відбиралася натщесерце в об’ємі до 3 мл із вени передпліччя і збиралася до пробірки об’ємом 1 мл з кришкою фіолетового кольору, що містить К2ЕДТА, та пробірки з жовтою кришкою, що містить розділюючий гель і активатор згортання об’ємом 3,5 мл. Через 30–60 хв після відбору крові в жовту пробірку її центрифугували за 3200 об/хв протягом 10 хв для отримання сироватки крові. У зразках крові визначали показники еритроцито- та лейкоцитопоезу. Для фіксації і фарбування мазків крові, що були приготувані стандартним методом, використовували готовий набір фарб “Лейкодіф 200 (LDF 200)”. За допомогою гематологічного аналізатора “LabAnalyt-2900 Vet Plus” проводили підрахунок клітин. У зафарбованих мазках крові проводили підрахунок співвід-

ношення різних видів лейкоцитів стандартним методом за допомогою мікроскопа “Bioblue.Lab BB.1152” ($\times 1000$), попередньо нанісши на скло краплю імерсійної олії.

У сироватці крові за допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора “LabAnalyt SA” визначали концентрації загального протеїну, альбумінів, сечовини, креатиніну, загального білірубину, загального кальцію, неорганічного фосфору і активність аспаратамінотрансферази (АсАТ), аланінамінотрансферази (АлАТ) та лужної фосфатази за методиками, наведеними в навчальному посібнику “Методи лабораторної клінічної діагностики хвороб тварин” за редакцією академіка В. І. Левченка (Levchenko et al., 2010). Глобуліни розраховували за формулою:

глобуліни = загальний протеїн - альбуміни

Під час обробки цифрового матеріалу був застосований критерій Краскела–Уолліса для визначення статистичної значущості між непов’язаними групами, після виявлення якої проводили подальший ретроспективний аналіз даних за критерієм Данна–Бонферроні. Пов’язані групи оцінювали за критерієм Фрідмана. Достовірним вважалися значення $P \leq 0,05$.

Статистичні розрахунки критеріїв і медіан проводилися за допомогою Microsoft Excel 2021 і Minitab Statistical Software, 21.4.2 (2023).

Результати

Аналізуючи результати проведених досліджень, можна констатувати, що за критерієм Краскела–Уолліса достовірна різниця у групах собак № 1–3 спостерігалася щодо всіх показників, але не в усі періоди дослідження (табл. 1).

На початку дослідів статистично значущими були такі показники, як сечовина, креатинін, загальний кальцій, загальний білірубін, АлАТ і АсАТ, що становило 54,5 % від загальної кількості тестів. На 30 день експерименту такими виявились загальний білок, креатинін, неорганічний фосфор, загальний білірубін і АлАТ, отже 45,4 % показників. У більшій кількості випадків (81,8 %) показники були статистично значущими на 60 добу дослідів (загальний протеїн, альбуміни, глобуліни, сечовина, креатинін, загальний кальцій, лужна фосфатаза, загальний білірубін, АсАТ).

Порівнюючи між собою результати обстеження собак першої та другої груп, що перебували відповідно на кормах категорії преміум і холістик, за критерієм Данна–Бонферроні на початку дослідів встановили достовірну різницю тільки концентрації креатиніну і загального кальцію, що становить 18,2 % від загальної кількості біохімічних тестів і свідчить про однорідність групи тварин. Під час перебування у притулку протягом 30 діб статистична різниця між показниками не була встановлена в жодному випадку (0 %). У подальшому протягом усього періоду дослідження (60 діб) не встановлено достовірної різниці концентрацій загального білка, сечовини, неорганічного фосфору, загального білірубину і активності АлАТ, АсАТ (54,5 %).

Таблиця 1

Статистично значущі зміни біохімічних показників сироватки крові різних груп собак

Показник	Доба досліджу	Медіана			Порівняння між групами			
		1 група, n = 11	2 група, n = 5	3 група, n = 10	*p	**1–2	**1–3	**2–3
Загальний протеїн, г/л	1	70,0	69,9	72,4	0,827	–	–	–
	30	67,0	66,2	72,5	0,024	1	0,091	0,047
	60	66,0	63,3	70,6	0,012	1	0,030	0,044
Альбуміни, г/л	1	28,0	27,0	31,2	0,058	–	–	–
	30	34,0	29,8	32,0	0,094	–	–	–
	60	33,0	27,5	33,6	0,005	0,005	1	0,019
Глобуліни, г/л	1	44,0	42,9	35,1	0,107	–	–	–
	30	34,0	37,4	39,6	0,127	–	–	–
	60	32,0	38,9	39,7	0,008	0,023	0,038	1
Сечовина, ммоль/л	1	3,9	5,2	6,5	0,013	1	0,010	0,387
	30	5,5	5,6	6,5	0,280	–	–	–
	60	5,8	5,3	7,5	0,004	0,433	0,081	0,004
Креатинін, мкмоль/л	1	45,0	95,0	69,8	0,010	0,007	0,853	1
	30	87,0	101,3	68,2	0,006	0,157	0,338	0,004
	60	89,0	105,0	85,5	0,020	0,037	1	0,026
Загальний кальцій, ммоль/л	1	2,41	2,10	2,22	0,002	0,002	0,051	0,487
	30	2,45	2,25	2,36	0,093	–	–	–
	60	2,52	2,28	2,32	0,015	0,022	0,119	0,947
Неорганічний фосфор, ммоль/л	1	1,24	1,27	1,21	0,432	–	–	–
	30	1,45	1,23	1,19	0,007	0,051	0,013	1
	60	1,37	1,18	1,20	0,087	–	–	–
Лужна фосфатаза, Од/л	1	110,0	63,3	70,5	0,122	–	–	–
	30	87,0	54,0	47,2	0,126	–	–	–
	60	75,0	45,7	59,5	0,013	0,014	0,205	0,544
Загальний білірубін, мкмоль/л	1	6,60	9,10	1,25	<0,001	0,794	0,002	<0,001
	30	6,00	5,30	1,30	<0,001	1	<0,001	0,006
	60	4,90	5,10	1,75	<0,001	1	0,001	0,001
АлАТ, Од/л	1	80	57	35	0,002	0,805	0,001	0,270
	30	74	54	33	<0,001	0,717	<0,001	0,151
	60	43	34	40	0,454	–	–	–
АсАТ, Од/л	1	67	57	30	0,002	1	0,006	0,015
	30	40	44	28	0,175	–	–	–
	60	27	41	28	0,043	0,065	1	0,065

Примітка: * – P за критерієм Краскела–Уолліса; ** – P за критерієм Данна–Бонферроні. Показники, значення яких визначені жирним шрифтом, достовірно відрізняються ($P \leq 0,05$)

Порівнюючи результати досліджень собак першої і третьої групи, які утримувались на кормах категорії преміум і суперпреміум, за критерієм Данна–Бонферроні в усі терміни дослідження не виявляли достовірної різниці концентрацій альбумінів, креатиніну, загального кальцію і активності лужної фосфатази, що становило 36,4 % від загальної кількості показників. Під час аналізу різниці рівня показників між першою та третьою групами на початку досліджу достовірні відмінності були встановлені щодо сечовини, загального білірубину, АлАТ і АсАТ (36,4 %). На 30 день статистична різниця між показниками була встановлена за рівнем неорганічного фосфору, загального білірубину і АлАТ (27,3 %). На 60 добу дослідження за рівнем між групами № 1 та № 3 достовірно відрізнялись такі показники, як загальний білок, глобуліни і загальний білірубін (27,3 %).

На початку досліджу не реєструвались достовірні відмінності між результатами, отриманими за аналізу показників у другій і третій групах, що утримувались на кормах холістик і суперпреміум. Це стосується концентрацій загального білка, альбумінів, глобулінів, сечовини, креатиніну загального кальцію, неорганічного фосфору, активності лужної фосфатази, АлАТ і АсАТ (90 %).

Достовірно відрізнявся у цих двох групах тільки рівень загального білірубину, що становить відповідно 9,1 % від загальної кількості показників. На 30 добу не відрізнялись між групами за рівнем наступні тести – альбуміни, глобуліни, сечовина, загальний кальцій, неорганічний фосфор, лужна фосфатаза, АлАТ і АсАТ (72,8 %). Достовірно відрізнялись тільки 2 показника – рівень загального білка і загального білірубину, що становить 18,2 % від загальної кількості тестів. На 60 добу на однаковому рівні в обох групах були глобуліни, загальний кальцій, неорганічний фосфор, активність лужної фосфатази, АлАТ і АсАТ (54,5 %). Достовірно відрізнялись за рівнем такі тести, як загальний білок, альбуміни, сечовина, креатинін і загальний білірубін (45,5 %).

Аналізуючи результати досліджень гематологічних показників крові собак, встановили, що за критерієм Краскела–Уолліса показники лейкограми поперемінно достовірно відрізнялися протягом усього дослідження залежно від термінів спостережень (табл. 2).

Таблиця 2

Статистично значущі зміни гематологічних показників крові різних груп собак

Показник	Доба досліджу	Медіана			Порівняння між групами			
		1 група, n = 11	2 група, n = 5	3 група, n = 10	*P	**1–2	**1–3	**2–3
Лейкоцити, 10 ⁹ /л	1	17,8	19,3	11,3	0,033	1	0,114	0,062
	30	14,3	13,4	9,4	0,064	–	–	–
	60	13,7	9,5	10,3	0,009	0,019	0,057	1
Еозинофіли, 10 ⁹ /л	1	0	0,59	0,11	0,038	0,047	1	0,076
	30	0,15	0,32	0	0,006	0,136	0,383	0,004
	60	0,17	0,12	0,13	0,534	–	–	–
Моноцити, 10 ⁹ /л	1	0,17	0,98	0,86	0,003	0,008	0,031	1
	30	0,16	0,87	0,52	0,001	0,002	0,027	0,669
	60	0,15	0,20	0,90	<0,001	1	<0,001	0,011
Сегментоядерні нейтрофіли, 10 ⁹ /л	1	11,47	14,28	6,31	0,013	0,847	0,104	0,018
	30	9,86	9,25	5,68	0,018	1	0,017	0,257
	60	9,26	5,04	5,80	0,006	0,016	0,039	1
Еритроцити, 10 ¹² /л	1	5,70	7,20	6,14	0,009	0,008	0,299	0,298
	30	6,70	7,42	6,40	0,196	–	–	–
	60	7,30	7,61	6,57	0,051	–	–	–
Гемоглобін, г/л	1	123	165	149	0,003	0,005	0,034	0,844
	30	154	195	142	0,012	0,018	1	0,022
	60	175	180	156	0,059	–	–	–
Гематокрит, %	1	35,4	46,5	42,1	0,005	0,006	0,098	0,555
	30	43,6	52,5	41,3	0,093	–	–	–
	60	48,2	50,8	47,3	0,107	–	–	–
Середній об'єм еритроцита, фл	1	60,0	60,3	70,2	0,009	0,784	0,006	0,539
	30	65,0	66,2	66,6	0,239	–	–	–
	60	66,0	67,9	69,9	0,210	–	–	–

Примітка: * – P за критерієм Краскела–Уолліса; ** – P за критерієм Данна–Бонферроні. Показники, значення яких визначені жирним шрифтом, достовірно відрізняються ($P \leq 0,05$)

За критерієм Данна–Бонферроні, порівнюючи результати дослідження першої і другої груп собак, встановили, що на першу добу у крові тварин між цими групами встановлена достовірна різниця кількості еозинофілів, моноцитів, еритроцитів, гематокриту і гемоглобіну (62,5 % від загальної кількості тестів). На 30 добу достовірна різниця встановлена тільки щодо моноцитів і гемоглобіну (25 %). На 60 добу статистично відрізнялись за рівнем такі гематологічні показники, як кількість лейкоцитів і сегментоядерних нейтрофілів (25 %).

На початку дослідження встановлено, що під час порівняння величин гематологічних тестів у собак між групами № 1 і № 3 за критерієм Данна–Бонферроні достовірно відрізнялися кількість моноцитів, вміст гемоглобіну та середній об'єм еритроцита (37,5 %). На 30 і 60 добу експерименту достовірна різниця була встановлена тільки між кількістю моноцитів і сегментоядерних нейтрофілів у цих групах (25 %).

Відмінності між показниками другої і третьої групи за критерієм Данна–Бонферроні реєструвалися на першу добу тільки за кількістю сегментоядерних нейтрофілів (12,5 %), на 30 – за кількістю еозинофілів та концентрацією гемоглобіну (25 %), на 60 добу – лише за кількістю моноцитів (12,5 %). Інші показники цих

груп не відрізнялися між собою протягом усього досліджу.

Такі гематологічні показники, як базофіли, тромбоцити, паличкоядерні нейтрофіли, лімфоцити на всіх термінах досліджу за рівнем достовірно не відрізнялися між групами (табл. 3).

Аналізуючи дані послідовних вимірювань окремих груп за критерієм Фрідмана, ми встановили достовірно значущу відмінність для семи біохімічних показників (63,6 %) у першій групі, для трьох показників (27,3 %) у другій групі та для двох показників (18,2 %) у третій групі (табл. 4).

Аналізуючи за аналогією з цими даними значення гематологічних показників у межах окремих груп, ми встановили значущу різницю в шістьох показниках (50 %) у першій групі, чотирьох показниках (33,3 %) у другій групі, не встановили в жодному показнику (0 %) у третій групі (табл. 5).

Аналізуючи динаміку змін показників живої маси собак різних груп за критерієм Краскела–Уолліса, можна стверджувати про відсутність суттєвої різниці між ними протягом усього дослідження (табл. 6).

Під час оцінки динаміки змін живої маси тварин в межах окремих груп суттєва різниця спостерігалася в усіх групах собак (табл. 7).

Таблиця 3

Статистично незначущі зміни гематологічних показників крові різних груп собак

Показник	Доба досліджу	Медіана			Порівняння між групами *p
		1 група, n = 11	2 група, n = 5	3 група, n = 10	
Базофіли, 10 ⁹ /л	1	0	0	0	0,506
	30	0	0	0	1
	60	0	0	0	1
Тромбоцити, 10 ⁹ /л	1	245	437	281	0,074
	30	278	209	293	0,990
	60	341	297	313	0,501
Паличкоядерні нейтрофіли, 10 ⁹ /л	1	0,20	0,48	0,25	0,546
	30	0,16	0,24	0,16	0,515
	60	0,13	0,25	0,13	0,113
Лімфоцити, 10 ⁹ /л	1	2,56	1,21	3,01	0,064
	30	3,80	2,46	2,55	0,051
	60	3,23	2,86	2,62	0,065

Примітка: * – Р за критерієм Краскела–Уолліса

Таблиця 4

Статистична достовірність біохімічних показників крові собак у межах окремих груп

Показник	*1 група, n = 11	*2 група, n = 5	*3 група, n = 10
Загальний протеїн, г/л	<0,001	0,074	0,848
Альбуміни, г/л	0,004	0,015	0,497
Глобуліни, г/л	<0,001	0,022	0,622
Сечовина, ммоль/л	0,001	0,449	0,273
Креатинін, мкмоль/л	0,029	0,247	0,027
Загальний кальцій, ммоль/л	0,913	0,074	0,301
Неорганічний фосфор, ммоль/л	0,148	1	0,905
Лужна фосфатаза, Од/л	0,103	0,549	0,122
Загальний білірубін, мкмоль/л	0,110	0,041	0,036
АлАТ, Од/л	0,001	0,074	0,082
АсАТ, Од/л	<0,001	0,074	0,723

Примітка: * – Р за критерієм Фрідмана; Показники, значення яких визначені жирним шрифтом, достовірно відрізняються (P ≤ 0,05)

Таблиця 5

Статистична достовірність гематологічних показників крові собак у межах окремих груп

Показник	*1 група, n = 11	*2 група, n = 5	*3 група, n = 10
Лейкоцити, 10 ⁹ /л	0,035	0,015	0,497
Лімфоцити, 10 ⁹ /л	0,110	0,247	0,741
Еозинофіли, 10 ⁹ /л	0,853	0,165	0,341
Базофіли, 10 ⁹ /л	0,934	1	1
Моноцити, 10 ⁹ /л	0,649	0,022	0,207
Сегментоядерні нейтрофіли, 10 ⁹ /л	0,029	0,015	0,497
Паличкоядерні нейтрофіли, 10 ⁹ /л	0,012	0,015	0,153
Еритроцити, 10 ¹² /л	0,002	1	0,670
Гемоглобін, г/л	<0,001	0,350	0,799
Гематокрит, %	0,002	0,861	0,273
Середній об'єм еритроцита, фл	0,307	0,819	0,207
Тромбоцити, 10 ⁹ /л	0,178	0,247	0,741

Примітка: * – Р за критерієм Фрідмана; показники, значення яких визначені жирним шрифтом, достовірно відрізняються (P ≤ 0,05)

Таблиця 6

Зміни живої маси собак у різних групах

Показник	Доба досліджу	Медіана			Порівняння між групами Р
		1 група, n = 11	2 група, n = 5	3 група, n = 10	
Жива маса, кг	1	22,7	17,0	20,8	0,352
	30	25,0	17,5	21,3	0,181
	60	27,2	17,8	21,7	0,051

Примітка: * – Р за критерієм Краскела–Уолліса

Таблиця 7

Зміни живої маси собак у межах окремих груп

Показник	*1 група, n = 11	*2 група, n = 5	*3 група, n = 10
Жива маса	<0,001	0,007	<0,001

Примітка: * – Р за критерієм Фрідмана; показники, значення яких визначені жирним шрифтом, достовірно відрізняються ($P \leq 0,05$)

Обговорення

Автор у даній роботі ставив на меті оцінити і порівняти реабілітаційний потенціал безпритульних собак, які раптово потрапили в абсолютно нові умови притулку, де отримували різні категорії кормів і перебували там мінімум два місяці, що безумовно вплинуло на їхній стан (Tymoshenko & Sydelov, 2024).

Достовірно відомо, що вплив нових факторів довколишнього середовища, умов перебування у притулку для тварин, взаємодія з людьми підвищують рівень стресу у тварин (Bohland et al., 2023). Оскільки глюкокортикоїдний гормон кортизол має вирішальне значення в регуляції стресової реакції організму на подразники, багато науковців зосереджують свою увагу на визначенні рівня саме цього гормону в різних локусах організму для оцінки добробуту тварин (Márza et al., 2024). Travain et al. (2024) довели вплив на тварин збагачення середовища притулку і запропонували телеметричні критерії оцінки благополуччя собак. Tuozzi et al. (2021) дійшли до висновку, що вплив прослуховування собаками і котями читання людиною книги чи прослуховування аудіокниги призводить до зміни поведінки тварин на бажану модель поведінки з новими людьми задля збільшення відсотка прилаштованих тварин. d'Angelo et al. (2021) довели значний вплив транспортування на зростання рівня кортизолу у крові тварин і дійшли висновку про критичність цієї фази у благополуччі собак. Van der Laan et al. (2022) оцінювали концентрацію кортизолу в шерсті для використання його як індикатора тривалої реакції на стрес під час прилаштування тварин. Malkani et al. (2022) адаптували “Шкалу оцінки добробуту тварин” до собак, використовуючи низку критеріїв.

Крім рівня кортизолу, іншими дослідниками використовуються різні фізіологічні й імунологічні параметри для визначення найкращого та найоб’єктивнішого критерію для оцінки добробуту у притулках для тварин (Protopopova, 2016; Righi et al. 2019). Використовуючи деякі з цих параметрів, автори цього дослідження розширюють їх перелік з більш доступних та економічно доцільніших для полегшення оцінки ветеринарними лікарями стану тварин у притулках.

У попередніх дослідженнях ми встановили, що для адаптації тварин буває достатньо двох місяців перебування у притулку (Tymoshenko & Sydelov, 2024). У даній роботі для вирішення завдань також був застосований подібний підхід. Оскільки під час досліджень були використані виключно якісні корми, виникали сумніви щодо можливості диференціювати адаптивні

реакції тварин шляхом застосування лабораторних тестів, які вже на початку дослідів були в межах норми у всіх тварин. Також були відсутні основні стресові чинники, тому визначення кортизолу у крові тварин було недоцільним.

Під час експерименту були виявлені достовірні зміни живої маси собак після двомісячного перебування у притулку в усіх трьох групах. Те, що достовірної різниці цього показника між самими групами на кожному терміні дослідження не було, доводить значну роль збалансованого раціону в адаптації тварин до нових умов перебування у притулку, зокрема й до нового за складом раціону. Але, незалежно від категорії корму, відбувалося поступове збільшення живої маси тварин в усіх групах протягом експерименту.

Визначення біохімічних показників у сироватці крові і застосування під час обробки даних критерія Краскела–Уолліса свідчило, що у групах вже на початку дослідів статистично значимими виявились 54,5 % від загальної кількості тестів (сечовина, креатинін, загальний кальцій, загальний білірубін, АлАТ і АсАТ). Протягом 30 діб дослідів кількість і склад комплексу статистично значущих тестів дещо знизилась – до 45,5 % (загальний білок, креатинін, неорганічний фосфор, загальний білірубін і АлАТ). Це ми вважаємо показником поступової адаптації тварин. Проте на 60 добу дослідів статистично значущими виявились 81,8 % всіх біохімічних показників (загальний білок, альбуміни, глобуліни, сечовина, креатинін, загальний кальцій, лужна фосфатаза, загальний білірубін, АсАТ).

Визначення гематологічних показників і застосування під час обробки даних критерія Краскела–Уолліса свідчило, що показники лейкограми поперемінно достовірно відрізнялися протягом усього дослідження залежно від термінів спостережень. Це підтверджує загалом високу інформативність як гематологічних, так і біохімічних показників, викликає довіру до застосування саме цих тестів для оцінки реабілітаційного потенціалу собак в умовах перебування у притулку на тлі нових якісних раціонів годівлі.

Оцінюючи показники білкового обміну, можна зробити висновок про достовірне зниження концентрації загального білка у тварин групи № 1 і тенденцію до її зниження в собак інших груп. Ці зміни обумовлені достовірним зменшенням кількості глобулінів і підвищенням альбумінів групах № 1 і № 2. На 60 добу дослідження відмінності рівнів загального білка між групами № 1 і № 3 були пов’язані зі значно більшою концентрацією глобулінів у третій групі; своєю чергою відмінності між групами № 2 і № 3 виявились пов’язаними з достовірно більшою концентрацією альбумінів у третій групі. Рівень альбумінів був вищим у групі № 1, а глобулінів – у групі № 2, через це вміст загального білка в цих групах не відрізнявся статистично.

Відмінності між концентраціями сечовини та креатиніну у групах № 2 і № 3, найімовірніше, були пов’язані зі станом білкового обміну. Достовірне збільшення рівнів сечовини і креатиніну в собак групи № 1 та креатиніну в собак групи № 3, а також відмінності концентрацій сечовини, глобулінів, альбумі-

нів, загального білка та живої ваги, що були більшими у третій групі, найімовірніше, пов'язані зі складом уживаних тваринами кормів. Корм категорії “супер-преміум”, який отримувала група собак № 3, що містив 32 % сирого білка, на противагу корму категорії “холістик”, що містив 26 % сирого білка, позитивно вплинув на стан білкового обміну в організмі цих тварин. Це збігається з дослідженнями інших науковців (Lokes-Krupka et al., 2019).

Більш значні концентрації загального кальцію і активність лужної фосфатази у першій групі були пов'язані з порівняно більшою живою вагою цих тварин. Вміст неорганічного фосфору протягом дослідження майже не відрізнявся між окремими групами собак. Спостерігалось статистично значуще зниження рівня загального білірубину у групі № 2 і збільшення у групі № 3. Враховуючи те, що його медіани не виходили за межі норми (0–10 мкмоль/л), що у групі № 3 вони були найнижчими і, незважаючи на статистично достовірні зміни, це, найімовірніше, є свідченням активізації процесів пігментного обміну, нормалізації відтоку жовчі завдяки регулярній годівлі збалансованими кормами. Ці зміни вплинули також на активність АЛАТ і АсАТ і призвели до статистично значущого зниження їх активності у групі №1 та до тенденції до зниження в інших групах.

Незважаючи на те, що кожен з лабораторних показників протягом 60 днів дослідження відрізнявся між групами, загалом вони відображають нормалізацію метаболічних процесів, пов'язану зі зміною раціону, з того, що був поза межами притулку, на регулярний і збалансований, незалежно від категорії корму.

Зміни лейкоцитопоезу протягом дослідження характеризувалися зниженням кількості лейкоцитів у групі № 1 і № 2 за рахунок достовірного зниження концентрації у крові сегментоядерних і паличкоядерних нейтрофілів, а у групі № 2 – моноцитів. Схожа тенденція спостерігалася у групі № 3. Ці зміни свідчать про зниження, можливо, локальних прихованих запальних процесів, які могли існувати у організмі в період довготривалого експерименту. Категорія корму здебільшого не впливала на відмінності рівня лабораторних показників; а значення їх медіан під кінець дослідження перебували в межах норм.

Протягом дослідження динаміка еритроцитопоезу характеризувалася статистично достовірним збільшенням гематокриту, вмісту еритроцитів та концентрації гемоглобіну у крові собак групи № 1. В інших групах спостерігалася аналогічна тенденція до змін, але вона не набула статистичної значимості через більші медіани цих показників на першу добу дослідження у тварин груп № 2 та № 3. На 60 добу вищезазначені параметри і середній об'єм еритроцитів не відрізнялися між групами, що характеризує усереднення значень усіх груп.

Вищезазначені результати свідчать про адаптацію всіх трьох груп собак до умов притулку протягом 60 днів перебування у ньому.

Відсутність консенсусу щодо критеріїв оцінки благополуччя і добробуту собак у притулках через багаточинний стресовий вплив на них різкої зміни навколишнього середовища, залишає великий простір

для дослідів. За допомогою одержаних результатів автором даної публікації цей простір зменшився, адже вдалося довести чутливість і розширити коло оціночних критеріїв добробуту собак у притулках.

Висновки

Встановлено, що мета, яка сформульована в роботі, була виконана в повному обсязі. Був оцінений реабілітаційний потенціал безпритульних собак, які потрапили в нові для них умови притулку і перебували в них 60 днів, отримуючи три варіанти кормів вищої категорії. Критеріями об'єктивної оцінки реабілітаційного потенціалу собак були показники живої маси, гематологічні та біохімічні тести. Всі три варіанти кормів – “преміум”, “холістик” і “суперпреміум” позитивно, але по-різному вплинули на стан обмінних процесів у собак на всіх етапах перебування у притулку. Про це свідчить відсутність достовірної різниці рівня більшості лабораторних тестів між групами і те, що показники не виходили за межі відповідних референтних норм. Загалом частка достовірних відмінностей біохімічних показників між усіма групами в усі три терміни дослідження коливалась від 0 до 45,5 %, а частка показників, коли були відсутні достовірні відмінності, була від 54,5 до 100 %. Для гематологічних тестів аналогічні достовірні відмінності зафіксовані в межах від 12,5 до 62,5 %, а недостовірні – від 37,5 до 87,5 %. Отже, різні за складом корми викликають однакову позитивну метаболічну відповідь організму тварини, оскільки відсутня достовірна різниця більшої частини лабораторних тестів між окремими групами тварин. Водночас встановлені достовірні відмінності деяких лабораторних тестів на тлі застосування різних кормів. Це свідчить, що організм чутливо реагує на їх різний склад, що достовірно підтверджує статистичний аналіз даних. Таким чином, реабілітаційний потенціал безпритульних собак підтримується на достатньому рівні шляхом утримання тварин у притулку протягом двох місяців на тлі регулярної годівлі тварин збалансованими раціонами класом не нижче ніж “преміум”.

Відомості про конфлікт інтересів

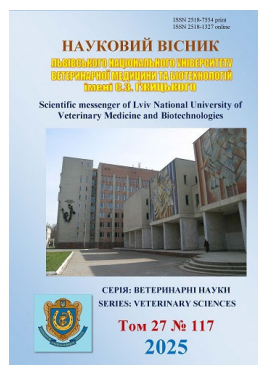
Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bohland, K. R., Lilly, M. L., Herron, M. E., Arruda, A. G., & O'Quin, J. M. (2023). Shelter dog behavior after adoption: Using the C-BARQ to track dog behavior changes through the first six months after adoption. *PloS one*, 18(8), e0289356. DOI: 10.1371/journal.pone.0289356.
- Bryce, C. M. (2021). Dogs as Pets and Pests: Global Patterns of Canine Abundance, Activity, and Health. *Integrative and comparative biology*, 61(1), 154–165. DOI: 10.1093/icb/icab046
- Cain, C. J., Woodruff, K. A., & Smith, D. R. (2021). Factors Associated with Shelter Dog Euthanasia versus Live Release by Adoption or Transfer in the Unit-

- ed States. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(4), 927. DOI: 10.3390/ani11040927.
- Cozma, A. P., Rumbu, C. M., Zendri, F., Maciucă, I. E., & Timofte, D. (2022). Clonal Dissemination of Extended-Spectrum Cephalosporin-Resistant Enterobacterales between Dogs and Humans in Households and Animal Shelters of Romania. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 11(9), 1242. DOI: 10.3390/antibiotics11091242.
- d'Angelo, D., d'Ingeo, S., Ciani, F., Visone, M., Sacchetti, L., Avallone, L., & Quaranta, A. (2021). Cortisol Levels of Shelter Dogs in Animal Assisted Interventions in a Prison: An Exploratory Study. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(2), 345. DOI: 10.3390/ani11020345.
- Fallahi, M., Masoudi, A. A., Vaez Torshizi, R., & Maghsoudi, A. (2024). Socio-economic evaluation of human-dog coexistence: A 40,000 years history. *Veterinary medicine and science*, 10(6), e70012. DOI: 10.1002/vms3.70012.
- Gettings, J. R., McMahan, C. S., Cleveland, C. A., Varela-Stokes, A., Hubbard, K., Hamer, S. A., Walden, H. S., & Yabsley, M. J. (2023). Association between vector-borne pathogen seroprevalence in shelter-housed and owned dog populations in the contiguous United States of America. *Parasites & vectors*, 16(1), 405. DOI: 10.1186/s13071-023-05994-9.
- János, D., Viorel, H., Ionica, I., Corina, P., Tiana, F., & Roxana, D. (2021). Carriage of Multidrug Resistance Staphylococci in Shelter Dogs in Timisoara, Romania. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 10(7), 801. DOI: 10.3390/antibiotics10070801.
- Kozhokaru, A. A., Zadorozhna, V. I., & Yanishevskiy, O. V. (2024). Topical issues of rabies in Ukraine and tactics of medical specialists in providing anti-rabies assistance to servicemen of the Armed Forces of Ukraine. *Ukrainian Journal of Military Medicine*, 5(2), 48–60. DOI: 10.46847/ujmm.2024.2(5)-048.
- Kremer, T. (2021). A New Web-Based Tool for RTO-Focused Animal Shelter Data Analysis. *Frontiers in veterinary science*, 8, 669428. DOI: 10.3389/fvets.2021.669428.
- Levchenko, V. I., Holovakha, V. I., & Kondrakhin, I. P. (2010). Metody laboratornoi klinichnoi diahnostyky khvorob tvaryn. K., Ahrarna osvita (in Ukrainian).
- Lokes-Krupka, T. P., Burda, T. L., & Tsvilikhovsky, M. (2019). Effect of rations on the development of excessive body weight of medium-breed dogs. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 224–232. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.29.
- Ly, L. H., Gordon, E., & Protopopova, A. (2021). Inequitable Flow of Animals in and Out of Shelters: Comparison of Community-Level Vulnerability for Owner-Surrendered and Subsequently Adopted Animals. *Frontiers in veterinary science*, 8, 784389. DOI: 10.3389/fvets.2021.784389.
- Malkani, R., Paramasivam, S., & Wolfensohn, S. (2022). Preliminary validation of a novel tool to assess dog welfare: The Animal Welfare Assessment Grid. *Frontiers in veterinary science*, 9, 940017. DOI: 10.3389/fvets.2022.940017.
- Mârza, S. M., Munteanu, C., Papuc, I., Radu, L., Diana, P., & Purdoi, R. C. (2024). Behavioral, Physiological, and Pathological Approaches of Cortisol in Dogs. *Animals: an open access journal from MDPI*, 14(23), 3536. DOI: 10.3390/ani14233536.
- Mazzotta, E., Lucchese, L., Corrà, M., Ceglie, L., Danesi, P., Capello, K., & Natale, A. (2024). Zoonoses in dog and cat shelters in North-East Italy: update on emerging, neglected and known zoonotic agents. *Frontiers in veterinary science*, 11, 1490649. DOI: 10.3389/fvets.2024.1490649.
- Mellor, D. J., Beausoleil, N. J., Littlewood, K. E., McLean, A. N., McGreevy, P. D., Jones, B., & Wilkins, C. (2020). The 2020 Five Domains Model: Including Human–Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals*, 10(10), 1870. DOI: 10.3390/ani10101870.
- Novack, L. I., Schnell-Peskin, L., Feuerbacher, E., & Fernandez, E. J. (2023). The Science and Social Validity of Companion Animal Welfare: Functionally Defined Parameters in a Multidisciplinary Field. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(11), 1850. DOI: 10.3390/ani13111850.
- Protopopova, A. (2016). Effects of sheltering on physiology, immune function, behavior, and the welfare of dogs. *Physiology & behavior*, 159, 95–103. DOI: 10.1016/j.physbeh.2016.03.020.
- Quagliardi, M., Rossi, G., Cerquetella, M., Roncarati, A., Galosi, L., Mangiaterra, S., & Gavazza, A. (2024). Evaluation of the dog population in two Italian shelters in Central Italy (Marche region) as potential blood donors. *Open veterinary journal*, 14(8), 1779–1788. DOI: 10.5455/OVJ.2024.v14.i8.5.
- Raudies, C., Waiblinger, S., & Arhant, C. (2021). Characteristics and Welfare of Long-Term Shelter Dogs. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(1), 194. DOI: 10.3390/ani11010194.
- Reese, L. A. (2024). Community factors and animal shelter outcomes. *Journal of applied animal welfare science : JAAWS*, 27(1), 105–123. DOI: 10.1080/10888705.2022.2063021.
- Righi, C., Menchetti, L., Orlandi, R., Moscati, L., Mancini, S., & Diverio, S. (2019). Welfare Assessment in Shelter Dogs by Using Physiological and Immunological Parameters. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9(6), 340. DOI: 10.3390/ani9060340.
- Spangler, D., Kish, D., Beigel, B., Morgan, J., Gruszynski, K., Naikare, H., Nahar, V. K., Coarsey, M. D., & Verma, A. (2020). Leptospiral shedding and seropositivity in shelter dogs in the Cumberland Gap Region of Southeastern Appalachia. *PloS one*, 15(1), e0228038. DOI: 10.1371/journal.pone.0228038.
- Travain, T., Lazebnik, T., Zamansky, A., Cafazzo, S., Valsecchi, P., & Natoli, E. (2024). Environmental enrichments and data-driven welfare indicators for sheltered dogs using telemetric physiological measures and signal processing. *Scientific reports*, 14(1), 3346. DOI: 10.1038/s41598-024-53932-1.
- Tuozzi, A., Arhant, C., Anderle, K., Backes, J., Cords, C., Magierski, V., Rault, J. L., & Windschnurer, I. (2021). Effects of Human Presence and Voice on the Behaviour of Shelter Dogs and Cats: A Preliminary Study. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(2), 406. DOI: 10.3390/ani11020406.

- Tymoshenko, O., & Sydelov, V. (2024). Evaluation of the rehabilitation potential of dogs in the shelter according to the dynamics of blood indicators and physiological parameters. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(116), 109–117. DOI: 10.32718/nvlvet11616.
- van der Laan, J. E., Vinke, C. M., & Arndt, S. S. (2022). Evaluation of hair cortisol as an indicator of long-term stress responses in dogs in an animal shelter and after subsequent adoption. *Scientific reports*, 12(1), 5117. DOI: 10.1038/s41598-022-09140-w.
- Verbeek, P., Majure, C. A., Quattrochi, L., & Turner, S. J. (2024). The Welfare of Dogs as an Aspect of the Human-Dog Bond: A Scoping Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, 14(13), 1985. DOI: 10.3390/ani14131985.
- Warembourg, C., Fournié, G., Abakar, M. F., Alvarez, D., Berger-González, M., Odoch, T., Wera, E., Aloba, G., Carvalho, E. T. L., Bal, V. D., López Hernandez, A. L., Madaye, E., Maximiano Sousa, F., Naminou, A., Roquel, P., Hartnack, S., Zinsstag, J., & Dürr, S. (2021). Predictors of free-roaming domestic dogs' contact network centrality and their relevance for rabies control. *Scientific reports*, 11(1), 12898. DOI: 10.1038/s41598-021-92308-7.
- Yan, T. Y., & Teng, K. T. (2023). Trends in Animal Shelter Management, Adoption, and Animal Death in Taiwan from 2012 to 2020. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(9), 1451. DOI: 10.3390/ani13091451.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11706
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.4.082

Influence of vegetative regulation on hematological parameters of pigs

P. S. Khymynets¹, R. V. Grelya¹, I. A. Hryshchuk¹, B. V. Gutyj², V. V. Karpovsky³, P. V. Karpovsky¹,
A. V. Hryshchuk⁴, O. V. Zhurenko¹, V. I. Karpovsky¹✉, S. I. Holopura¹, V. B. Todoruk¹

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

³Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

⁴Luhansk Taras Shevchenko National University, Lubny, Ukraine

Article info

Received 16.12.2024

Received in revised form

16.01.2025

Accepted 17.01.2025

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.
Tel.: +38-098-423-96-07
E-mail: karpovsky@meta.ua

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

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

Luhansk Taras Shevchenko
National University,
Koval Str., 3, Lubny, Ukraine.

Khymynets, P. S., Grelya, R. V., Hryshchuk, I. A., Gutyj, B. V., Karpovsky, V. V., Karpovsky, P. V., Hryshchuk, A. V., Zhurenko, O. V., Karpovsky, V. I., Holopura, S. I., & Todoruk, V. B. (2025). Influence of vegetative regulation on hematological parameters of pigs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 44–49. doi: 10.32718/nvlvet11706

The study of factors influencing the hematological parameters of sows' blood and the development of methods for their correction is a rather topical issue. After all, the deterioration of these indicators will negatively affect both the animal itself and its offspring, which causes significant economic losses to the farm. The research was carried out on the basis of the pig complex of Koshet LLC. The experimental groups were formed by means of a variational pulse oximetry study and divided into three groups: normotonics (balanced sympathetic-vagal balance), vagotonics (predominance of the parasympathetic nervous system), sympathotonics (predominance of the sympathetic nervous system). According to the results of hematological examination of sows with different tone of the autonomic nervous system, it was found that the number of red blood cells was the highest in normotonics compared to the experimental group of sympathotonics by 14 % ($P < 0.001$) and the experimental group of vagotonics by 13 % ($P < 0.01$). The hemoglobin level in normotonic pigs is the highest relative to the experimental group of sympathotonics by 14.5 % ($P < 0.001$) and the experimental group of vagotonics by 7.8 % ($P < 0.01$). Hematocrit in sympathotonic sows was the lowest compared to the experimental group of normotonics by 12 % ($P < 0.01$). The average erythrocyte volume in the experimental groups of pigs has no significant changes in hematological examination. These features of blood parameters in sows with different tone of the autonomic nervous system characterize the individual characteristics of their body and the role of the nervous system in their regulation. Therefore, the study of this issue is relevant, since the assessment of these differences will improve the understanding of the sow's body and help to improve the stability of homeostasis in general. The prospect of further research is the use of nanoaquaheletes preparations taking into account the tone of the autonomic nervous system of sows to improve hematological parameters and metabolic processes of metabolism.

Key words: pigs, blood, nervous system, biochemistry, variational pulse oscillometry study.

Вплив вегетативної регуляції на гематологічні показники свиней

П. С. Химинець¹, Р. В. Греля¹, І. А. Грищук¹, Б. В. Гутий², В. В. Карповський³, П. В. Карповський¹,
А. В. Грищук⁴, О. В. Журенко¹, В. І. Карповський¹✉, С. І. Голопура¹, В. Б. Тодорук¹

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

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

³Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

⁴Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Лубни, Полтавська обл., Україна

Вивчення факторів впливу на гематологічні показники крові свиноматок та розробка методів їх корекції досить актуальне питання. Адже погіршення даних показників негативно вплине як на саму тварину, так і на її потомство, що завдає значних економічних втрат господарству. Дослідження виконувалися на базі свинокомплексу ТОВ “Кошет”. Дослідні групи формували за допомогою варіаційно-пульсометричного дослідження та розподілили на три групи: нормотоніки (рівноважений симпатовагусний баланс), ваготоніки (перевага впливу парасимпатичної нервової системи), симпатотоніки (перевага впливу симпатичної нервової системи). За результатами гематологічного дослідження свиноматок з різним тонусом автономної нервової системи встановлено, що кількість еритроцитів була у нормотоніків найбільшою щодо дослідної групи симпатотоніків на 14 % ($P < 0,001$) та дослідної групи ваготоніків на 13 % ($P < 0,01$). Рівень гемоглобіну у свиной нормотоніків найбільший щодо дослідної групи симпатотоніків на 14,5 % ($P < 0,001$) та дослідної групи ваготоніків на 7,8 % ($P < 0,01$). Гематокрит у свиноматок симпатотоніків найменший щодо дослідної групи нормотоніків на 12 % ($P < 0,01$). Середній об'єм еритроцита у дослідних груп свиной не має значних змін за гематологічного дослідження. Дані особливості показників крові у свиноматок з різним тонусом автономної нервової системи, характеризують індивідуальні особливості їхнього організму та роль нервової системи у регулюванні їх. Тому вивчення даного питання є актуальним, оскільки оцінка даних відмінностей поліпшить розуміння організму свиноматок та допоможе поліпшити сталість гомеостазу загалом. Перспектива подальшого дослідження полягає у використанні препаратів нанооквахелатів із врахування тонусу автономної нервової системи свиноматок для поліпшення гематологічних показників та метаболічних процесів обміну речовин.

Ключові слова: свині, кров, нервова система, біохімія, варіаційно-пульсометричне дослідження.

Вступ

Дослідження гематологічних показників у свинарстві є першочерговим завданням для оцінки загального стану поголів'я, особливо це стосується свиноматок, що забезпечують сталу циклічність вирощування поголів'я свиной на господарстві. Одним із важливих показників при аналізі крові даних тварин є рівень гемоглобіну. Цей ключовий елемент еритроцитів впливає на загальну продуктивність свиноматок (Zhang et al., 2022; Kovalchuk et al., 2024; Klimkovetskaya et al., 2024; Klimkovetska et al., 2024). Для формування і живлення приплоду організм повинен забезпечуватися значною кількістю кисню, що використовується у реакціях окиснення енергетично цінних речовин та диханні плода. Також спостерігається значна залежність рівня гемоглобіну у приплоду та свиноматки (McClellan et al., 2024). За малого вмісту даного показника народжені поросята будуть досить слабкими, з можливим розвитком анемії, що у майбутньому стане причиною відставання у розвитку під час відгодівлі та значним порушення здоров'я після періоду відлучення. Виникнення даної проблеми залежить від віку свиноматки, з кожним наступним опоросом ризики розвитку зменшеного рівня гемоглобіну поступово зростають. Заміна високоплідного поголів'я за даної причини економічно не вигідна, тому аналіз факторів впливу на рівень гемолітичних показників та розробка методів компенсації негативних наслідків від них – досить важливе питання сьогодення (Ajay et al., 2023; Kopeć et al., 2024).

Аналізуючи причини розвитку проблеми низького вмісту гемоглобіну, часто звертають увагу на показники мінерального обміну. З віком спостерігається більший ступінь виснаженості мінерального статусу високопродуктивного поголів'я. Проте внесення значного рівня мінеральних добавок у раціон годівлі свиноматок має не завжди позитивний результат (Muhizi et al., 2022; Tian et al., 2022). Сучасні раціони годівлі мають значну кількість преміксів та вже заздалегідь збільшений рівень необхідних мінеральних речовин, що досить часто перевищують норму. Також внесення необхідного об'єму макро- та мікроелементів конкретним свиноматкам в умовах великих комплексів досить складне завдання (Guo et al., 2022;

Fardisi et al., 2023). Господарства мають систематизовану подачу кормів зі значною розгалуженою системою, тому додавання необхідних складових раціону певній тварині фактично неможливе. Тому вихід з даного становища надає оцінка метаболічних показників організму свиной, особливо факторів, що корегують дані процеси. Завдяки розмежуванню свиноматок відповідно до їх індивідуальних особливостей поліпшується ефективність збалансування раціону для більшої кількості поголів'я. Одним з головних факторів контролю обміну речовин в організмі є автономна нервова система, що впливає на процеси синтезу та розщеплення поживних речовин. Також дана нервова система насамперед реагує на вплив зовнішнього середовища на організм тварини та забезпечує негайну відповідь на зміни. Тому дослідження впливу автономної нервової системи у свинарстві є актуальним питанням (Höper et al., 2022; Sakamoto et al., 2025).

Мета дослідження

Метою роботи було вивчити вплив вегетативної регуляції на гематологічні показники свиной

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконувалися на базі свинокомплексу ТОВ “Кошет” (село Чопівці Мукачівського району Закарпатської області) у 2024 році. Дослідні групи свиной формували за допомогою варіаційно-пульсометричного дослідження із встановленням тонусу автономної нервової системи на підставі статистичного обрахунку отриманих даних. Було сформовано три дослідні групи свиной відповідно до індивідуальних особливостей впливу симпатичної і парасимпатичної нервової системи: ваготоніки (свині з перевагою впливу парасимпатичної нервової системи), нормотоніки (свині зі збалансованим впливом відділів автономної нервової системи) та симпатотоніки (свині з перевагою впливу симпатичної нервової системи). Відбір крові виконували із краніальної порожнистої вени в місці жолобу, утвореного довгими мускулами шиї зліва або справа на 1–2 см збоку від трахеї та на 1–2 см вище від грудної кістки. Морфоло-

гічні показники крові свиней досліджували за допомогою гематологічного аналізатора Micro CC 20 Plus, завдяки якому було визначено такі показники, як кількість еритроцитів, рівень гемоглобіну та гематокриту і середній об'єм еритроциту. Статистичний аналіз виконували за допомогою програми Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

За лабораторними дослідження крові свиней було встановлено гематологічні показники, такі як кількість еритроцитів, рівень гемоглобіну, гематокрит та середній об'єм еритроциту у свиней зі збалансованим симпатого-вагусним балансом (табл. 1).

Згідно зі статистичним аналізом отриманих гематологічних показників крові свиней і врівноваженим симпатого-вагусним балансом встановлено, що кількість еритроцитів у даних тварин загалом становила $6,43 \pm 0,15$ Т/л із вихідними межами мінімального

$6,18$ Т/л та максимального $7,01$ Т/л значення серед п'яти дослідних груп тварин. Рівень гемоглобіну у дослідній групі нормотоніків становив серед п'яти дослідних $130,80 \pm 2,46$ г/л та коливався у межах від $123,00$ до $138,00$ г/л у досліджуваних свиней. Показники гематокриту у тварин із врівноваженим симпатого-вагусним балансом мали максимальне $36,70$ % і мінімальне $40,30$ % значення та середній показник $38,48 \pm 0,66$ % серед п'яти дослідних груп свиней. Середній об'єм еритроцита у даних дослідних свиней становить в межах від $50,40$ до $60,70$ фл та середнім значенням $57,72 \pm 1,89$ фл. Отримані результати гематологічного дослідження мають незначні розбіжності між вихідними результатами п'яти тварин, що має високу достовірність отриманих значень.

За лабораторними дослідження крові свиней було встановлено гематологічні показники, такі як кількість еритроцитів, рівень гемоглобіну, гематокрит та середній об'єм еритроциту у свиней із перевагою впливу симпатичної нервової системи (табл. 2).

Таблиця 1

Гематологічні показники крові свиней дослідної групи нормотоніків

Показники	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
Еритроцити, Т/л	5	0,15	6,43	0,34	1,76	6,18	7,01
Гемоглобін, г/л	5	2,46	130,80	5,50	-0,24	123,00	138,00
Гематокрит, %	5	0,66	38,48	1,48	0,22	36,70	40,30
Середній об'єм еритроциту, фл	5	1,89	57,72	4,23	-1,90	50,40	60,70

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, С – середнє значення, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення

Таблиця 2

Гематологічні показники крові свиней дослідної групи симпатотоніків

Показники	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
Еритроцити, Т/л	5	0,15	5,63	0,33	-1,85	5,05	5,90
Гемоглобін, г/л	5	1,66	114,20	3,70	-0,61	109,00	118,00
Гематокрит, %	5	0,58	33,88	1,31	0,32	32,50	35,40
Середній об'єм еритроциту, фл	5	2,30	58,82	5,13	-1,70	50,10	63,40

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, С – середнє значення, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення

Згідно зі статистичним аналізом отриманих гематологічних показників крові свиней і перевагою впливу симпатичної нервової системи встановлено, що кількість еритроцитів у даних тварин загалом становило $5,63 \pm 0,15$ Т/л із вихідними межами мінімального $5,05$ Т/л та максимального $5,90$ Т/л значення серед п'яти дослідних груп тварин. Рівень гемоглобіну в дослідній групі симпатотоніків становив серед п'яти дослідних $114,20 \pm 1,66$ г/л та коливався в межах від $109,00$ до $118,00$ г/л у досліджуваних свиней. Показники гематокриту у тварин із перевагою впливу симпатичної нервової системи мали максимальне $35,40$ % і мінімальне $32,50$ % значення та середній показник $33,88 \pm 0,58$ % серед п'яти дослідних груп свиней. Середній об'єм еритроциту в даних дослідних свиней становить у межах від $50,10$ до $63,40$ фл та середнім значенням $58,82 \pm 2,30$ фл. Отримані результати гематологічного дослідження мають незначні розбіжності між вихідними результатами п'яти тварин, що має високу достовірність отриманих значень.

За лабораторними дослідженнями крові свиней було встановлено гематологічні показники, такі як кількість еритроцитів, рівень гемоглобіну, гематокрит та середній об'єм еритроциту у свиней із перевагою впливу парасимпатичної нервової системи (табл. 3).

Згідно зі статистичним аналізом отриманих гематологічних показників крові свиней і перевагою впливу парасимпатичної нервової системи встановлено, що кількість еритроцитів у даних тварин у загалом становило $5,67 \pm 0,10$ Т/л із вихідними межами мінімального $5,41$ Т/л та максимального $6,02$ Т/л значення серед п'яти дослідних груп тварин. Рівень гемоглобіну в дослідній групі ваготоніків становив серед п'яти дослідних $121,20 \pm 1,28$ г/л та коливався в межах від $118,00$ до $125,00$ г/л у досліджуваних свиней. Показники гематокриту у тварин із перевагою впливу парасимпатичної нервової системи мали максимальне $48,30$ % і мінімальне $33,80$ % значення та середній показник $37,76 \pm 2,80$ % серед п'яти дослідних груп свиней. Середній об'єм еритроциту у даних дослідних

свиней становить у межах від 55,00 до 63,90 фл та середнім значенням $58,44 \pm 1,47$ фл. Отримані результати гематологічного дослідження мають незначні розбіжності між вихідними результатами п'яти тварин, що має високу достовірність отриманих значень.

Під час аналізу кількості еритроцитів у корів дослідних груп свиней було встановлено, що у дослідної групи нормотоніків із врівноваженим симпато-вагусним балансом був найбільший показник щодо дослідної групи симпатотоніків на 14 % ($P < 0,001$) та щодо дослідної групи ваготоніків на 13 % ($P < 0,01$) (рис. 1).

Таблиця 3

Гематологічні показники крові свиней дослідної групи ваготоніків

Показники	КДС	СП	С	СВ	А	Мін.	Мак.
Еритроцити, Т/л	5	0,10	5,67	0,22	0,97	5,41	6,02
Гемоглобін, г/л	5	1,28	121,20	2,86	0,31	118,00	125,00
Гематокрит, %	5	2,80	37,76	6,26	1,70	33,80	48,30
Середній об'єм еритроциту, фл	5	1,47	58,44	3,28	1,43	55,00	63,90

Примітки: КДС – кількість дійсних спостережень, СП – стандартна помилка, С – середнє значення, СВ – стандартне відхилення, А – асиметричність, Мін. – мінімальне значення, Мак. – максимальне значення

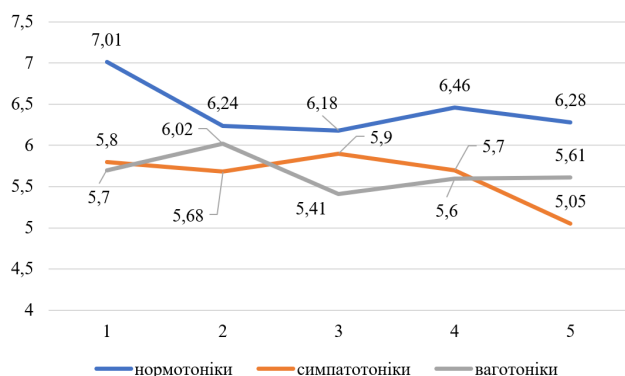


Рис. 1. Кількість еритроцитів у дослідних груп свиней

При визначенні рівня гемоглобіну у крові дослідних груп свиней було встановлено, що у дослідної групи нормотоніків із врівноваженим симпато-вагусним балансом був найбільший показник щодо дослідної групи симпатотоніків на 14,5 % ($P < 0,001$) та щодо дослідної групи ваготоніків на 7,8 % ($P < 0,01$) (рис. 2).

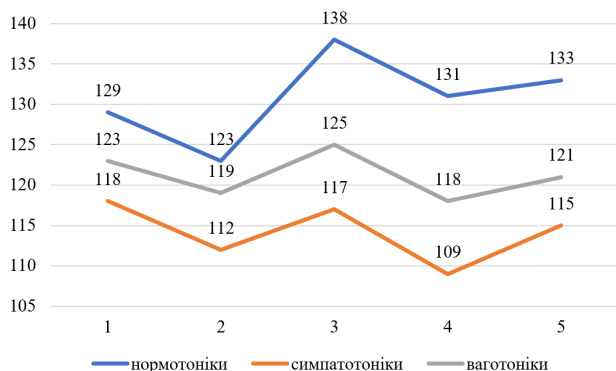


Рис. 2. Рівень гемоглобіну у дослідних груп свиней

За оцінки показників гематокриту у дослідних груп свиней встановлено, що стосовно нормотоніків дослідна група симпатотоніків мала найменші значення на 12 % ($P < 0,01$), а дослідна група ваготоніків не мала значних відмінностей із тваринами, що мали перевагу впливу парасимпатичної нервової системи (рис. 3).

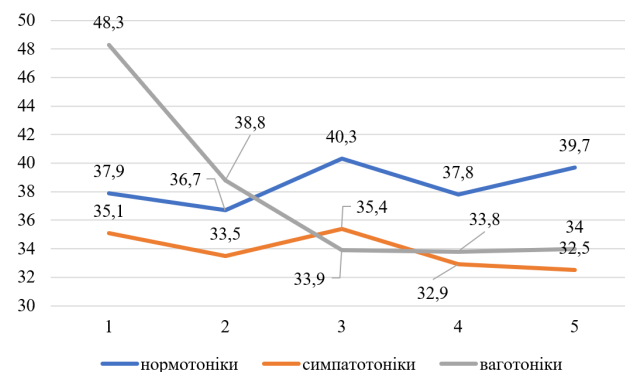


Рис. 3. Показники гематокриту у дослідних груп свиней

При аналізі показників середнього об'єму еритроцита у дослідних груп свиней встановлено, що отримані дані, порівнюючи із дослідною групою нормотоніків, мають незначні відмінності, що відображає мала різниця даних досліджуваних показників (рис. 4).

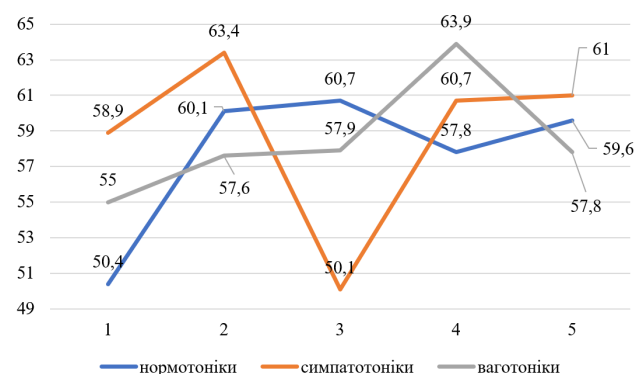


Рис. 4. Середній об'єм еритроцита у дослідних груп свиней

Сучасне свиначство є комплексною системою із врегульованими циклічними схемами вирощування свиней (Zasukha et al., 2024; Moisei et al., 2024; Khalak et al., 2024). Для отримання стабільного прибутку без фінансових втрат варто враховувати багато факторів. Одним із головних завдань у цьому є постійний моніторинг здоров'я свиноматок (John, 2024). Дані тварини – основний фундамент свиногомплексу, без якого вирощування свиней фактично неможливе у цикліч-

них комплексах. Найпростіший спосіб оцінки стану здоров'я свиноматок виконується завдяки дослідженням гематологічних показників. При лабораторному аналізі крові свиней важливу роль приділяють вмісту гемоглобіну. Даний білок відіграє важливу роль у метаболізмі тварин. Фактори, що впливають на рівень гемоглобіну, досить різноманітні. У більшості випадків до них належать рівень мінеральних речовин, вітамінів у кормі, вік тварини, рівень гормонів, що стимулюють кістковий мозок, наприклад тестостерон, умови утримання та ще певна низка чинників (Szczepanik et al., 2022; Xu et al., 2022).

Для поліпшення продуктивності свиноматок велику увагу приділяються корекції їхнього раціону, незважаючи на системи в організмі, які відповідають за протікання метаболічних процесів. Оцінюючи наші результати гематологічних досліджень крові свиней, встановлено відмінності у рівні гемоглобіну та еритроцитів у тварин з різною активністю відділів автономної нервової системи. Це свідчить про важливість виконання оцінки індивідуальних особливостей організму свиноматок для формування відповідних груп основного і ремонтного поголів'я. Необхідність цього є можливість більш кращого формування раціону годівлі та ефективнішого застосування кормових добавок свиням. Оскільки дослідження нових мінеральних включень до комбікормів може бути малоефективним на прикладі наукових досліджень Prunier A. та Chevalier T. (Prunier et al., 2022). Із використанням залізовмісних добавок покращення гематологічних показників крові було незначним або малоефективним (Prunier et al., 2022; Chevalier et al., 2024). Такий результат, на нашу думку, має взаємозв'язок із особливостями метаболічного обміну у свиней, що своєю чергою сприяє врахуванню аналізу факторів, які контролюють гомеостаз у тварин.

Дослідивши індивідуальні особливості свиней з боку автономної нервової системи, виявили відмінності у гематологічних показниках. Враховуючи фактор, що впливає на вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, гематокрит покращить аналіз та оцінку метаболічних особливостей організму свиноматок. Наслідком буде збалансування раціону годівлі, що позитивно відобразиться на отриманні молодняка.

Висновки

Встановлено вплив тонуру автономної нервової системи на гематологічні показники. Визначено, що кількість еритроцитів була найбільшою у нормотоніків ($P < 0,001$), також рівень гемоглобіну ($P < 0,001$). Дослідна група симпатотоніків мала найменший показник гематокриту ($P < 0,01$). Дослідна група ваготоніків мала середні показники між дослідними групами свиней.

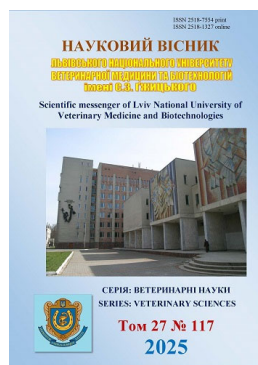
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Ajay, A., Chauhan, A., Vaishnav, S., Rani, C., Kumar, B., De, U. K., Verma, M. R., Singh, M., & Gaur, G. K. (2023). Impact of body condition on sow and litter performance, postpartum physiological, hematological, and biochemical parameters in Landly crossbred pigs. *Tropical animal health and production*, 55(6), 393. DOI: 10.1007/s11250-023-03772-4.
- Chevalier, T. B., Adeola, O., Carter, S. D., Dove, C. R., Estienne, M. J., Levesque, C. L., ... & Lindemann, M. D. (2024). A cooperative study assessing the effects of a second iron injection administered before weaning on growth performance, hematological status, and tissue mineral concentrations of nursery pigs. *Applied Animal Science*, 40(2), 112–123. DOI: 10.15232/aas.2023-02480.
- Fardisi, M., Thelen, K., Groenendal, A., Rajput, M., Sebastian, K., Contreras, G. A., & Moeser, A. J. (2023). Early weaning and biological sex shape long-term immune and metabolic responses in pigs. *Scientific reports*, 13(1), 15907. DOI: 10.1038/s41598-023-42553-9.
- Guo, L., Zhang, D., Tang, W., Dong, Z., Zhang, Y., Wang, S., Yin, Y., & Wan, D. (2022). Correlations of gestational hemoglobin level, placental trace elements content, and reproductive performances in pregnant sows. *Journal of animal science*, 100(2), skac010. DOI: 10.1093/jas/skac010.
- Höper, S., Kaess, M., & Koenig, J. (2022). Prefrontal cortex oxygenation and autonomic nervous system activity under transcutaneous auricular vagus nerve stimulation in adolescents. *Autonomic neuroscience : basic & clinical*, 241, 103008. DOI: 10.1016/j.autneu.2022.103008.
- John, A. O. (2024). Novel phytochemicals' impact on weaned pigs' growth performance, hematology and serum biochemical indicators. *Black Sea Journal of Agriculture*, 7(2), 82–89. DOI: 10.47115/bsagriculture.1328386.
- Khalak, V. I., Gutyj, B. V., & Bordun, O. M. (2024). Some innovations in pig farming and their zootechnical assessment. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 7(2), 50–54. DOI: 10.32718/ujvas7-2.07.
- Khalak, V., Gutyj, B., Bordun, O., Ilchenko, M., Stadnytska, O., Kibenko, N., Kravchenko, N., & Shcherbak, O. (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-a1011.
- Khalak, V., Gutyj, B., Bordun, O., Usenko, S., Ilchenko, M., Fesenko, O., Shaferivskyi, B., & Stadnytska, O. (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 LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(101), 264–271. DOI: 10.32718/nvlvet-a10141.

- Khalak, V., Guttyj, B., Prudnikov, V., Voloshchuk, V., Bordun, O., & Sementsov, V. (2024). Results of evaluation of young pigs of the large white breed for fattening and meat qualities using some mathematical models of evaluation indices. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(100), 131–136. DOI: 10.32718/nvlvet-a10020.
- Klimkovetska, L., Karpovskiy, V., Guttyj, B., Hryshchuk, I., Postoi, V., & Karpovskiy, V. (2024). Glucose and hemoglobin as factors influencing the reproductive capacity of cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(114), 119–123. DOI: 10.32718/nvlvet11417.
- Klimkovetskaya, L., Karpovskiy, V., Guttyj, B., & Hryshchuk, I. (2024). Relationship of calcium and phosphorus content with indicators of reproductive ability in cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(113), 184–188. DOI: 10.32718/nvlvet11328.
- Kopeć, Z., Mazgaj, R., Starzyński, R. R., Wang, X., Opiela, J., Smorąg, Z., ... & Lipiński, P. (2024). Impact of litter size on the hematological and iron status of gilts, sows and newborn piglets: a comparative study of domestic pigs and wild boars. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 64. DOI: 10.1186/s12917-024-03905-3.
- Kovalchuk, O., Tomchuk, V., Danchuk, V., Khymynets, P., Guttyj, B., Kravchuk, S., Zhurenko, O., Kryvoruchko, D., Karpovskiy, V., Karpovskiy, P., Todoriuk, V., Hrelia, R., & Zhurenko, V. (2024). The intensity of carbohydrate metabolism in the body of sows under the action of ferrum and germanium nanocompounds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(113), 179–183. DOI: 10.32718/nvlvet11327.
- McClellan, K. A., Lindemann, M. D., & Levesque, C. L. (2024). Assessment of hemoglobin concentration in sows and their offspring over consecutive reproductive cycles. *Journal of Swine Health and Production*, 32(6), 248–257. DOI: 10.54846/jshap/1399.
- Moisei, I., Povod, M., Mykhalko, O., Guttyj, B., Verbelchuk, T., Verbelchuk, S., Koberniuk, V., & Kovalchuk, T. (2024). Effectiveness of the liquid method of feeding suckling piglets. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(100), 16–26. DOI: 10.32718/nvlvet-a10003.
- Muhizi, S., Cho, S., Palanisamy, T., & Kim, I. H. (2022). Effect of dietary salicylic acid supplementation on performance and blood metabolites of sows and their litters. *Journal of animal science and technology*, 64(4), 707–716. DOI: 10.5187/jast.2022.e25.
- Prunier, A., Leblanc-Maridor, M., Pauwels, M., Jaillardon, L., Belloc, C., & Merlot, E. (2022). Evaluation of the potential benefits of iron supplementation in organic pig farming. *Open research Europe*, 2, 11. DOI: 10.12688/openreseurope.14367.2.
- Sakamoto, K., Butera, M. A., Zhou, C., Maurizi, G., Chen, B., Ling, L., Shawkat, A., Patlolla, L., Thakker, K., Calle, V., Morgan, D. A., Rahmouni, K., Schwartz, G. J., Tahiri, A., & Buettner, C. (2025). Overnutrition causes insulin resistance and metabolic disorder through increased sympathetic nervous system activity. *Cell metabolism*, 37(1), 121–137.e6. DOI: 10.1016/j.cmet.2024.09.012.
- Szczepanik, K., Furgal-Dierżuk, I., Gala, Ł., & Świątkiewicz, M. (2022). Effects of *Hermetia illucens* Larvae Meal and Astaxanthin as Feed Additives on Health and Production Indices in Weaned Pigs. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(1), 163. DOI: 10.3390/ani13010163.
- Tian, Q., Guo, K., Deng, J., Zhong, Y., & Yang, L. (2022). Effects of SGLT2 inhibitors on haematocrit and haemoglobin levels and the associated cardiorenal benefits in T2DM patients: A meta-analysis. *Journal of cellular and molecular medicine*, 26(2), 540–547. DOI: 10.1111/jcmm.17115.
- Xu, Q., Cheng, M., Jiang, R., Zhao, X., Zhu, J., Liu, M., Chao, X., Zhang, C., & Zhou, B. (2022). Effects of dietary supplement with a Chinese herbal mixture on growth performance, antioxidant capacity, and gut microbiota in weaned pigs. *Frontiers in veterinary science*, 9, 971647. DOI: 10.3389/fvets.2022.971647.
- Zasukha, L. V., Voloshchuk, V. M., Khalak, V. I., Guttyj, B. V., & Bordun, O. M. (2024). Reproductive qualities 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.
- Zasukha, L., Voloshchuk, V., Khalak, V., Guttyj, 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.
- Zhang, S., Yu, B., Liu, Q., Zhang, Y., Zhu, M., Shi, L., & Chen, H. (2022). Assessment of Hematologic and Biochemical Parameters for Healthy Commercial Pigs in China. *Animals : an open access journal from MDPI*, 12(18), 2464. DOI: 10.3390/ani12182464.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11707
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636:612.33:615.322

Cytoprotective effects of curcumin on the state of the intestinal barrier in a model of LPS-induced inflammation

V. S. Nedzvetsky¹✉, O. V. Yanovska¹, D. F. Gufrij², O. A. Sheptukha¹, D. M. Masiuk¹

¹Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 17.12.2024

Received in revised form
20.01.2025

Accepted 21.01.2025

Dnipro State Agrarian
and Economic University,
Serhiya Yefremova Str., 25,
Dnipro, 49000, Ukraine.
Tel.: +38-099-783-33-25
E-mail: nedzvetskyvictor@ukr.net

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

Nedzvetsky, V. S., Yanovska, O. V., Gufrij, D. F., Sheptukha O. A., & Masiuk, D. M. (2025). Cytoprotective effects of curcumin on the state of the intestinal barrier in a model of LPS-induced inflammation. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 50–58. doi: 10.32718/nvlvet11707

Intestinal epithelium forms tissue barrier to prevent infectious agents invasion as well as provides interaction between external environment and internal body compartment. Intestinal barrier is functioning is susceptible to inflammatory complications. Barrier integrity requires physical intercellular adhesion of epithelial cells via tight junction proteins links. The interrelation between intestinal inflammation and barrier integrity was the aim of present study. The Caco-2 cell culture was exposed to lipopolysaccharide (LPS), curcumin and LPS+curcumin to assess the effect of this polyphenol on the intestinal barrier. Cell viability, TNF- α , and occludin contents were detected in cell lysates after 48 hours exposure. Obtained results demonstrated that LPS induced TNF- α upregulation and decrease in cell viability and occluding in dose-dependent manner. The treatment with curcumin didn't affected any studied parameters. Contrary, curcumin exposure ameliorates cell viability and occludin content in LPS-challenged cells. Therefore, the effect of curcumin on inflammatory provoked cells and normal balanced cells is differentiated in respect to cell proinflammatory reactivity. Furthermore, the protective effect of curcumin is associated with maintenance of LPS-compromised intestinal barrier. Obtained results evidence that soluble curcumin is a promised tool to protect the main intestinal functions including barrier integrity.

Key words: curcumin, intestinal epithelium, intercellular adhesion, occludin, TNF- α , intestinal inflammation.

Цитопротекторні ефекти куркуміну на стан інтестинального бар'єру в моделі ЛПС-індукованого запалення

В. С. Недзвєцький¹✉, О. В. Яновська¹, Д. Ф. Гуфрій², О. А. Шептуха¹, Д. М. Масюк¹

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

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

Кишковий епітелій утворює тканинний бар'єр для запобігання проникненню інфекційних агентів, а також забезпечує взаємодію між зовнішнім середовищем і внутрішніми тканинами організму. Функціонуючий кишковий бар'єр сприйнятливий до запальних ускладнень. Цілісність бар'єру вимагає фізичної міжклітинної адгезії епітеліальних клітин за допомогою цільних зв'язків білків. Взаємозв'язок між кишковим запаленням і цілісністю бар'єру був метою цього дослідження. Культуру клітин Caco-2 піддавали впливу ліпополісахариду (LPS), куркуміну та LPS+куркуміну для оцінки впливу цього поліфенолу на кишковий бар'єр. Життєздатність клітин, TNF- α та вміст оклюдину були виявлені в клітинних лізатах після 48 годин експозиції. Отримані результати продемонстрували, що LPS індукує регуляцію TNF- α та зниження життєздатності клітин і оклюзії залежно від дози. Лікування куркуміном не вплинуло на досліджувані параметри. Навпаки, вплив куркуміну покращує життєздатність клітин і вміст оклюдину в клітинах, заражених LPS. Таким чином, вплив куркуміну на клітини, спровоковані запаленням, і нормальні збалансовані клітини

ни диференціюється щодо клітинної прозапальної реактивності. Крім того, захисний ефект куркуміну пов'язаний із підтримкою кишкового бар'єру, порушеного LPS. Отримані результати свідчать про те, що розчинний куркумін є обіцяним інструментом для захисту основних функцій кишечника, включаючи цілісність бар'єру.

Ключові слова: куркумін, інтестинальний епітелій, міжклітинна адгезія, окклюдин, TNF- α , запалення кишечника.

Вступ

Підтримання здоров'я кишечника залишається актуальною проблемою як для людини, так і для тварин. Загальний механізм відокремлення організму людини і тварини від зовнішнього середовища, побудований з різних типів епітеліальних клітин, включаючи епітелій шлунково-кишкового тракту. У всьому світі постійно зростає кількість шкідливих факторів, які здатні порушувати функціонування кишечника та, як наслідок, викликати ускладнення в інших тканинах (Gierzyńska et al., 2022). Адгезивні контакти між сусідніми епітеліальними клітинами утворюють фізичний бар'єр, який перешкоджає проникненню патогенів і токсичних сполук. Іншою місією кишкового епітелію є транслокація харчових сполук, що проходять як через апікальну мембрану, так і через базолатеральну мембрану епітеліоцитів. Декілька ініціаторів можуть індукувати гіперпродукцію цитокінів, що разом з різними клітинними типами активують запальний процес (Azimirad et al., 2022; Masiuk et al., 2024).

Крім того, посилення реактивності інтестинального епітелію може призвести до функціональних порушень і зростанню проникності кишечного бар'єру (Stephens & von der Weid, 2020). Таким чином, токсичні властивості прозапальних сполук можуть вести до локальних ушкоджень інтестинального бар'єру та порушенню абсорбції поживних речовин (Zhang & Wu, 2021). Токсичність прозапальних факторів може спровокувати апоптоз в епітеліальних клітинах кишечника (Azimirad et al., 2022; Han et al., 2024). Інший шлях цитотоксичних ефектів інтестинального запалення може бути опосередкований генерацією окисного стресу та порушенням внутрішньоклітинного балансу Ca^{2+} (Yan et al., 2024).

Отже, індукція запального процесу в інтестинальних клітинах має складний і багатофакторіальний характер (Miner-Williams & Moughan, 2016). Ефективність антиоксидантів і абсорбентів вільних радикалів була визнана одним з універсальних і дієвих шляхів захисту різних типів клітин від ускладнень локальної та хронічної запальної реакції (Demir et al., 2020).

Куркумін або диферулоілметан (1,7-біс(4-гідрокси-3-метоксифеніл)-1,6-гептадієн-3,5-діон) є поліфенольною природною сполукою, видобутою з кореневища *Curcuma longa* (Kotha & Luthria, 2019). Куркумін відомий як куркума і використовується як дієтична спеція та харчовий барвник. Куркумін є основним компонентом куркуми та має антиоксидантну (Mohajeri et al., 2018), протизапальну дію (Lei et al., 2023), виявляє противірусні (Witika et al., 2021), анти-мікробні (Heimesaat et al., 2024) і протипухлинні властивості (Lin et al., 2022). Куркумін добре відомий як багатогранна рослинна сполука з протизапальною дією. Цей поліфенол має здатність інгібувати утворення прозапальних факторів шляхом транскрипцій-

ного контролю як у трансформованих, так і в нормальних типах клітин (Guo et al., 2018; Gan et al., 2019). Крім того, куркумін виявляє цитопротекторні властивості стосовно пошкодження різних типів клітин включаючи нейроепітеліальні (Nedzvetsky et al., 2021). На жаль, фізико-хімічні властивості куркуміну значно обмежують його проникнення через гематоенцефалічний бар'єр, а також обумовлюють його низьку біодоступність внаслідок поганого розчинення у воді (Kotha & Luthria 2019). Було протестовано численні підходи для покращення як біодоступності, так і розчинності куркуміну. Сучасні технології дозволили легко виробляти водорозчинну фракцію куркуміну, яка може перетинати біологічні бар'єри, зокрема, інтестинальний та гемато-енцефалічний бар'єр (Nedzvetsky et al., 2021).

Докази цитопротекторної дії були отримані використовуючи куркумін та його похідні, включаючи природні аналоги куркуми, інші рослинні природні аналоги, синтетичні аналоги, ліпосоми та наночастинки, що містили куркумін (Oskouie et al., 2019; Geevarghese et al., 2023). Куркумін виявив протекторний ефект стосовно мукозальної проникності тонкого кишечника мишей (Yang et al., 2024). Антизапальний та антиокисні ефекти куркуміну були продемонстровані в моделі неопластичних ушкоджень епітелію товстого кишечника (Baptistella et al., 2024). Додавання куркуміну у корм підтримує інтестинальну бар'єрну функцію у бройлерів інфікованих *Eimeria tenella* (Chen et al., 2018). В моделі експериментального коліту у мишей куркумін знижував рівень некроптозу в клітинах інтестинального епітелію (Zhong et al., 2023). Дослідження показників запальної реакції та окисного стресу показало ефективність низької дози куркуміну стосовно регуляції експресії генів пов'язаних із запаленням та відновлення ушкоджень тонкого кишечника (Yang et al., 2023).

Найбільш важливими молекулярними механізмами дії куркуміну вважаються шляхи ядерний еритроїдний пов'язаний фактор 2 (Nrf2)- та ядерний фактор каппа-ланцюга (NF- κ B)-залежної регуляції (Liu et al., 2022). Саме ці шляхи контролюють активність антиоксидантної та запальної відповіді на широке коло стимулюючих факторів, включаючи екзогенні сполуки, інфекційні агенти та метаболічні порушення (Lobo de Sá et al., 2019; Zhu et al., 2020; Zamanian et al., 2024). Незважаючи на значне число досліджень ефектів куркуміну, залишаються незрозумілими молекулярні механізми регуляції куркуміном бар'єрної функції кишечника і зв'язок порушень міжклітинної адгезії інтестинального епітелію з про-запальними порушеннями. Загально визнаним маркером міжклітинної адгезії епітеліальних клітин є білок щільних контактів окклюдин, рівень експресії та синтезу якого є показником інтегративних властивостей інтестинального бар'єру (Kaminsky et al., 2021). NF- κ B є регулятором

транскрипції генів, які відповідають за продукцію про-запальних цитокінів, і таким чином, рівень NF-κB корелює з інтенсивністю про-запальної реакції (Wang et al., 2022). Одним з таких NF-κB-залежних цитокінів є фактор некрозу пухлин (TNF-α), який широко застосовується в якості маркера про-запальних змін (Ye et al., 2021). В представленій роботі про-запальні ускладнення були ініційовані за допомогою експозиції клітин ліпополісахаридом (ЛПС), що є поширеною моделлю як *in vivo*, так і *in vitro* досліджень (Stephens & von der Weid, 2020).

Мета дослідження

Метою дослідження було визначення вмісту про-запального маркера TNF-α та маркера міжклітинної адгезії білку окклюдину в культурі клітин Сасо-2 стимульованих ЛПС, куркуміном та куркумін+ЛПС.

Матеріал і методи досліджень

Культивування клітин та експозиція. У представленій роботі ми використовували розчинну фракцію натурального куркуміну, виробленого корпорацією Sencient, для створення моделі для дослідження ефектів куркуміну на інтестинальну клітинну культуру Сасо-2.

Лінія клітин аденокарциноми товстої кишки людини Сасо-2 була придбана в American Type Culture Collection (HTB-37™, ATCC, Manassas, VA). Культивування клітин Сасо-2 проводили в чашках об'ємом 75 см² у модифікованому середовищі Дульбекко Ігла та середовищі Хенка F12 (1:1) (DMEM/F12 містив високий вміст глюкози, 4500 мг/дл; HyClone, Invitrogen Company, США) з додаванням 10 % фетальної бичачої сироватки (FBS), 1 % незамінних амінокислот, 1 % піруват натрію, 1 % глутамін і 1 % стрептоміцин/пеніцилін. Культуру клітин інкубували у зволоженої атмосфері при 37 °C і 5 % CO₂. Середовище замінювали кожні 48 год. Коли клітини досягали майже 90 % злиття, проводили відбір клітин для наступного пасажу з використанням 0,25 % трипсину-ЕДТА (0,25 % трипсину, 0,02 % ЕДТА). Перед початком вирощування клітин для експозиції було виконано мінімум 14 пасажів. Під час останнього пасажу клітини помістили в 6-лункові планшети з концентрацією 5×10⁵ клітин/лунку та культивували для отримання 100% злиття. Клітини при повному злитті промивали фосфатно-сольовим буфером (PBS) і культивували та зупиняли ріст за допомогою середовища, що містить 0,2 % FBS, за 12 годин до обробки. Клітини Сасо-2 піддавали дії ЛПС (2, 10 і 50 мкг/мл), куркуміну (1, 2 і 5 мкМ) і комбінованого ЛПС (50 мкг/мл) з різними дозами куркуміну. Контрольну групу обробляли рівним об'ємом диметилсульфоксиду (ДМСО).

Вплив ЛПС проводили для моделювання запалення кишечника. Конфлюентні клітини Сасо-2 піддавали дії ЛПС у дозах 2, 10 і 50 мкг/мл шляхом додавання вихідного розчину ЛПС, розчиненого в ДМСО, у концентрації 1 мг/мл. Конфлюентні клітини Сасо-2 інкубували з куркуміном у дозах 1, 2 і 5 мкМ кінцевої концентрації шляхом додавання вихідного розчину

ЛПС (200 мкМ). Клітини попередньо обробляли куркуміном протягом 60 хв, а потім LPS у дозі 50 мкг/мл додавали до середовища клітин, які спільно експонували ЛПС+куркумін.

Життєздатність клітин (аналіз MTT). Вплив ЛПС, куркуміну та одночасно куркумін+ЛПС на життєздатність клітин Сасо-2 оцінювали за допомогою аналізу MTT (3-(4,5-диметилтіазол-2-іл)-2,5-дифенілтетразолію бромід) (Bahuguna et al., 2017). Після прикріплення та початку росту клітини промивали PBS та експонували різними дозами куркуміну, ЛПС і ЛПС+куркумін, як зазначено вище, протягом 48 годин. Згодом середовище замінювали свіжим середовищем, що містило 10 мкл реагенту, міченого MTT, на 4 години. Потім в лунки додавали диметилсульфоксид (ДМСО, 100 мкл) та інкубували 10 хв. Значення оптичної густини вимірювали при 570 нм у присутності буфера Соренсена за допомогою планшет-рідера ELISA (SpectraMax 384 Plus, Molecular Devices, США).

Вестерн-блот аналіз. Клітини Сасо-2 культивували для досягнення конфлюентного моношару та експонували, як було раніше зазначено (Masiuk et al., 2024). Після 48 годин експозиції клітини контрольної групи та групи клітин, оброблених ЛПС, куркумін і ЛПС +куркумін, промивали в чашках Петрі холодним PBS і збирали пластиковим скребком без трипсинізації. Клітини, зібрані з кожної чашки Петрі, центрифугували та лізували в буфері RIPA, що містить суміш інгібіторів протеїназ та фосфатаз. Білкові фракції клітин Сасо-2 екстрагували протягом 60 хв при 4 °C. Після лізису клітинні екстракти центрифугували при 40000 g протягом 20 хв. Вміст загального білка в супернатантах вимірювали спектрофотометром за модифікованим методом Бредфорда з використанням BSA як стандарту (Markwell et al., 1978). Супернатант кожного білкового екстракту змішували з буфером Laemmli, що містив 0,1 М дитіотреїтол і кип'ятили протягом 5 хв. Фіксовані цим буферним розчином зразки заморожували та зберігали при -80 °C перед початком вестерн-блот аналізу.

Білки розділяли за допомогою електрофорезу в поліакриламідному гелі (PAAG) з використанням 5–20 % градієнта акриламід. Після електрофорезу білки переносили з гелю на мембрану з полівініліденфториду (PVDF) за допомогою електро-блотингу. Після перенесення PVDF мембрану промивали трис-буферним фізіологічним розчином, що містив 0,1 % Tween-20 (TBS-T) і блокували в 1 % розчині бичачого сироваткового альбуміну (BSA) у TBS-T. Заблоковану мембрану досліджували протягом ночі при 4 °C на наявність первинних антитіл проти окклюдину (1:1000, Santa Cruz, sc-133256), анти-TNF-α (1:1000, Santa Cruz, sc-52746), та антитіл проти GAPDH (гліцеральдегід-3-фосфатдегідрогенази) як нормалізуючого маркера (1:2000, Santa Cruz, sc-365062). Після промивання мембрану інкубували з вторинними антитілами IgG миші, кон'югованими з пероксидазою хрому, при кімнатній температурі протягом 60 хв (1:10000, Abcam, ab6721). Імунозabarвлення проводили з використанням розчину люмінол-кумарова кислота-перекис водню методом посиленої хемілюмінес-

ценції з експозицією рентгенівської плівки 1 хв (Konica Minolta, Японія). Денситометричний аналіз результатів вестерн-блоту проводили за допомогою програмного забезпечення TotalLab TL120 (США). Значення інтенсивності, виявлене шляхом сканування кожної окремої смуги, було нормалізовано до інтенсивності, відповідної смузі GAPDH того ж зразка.

Статистичний аналіз. Усі експериментальні експозиції проводили в 4-х повторях. Для представлення кількісних ознак використовували середнє арифметичне ($\bar{x}$) і стандартну помилку середнього (SEM). Статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою одностороннього дисперсійного аналізу (ANOVA) за допомогою StatView 5.0 (SAS Institute

Inc., США). Графіки побудовані з використанням софту GraphPad Prism 9 (GraphPad Software, США). Значення $P > 0,05$ були прийняті як статистично значущі.

Результати та їх обговорення

Аналіз життєздатності клітин проводився для підтвердження порушення, спричиненого ЛПС, і оцінки впливу куркуміну клітини кишечника. Отримані результати показали наявність дозозалежного зниження життєздатності клітин, викликане впливом ЛПС, порівняно з необробленими клітинами (рис. 1).

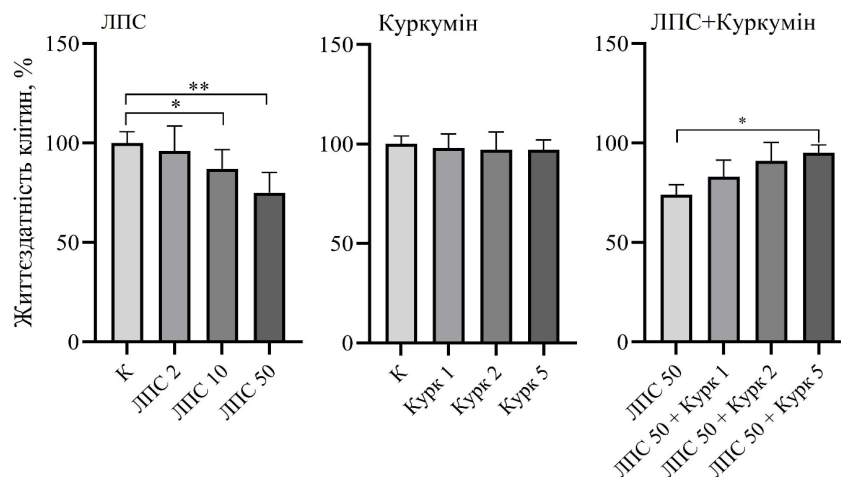


Рис. 1. Рівень життєздатності клітин Caco2 експонованих ЛПС, куркуміном та ЛПС+куркумін

Примітка: значення відповідають середнє $\pm$ стандартна похибка середнього 4 незалежних експериментів. Достовірність змін: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ порівняно з контрольною групою

Отримані результати не виявили жодних вагомих статистичних відмінностей щодо життєздатності клітин у групі, що зазнала впливу куркуміну, порівняно з контрольними клітинами, які не зазнали впливу. Навпаки, збільшення життєздатності клітин було виявлено в клітинах, які зазнали впливу куркумін+ЛПС, порівняно з групою, яка зазнала впливу ЛПС.

Було виявлено вміст TNF- α , щоб підтвердити прозапальні зміни в ЛПС-індукованій клітинній моделі. Статистично значуще збільшення вмісту TNF- α спостерігалось в клітинах Caco2, стимульованих ЛПС, порівняно з контролем (рис. 2).

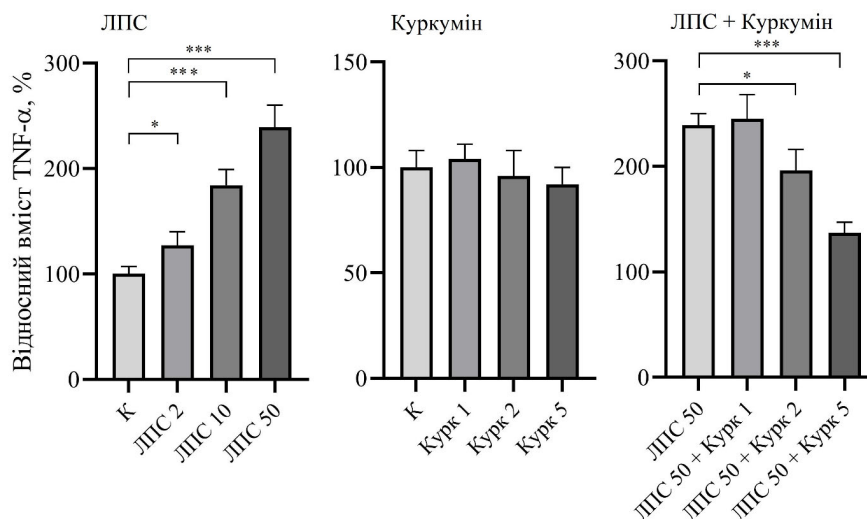


Рис. 2. Вміст TNF- α у клітині Caco2 експонованих LPS, куркуміном та LPS+куркумін

Примітка: значення відповідають середнє $\pm$ стандартна похибка середнього 4 незалежних експериментів. Достовірність змін: * – $P < 0,05$; *** – $P < 0,001$ порівняно з контрольною групою

Навпаки, незначне збільшення вмісту TNF- α було виявлено в клітинах, оброблених куркуміном, порівняно з контрольною групою. Зменшення продукції TNF- α спостерігалось в клітинах Caco2, підданих куркумін+ЛПС, порівняно з клітинами, які піддавалися ЛПС стимуляції (рис. 2).

Для оцінки протекторної дії куркуміну на міжклітинну адгезію кишкового епітелію вимірювали вміст окклюдину. Отримані результати продемонстрували статистично значуще зниження вмісту окклюдину в клітинах, які зазнали впливу ЛПС (рис. 3).

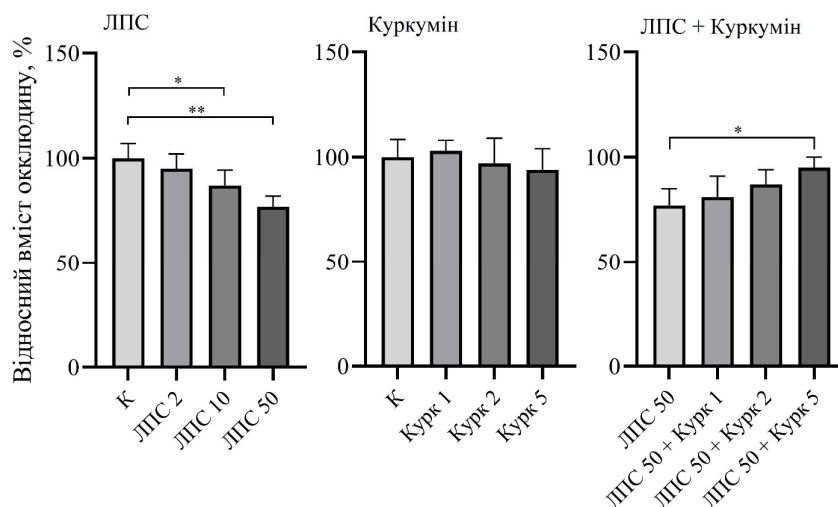


Рис. 3. Вміст окклюдину в клітинах Caco2 експонованих LPS, куркуміном та LPS+куркумін

Примітка: значення відповідають середнє $\pm$ стандартна похибка середнього 4 незалежних експериментів. Достовірність змін: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ порівняно з контрольною групою

Рівень окклюдину в групі впливу куркуміну був співмірним з таким у контрольній групі. Проте вміст окклюдину в клітинах, оброблених ЛПС+куркумін, був покращений порівняно з ЛПС-стимульованими клітинами.

Епітеліальні клітини кишечника вважаються основним типом, який формує інтестинальний бар'єр між організмом і довколишнім середовищем (Suzuki, 2020). Провідна роль запалення та шкідливий вплив на функціонування кишкових клітин підтверджується численними звітами про моделі як *in vivo*, так і *in vitro* (Wang et al., 2020; Zhang et al., 2023; Di Vincenzo et al., 2024). Незважаючи на нещодавній прогрес у дослідженнях функціонування кишкового бар'єру, молекулярні механізми його руйнування, що спричиняє феномен "дірявої кишки", все ще недостатньо вивчені (Di Vincenzo et al., 2024). Особливу роль у цілісності кишкового бар'єру відіграють молекули, отримані з клітин мікробіому, включаючи жирні кислоти, мурамілові пептиди, а також, рослинні та синтетичні антиоксиданти (Rathinam et al., 2019; Nedzvetsky et al., 2020; Tamchuk, 2023).

Обробка ЛПС клітин Caco2 широко використовується для моделювання кишкового мукозиту *in vitro* (Chen et al., 2018; Wu et al., 2019). Це дослідження мало на меті визначити вплив куркуміну на клітини кишкового епітелію, які піддаються впливу ЛПС, щоб перевірити модуляцію запальної відповіді шляхом продукції запальних цитокінів, зокрема, через визначення вмісту TNF- α . Результати цього дослідження показали, що індуковане ЛПС зниження життєздатності клітин пригнічувалося після застосування поліфенольних сполук у різних типах клітин. Спостережувані результати свідчать про те, що цитопротекторний

ефект антиоксидантів супроводжувався зниженням запалення кишечника.

Порушення кишкового бар'єру безпосередньо пов'язане з пошкодженням епітеліальних клітин (Di Tommaso et al., 2021). Захисна роль кишкового епітеліального бар'єру залежить від міжклітинних щільних з'єднань (ТЖ) (Xu et al., 2020). Слід зазначити, що утворення білкових комплексів ТЖ, у тому числі окклюдину та окклюденс зонули-1, має вирішальне значення для підтримки кишкового слизового бар'єру (Sánchez de Medina et al., 2014). Крім того, результати попереднього дослідження показали, що ЛПС спричиняє руйнування ТЖ і високий рівень проникності слизової оболонки (Masiuk et al., 2024).

Нещодавно було продемонстровано, що запалення, викликане ЛПС, викликає зниження експресії Е-кадгерину в епітеліальних клітинах кишечника (Sittipo et al., 2024). Крім того, обробка ЛПС кокультури фібробластно-кишкових епітеліальних клітин призводить до зниження вмісту муцину 2, що супроводжується пригніченням цілісності кишкового бар'єру. Первинні кишкові епітеліальні клітини товстої та тонкої кишки розвинули однакові характеристики щодо експресії Е-кадгерину, що свідчить про важливу роль цього адгезивного білка в підтримці бар'єрної функції (Sittipo et al., 2024).

Запальна реакція є важливою частиною вродженого захисту від інфекційних агентів. Однак гіперактивність вироблення цитокінів, як правило, призводить до пошкодження клітини та дисбалансу в її функціонуванні (Váradi et al., 2017). Прозапальні цитокіни є ініціаторами як антимікробної запальної відповіді, так і різного роду ушкоджень, що супроводжуються надмірним виробництвом цитокінів (Meyer et al., 2023).

Підтверджено, що різні протизапальні засоби полегшують функціональне зниження та пошкодження клітин, спричинене запаленням. Отже, втручання різних ініціаторів експресії цитокінів може бути перспективним способом обмеження шкідливого ефекту прозапального зсуву.

Куркумін визнано сигнальною молекулою, яка може обмежувати NF- κ B-залежне вироблення цитокінів. Цей ефект ініціює клітинну відповідь проти можливої мікробної інвазії, де активація механізмів вродженого імунітету є найбільш адекватним способом. Куркумін демонструє численні цитопротекторні властивості, які залежать від його антиоксидантної, протизапальної та антимікробної дії. Цей поліфенол може інгібувати прозапальну активність у різних типах клітин шляхом стимуляції альтернативних шляхів у зв'язку з механізмом спостережуваних результатів у цьому дослідженні. Крім того, наші результати стосуються клітинної лінії Сасо-2, яка є визнаним об'єктом для створення експериментальних моделей ушкоджень інтестинального епітелію.

Тому необхідні подальші дослідження для диференціації шкідливих і корисних ефектів, які залежать від різної структури різних поліфенолів. Беручи до уваги, що NF- κ B модулює кишкове запалення, а також індукуює прозапальні зміни в інших типах клітин, стимуляція NF- κ B-залежної відповіді не є лише реакцією одного типу в інтестинальній системі. Численні шляхи задіяні в регулюванні гомеостатичної взаємодії всіх типів клітин кишечника, де існує фундаментальний зворотний зв'язок між про- та протизапальними механізмами для підтримки функцій кишечника (Ye et al., 2021). Одним із можливих способів полегшення запалення, спричиненого LPS, за допомогою куркуміну є його регуляторний вплив на виробництво цитокінів. Беручи до уваги, що ЛПС і куркумін є потужними для стимуляції різних шляхів, пов'язаних з Toll-подібними рецепторами та виробленням цитокінів, відповідно, одночасна стимуляція цих шляхів може взаємодіяти конкурентним чином і пригнічувати один одного. Молекулярний механізм, за допомогою якого куркумін здатний інгібувати прозапальні ускладнення, викликані кишковими ЛПС, може бути пов'язаний з багатьма властивостями куркуміну, які пригнічують реактивність клітин, включаючи надмірне виробництво цитокінів (Stephens & von der Weid, 2020).

Спостережуване підвищення рівня TNF- α в клітинах, оброблених ЛПС, було покращено за допомогою куркуміну в цьому дослідженні. Таким чином, один із регуляторних ефектів куркуміну можна пов'язати з його протизапальними властивостями. Отримані в нашому дослідженні результати щодо зниження вмісту TNF- α в клітинах Сасо2, в наслідок стимуляції ЛПС+куркумін, порівняно з клітинами, обробленими ЛПС, вперше повідомляються відповідно до доступних літературних даних. Беручи до уваги, що адгезивні білки відіграють вирішальну роль у рухливості клітин, отримані результати є доказом того, що куркумін може відновлювати вміст окклюдину в кишкових епітеліальних клітинах шляхом придушення запальної реакції та відновлення синтезу окклюдину. Таким чином, вплив куркуміну стимулює регуляторні

шляхи, які пов'язані з інгібуванням запалення та підтримкою функції кишкового бар'єру. Бар'єрна функція кишечника може бути порушена під впливом різних токсикантів, які спроможні активувати про-запальні шляхи. Враховуючи отримані результати можна передбачити, що куркумін є потенціальним цитопротекторним засобом проти ефектів подібних токсикантів.

Підтверджено, що про-запальні цитокіни є ініціаторами як антимікробної запальної відповіді, так і різного роду ушкоджень, що супроводжуються надмірним виробництвом цитокінів (Meyer et al., 2023). Здоров'я кишечника та бар'єрна функція тонкої кишки опосередкована кількістю білків щільного з'єднання, де окклюдин є ключовим мембранним білком для підтримки функції епітеліального бар'єру (Kaminsky et al., 2021). Зниження вмісту окклюдину вважається однією з найбільш критичних аномалій при кишкових захворюваннях (Huang et al., 2023). Таким чином, спостережуване в нашому дослідженні зниження вмісту окклюдину демонструє зв'язок між прозапальною регуляцією TNF- α і порушенням цілісності кишкового бар'єру. Крім того, застосування куркуміну відновило вміст окклюдину в ЛПС-стимульованих клітинах Сасо2, що забезпечило підтримку міжклітинних щільних з'єднань та бар'єрну функцію. Результати, отримані нами щодо захисної дії куркуміну щодо підтримки цілісності кишкового бар'єру, представлені вперше.

Зменшення вмісту окклюдину у LPS групі може бути опосередковане прозапальним NF- κ B-залежним шляхом, який пов'язаний із безліччю каскадів клітинної відповіді (Wang et al., 2022). Проте було повідомлено про новий механізм, який може модулювати кишковий бар'єрну функцію за допомогою передачі сигналів мікроРНК (Rawat et al., 2020). Клітини Сасо-2, оброблені IL-1, продукують кілька мікроРНК, які зв'язують мРНК окклюдину і, відповідно, на деякий час інгібують експресію окклюдину. Таким чином, наша гіпотеза повністю відповідає результатам інших досліджень.

Результати, отримані в нашому дослідженні, показали, що вплив куркуміну на епітеліальні Сасо-2 клітини, які не були експоновані ЛПС та/або експоновані ЛПС, були різними. Недостовірні відмінності у життєздатності клітин, вмісті TNF- α та окклюдину визначені в клітинах, які інкубували з куркуміном в дозах 1, 2 та 5 мкМ. Проте, всі вищезазначені параметри були покращені в куркумін+ЛПС-експонованих клітинах ефектом дози куркуміну 5 мкМ (рис. 1-3). Таким чином, застосування куркуміну може мати захисний ефект через зниження регуляції запального цитокіну TNF- α та білка щільних з'єднань окклюдину. Крім того, наявні дані узгоджуються з повідомленими даними про зв'язок між прозапальними змінами та порушенням цілісності кишкового бар'єру (Ge et al., 2020). Крім того, представлені результати підтверджують гіпотезу про передбачувану цитопротекторну дію куркуміну на функціонування кишечника шляхом підтримки балансу в переключенні одних типів програмованої загибелі клітин на інші (Nedzvetsky et al., 2021).

Висновки

Результати показали, що водорозчинний куркумін пригнічує продукцію прозапального TNF- α у клітинах кишечника, стимульованих ЛПС. Застосування куркуміну покращує життєздатність клітин і вміст оклюдину в клітинах Caco-2 за умов ЛПС-індукованого запалення. Цитопротекторний ефект куркуміну може бути пов'язаний із диференційованою стимуляцією регуляторних шляхів, що контролюють синтез прозапальних цитокінів, зокрема TNF- α .

Отримані дані свідчать про потенціал куркуміну для відновлення кишкового бар'єру після запальних ушкоджень. Його використання як дієтичної добавки може бути перспективним для захисту здоров'я кишечника продуктивних тварин від різних шкідливих факторів.

Відомості про конфлікт інтересів

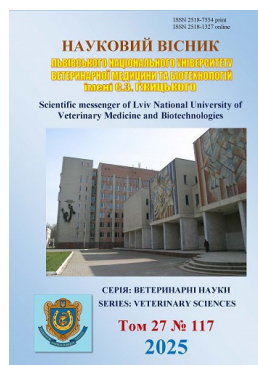
Автори повідомляють про відсутність будь якого конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Azimirad, M., Noori, M., Azimrad, F., Gholami, F., Naseri, K., Yadegar, A., Asadzadeh Aghdaei, H., & Zali, M. R. (2022). Curcumin and capsaicin regulate apoptosis and alleviate intestinal inflammation induced by *Clostridioides difficile* in vitro. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials*, 21(1), 41. DOI: 10.1186/s12941-022-00533-3.
- Baptistella, M. M., Assunção, R. R. S., Sales de Oliveira, C., Siqueira, A. P., Gonçalves Dos Santos, E., de Freitas Silva, M., Lima, E. T. F., Caixeta, E. S., Novaes, R. D., Ferreira, E. B., Ionta, M., Viegas, C., Jr, & Francielli de Oliveira, P. (2024). A synthetic resveratrol-curcumin hybrid derivative exhibits chemopreventive effects on colon pre-neoplastic lesions by targeting Wnt/ β -catenin signaling, anti-inflammatory and antioxidant pathways. *The Journal of pharmacy and pharmacology*, 76(5), 479–488. DOI: 10.1093/jpp/rgad077.
- Chen, G., Ran, X., Li, B., Li, Y., He, D., Huang, B., Fu, S., Liu, J., & Wang, W. (2018). Sodium Butyrate Inhibits Inflammation and Maintains Epithelium Barrier Integrity in a TNBS-induced Inflammatory Bowel Disease Mice Model. *EBioMedicine*, 30, 317–325. DOI: 10.1016/j.ebiom.2018.03.030.
- Demir, E., Nedzvetzky, V. S., Ağca, C. A., & Kirici, M. (2020). Pristine C60 Fullerene Nanoparticles Ameliorate Hyperglycemia-Induced Disturbances via Modulation of Apoptosis and Autophagy Flux. *Neurochemical research*, 45(10), 2385–2397. DOI: 10.1007/s11064-020-03097-w.
- Di Tommaso, N., Gasbarrini, A., & Ponziani, F. R. (2021). Intestinal Barrier in Human Health and Disease. *International journal of environmental research and public health*, 18(23), 12836. DOI: 10.3390/ijerph182312836.
- Di Vincenzo, F., Del Gaudio, A., Petito, V., Lopetuso, L. R., & Scaldaferri, F. (2024). Gut microbiota, intestinal permeability, and systemic inflammation: a narrative review. *Internal and emergency medicine*, 19(2), 275–293. DOI: 10.1007/s11739-023-03374-w.
- Gan, Z., Wei, W., Wu, J., Zhao, Y., Zhang, L., Wang, T., & Zhong, X. (2019). Resveratrol and Curcumin Improve Intestinal Mucosal Integrity and Decrease m6A RNA Methylation in the Intestine of Weaning Piglets. *ACS omega*, 4(17), 17438–17446. DOI: 10.1021/acsomega.9b02236.
- Ge, P., Luo, Y., Okoye, C. S., Chen, H., Liu, J., Zhang, G., Xu, C., & Chen, H. (2020). Intestinal barrier damage, systemic inflammatory response syndrome, and acute lung injury: A troublesome trio for acute pancreatitis. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, 132, 110770. DOI: 10.1016/j.biopha.2020.110770.
- Geevarghese, A. V., Kasmani, F. B., & Dolatyabi, S. (2023). Curcumin and curcumin nanoparticles counteract the biological and managerial stressors in poultry production: An updated review. *Research in veterinary science*, 162, 104958. DOI: 10.1016/j.rvsc.2023.104958.
- Gieryńska, M., Szulc-Dąbrowska, L., Struzik, J., Mielcarska, M. B., & Gregorczyk-Zboroch, K. P. (2022). Integrity of the intestinal barrier: the involvement of epithelial cells and microbiota - a mutual relationship. *Animals (Basel)*, 12(2), 145. DOI: 10.3390/ani12020145.
- Guo, Y., Wu, R., Gaspar, J. M., Sargsyan, D., Su, Z. Y., Zhang, C., Gao, L., Cheng, D., Li, W., Wang, C., Yin, R., Fang, M., Verzi, M. P., Hart, R. P., & Kong, A. N. (2018). DNA methylome and transcriptome alterations and cancer prevention by curcumin in colitis-accelerated colon cancer in mice. *Carcinogenesis*, 39(5), 669–680. DOI: 10.1093/carcin/bgy043.
- Han, S. H., Lee, H. D., Lee, S., & Lee, A. Y. (2024). *Taraxacum coreanum* Nakai extract attenuates lipopolysaccharide-induced inflammatory responses and intestinal barrier dysfunction in Caco-2 cells. *Journal of ethnopharmacology*, 319(Pt 1), 117105. DOI: 10.1016/j.jep.2023.117105.
- Heimesaat, M. M., Mousavi, S., Lobo de Sá, F. D., Peh, E., Schulzke, J. D., Bücker, R., Kittler, S., & Bereswill, S. (2024). Oral curcumin ameliorates acute murine campylobacteriosis. *Frontiers in immunology*, 15, 1363457. DOI: 10.3389/fimmu.2024.1363457.
- Huang, Y., Su, Y., Qin, R., Wang, L., Zhang, Z., Huang, W., Fan, X., Yao, Y., & Wang, H. (2023). Mechanism by which oleracein E alleviates TNBS-induced ulcerative colitis. *European journal of gastroenterology & hepatology*, 35(8), 854–864. DOI: 10.1097/MEG.0000000000002597.
- Kaminsky, L. W., Al-Sadi, R., & Ma, T. Y. (2021). IL-1 β and the Intestinal Epithelial Tight Junction Barrier. *Frontiers in immunology*, 12, 767456. DOI: 10.3389/fimmu.2021.767456.
- Kotha, R. R., & Luthria, D. L. (2019). Curcumin: biological, pharmaceutical, nutraceutical, and analytical aspects. *Molecules (Basel)*, 24(16), 2930. DOI: 10.3390/molecules24162930.
- Lei, F., Zeng, F., Yu, X., Deng, Y., Zhang, Z., Xu, M., Ding, N., Tian, J., & Li, C. (2023). Oral hydrogel nanoemulsion co-delivery system treats inflammatory bowel disease via anti-inflammatory and promoting

- intestinal mucosa repair. *Journal of nanobiotechnology*, 21(1), 275. DOI: 10.1186/s12951-023-02045-4.
- Lin, Y., Liu, H., Bu, L., Chen, C., & Ye, X. (2022). Review of the Effects and Mechanism of Curcumin in the Treatment of Inflammatory Bowel Disease. *Frontiers in pharmacology*, 13, 908077. DOI: 10.3389/fphar.2022.908077.
- Liu, X., Guan, P. Y., Yu, C. T., Yang, H., Shan, A. S., & Feng, X. J. (2022). Curcumin alleviated lipopolysaccharide-induced lung injury via regulating the Nrf2-ARE and NF- κ B signaling pathways in ducks. *Journal of the science of food and agriculture*, 102(14), 6603–6611. DOI: 10.1002/jsfa.12027.
- Lobo de Sá, F. D., Butkevych, E., Natramilarasu, P. K., Fromm, A., Mousavi, S., Moos, V., Golz, J. C., Stingl, K., Kittler, S., Seinige, D., Kehrenberg, C., Heimesaat, M. M., Bereswill, S., Schulzke, J. D., & Bücker, R. (2019). Curcumin Mitigates Immune-Induced Epithelial Barrier Dysfunction by *Campylobacter jejuni*. *International journal of molecular sciences*, 20(19), 4830. DOI: 10.3390/ijms20194830.
- Markwell, M. A., Haas, S. M., Bieber, L. L., & Tolbert, N. E. (1978). A modification of the Lowry procedure to simplify protein determination in membrane and lipoprotein samples. *Analytical biochemistry*, 87(1), 206–210. DOI: 10.1016/0003-2697(78)90586-9.
- Masiuk, D. M., Kokariyev, A. V., Buzoianu, S. G., Firth, A. M., & Nedzvetsky, V. S. (2024). An isotonic protein solution favorably modulated the porcine intestinal immune response and cellular adhesion markers and reduced PEDV shedding in vivo. *Vet Immunol Immunopathol*, 271, 110753. DOI: 10.1016/j.vetimm.2024.110753.
- Masiuk, D. M., Nedzvetsky, V. S., & Baydas, G. (2025). Muramyl peptide blend ameliorates intestinal inflammation and barrier integrity in Caco-2 cells. *Karbala International Journal of Modern Science*, 11(1), 7. DOI: 10.33640/2405-609X.3389.
- Meyer, F., Wendling, D., Demougeot, C., Prati, C., & Verhoeven, F. (2023). Cytokines and intestinal epithelial permeability: A systematic review. *Autoimmunity reviews*, 22(6), 103331. DOI: 10.1016/j.autrev.2023.103331.
- Miner-Williams, W. M., & Moughan, P. J. (2016). Intestinal barrier dysfunction: implications for chronic inflammatory conditions of the bowel. *Nutrition research reviews*, 29(1), 40–59. DOI: 10.1017/S0954422416000019.
- Mohajeri, M., Behnam, B., Cicero, A. F. G., & Sahebkar, A. (2018). Protective effects of curcumin against aflatoxicosis: A comprehensive review. *Journal of cellular physiology*, 233(4), 3552–3577. DOI: 10.1002/jcp.26212.
- Nedzvetsky, V. S., Agca, C. A., & Baydas, G. (2020). The peptidoglycan fraction enriched with muramyl pentapeptide from *Lactobacillus bulgaricus* inhibits glioblastoma U373MG cell migration capability and upregulates parp1 and NF- κ B levels. *Biotechnol Acta*, 13(2), 65–79. DOI: 10.15407/biotech13.02.065.
- Nedzvetsky, V. S., Gasso, V. Y., Agca, C. A., & Sukharenko, E. V. (2021). Soluble curcumin ameliorates motility, adhesiveness and abrogate parthanatos in cadmium-exposed retinal pigment epithelial cells. *Biosystems Diversity*, 29(3), 235–243. DOI: 10.15421/012129.
- Oskouie, M. N., Aghili Moghaddam, N. S., Butler, A. E., Zamani, P., & Sahebkar, A. (2019). Therapeutic use of curcumin-encapsulated and curcumin-primed exosomes. *Journal of cellular physiology*, 234(6), 8182–8191. DOI: 10.1002/jcp.27615.
- Rathinam, V. A. K., Zhao, Y., & Shao, F. (2019). Innate immunity to intracellular LPS. *Nature immunology*, 20(5), 527–533. DOI: 10.1038/s41590-019-0368-3.
- Rawat, M., Nighot, M., Al-Sadi, R., Gupta, Y., Viszwapriya, D., Yochum, G., Koltun, W., & Ma, T. Y. (2020). IL1B Increases Intestinal Tight Junction Permeability by Up-regulation of MIR200C-3p, Which Degrades Occludin mRNA. *Gastroenterology*, 159(4), 1375–1389. DOI: 10.1053/j.gastro.2020.06.038.
- Sánchez de Medina, F., Romero-Calvo, I., Mascaraque, C., & Martínez-Augustin, O. (2014). Intestinal inflammation and mucosal barrier function. *Inflammatory bowel diseases*, 20(12), 2394–2404. DOI: 10.1097/MIB.0000000000000204.
- Sittipo, P., Anggradita, L. D., Kim, H., Lee, C., Hwang, N. S., Lee, Y. K., & Hwang, Y. (2024). Cell Surface Modification-Mediated Primary Intestinal Epithelial Cell Culture Platforms for Assessing Host-Microbiota Interactions. *Biomaterials research*, 28, 0004. DOI: 10.34133/bmr.0004.
- Stephens, M., & von der Weid, P. Y. (2020). Lipopolysaccharides modulate intestinal epithelial permeability and inflammation in a species-specific manner. *Gut microbes*, 11(3), 421–432. DOI: 10.1080/19490976.2019.1629235.
- Suzuki, T. (2020). Regulation of the intestinal barrier by nutrients: The role of tight junctions. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho*, 91(1), e13357. DOI: 10.1111/asj.13357.
- Tamchuk, L. M. (2023). The changes in microbiome key taxa content of broiler chickens' duodenal induced by fatty acids blend supplement. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 11(4), 27–33. DOI: 10.32819/2023.11020.
- Váradi, J., Harazin, A., Fenyvesi, F., Réti-Nagy, K., Gogolák, P., Vámosi, G., Bácskay, I., Fehér, P., Ujhelyi, Z., Vasvári, G., Róka, E., Haines, D., Deli, M. A., & Vecsernyés, M. (2017). Alpha-Melanocyte Stimulating Hormone Protects against Cytokine-Induced Barrier Damage in Caco-2 Intestinal Epithelial Monolayers. *PloS one*, 12(1), e0170537. DOI: 10.1371/journal.pone.0170537.
- Wang, J. W., Pan, Y. B., Cao, Y. Q., Wang, C., Jiang, W. D., Zhai, W. F., & Lu, J. G. (2020). Loganin alleviates LPS-activated intestinal epithelial inflammation by regulating TLR4/NF- κ B and JAK/STAT3 signaling pathways. *The Kaohsiung journal of medical sciences*, 36(4), 257–264. DOI: 10.1002/kjm2.12160.
- Wang, Z., Wang, Q., Gong, L., Liu, T., Wang, P., Yuan, Z., & Wang, W. (2022). The NF- κ B-Regulated miR-221/222/Syndecan-1 Axis and Intestinal Mucosal Barrier Function in Radiation Enteritis. *International journal of radiation oncology, biology, physics*, 113(1), 166–176. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2022.01.006.
- Witika, B. A., Makoni, P. A., Matafwali, S. K., Mweetwa, L. L., Shandele, G. C., & Walker, R. B. (2021). Enhancement of Biological and Pharmacological Proper-

- ties of an Encapsulated Polyphenol: Curcumin. Molecules (Basel, Switzerland), 26(14), 4244. DOI: 10.3390/molecules26144244.
- Wu, X. X., Huang, X. L., Chen, R. R., Li, T., Ye, H. J., Xie, W., Huang, Z. M., & Cao, G. Z. (2019). Paeoniflorin Prevents Intestinal Barrier Disruption and Inhibits Lipopolysaccharide (LPS)-Induced Inflammation in Caco-2 Cell Monolayers. *Inflammation*, 42(6), 2215–2225. DOI: 10.1007/s10753-019-01085-z.
- Xu, J., Liang, R., Zhang, W., Tian, K., Li, J., Chen, X., Yu, T., & Chen, Q. (2020). Faecalibacterium prausnitzii-derived microbial anti-inflammatory molecule regulates intestinal integrity in diabetes mellitus mice via modulating tight junction protein expression. *Journal of diabetes*, 12(3), 224–236. DOI: 10.1111/1753-0407.12986.
- Yan, Z., Niu, L., Wang, S., Gao, C., & Pan, S. (2024). Intestinal Piezo1 aggravates intestinal barrier dysfunction during sepsis by mediating Ca²⁺ influx. *Journal of translational medicine*, 22(1), 332. DOI: 10.1186/s12967-024-05076-z.
- Yang, H., Yu, C., Yin, Z., Guan, P., Jin, S., Wang, Y., & Feng, X. (2023). Curcumin: a potential exogenous additive for the prevention of LPS-induced duck ileitis by the alleviation of inflammation and oxidative stress. *Journal of the science of food and agriculture*, 103(3), 1550–1560. DOI: 10.1002/jsfa.12252.
- Yang, Q., Wan, Q., & Wang, Z. (2024). Curcumin mitigates polycystic ovary syndrome in mice by suppressing TLR4/MyD88/NF-κB signaling pathway activation and reducing intestinal mucosal permeability. *Scientific reports*, 14(1), 29848. DOI: 10.1038/s41598-024-81034-5.
- Ye, M., Wang, C., Zhu, J., Chen, M., Wang, S., Li, M., Lu, Y., Xiao, P., Zhou, M., Li, X., & Zhou, R. (2021). An NF-κB-responsive long noncoding RNA, PINT, regulates TNF-α gene transcription by scaffolding p65 and EZH2. *FASEB journal : official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 35(9), e21667. DOI: 10.1096/fj.202002263R.
- Zamanian, M. Y., Alsaab, H. O., Golmohammadi, M., Yumashev, A., Jabba, A. M., Abid, M. K., Joshi, A., Alawadi, A. H., Jafer, N. S., Kianifar, F., & Obakiro, S. B. (2024). NF-κB pathway as a molecular target for curcumin in diabetes mellitus treatment: Focusing on oxidative stress and inflammation. *Cell biochemistry and function*, 42(4), e4030. DOI: 10.1002/cbf.4030.
- Zhang, L. M., Xin, Y., Song, R. X., Zheng, W. C., Hu, J. S., Wang, J. X., Wu, Z. Y., & Zhang, D. X. (2023). CORM-3 alleviates the intestinal injury in a rodent model of hemorrhage shock and resuscitation: roles of GFAP-positive glia. *Journal of molecular histology*, 54(4), 271–282. DOI: 10.1007/s10735-023-10133-w.
- Zhang, Y. J., & Wu, Q. (2021). Sulforaphane protects intestinal epithelial cells against lipopolysaccharide-induced injury by activating the AMPK/SIRT1/PGC-1α pathway. *Bioengineered*, 12(1), 4349–4360. DOI: 10.1080/21655979.2021.1952368.
- Zhong, Y., Tu, Y., Ma, Q., Chen, L., Zhang, W., Lu, X., Yang, S., Wang, Z., & Zhang, L. (2023). Corrigendum: Curcumin alleviates experimental colitis in mice by suppressing necroptosis of intestinal epithelial cells. *Frontiers in pharmacology*, 14, 1240661. DOI: 10.3389/fphar.2023.1240661.
- Zhu, H., Wang, X., Wang, X., Liu, B., Yuan, Y., & Zuo, X. (2020). Curcumin attenuates inflammation and cell apoptosis through regulating NF-κB and JAK2/STAT3 signaling pathway against acute kidney injury. *Cell cycle (Georgetown, Tex.)*, 19(15), 1941–1951. DOI: 10.1080/15384101.2020.1784599.



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

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

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11708
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:636.083.31:636.4

Bioethical aspects of ensuring the well-being of pigs under intensive farming technologies

N. Yu. Krempa[✉], O. V. Kozenko, B. V. Gutyj, I. V. Dvyliuk, N. V. Magrelo, H. V. Klym, T. V. Martyshuk, U. M. Vus, A. O. Vysotskyi

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

Article info

Received 19.12.2024

*Received in revised form
21.01.2025*

Accepted 22.01.2025

*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*

Krempa, N. Yu., Kozenko, O. V., Gutyj, B. V., Dvyliuk, I. V., Magrelo, N. V., Klym, H. V., Martyshuk, T. V., Vus, U. M., & Vysotskyi, A. O. (2025). Bioethical aspects of ensuring the well-being of pigs under intensive farming technologies. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 26(117), 59–65. doi: 10.32718/nvlvet11708

Under intensive pig breeding technologies, compliance with bioethical requirements and the appropriate level of welfare regulated by Ukrainian law and synchronized with European Union directives is quite challenging to ensure. The work aimed to detail the features of pig breeding technology from the point of view of bioethics, which is closely intertwined with the components of welfare and is one of the most important criteria for its formation. Certain aspects of bioethics regarding the adopted growing technology, conditions of keeping, feeding, and watering were studied at the farm “Agrofirma “YAK”, where a single-phase method of growing pigs is used, the use of which allows to avoid possible technological stresses and implements the implementation of several principles of the “Five Freedoms”, in particular by providing an appropriate living environment, including shelter, a comfortable place for sleeping and resting, and ensuring appropriate conditions and relationships that prevent mental suffering, in particular, the establishment of social and hierarchical relations in a group of similar people, the following freedoms are implemented: “freedom from discomfort” and “freedom from fear and suffering”. Free-range housing of sows with litter ensures nesting before farrowing. It implements “freedom from discomfort”, “freedom to manifest and implement natural behavior”, two-time feeding, free access to water of sufficiently high quality – “freedom from hunger and thirst”, which indicates an ethical attitude towards them. The presence of litter in the premises for piglets allows them to implement a wide range of behavioral manifestations: digging, research activities, playing – “freedom to manifest and implement natural behavior,” and the immutability of the “usual” premises of the young animals allows to avoid the emergence of new social and hierarchical relations or conflicts in a group of their kind when moving and forming new technological groups – “freedom from fear and suffering”. Carrying out planned preventive and therapeutic manipulations to monitor the health of animals ensures compliance with the principle of “freedom from pain, injuries or disease”. The transformation algorithm to sustainable production systems that take into account bioethical aspects and implement animal welfare requirements in practice will be of great importance not only for agricultural producers, processing enterprises, and trade organizations but also for decision-makers in the field of policy, research, and education related to the production of raw materials and products of animal origin. The priority issue is to highlight the sustainable development of livestock farming and the animals' welfare, which are essential for understanding current trends and future development of the industry.

Key words: bioethics, pig welfare, housing technology, the principle of the “Five Freedoms”.

Біоетичні аспекти забезпечення благополуччя свиней за інтенсивних технологій їх вирощування

Н. Ю. Кремпа[✉], О. В. Козенко, Б. В. Гутий, І. В. Двилюк, Н. В. Магрело, Г. В. Клим, Т. В. Мартишук, У. М. Вус, А. О. Висоцький

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

За інтенсивних технологій вирощування свиней дотримання біоетичних вимог та відповідного рівня благополуччя, що регламентується законом України та синхронізується із директивами Європейського Союзу, досить важко забезпечити. Метою роботи було детальне вивчення особливостей технологій вирощування свиней з точки зору біоетики, яка тісно переплітається із складовими благополуччя і є одним із найважливіших критеріїв його формування. Окремі аспекти біоетики щодо прийнятої технології вирощування, умов утримання, годівлі та напування було вивчено у господарстві “Агрофірма “ЯК”, де застосовують однофазний спосіб вирощування свиней, використання якого дозволяє оминати ймовірні технологічні стреси та реалізує виконання відразу декількох принципів “П’яти свобод”, зокрема шляхом надання відповідного середовища проживання, включаючи сховок, зручне місце для сну і відпочинку та забезпечення відповідних умов і стосунків, що запобігають ментальному стражданню, зокрема встановлення соціально-ієрархічних відносин в групі собі подібних, реалізовано наступні свободи “свобода від дискомфорту” та “свобода від страху і страждання”. Вільно-боксове утримання свиноматок із підстилкою забезпечує гніздування перед опоросом та реалізує “свободу від дискомфорту”, “свободу прояву і реалізації природної поведінки”, дворазова годівля, вільний доступ до води достатньо високої якості – “свободу від голоду і спраги”, що свідчить про етичне ставлення до них. Наявність підстилки у приміщенні для поросят дозволяє їм реалізувати широкую палітру поведінкових проявів: риття, дослідницької діяльності, гри – “свобода прояву та реалізації природної поведінки”, а незмінність “звичного” приміщення молодняка дозволяє уникнути виникнення нових соціально-ієрархічних відносин або їх конфліктів в групі собі подібних при переміщенні та формуванні нових технологічних груп – “свобода від страху і страждання”. Проведення планових профілактичних та терапевтичних маніпуляцій щодо моніторингу стану здоров’я тварин забезпечують дотримання принципу “свободи від болю, травм чи хвороби”. Алгоритм трансформації до сталих виробничих систем, що враховують біоетичні аспекти та реалізують на практиці вимоги благополуччя тварин, матиме велике значення не лише для сільськогосподарських виробників, переробних підприємств та торговельних організацій, але й для осіб, які приймають рішення у сфері політики, досліджень та освіти, пов’язаних з виробництвом сировини та продукції тваринного походження. Пріоритетним питанням є висвітлення сталого розвитку тваринництва та благополуччя самих тварин, які є важливими для розуміння тенденцій сьогодення та майбутнього розвитку галузі.

Ключові слова: біоетика, благополуччя свиней, технологія утримання, принцип “П’яти свобод”.

Вступ

Із проблемою дотримання вимог біоетики у тваринництві пов’язане не лише питання використання тварин для наукових досліджень, а й етичного ставлення до них в процесі вирощування, утримання, транспортування та забою, які нерозривно пов’язані із благополуччям цих тварин. Висвітлюючи питання біоетики щодо забезпечення благополуччя у тваринництві, варто детально розібратись (вияснити) що ж таке “біоетика” та “благополуччя” тварин, що вони гарантують та від чого оберігають як тварин, так і споживачів їхньої продукції.

Згідно енциклопедичних визначень, термін “Біоетика” в перекладі з грецької означає “етика життя” або “життєва етика” і її завданням є вивчення проблем моралі всього живого. Визначення “Біоетика” набуло поширення після публікації у 1969 р. книги В. Поттера “Bioethics: Bridge to the Future” (“Біоетика: міст у майбутнє”, Нью-Джерсі), а також після заснування того ж року у США першого Інституту з питань біоетики, так званого Центру Гастінгса. Варто зазначити, що вперше розгорнуте публічне обговорення проблем біоетики відбулося у м. Нюрнберг у 1946 р., яке обумовили псевдомедичні дослідження, що проводилися на людях німецькими лікарями у період Другої світової війни. Власне тоді, у Нюрнберзі, було складено перший міжнародний документ, що стосувався біоетики, так званий “Нюрнбергський кодекс”, котрий регламентував проведення наукових досліджень та експериментів над людьми. Згодом, у 1948-1975 р.р. було опубліковано праці присвячені питанням медичної етики “Женевська декларація” (1948), “Міжнародний кодекс з медичної етики” (Лондон, 1949 р.), “Гельсінсько-Токійська декларація” (1964, 1975 р.р.). Принципи викладені у цих документах не були вимогами закону і не мали жодної юридичної

сили, а лише нормами моралі і носили добровільний характер. Хоча вищеописані дані хронології розвитку гуманної біоетики прямого відношення до тваринництва не мають, проте це відобразилось на сприйнятті-розумінні проблематики та розширило світогляд по відношенню етичного ставлення до тварин в процесі їхнього вирощування, транспортування та забою, від чого у великій мірі залежить й якість та безпечність сировини та продукції тваринного походження (Gompertz, 1992; Kurtiak & Simonov, 2008; Pro zakhyst tvaryn..., 2010; Iurchenko, 2012; Stybel & Simonov, 2018; Bocharova, 2019).

Згідно визначення світової організації People for the ethical treatment of animals (PETA) – етичне ставлення до тварин має місце та відображається у сферах та періодах життя тварин, коли вони зазнають найбільших страждань, зокрема за використання в ході експериментально-лабораторних досліджень (тестування та досліді на тваринах), виробничому циклі харчового ланцюга (промислове тваринництво), легкій промисловості (використання хутра, шкіри, вовни, пуху) та індустрії розваг (бої биків, утримання тварин у зоопарках). Основна ідея полягає в тому “...що тварини можуть страждати, відчувати біль” (Boreiko & Pustovit, 2018; Iukhymenko et al., 2021).

“Тваринна етика” – це термін, який використовується в наукових колах для назви галузі етики, яка вивчає моральну складову відносин між людиною та тваринами. Вона розглядає права тварин на благополуччя, законодавство про тварин, моральний статус тварин, видову дискримінацію (Bentham, 1789; Beauchamp & Frey, 2011; Carr, 2017; ISO 22000).

Згідно із висловлюванням Міжнародного епізоотичного бюро (МЕБ), вислів “Благополуччя тварин” означає те, як тварина справляється з умовами, в яких вона живе і є важливою складовою харчового ланцюга “з лану до столу”, а також пріоритетом в контексті

розробки більш сталої політики щодо виробництва харчових продуктів (Zakon Ukrainy, 1992; Zakon Ukrainy, 2006; Krempa et al., 2024), який закріплено на законодавчому рівні не лише України. Перший закон щодо благополуччя тварин, тоді ще “добробуту тварин”, зокрема стосовно захисту великої рогатої худоби, коней і овець було видано у Британії (1822 р.). Згодом було засноване товариство із запобігання жорстокого поводження з тваринами (1824 р.), яке у 1840 році, названо Королівським товариством по запобіганню жорстокого ставлення до тварин (RSPCA). На початку XIX століття розпочато використання методів механічного і електричного оглушення тварин, а в 1933 році “узаконили” рекомендації щодо передзабійного оглушення тварин.

У 1964 році Ruth Harrison написала книгу про сучасне сільське господарство, зокрема особливості інтенсивного тваринництва та птахівництва у Великій Британії під назвою “Animal machines”, основна увага якої була зосереджена на лікуванні, умовах утримання та годівлі тварин на промислових фермах, питанням благополуччя тварин та захисту споживачів. Книга мала глибокий вплив на громадську думку щодо якості життя тварин, що вирощуються на фермах та значно підвищила обізнаність громадськості в питаннях забезпечення благополуччя тварин і, сформувавши реальне розуміння умов ферми, призвела до правових реформ – створення Брамбельського комітету (1965 рік) і, власне, комітетом зроблено висновок про те, що благополуччя тварин враховує питання стану як фізичного, так і ментального здоров’я тварин із врахуванням можливостей реалізації поведінкових проявів. Брамбельським комітетом започатковано використання принципів “П’яти свобод”, які є головними критеріями благополуччя.

Всесвітнє товариство захисту тварин (World Society for the Protection of Animals, WSPA) разом із спеціалістами ветеринарного факультету Брістонського університету, займаючись розробкою наукових досліджень з питань “welfare” тварин, приділяють велику увагу таким аспектам, як рівень благополуччя тварин з точки зору догляду за тваринами та правильного розуміння їх потреб; етики – моральність, вчинки людей стосовно тварин та право благополуччя – як люди повинні поводитися з тваринами в плані законодавчого захисту.

В ході аналізу останніх досліджень та наукових публікацій стосовно висвітлення проблематики забезпечення благополуччя свиней з дотриманням біоетики, сформувалась потреба розширення інформаційно-просвітницького середовища, спрямованого на підвищення рівня обізнаності та формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо використання інтенсивних технологій у свиноводстві.

Мета дослідження

Висвітлити питання етичного ставлення до свиней в процесі їх вирощування із забезпеченням відповідного рівня благополуччя, розширення та узагальнення розуміння даного питання як в практичному, так і законодавчому полях виконання.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження та аналіз рівня забезпечення благополуччя свиней та технологічних особливостей вирощування свиней з етичної точки зору проведено в умовах господарства ТзОВ “Агрофірма “ЯК”, а також наукові публікації, оприлюднені в базах даних наукових видань ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького, Закон України “Про ветеринарну медицину” та “Про захист тварин від жорстокого поводження”, директиви ЄС та огляд робочої групи по адаптації законодавства України щодо ЄС.

Для досягнення поставленої мети передбачено вивчення особливостей прийнятої в господарстві технології вирощування свиней; мікрокліматичної картини; аналізу рівня годівлі та санітарно-гігієнічної оцінки фізичних та хімічних показників води для напування тварин; показників загального клінічного стану. Визначали в умовах господарства показники мікроклімату. Аналіз якості води проводили в лабораторії кафедри гігієни, санітарії та загальної ветеринарної профілактики імені М. В. Демчука.

Усі маніпуляції проводились відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Official Journal of the European Union L276/33, 2010). В ході досліджень жодна тварина не зазнала страждань та болю.

Результати та їх обговорення

Дослідження проведено на базі фермерського господарства ТзОВ “Агрофірма “ЯК”, яке на даний час працює як репродуктор з розведення скороспілих порід свиней м’ясного напрямку продуктивності на основі порід Ландрас та Велика Біла, із однофазним способом вирощування. Господарство вільне від інфекційних захворювань.

Розташування ферми відповідає встановленим вимогам чинних “Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів”, затверджених Наказом МОЗ України від 19.06.96 р. № 173, ДБН 360-92 “Містобудування. Планування і забудова міських та сільських поселень”, ДБН А.2.2-3-2004 “Склад, порядок, розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва”, ДБН Б.2.4-3-95 “Генеральні плани сільськогосподарських підприємств”. Відповідно до вимог санітарно-гігієнічних правил, ферма побудована за межами населеного пункту (санітарно-захисний розрив орієнтовно 500 – 700 м).

Для комплектування свиноферми використовують тварин із високим генетичним потенціалом, в основному це свині скороспілих порід м’ясного типу, які в міру своїх біологічних особливостей та збалансованості раціону інтенсивно збільшують загальну м’язову тканину, досягаючи максимальної межі росту і ваги за 210–220 днів понад 100 кг живої ваги. Такий інтенсивний ріст за короткий проміжок часу є основним показником доцільності та економічної вигідності вирощування таких порід свиней, що пояснюється висо-

ким рівнем конверсії корму на 1 кг приросту і скорочує термін відгодівлі тварин даного виду.

При вивченні та оцінці технології вирощування свиней у господарстві з точки зору благополуччя, встановлено, що використання однофазного способу вирощування дозволяє оминати низку технологічних стресів: формування нових технологічних груп, які супроводжуються соціально-ієрархічними відносинами, змінами раціону, змінами приміщень, переведенням у незнайомі приміщення. Власне такі технологічні рішення позитивно відображаються на психоемоційному стані тварин і вказують на етичне ставлення до них (People for the ethical treatment of animals, 1980). Дане господарство, використовуючи однофазний спосіб вирощування свиней, забезпечує ефективне використання своїх приміщень, адже після відлучення здійснюється продаж молодняка для дорощування та відгодівлі вже у приватних секторах, а приміщення, після комплексної санітарної обробки знову використовуються. Відлучення поросят хоча і здійснюють на 28 добу життя (це вважається раннім відлученням), проте за однофазного їх утримання, поросята, залишаючись у вже звиклому для них приміщенні-середовищі, не піддаються впливам вищеописаних технологічних стресів. В “звичному” приміщенні молодняк перебуває до часу, коли їх не куплять фермери або набуття товарної ваги понад 110 – 120 кг із проведенням планових дегельмінтизацій, вакцинацій та терапії із профілактики залізодефіцитної анемії, що реалізує виконання принципів “П’яти свобод”, одна із яких власне і регламентує свободу від хворіб і страждань, які тварині можуть спричинити паразити, хвороби чи анемія (Demchuk et al., 2009; Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, 2021).

Аналізуючи технологію та умови утримання свиней з точки зору благополуччя, доречно наголосити, що із початком господарсько-виробничої діяльності ферми, було проведено роботи реконструкції виробничих приміщень. Частково відновлено та замінено покрівельний матеріал даху, знищені дерев’яні віконні рами замінили новими металопластиковими конструкціями, проведено “ямковий ремонт” долівкових поверхонь, а також повністю замінено обладнання, яке в силу довготривалого їх використання та дії агресивного середовища зазнало корозійних змін, що могло б травмувати тварин (бункери-годовниці, ніпельні напувалки). Це вказує на факт турботи про тварин та етичного ставлення до них, а забезпечення їх комфортними умовами (відсутність перетягів через несправність вікон чи вибоїн на підлозі), вказують на дотримання “свободи від дискомфорту, страждання”.

Для утримування холостих і порослих свиноматок використовують метод групового, вільно-боксівового утримування по 5–6 тварин у секції на бетонній підлозі з використанням солом’яної підстилки. За 5 днів до опоросу свиноматок переводять у родильне відділення. Для кожної тварини відведено окремі бокс, її не фіксують і весь період лактації до відлучення свиноматка вільно пересувається по відведених їй території (рис. 1). Прийнята в господарстві технологія утримання маточного поголів’я, забезпечує досить високі показники продуктивності самок: за опорос

приводить 11–12 поросят вагою $1,220 \pm 0,1$ кг, до 10-денного віку середньодобовий приріст поросят становить $170 \pm 2,8$ грамів, до 30-денного $305 \pm 3,6$ грамів. Збереженість поросят в середньому 88 %. Такі дані вказують на забезпечення достатнього рівня благополуччя свиноматок, які мають можливість реалізовувати свої природні інстинкти та поведінкові прояви (Demchuk et al., 2009).

Для поросят облаштовано “будиночки з лазами”, які розташовані у тильній частині секції (рис. 1) над якими підвішені ІЧ-лампи, для забезпечення локального обігріву, що вказує на факт не лише забезпечення економічної доцільності, а й турботи про поросят, яке ґрунтується на врахуванні фізіологічних та біологічних особливостей організму поросят (терморегуляційні механізми ще не сформовані), а також розумінні сили впливу сукупності абіотичних чинників таких як температурно-вологісний режим та охолоджуюча сила повітря на організм новонароджених поросят і економічних збитків від цього (Demchuk et al., 2006).



Рис. 1. Вільно-боксівове утримання локальним обігрівом, фото автора

Поросята мають можливість ховатися у будиночках з солом’яною підстилкою та обігрівом (рис. 2), що вказує на можливість реалізації природних інстинктів використання схованки у разі небезпеки “свобода від страху і стресу” та “свобода від дискомфорту” (Hryshchenko, 2017). Наявність достатньої кількості солом’яної підстилки сприяє реалізації широкій палітри проявів природної поведінки, зокрема риття, пошуку їжі, дослідницької діяльності, що гарантує виконання “свободи природної поведінки” та директиви ЄС, згідно якої “свині повинні мати постійний доступ до матеріалу для дослідження і маніпуляцій, таких як солома, сіно, дерево, тирса, грибний компост, торф або їх суміш в достатній кількості ...” (Ievropeiska konventsia..., 1986; Stevenson, 2012). У 28-денному віці здійснюють відлучення, за якого молодняк залишається у цьому ж приміщенні, а свиноматку переводять в дільницю для холостих свинок. Поросят, окрім вищеописаних планових ветеринарних та зоотехнічних обробок, проводять кастрацію самців (методом “відриву”) та сточування різців. На даному етапі технологічного процесу хоч і виконується “свобода від болю, травм або хвороби”, проте водночас порушується “Європейська декларація альтер-

нативних методів хірургічної кастрації свиней” (Stevenson, 2012).



Рис. 2. Утримання поросят-сисунів з лактуючої свиноматки, фото автора

Згідно результатів дослідження мікрокліматичних показників у приміщеннях для вирощування свиней, технологічної групи – відлучення, які були проведені у перехідний період, температура повітря, становила 19,1 °С. Відповідно, показник температури повітря був дещо заниженим при абсолютній вологості повітря 10,12 г/м³ та відносній 56,37 %. Показник атмосферного тиску, відповідає нормі для нашої місцевості, 763 мм. рт. ст., а коефіцієнт природньої освітленості становив 1:10. Різниця показників максимальної та абсолютної вологості повітря (показник дефіциту насичення повітряного середовища) даного приміщення становили 10,63 г/м³. Говорячи про охолоджуючі властивості повітря, встановлено, що показник ката-індексу сягнув позначки 3,17 мкал/см²/с із швидкістю руху повітряних мас 0,12 м/с. Вміст аміаку у приміщенні становив 21,0 мг/м³, який хоч і не відповідає найкращій бальній оцінці, проте не перевищував гранично допустимій його концентрації, встановленої санітарно-гігієнічними нормами.

Згідно санітарно-гігієнічного режиму, прибирання гною проводили гноетранспортером ТСН-160 скребкового типу, 2 рази на добу. Відстоювання гною відбувалось у гноєсховищах закритого типу і використовувалось як добриво. Профілактичну дезінфекцію тваринницьких приміщень здійснювали за присутності свиней, використовуючи аерозольний метод та деззасіб “Аеродез”. По завершенні технологічного циклу приміщення, в якому перебували тварини, очищують механічним способом від бруду та органіки, ретельно миють всі поверхні, проводять дезінфекцію та висушування. В господарстві чітко дотримуються принципу “все зайнято – все пусто” із санітарною витримкою (розривом), яке передбачає витримування продезінфікованого чистого приміщення без заселення нових тварин не менше 14 діб (Demchuk et al., 2006).

Для годівлі тварин використовують концентратний тип годівлі, для здійснення якої використовують зерно, вирощене на власних земельних угіддях. Технологічно дотримуючись вимог заготівлі та зберігання зернових, після їх подрібнення-змелювання, змі-

шують із доповнюючою мінеральною кормовою сумішшю для тварин різного вікового та фізіологічного періоду. Роздачу сухих кормів здійснюють вручну, двічі на день, використовуючи групові годівничі-бункери, із фронтом годівлі 40 см для свиноматок та 35 см для молодняка.

Напувають тварин водою із місцевої скважини. За результатами досліджень, прозорість питної води становила 28 см що, найімовірніше, є підтвердженням фактично відсутніх нерозчинних речовин. Провівши аналіз на виявлення запаху та смаку (післясмаку), встановлено відповідність у 1 бал, яка підтверджує відсутність біологічних речовин та газів. Показник перманганатної окислюваності сягнув рівня 0,009 мг О₂ на 1 л води, а кількість розчиненого О₂ – 2,59 мг О₂ на 1 л, що вказує на забруднення вод органікою. Активна реакція (рН) дослідної води відповідала значенню 7. Вміст NH₃ (амонійного азоту) – 0,4 мг/л, вміст нітритів – 0,004 мг/л, нітратів – <0,001 мг/л. Комплексний показник даних досліджень з однієї сторони підтверджують закінчення процесів самоочищення води, але високий показник вмісту аміаку свідчить про недавнє повторне надходження “забрудника”, найімовірніше, органічного походження. Наявність хлоридів та сульфатів представлена 1–10 мг/л. Загальна твердість води – 24 мг-екв/л, усувна – 8,4 мг-екв/л, відповідно постійна – 14,7 мг-екв/л. Такі показники пояснюються тим, що у воді в великій кількості наявний кальцій та магній. Підсумовуючи дані досліджень якості води, можна зробити висновок, що за фізичними властивостями та хімічним складом більшість показників вкладались у допустимі санітарні та гігієнічні вимоги та норми, за винятком вмісту амонійного азоту. Відтак, продовжуючи господарське користування такою водою слід вжити заходів для її покращення. Найімовірніше, відхилення окремих показників від загальноприйнятих гігієнічних норм є результатом дії сукупності чинників, зокрема самого вододжерела та власне її подачі.

Вплив таких умов утримання свиней у 30 добовому віці відобразився на клінічних показниках певними змінами: температура тіла коливалась в межах 39,3 °С, частота дихання – 19,8 дих. рухів /хв та показник частоти пульсу – 73,6 уд./хв. Положення тіла тварин в просторі природнє, тварини демонструють активну форму поведінки з проявами особливостей видових потреб – риття, пошук їжі, гри.

Підбиваючи підсумки даної роботи, слід акцентувати увагу на певних висловлюваннях провідних спеціалістів у сфері забезпечення благополуччя тварин: “Хороші фермери дбають про добробут своїх тварин. Персонал є більше задоволеним якщо знають, що тварини задоволені і в прекрасному стані. Хороший догляд за тваринами є вигідним для суспільства. Є багато свідчень, що жорстокість по відношенню до тварин, призводить до жорстокого поводження з людьми (Ascione and Arkow, 1999). І навпаки, у суспільстві де дбають про добробут тварин, так само дбають і про добробут людей” (Співчуття у фермерстві. Вступ у добробут тварин, 2015 CIWF.IN.UA)

Висновки

Використання однофазного способу вирощування свиней, оминаючи ймовірні технологічні стресові ситуації, реалізує виконання відразу декількох принципів “П’яти свобод”, зокрема, шляхом надання відповідного середовища проживання, включаючи сховок, зручне місце для сну і відпочинку та забезпечення відповідних умов і стосунків, що запобігають ментальному стражданню, зокрема встановлення соціально-ієрархічних відносин в групі собі подібних реалізовано свободи “свобода від дискомфорту” та “свобода від страху і страждання”.

Дотримання етичного ставлення до свиноматок та забезпечення належного рівня благополуччя прослідковується впродовж усього виробничо-репродуктивного циклу, на яке вказують: вільно-боксове утримання свиноматок усіх фізіологічних періодів – реалізація “свободи від дискомфорту”, дворазова годівля концентратного типу, вільний доступ до води достатньо високої якості – “свобода від голоду і спраги”, що відобразилось відповідними показниками продуктивності свиноматок та відсотком збереженості поросят.

Використання підстилки як при утримуванні свиноматок, так і за вирощування молодняка дозволяє реалізувати усю палітру поведінкових проявів: гніздування перед опоросом в свиноматок та риття, гри, дослідницької діяльності у поросят – “свобода прояву та реалізації природної поведінки”, а незмінність “старого” приміщення для утримання молодняка дозволяє уникнути нових соціально-ієрархічних відносин в групі собі подібних при переміщенні та формуванні нових технологічних груп – “свобода від страху і страждання”.

Проведення планових профілактичних та терапевтичних маніпуляцій щодо моніторингу стану здоров’я тварин забезпечують виконання “свободи від болю, травм чи хвороби”.

Перспективи подальших досліджень. Занепокоєння наукової спільноти щодо етичного ставлення до тварин, особливо за інтенсивних технологій їх вирощування, наслідків технологічних стресів і їх впливу на формування рівня благополуччя тварин, відтак і на якість та безпечність сировини тваринного походження, спонукає нас до подальшого наукового пошуку нових теоретичних та практичних методів забезпечення відповідного рівня благополуччя у виробничих умовах.

Подяка

Висловлюємо слова вдячності власникам господарства ТзОВ “Агрофірма “ЯК” за можливість вивчення технологічних особливостей вирощування свиней у даному господарстві із забезпеченням відповідного рівня благополуччя.

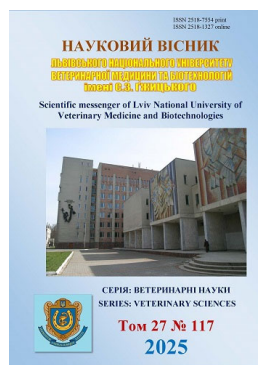
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Beauchamp, T. L., & Frey, R. G. (2011). The Oxford Handbook of Animal Ethics. Oxford University Press. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780195371963.001.0001.
- Bentham, J. (1789). Introduction to the Principles of Morals and Legislation, 1789. URL: <https://www.earlymoderntexts.com/assets/pdfs/bentham1780.pdf>.
- Bocharova, O. V. (2019). NASSR i systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovoi produktii : pidruchnyk. Odesa : Atlant (in Ukrainian).
- Boreiko, V. Ye., & Pustovit, N. A. (2018). Ekolohichna etyka ta humanne stavlennia do tvaryn ta roslyn. K.: Kyivskiy ekoloho-kulturnyi tsentr, Asotsiatsiia zoozakhyshnykh orhanizatsii Ukrainy. URL: <https://ecoethics.com.ua/wp-content/uploads/2011/11/posibnyk0.pdf> (in Ukrainian).
- Carr, D. J. (2017). The Historical Development of Animal Welfare Law in Nineteenth Century Scotland. Rochester, NY. DOI: 10.2139/ssrn.3062845.
- Demchuk, M. V., Chornyi, M. V. Zakharenko, M. O., Vysokos, M. P. (2006). Hihiena tvaryn: Pidruchnyk. Druhe vydannia. Kharkiv (in Ukrainian).
- Demchuk, M. V., Kozenko, O. V., Dvyliuk, I. V., Bohachyk, O. H., & Staiennyi, O. V. (2009). Metodychni vkazivky z kursu “Zahalna veterynarna profilaktyka” rozdil “Dobrobut tvaryn” (in Ukrainian).
- Gompertz, L. (1992). Moral inquiries on the situation of man and of brutes, Lewiston: Edwin Mellen Press. URL: <https://archive.org/details/moralinquiriesonthesituationofmanandofbrutes-lewisgompertz/page/n17/mode/2up>.
- Hryshchenko, S. M. (2017). Etolohiia svynei za ryznykh umov utrymannia. Naukovi dopovidi Natsional-noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy, 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_20 (in Ukrainian).
- Ievropeiska konventsiiia pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia doslidnykh ta inshykh naukovykh tsilei. Strasburh, 18 bereznia 1986 roku, s. 11. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_137#Text (in Ukrainian).
- ISO 22000 Food safety management system – Requirements for any organization in the food chain. URL: <https://www.tqcsi.com/certification-of-standards/iso-22000-certification-food-safety-management-system>.
- Iukhymenko, P. I., Bilkevych, V. V., & Mashkin, Yu. O. (2021). Bezpechnist i yakist produktiv kharchuvannia ta prodovolchoi syrovyny na pidpriemstvi. Derzhava ta rehiony, 4, 82–89. URL: http://www.econom. state-andregions.zp.ua/journal/2021/4_2021/15.pdf (in Ukrainian).
- Iurchenko, V. V (2012). Vvedennia v “Osnovy biobezpeky ta bioetyky”: Metodychnyi posibnyk z nav-chalnoi dystsypliny “Osnovy biobezpeky, bioetyky ta veterynarnoi ekolohii”. Kharkiv: KhDZVA (in Ukrainian).
- Krempa, N. Yu., Kozenko, O. V., Gutyj, B. V., Dvyliuk, I. V., Magrelo, N. V., Klym, H. V., Martyshuk, T. V., Vus, U. M., & Vysotskyi, A. O. (2024). Assessment of the level of welfare under modern pigkeeping technologies, taking into account their ethological needs and characteristics. Scientific Messenger of

- Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(116), 284–291. DOI: 10.32718/nvlvet11641.
- Kurtiak, B. M., & Simonov, R. P. (2008). Bezpeka prodovolchoi syrovyny kharchovoi produktsii ta upravlinnia yakistiu u lvivskii oblasti. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho, 10(1(36), 229–235 (in Ukrainian).
- Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy 08 liutoho 2021 roku N 224. Vymohy do blahopoluchchia svynei pid chas yikh utrymannia. URL: <https://me.gov.ua/view/58e4aaf9-c019-4fc3-a111-d7a54ab2d250> (in Ukrainian).
- People for the ethical treatment of animals, 1980. URL: <https://www.history.com/this-day-in-history/peta-is-founded>.
- Pro zakhyst tvaryn, vykorystovuvanykh u naukovykh tsiliakh: Dyrektyva Yevropeiskoho Parlamentu ta Rady Yevropy №2010/63/EU vid 22.09.2010 r. (in Ukrainian).
- Stevenson, P. (2012). Zakonodavstvo Yevropeiskoho Soiuzu po dobrobutu produktyvnykh tvaryn. Compassion in World Farming. URL: https://ciwf.in.ua/wp-content/uploads/2015/04/Legislation_faw_ukr.pdf (in Ukrainian).
- Stybel, V. V., & Simonov, M. R. (2018). Upravlinnia bezpechnistiu produktiv kharchuvannia: prakty-chnyi posibnyk. Lviv: TzOV Halytska vydavnycha spilka (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy “Pro veterynarnu medytsynu” (Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 1992, № 36, st.531). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2498-12#Text> (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy vid 21.02.2006 No 3447-IV “Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11709
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616-84:616-092:616-032:636.7

Pyoderma in dogs (*classification, pathogenesis, main pathogens, treatment*)

V. M. Bubnov[✉], Ya. V. Kisera, Yu. V. Martyniv

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

Article info

Received 23.12.2024
Received in revised form
23.01.2025
Accepted 24.01.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-050-392-51-33
E-mail:
bubnov.volodymyr@gmail.com

Bubnov, V. M., Kisera, Ya. V., & Martyniv, Yu. V. (2025). Pyoderma in dogs (*classification, pathogenesis, main pathogens, treatment*). *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 26(117), 66–73. doi: 10.32718/nvlvet11709

The skin is the largest immune organ and the first obstacle to the penetration of pathogenic microorganisms into the host's body. The surface of the animal's body is inhabited by many microbes that ensure the homeostasis of the covering tissues. Mutual cooperation between microbial inhabitants and host cells supports both morphological and functional properties of the skin. A characteristic feature of representatives of the skin microbiome is the ability to colonize, that is, the very support of the development of a certain population of bacteria for a long time in the absence of signs of skin disease. Many opportunistic microorganisms live on the surface of the skin, which under favorable conditions can become pathogenic if their excessive or uncontrolled reproduction. A number of authors refer to such microbes as: streptococci, staphylococci, dermatophyte fungi, and bacteria of the *Escherichia coli* group. Violation of the epithelial barrier and injuries, parasites, thermal exposure, irritation of an allergic or hormonal nature leads to inflammation of the skin – dermatitis. Depending on the cause, the following types of dermatitis are mainly distinguished: traumatic, contact, atopic, parasitic, allergic, fungal and bacterial. Usually, each of the mentioned dermatitis is aggravated by bacteria, and in case of existing skin lesions, it allows microorganisms to penetrate from the surface to the lower layers of the skin and cause a purulent bacterial infection – pyoderma. Pyoderma refers to factor diseases, that is, those that occur most often under certain conditions, which are systemic or local in nature. Such conditions can serve as: immunosuppressive conditions, the course of diseases of various etiology, which are characterized by skin damage, maceration and mechanical traumatization. According to the depth of skin damage, pyoderma is classified into superficial and deep. Among the skin commensals, staphylococci are the main causative agents of pyoderma. Staphylococci are normally present not only on the skin of animals, but are very widespread in nature and have evolved a high resistance to antimicrobial drugs. Resistance to antibiotics creates difficulties for veterinarians in providing care to sick animals. In general, the treatment of pyoderma is long-term and requires a complex approach: elimination of the causes of the disease, use of antimicrobial drugs with mandatory determination of the sensitivity of microorganisms to them, cleaning of the skin with the use of washing, external application of antiseptic drugs, as well as the use of anti-inflammatory and sedative drugs. Therefore, the only effective method of therapy, according to various authors, is the use of antibiotics to which the pathogen is sensitive. This leads to antibiotic resistance of the bacterial microflora. The emergence of resistance of pathogens to antimicrobial agents makes further treatment impossible. The analysis of literary data indicates that pyodermas in dogs occur most often under certain conditions, which can be skin diseases of various etiologies. Therefore, the work of scientists should be aimed at the development and implementation of therapeutic measures and means that would neutralize bacterial agents without causing them to become resistant to antibiotics. The article describes the mechanisms of infection and possible favorable factors that are the key to this process. Issues of approach and treatment of pyoderma and complications related to it are highlighted. On the basis of the received data, an analysis was carried out and a perspective vector was formed for the further direction of scientific research, which would allow to eliminate the problem of this disease.

Key words: dermatitis, pyoderma, staphylococcus, antibiotic resistance, microflora, skin.

Піодермії у собак (класифікація, патогенез, основні збудники, лікування)

В. М. Бубнов[✉], Я. В. Кісера, Ю. В. Мартинів

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

Шкіра – найбільший імунний орган і найперша перешкода на шляху проникнення хвороботворних мікроорганізмів в організм господаря. Поверхню тіла тварин заселяють багато мікробів, які забезпечують гомеостаз покривних тканин. Взаємна співпраця між мікробними мешканцями та клітинами господаря підтримує як морфологічні, так і функціональні властивості шкіри. Характерною властивістю представників мікробіому шкіри є здатність до колонізації, тобто самопідтримки розвитку певної популяції бактерій протягом тривалого часу за відсутності ознак хвороби шкіри. На поверхні шкіри живуть чимало умовнопатогенних мікроорганізмів, які за сприятливих умов можуть ставати патогенними при умові їх надмірного чи безконтрольного розмноження. До таких мікробів ряд авторів зараховують: стрептококи, стафілококи, дерматофітні гриби та бактерії групи кишкової палички. Порушення епітеліального бар'єру та травми, паразити, термічний вплив, подразнення алергічної чи гормональної природи призводять до запалення шкіри – дерматиту. Залежно від причини виникнення, в основному вирізняють такі види дерматитів: травматичний, контактний, atopічний, паразитарний, алергічний, грибковий та бактеріальний. Зазвичай кожен зі згаданих дерматитів обтяжується бактеріальним та за наявних уражень шкіри дозволяє мікроорганізмам проникати з поверхні у нижні шари шкіри і обумовити гнійну бактеріальну інфекцію – піодермію. Піодермія належить до факторних захворювань, тобто тих, які виникають найчастіше за певних умов, які мають системний чи місцевий характер. Такими умовами можуть слугувати: імуносупресивні стани, перебіг різної етіології захворювань, які характеризуються ураженням шкіри, мацерації та механічної травмизації. Класифікують піодермію за глибиною ураження шкіри на поверхневу та глибоку. Основними збудниками, що викликають піодермію, серед коменсалів шкіри є стафілококи. Стафілококи в нормі присутні не тільки на шкірі тварин, а й дуже широко розповсюджені в природі та еволюційно сформували високу стійкість до антимікробних препаратів. Резистентність до антибіотиків створює труднощі для лікарів ветеринарної медицини при наданні допомоги хворим тваринам. Засадом лікування піодермії довготривале та вимагає комплексного підходу: усунення причин захворювання, застосування антимікробних препаратів з обов'язковим визначенням чутливості мікроорганізмів до них, чисткою шкіри з застосуванням ванн, зовнішнім застосуванням антисептичних препаратів, а також використання протизапальних та заспокійливих препаратів. Тому єдиним ефективним методом терапії, як стверджують різні автори, є використання антибіотиків, до яких чутливий збудник. Це призводить до антибіотикорезистентності бактеріальної мікрофлори. Виникнення резистентності збудників до протимікробних засобів унеможливає подальше лікування. Аналіз літературних даних вказує на те, що піодермії у собак виникають найчастіше за певних умов, якими можуть бути захворювання шкіри різної етіології. Тому робота вчених має бути націлена на розробку та впровадження лікувальних заходів та засобів, які б нейтралізували бактерійних агентів, не викликаючи у них резистентності до антибіотиків. У статті описані механізми інфікування та можливі сприятливі фактори, які є запорукою цього процесу. Висвітлені питання підходу та проведення терапії піодермії та ускладнень пов'язаних з нею. На підставі одержаних даних проведений аналіз та сформований вектор перспективи подальшого напрямку наукових досліджень, які б дозволили усунути проблему даного захворювання.

Ключові слова: шкіра, дерматит, піодермія, стафілокок, мікрофлора, антибіотикорезистентність.

Вступ

Шкіра покриває зовнішню поверхню тіла, це складна та динамічна екосистема, яка є основною мішенню для прокаріотів та інших організмів. Згідно з постулатами класичної фізіології, вона запобігає втраті рідини, захищає від фізичних і хімічних пошкоджень, бере участь у регулюванні температури і артеріального тиску, виробляє вітамін D, слугує сенсорним органом, зберігає жир, вітаміни, вуглеводи та білки. Сучасний рівень знань дозволяє виокремити ще одну важливу функцію – захист від інфекцій, шляхом блокування проникнення патогенів через фізичний, хімічний та імунний бар'єр. Одночасно шкіра слугує захисною нішею для її резидентної мікобіоти, відомої як мікробіом. У вологому, сальному або сухому мікросередовищі шкіри містяться мікробні спільноти, до складу яких входять бактерії, віруси, гриби та мікроеукаріоти.

Організм собаки колонізований великою різноманітністю резидентних мікроорганізмів, які перебувають у симбіотичних стосунках з господарями. Зміни мікробних популяцій у шкірі можуть призвести до дисбалансу в мікробіомі. За багатьох хвороб шкіри залишається незрозумілим, що є первинним – зміни в

мікробіомі шкіри чи патологія самої шкіри (Weese, 2013). Запропоновано дві моделі дисбактеріозу:

1. Дисбактеріоз, який викликаний мікробними спільнотами за умови, коли зміна мікробного складу пошкоджує бар'єрний гомеостаз та сприяє росту шкідливих бактерій.

2. Дисбактеріоз, спричинений патологією господаря, яка змінює бар'єр шкіри і призводить до проникнення бактерій (Gallo & Nakatsuji, 2011).

Дослідження послідовностей генів 16S rRNA, отриманих з різних 12 ділянок шкіри здорових собак, виявили, що найпоширенішими типами були *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria*, *Bacteroides* і *Cyanobacteria*. Автори сучасних досліджень стверджують, що шкіра собак заселена великим різноманіттям мікробних спільнот, більшим, ніж це вважалося раніше (Rodrigues-Hoffmann et al., 2014). Дослідження, виконані традиційними методами, виявили у шкірі здорових собак мікрококи, коагулазонегативні стафілококи, α -гемолітичні стрептококи, кишкову паличку, протей, коринебактерії, псевдомонади (Saijonmaa-Koulumies & Lloyd, 1996). На думку інших авторів, найпоширенішими мікробами, виділеними з собачої шерсті та волосяних фолікулів, є мікрококи, грамнегативні аероби, бацили і *St. intermedius* (Sasaki et al., 2007). *St. pseudointermedius* часто виділяють з

носа, ротоглотки та перианальної ділянки (Beck et al., 2012). Зважаючи на те, що на мікробіом шкіри впливає навколишнє середовище (Lehtimäki et al., 2018), показано, що пейзаж різних біотопів шкіри клінічно здорових собак представлений коагулазонегативними та коагулазопозитивними стафілококами, ентерококами, грампозитивними паличками та стрептококами. На думку авторів, грамнегативна мікрофлора на здоровій шкірі собак має транзиторне походження, що, ймовірно, пов'язано з фекальним забрудненням (Stroich & Horiuk, 2023). Мікробіом сабаки і його господаря за прямого і частого контакту суттєво впливає на склад один одного (Song et al., 2013; Ross et al., 2018). Коменсальна мікрофлора індукує експресію антимікробних пептидів (AMP) через активацію *Toll* – подібного рецептора – 2 і *NF-kB* і таким чином посилюють природний імунітет, в той час патогени пригнічують *NF-kB* (Wanke et al., 2011). Встановлено, що *S. epidermidis* через продукцію AMP пригнічує розвиток *S. aureus* (Cogen et al., 2010). Серед автохтонної мікробіоти шкіри собак присутні представники видів *Malassezia* (Guillot & Bond, 2020; Kundu et al., 2024). Відновлення та підтримка мікробіому шкіри може мати важливе значення для лікування шкірних захворювань, пов'язаних із дисбактеріозами.

Результати та їх обговорення

Одним із найпоширеніших захворювань шкіри собак є піодермія. Це обумовлено відносно тонким і компактним епідермісом, відсутністю ліпідного фолікулярного корка, низького рівня міжклітинних ліпідів і високого рівня рН (Gortel, 2013). Піодермія належить до факторних захворювань, основною причиною є порушення імунітету шкіри алергічними реакціями на паразити, навколишнє середовище, їжу (Jeffers, 2013; Akdis, 2021). Запропоновано бактеріальну піодермію класифікувати, базуючись на ознаках глибини запалення: поверхнева піодермія (піотравматичний дерматит, шкірно-слизова піодермія та дерматити шкірних складок); поверхневий бактеріальний фолікуліт; глибока піодермія (глибокий фолікуліт, фурункульоз, целюліт). За поверхневої піодермії розмноження бактерій обмежується епідермісом і може поширюватися на верхню частину волосяних фолікулів. Глибока піодермія – це різновид запалення шкіри, яке супроводжується розривом фолікулів і поширенням патологічного процесу в товщі дерми та паннікулів (Bloom, 2014).

Клінічно піодермія проявляється по-різному. Це часто залежить від породи хворої собаки. Найбільшу схильність виявлено у порід бульмастиф, мопс, боксер, шарпей, англійський бульдог, ротвейлер (Hobi et al., 2023). Більшість собак мають мультифокальні зони алопеції, фолікулярні папули та пустули, епідермальні комірці та серозні кірки, що охоплюють тулуб, живіт і пахові ділянки, порушення пігментації. Свербіж не є характерною ознакою піодермії. Також клінічні ознаки не залежать від виду збудника (Gross et al., 2005; Gortel, 2013).

Діагностика піодермій проводиться комплексним методом. При постановці діагнозу на піодермію необ-

хідно виключити патологію неінфекційної природи (ювенільний целюліт, імуномодуючий лімфоцитарно-плазмоцитарний пододерматит, листяну пухирчатку). Обов'язковим елементом постановки діагнозу на бактеріальну піодермію є цитологічне дослідження (Rosser, 2006; Faccin et al., 2023; Tuyakhov, 2023). Важливо при підозрі на таке захворювання, як піодермія у собак, ідентифікувати бактерію-збудника та її морфологічні й біохімічні властивості. *St. pseudointermedius* основний коменсал шкіри собак, який ідентифікують за інфекцій шкіри, вушних каналів та урогенітального тракту і вважають основним етіологічним агентом запальних процесів (Paul et al., 2012; Menandro et al., 2019).

У 1976 році від групи золотистого стафілокока був відокремлений *St. intermedius* за відмінностями щодо вмісту гуанін-цитозину (Wang et al., 2013). У 2005 році проведені молекулярно-генетичні дослідження, які дозволили перекваліфікувати *St. intermedius* у групу (*SIG*), до складу якої були включені три види бактерій: *St. intermedius*, *St. pseudointermedius* і *St. delphini* (Fitzgerald, 2009). *St. intermedius* містить гени, що кодують кілька токсинів важливих для виживання і патогенезу стафілококів: β -гемолізін, δ -гемолізін, гемолізін III, двокомпетентний лейкотоксин *Luk-Si*, та кілька ексfolіативних токсинів (Mališová et al., 2019). На відміну від *St. pseudointermedius* і *St. delphini* гени *St. intermedius* не кодують солідазу і нейрамінідазу. *St. intermedius* має більш обмежене клінічне значення порівняно з *St. pseudointermedius* (Takeuchi et al., 2005). Традиційні методи використання фенотипових характеристик для диференціації *SIG* неефективні. Ефективну диференціацію можна здійснити, використовуючи молекулярні підходи (*MALDI-TOF*, *PCR*) (Lamers et al., 2012).

Встановлено, що *St. aureus* і *St. pseudointermedius* містять ряд генів, відповідальних за синтез альфатоксину фенолрозчинних модулінів (*PSM*) (Miller & Diep, 2008; Berube & Bubeck Wardenburg, 2013; Cheung et al., 2014). Всі вони здатні порушувати мембрану різноманітних клітин господаря рецепторно чи нерелевантнозалежним способом. *PSM* здатні маніпулювати імунною системою за рахунок пригнічення *Th-1*, зниження продукування *IL-6*, *IL-12* та фактора некрозу пухлин. Припускають що *PSM* можуть деградувати опасті клітини і загострити atopічний дерматит (Peschel & Otto, 2013; Hodille et al., 2016). Варто зазначити, що механізми вірулентності у стафілококів контролюються регуляторними системами, серед яких найважливішою є кворум-чутливий регулятор вірулентності (Le & Otto, 2015). Доведено, що *St. pseudointermedius* здатний утворювати біоплівку, яка неспецифічно захищає бактерію від імунної відповіді. Стафілококи не утворюють капсулу, тому біоплівки захищають мікроб від факторів зовнішнього середовища і сприяють колонізації бактеріями навколишнього середовища (Otto, 2018).

Позаклітинний матрикс унеможливує проникнення антибіотиків у мікробні клітини, що ускладнює терапевтичне використання препаратів (Kranjec et al., 2021). *Staphylococcus sp.* спроможні набувати стійкості до антибіотиків за рахунок спонтанних мутацій або

шляхом вертикального або горизонтального переносу генів (Lakhundi & Zhang, 2018). Синтез пеніцилінозв'язуючих білків регулюється генами *mecA* та *mecC*, які входять до стафілококової хромосомної касети *SCCmec*. Названі гени швидко поширюються між бактеріями однієї екологічної ніші (Andrade et al., 2020; Cheung et al., 2024). Штами *St. aureus* та *St. pseudointermedius*, резистентні до метициліну, набули широкого поширення в світі і викликають резистентність до антимікробних препаратів при лікуванні інфекцій у собак (Rich, 2005; Jones et al., 2007). В науковій літературі такі штами позначаються за відповідною аббревіатурою метицилінрезистентний стафілокок золотистий (*MRSA*) і псевдоінтермедіус (*MRST*). Більшість таких ізолятів одночасно виявляють стійкість до кількох класів протимікробних препаратів: фторхінолонів, макролідів, тетрациклінів та аміноглікозидів (Morris et al., 2006).

Дослідження популяційної генетичної структури ізолятів *St. pseudointermedius* виявило високу клональність. Дві основні клонові лінії поширилися по всій Європі (тип послідовності *ST-71*) і Північній Америці (*ST-68*). В Японії ідентифіковано клон *ST-71* (Ishihara et al., 2016; Riley et al., 2016). За результатами аналізу гена *blaZ* більшість штамів *St. pseudointermedius* були позитивними стосовно цього гена та стійкими до гентаміцину, кліндаміцину, ампіциліну, доксициліну, пеніциліну G та енрофлоксацину (Lai et al., 2022). Наявні повідомлення про домінування в країнах Європи штамів стафілокока, що мають мультирезистентність до антибактеріальних препаратів (Perreten et al., 2010; Moodley et al., 2014; Damborg et al., 2016).

За наявності поверхневих ушкоджень шкіри рекомендовано використовувати місцеву терапію. Отримані переконливі докази ефективності хлоргексидину та бензоїлперексиду при бактеріальних шкірних інфекціях у собак (Bensignor et al., 2024). Названі препарати рекомендовано використовувати протягом трьох тижнів (Loeffler et al., 2011; Murayama et al., 2011). Підвищення мінімальної інгібуючої концентрації до ізолятів стафілококів у препаратах, що містили фузидинову кислоту, муніроцин, хлоргексидин, спостерігали декілька дослідників. Автори вказують на необхідність моніторингу антибактеріальної активності препаратів, що використовуються для місцевої терапії. (Yu et al., 2015; Johnson et al., 2015; Liu et al., 2015). Місцева терапія шампунем з вмістом хлоргексидину біглюконату (двічі на тиждень) і розчином (один раз на день) протягом 4 тижнів тотожна системній терапії амоксилін/клавулановою кислотою (Borio et al., 2015). Повідомляється про успішне лікування глибокої бактеріальної піодермії енрофлоксацином за схемою 10 мг/кг перорально, щоденно та місцево у вигляді 0,5 % альгінатного гелю тричі на добу. Основними бактеріальними ізолятами були стафілококи, ентерококи та псевдомонади (Gutierrez et al., 2020).

Лікування піодермії собак у Великобританії поєднує використання системних (цефалексин 43,9 %, кліндаміцин 10,0 %, амоксицилін-клавуланова кислота 55,7 %) антибіотиків. Місцево призначали гель *Fuciderm* (активний інгредієнт фузидинова кислота), *Hibistrub* (хлоргексидин) і шампунь *Malaseb* (мікона-

зол). Низький рівень захворюваності на піодермію (1,1–1,3 %) автори пояснюють використанням широкого кола термінів (бактеріальний дерматит, бактеріальний фолікуліт, стафілококова інфекція шкіри), які вказують на стан, характерний для піодермії (Summers et al., 2014). Японські дослідники встановили відсутність різниці у чутливості до антимікробних засобів, виділених з носа та інших ділянок, уражених піодермією (Nakaminami et al., 2021). Отримано дані про те, що чутливість *St. pseudointermedius*, виділеного за піодермії, яка проявилася вперше, був високочутливим до амоксициліну з клавулоновою кислотою, цефалоспоринів і фторхінолонів і суттєво не відрізнявся від антибіотикограми здорових собак. Збудники піодермії, виділені за рецидиву, мали тенденцію до підвищення антибіотикорезистентності (Hiller et al., 2014; Stroich & Horiuk, 2023).

У складі шампунів найбільш широко використовуються бензоїл пероксид, хлоргексидин, рідше йод, триклозан. Названі препарати також входять до складу спреїв і серветок. Є велика кількість мазей, кремів, гелів та рідин, які можна використовувати для лікування локалізованих бактеріальних шкірних інфекцій (Jeffers, 2013).

Оцінка антибактеріальної активності екстрактів ромашки (*Matricaria chamomilla*) продемонструвала бактерицидну дію щодо широкого спектру збудників: кишкової палички, протей, ентерококів, стафілококів. Антимікробна активність була сильнішою до грампозитивної мікрофлори. Ромашка проявляє антисвербіжну і протизапальну дію (Lee et al., 2010; Abdoul-Latif et al., 2011). Таким чином, композиції, що містять ромашку, можуть мати додатковий сприятливий ефект за лікування вторинних шкірних інфекцій.

За останні 10–15 років сформувалась стратегія лікування хвороб шкіри у тварин компаньйонів (Hillier et al., 2014; Morris et al., 2017). Пріоритет вибору антибіотичної сполуки повинен ґрунтуватись на результатах антибіотикограми, у розгляді потенційної токсичності обраного препарату та збереженні критично важливих засобів для гуманної медицини. Аналіз доступної літератури щодо лікування піодермії у собак показує наявність великої кількості підходів до вирішення цієї проблеми і одночасно є свідченням недостатньої ефективності існуючих методів терапії. Для покращення ефективності антибіотикотерапії запропоновані альтернативи їх використання: бактеріофаги, антимікробні пептиди, рослинні екстракти, імуномодулятори, вакцини, пробіотики (Yang et al., 2015; Low et al., 2021; Yang et al., 2024).

Аналіз літературних даних щодо проблеми піодермії мікробної етіології у собак показує, що дана проблема є актуальною для сучасних дослідників.

Піодермія виникає як окреме захворювання в організмі з ослабленою функцією імунної системи, а також може бути ускладненням в результаті інших хвороб. Вторинні піодермії здатні займати роль домінуючої хвороби в організмі після усунення первинного фактора, на тлі якого вони виникли. Не останню роль у статистиці даного захворювання відіграє малорухливий спосіб життя більшості домашніх тварин, зміни у характері годівлі, популярність таких порід

собак, як бульмастиф, мопс, боксер, шарпей, англійський бульдог та інші, які завдяки анатомічним особливостям будови шкіри та наявними складками є надзвичайно сприйнятливими до піодермії та є постійними клієнтами ветеринарних клінік.

В контексті наукових публікацій першочергово бактеріальні піодермії розглядаються як ускладнення на тлі інших патологічних факторів та процесів. Це пояснюється відсутністю конкретного збудника, який викликає захворювання. Проте у випадку піодермії можна сказати, що збудників може бути безліч. Так, вони не належать до єдиного роду чи групи бактерій, проте володіють патогенними властивостями, які є причиною виникнення запалення шкіри. Механізм інфікування цими бактеріями тотожний іншим інфекційним хворобам, які описані багатьма авторами. Цей процес прямо залежить від імунної резистентності організму, наявності “воріт інфекції” та порушень правил асептики-антисептики при проведенні діагностично-лікувальних процедур спеціалістами ветеринарної медицини.

Антибіотикотерапія є найдієвішим методом лікування піодермії. При спорадичних випадках ця терапія забезпечує одужання хворих тварин за умови, якщо проведено визначення збудника у конкретному випадку та його чутливості до низки антибіотиків. При багаторазовому застосуванні чутливість мікробів до препаратів знижується і вони стають мультирезистентними. З кожним повторюванням антибіотикотерапії арсенал протимікробних засобів у лікаря скорочується, що рано чи пізно призводить до його вичерпування.

Щодо запобігання виникненню піодермії у собак рекомендації науковців зводяться до заходів загальної профілактики, які будуть стримувати ріст та розмноження бактерій, що проникають через шкірний покрив. Ці заходи включають застосування препаратів антисептичної дії на рослинній та хімічній основі. Тому проблема якісного лікування є актуальною і потребує вирішення. Для цього необхідно поліпшити методи діагностики захворювання, детально вивчити патогенез і напрацювати альтернативи антибіотикотерапії.

Висновки

1. Належний догляд, цілісність шкірного покриву, використання якісних кормів та підтримання рівноваги мікробіому відіграє важливу роль у профілактиці піодермії.

2. Здатність збудників піодермії утворювати біоплівку та протистояти сучасним антибактеріальним препаратам робить лікування піодермії надзвичайно складним процесом. Обов'язковим пунктом в алгоритмі лікування повинно бути проведення антибіотикограми та визначення чутливості ідентифікованих збудників.

3. Поряд з використанням антимікробних препаратів для лікування піодермії ефективним є зовнішнє застосування антисептичних розчинів хлоргексидину та композицій з екстрактів ромашки лікарської.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

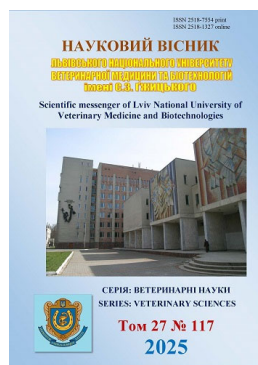
References

- Abdoul-Latif, F. M., Mohamed, N., Edou, P., Ali, A. A., Djama, S. O., Obame, L. C., Bassole, I. H. N., & Dicko, M. H. (2011). Antimicrobial and antioxidant activities of essential oil and methanol extract of *Matricaria chamomilla* L. from Djibouti. *J Med Plants Res*, 5(9), 1512–1517. URL: <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/CB0BFEF17511>.
- Akdis, C. A. (2021). Does the epithelial barrier hypothesis explain the increase in allergy, autoimmunity and other chronic conditions?. *Nature reviews. Immunology*, 21(11), 739–751. DOI: 10.1038/s41577-021-00538-7.
- Andrade, M. M., Luiz, W. B., da Silva Oliveira Souza, R., & Amorim, J. H. (2020). The History of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Brazil. *The Canadian journal of infectious diseases & medical microbiology = Journal canadien des maladies infectieuses et de la microbiologie medicale*, 2020, 1721936. DOI: 10.1155/2020/1721936.
- Beck, K. M., Waisglass, S. E., Dick, H. L., & Weese, J. S. (2012). Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* (MRSP) from skin and carriage sites of dogs after treatment of their methicillin-resistant or methicillin-sensitive staphylococcal pyoderma. *Veterinary dermatology*, 23(4), 369–e67. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2012.01035.x.
- Bensignor, E., Navarro, C., Gard, C., Jahier, B., Pressanti, C., & Videmont, E. (2024). Efficacy of Chlorhexidine Impregnated Wipes for the Local Dysbiosis in Atopic Dogs: A Multicentric Prospective Study. *Veterinary sciences*, 11(6), 240. DOI: 10.3390/vetsci11060240.
- Berube, B. J., & Bubeck Wardenburg, J. (2013). *Staphylococcus aureus* α -toxin: nearly a century of intrigue. *Toxins*, 5(6), 1140–1166. DOI: 10.3390/toxins5061140.
- Bloom P. (2014). Canine superficial bacterial folliculitis: current understanding of its etiology, diagnosis and treatment. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 199(2), 217–222. DOI: 10.1016/j.tvjl.2013.11.014.
- Borio, S., Colombo, S., La Rosa, G., De Lucia, M., Damborg, P., & Guardabassi, L. (2015). Effectiveness of a combined (4% chlorhexidine digluconate shampoo and solution) protocol in MRS and non-MRS canine superficial pyoderma: a randomized, blinded, antibiotic-controlled study. *Veterinary dermatology*, 26(5), 339–e72. DOI: 10.1111/vde.12233.
- Cheung, G. Y. C., Lee, J. H., Liu, R., Lawhon, S. D., Yang, C., & Otto, M. (2024). Methicillin Resistance Elements in the Canine Pathogen *Staphylococcus pseudintermedius* and Their Association with the Peptide Toxin PSM-mec. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 13(2), 130. DOI: 10.3390/antibiotics13020130.
- Cheung, G. Y., Joo, H. S., Chatterjee, S. S., & Otto, M. (2014). Phenol-soluble modulins--critical determinants of staphylococcal virulence. *FEMS microbiology reviews*, 38(4), 698–719. DOI: 10.1111/1574-6976.12057.

- Cogen, A. L., Yamasaki, K., Sanchez, K. M., Dorschner, R. A., Lai, Y., MacLeod, D. T., Torpey, J. W., Otto, M., Nizet, V., Kim, J. E., & Gallo, R. L. (2010). Selective antimicrobial action is provided by phenol-soluble modulins derived from *Staphylococcus epidermidis*, a normal resident of the skin. *The Journal of investigative dermatology*, 130(1), 192–200. DOI: 10.1038/jid.2009.243.
- Damborg, P., Moodley, A., Aalbak, B., Ventrella, G., Dos Santos, T. P., & Guardabassi, L. (2016). High genotypic diversity among methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* isolated from canine infections in Denmark. *BMC veterinary research*, 12(1), 131. DOI: 10.1186/s12917-016-0756-y.
- Faccin, M., Wiener, D. J., Rech, R. R., Santoro, D., & Rodrigues Hoffmann, A. (2023). Common superficial and deep cutaneous bacterial infections in domestic animals: A review. *Veterinary pathology*, 60(6), 796–811. DOI: 10.1177/03009858231176558.
- Fitzgerald, J. R. (2009). The *Staphylococcus intermedius* group of bacterial pathogens: species re-classification, pathogenesis and the emergence of methicillin resistance. *Veterinary dermatology*, 20(5-6), 490–495. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2009.00828.x.
- Gallo, R. L., & Nakatsuji, T. (2011). Microbial symbiosis with the innate immune defense system of the skin. *The Journal of investigative dermatology*, 131(10), 1974–1980. DOI: 10.1038/jid.2011.182.
- Gortel, K. (2013). Recognizing pyoderma: more difficult than it may seem. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 43(1), 1–18. DOI: 10.1016/j.cvsm.2012.09.004.
- Gross T. L., Ihrke P. J., Walder E. J., et al. (2005). *Skin Diseases of the Dog and Cat: Clinical and Histopathologic Diagnosis*. Wiley: DOI: 10.1002/9780470752487.
- Guillot, J., & Bond, R. (2020). *Malassezia* Yeasts in Veterinary Dermatology: An Updated Overview. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 10, 79. DOI: 10.3389/fcimb.2020.00079.
- Gutierrez, L., Tapia, G., Ocampo, L., Monroy-Barreto, M., & Sumano, H. (2020). Oral Plus Topical Administration of Enrofloxacin-Hydrochloride-Dihydrate for the Treatment of Unresponsive Canine Pyoderma. A Clinical Trial. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(6), 943. DOI: 10.3390/ani10060943.
- Hillier, A., Lloyd, D. H., Weese, J. S., Blondeau, J. M., Boothe, D., Breitschwerdt, E., Guardabassi, L., Papich, M. G., Rankin, S., Turnidge, J. D., & Sykes, J. E. (2014). Guidelines for the diagnosis and antimicrobial therapy of canine superficial bacterial folliculitis (Antimicrobial Guidelines Working Group of the International Society for Companion Animal Infectious Diseases). *Veterinary dermatology*, 25(3), 163–e43. DOI: 10.1111/vde.12118.
- Hobi, S., Barrs, V. R., & Bęczkowski, P. M. (2023). Dermatological Problems of Brachycephalic Dogs. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(12), 2016. DOI: 10.3390/ani13122016.
- Hodille, E., Cuerq, C., Badiou, C., Bienvenu, F., Steghens, J. P., Cartier, R., Bes, M., Tristan, A., Plesa, A., Le, V. T., Diep, B. A., Lina, G., & Dumitrescu, O. (2016). Delta Hemolysin and Phenol-Soluble Modulins, but Not Alpha Hemolysin or Panton-Valentine Leukocidin, Induce Mast Cell Activation. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 6, 180. DOI: 10.3389/fcimb.2016.00180.
- Ishihara, K., Koizumi, A., Saito, M., Muramatsu, Y., & Tamura, Y. (2016). Detection of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* ST169 and novel ST354 SCCmec II-III isolates related to the worldwide ST71 clone. *Epidemiology and infection*, 144(2), 434–442. DOI: 10.1017/S0950268815001545.
- Jeffers, J. G. (2013). Topical therapy for drug-resistant pyoderma in small animals. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 43(1), 41–50. DOI: 10.1016/j.cvsm.2012.09.006.
- Johnson, R. C., Schlett, C. D., Crawford, K., Lanier, J. B., Merrell, D. S., & Ellis, M. W. (2015). Recurrent Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Cutaneous Abscesses and Selection of Reduced Chlorhexidine Susceptibility during Chlorhexidine Use. *Journal of clinical microbiology*, 53(11), 3677–3682. DOI: 10.1128/JCM.01771-15.
- Jones, R. D., Kania, S. A., Rohrbach, B. W., Frank, L. A., & Bemis, D. A. (2007). Prevalence of oxacillin- and multidrug-resistant staphylococci in clinical samples from dogs: 1,772 samples (2001-2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 230(2), 221–227. DOI: 10.2460/javma.230.2.221.
- Kranjec, C., Morales Angeles, D., Torrisen Mårli, M., Fernández, L., García, P., Kjos, M., & Diep, D. B. (2021). Staphylococcal Biofilms: Challenges and Novel Therapeutic Perspectives. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 10(2), 131. DOI: 10.3390/antibiotics10020131.
- Kundu, R., Bansal, Y., & Singla, N. (2024). The Zoonotic Potential of Fungal Pathogens: Another Dimension of the One Health Approach. *Diagnostics*, 14(18), 2050. DOI: 10.3390/diagnostics14182050.
- Lai, C. H., Ma, Y. C., Shia, W. Y., Hsieh, Y. L., & Wang, C. M. (2022). Risk Factors for Antimicrobial Resistance of *Staphylococcus* Species Isolated from Dogs with Superficial Pyoderma and Their Owners. *Veterinary sciences*, 9(7), 306. DOI: 10.3390/vetsci9070306.
- Lakhundi, S., & Zhang, K. (2018). Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*: Molecular Characterization, Evolution, and Epidemiology. *Clinical microbiology reviews*, 31(4), e00020-18. DOI: 10.1128/CMR.00020-18.
- Lamers, R. P., Muthukrishnan, G., Castoe, T. A., Tafur, S., Cole, A. M., & Parkinson, C. L. (2012). Phylogenetic relationships among *Staphylococcus* species and refinement of cluster groups based on multilocus data. *BMC evolutionary biology*, 12, 171. DOI: 10.1186/1471-2148-12-171.
- Le, K. Y., & Otto, M. (2015). Quorum-sensing regulation in staphylococci-an overview. *Frontiers in microbiology*, 6, 1174. DOI: 10.3389/fmicb.2015.01174.
- Lee, S. H., Heo, Y., & Kim, Y. C. (2010). Effect of German chamomile oil application on alleviating atopic dermatitis-like immune alterations in mice. *Journal of veterinary science*, 11(1), 35–41. DOI: 10.4142/jvs.2010.11.1.35.

- Lehtimäki, J., Sinkko, H., Hielm-Björkman, A., Salmela, E., Tiira, K., Laatikainen, T., Mäkeläinen, S., Kaukonen, M., Uusitalo, L., Hanski, I., Lohi, H., & Ruokolainen, L. (2018). Skin microbiota and allergic symptoms associate with exposure to environmental microbes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(19), 4897–4902. DOI: 10.1073/pnas.1719785115.
- Liu, Q., Zhao, H., Han, L., Shu, W., Wu, Q., & Ni, Y. (2015). Frequency of biocide-resistant genes and susceptibility to chlorhexidine in high-level mupirocin-resistant, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MuH MRSA). *Diagnostic microbiology and infectious disease*, 82(4), 278–283. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2015.03.023.
- Loeffler, A., Cobb, M. A., & Bond, R. (2011). Comparison of a chlorhexidine and a benzoyl peroxide shampoo as sole treatment in canine superficial pyoderma. *The Veterinary record*, 169(10), 249. DOI: 10.1136/vr.d4400.
- Low, C. X., Tan, L. T., Ab Mutalib, N. S., Pusparajah, P., Goh, B. H., Chan, K. G., Letchumanan, V., & Lee, L. H. (2021). Unveiling the Impact of Antibiotics and Alternative Methods for Animal Husbandry: A Review. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 10(5), 578. DOI: 10.3390/antibiotics10050578.
- Mališová, L., Šafránková, R., Kekláková, J., Petráš, P., Žemličková, H., & Jakubů, V. (2019). Correct species identification (reclassification in CNCTC) of strains of *Staphylococcus intermedius*-group can improve an insight into their evolutionary history. *Folia microbiologica*, 64(2), 231–236. DOI: 10.1007/s12223-018-0647-7.
- Menandro, M. L., Dotto, G., Mondin, A., Martini, M., Ceglie, L., & Pasotto, D. (2019). Prevalence and characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* from symptomatic companion animals in Northern Italy: Clonal diversity and novel sequence types. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 66, 101331. DOI: 10.1016/j.cimid.2019.101331.
- Miller, L. G., & Diep, B. A. (2008). Clinical practice: colonization, fomites, and virulence: rethinking the pathogenesis of community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 46(5), 752–760. DOI: 10.1086/526773.
- Moodley, A., Damborg, P., & Nielsen, S. S. (2014). Antimicrobial resistance in methicillin susceptible and methicillin resistant *Staphylococcus pseudintermedius* of canine origin: literature review from 1980 to 2013. *Veterinary microbiology*, 171(3-4), 337–341. DOI: 10.1016/j.vetmic.2014.02.008.
- Morris, D. O., Loeffler, A., Davis, M. F., Guardabassi, L., & Weese, J. S. (2017). Recommendations for approaches to methicillin-resistant staphylococcal infections of small animals: diagnosis, therapeutic considerations and preventative measures.: Clinical Consensus Guidelines of the World Association for Veterinary Dermatology. *Veterinary dermatology*, 28(3), 304–e69. DOI: 10.1111/vde.12444.
- Morris, D. O., Rook, K. A., Shofer, F. S., & Rankin, S. C. (2006). Screening of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius*, and *Staphylococcus schleiferi* isolates obtained from small companion animals for antimicrobial resistance: a retrospective review of 749 isolates (2003-04). *Veterinary dermatology*, 17(5), 332–337. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2006.00536.x.
- Murayama, N., Terada, Y., Okuaki, M., & Nagata, M. (2011). Dose assessment of 2% chlorhexidine acetate for canine superficial pyoderma. *Veterinary dermatology*, 22(5), 449–453. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2011.00968.x.
- Nakaminami, H., Okamura, Y., Tanaka, S., Wajima, T., Murayama, N., & Noguchi, N. (2021). Prevalence of antimicrobial-resistant staphylococci in nares and affected sites of pet dogs with superficial pyoderma. *The Journal of veterinary medical science*, 83(2), 214–219. DOI: 10.1292/jvms.20-0439.
- Otto, M. (2018). Staphylococcal Biofilms. *Microbiology spectrum*, 6(4), 10.1128/microbiolspec.gpp3-0023-2018. DOI: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0023-2018.
- Paul, N. C., Bärghman, S. C., Moodley, A., Nielsen, S. S., & Guardabassi, L. (2012). *Staphylococcus pseudintermedius* colonization patterns and strain diversity in healthy dogs: a cross-sectional and longitudinal study. *Veterinary microbiology*, 160(3-4), 420–427. DOI: 10.1016/j.vetmic.2012.06.012.
- Perreten, V., Kadlec, K., Schwarz, S., Grönlund Andersson, U., Finn, M., Greko, C., Moodley, A., Kania, S. A., Frank, L. A., Bemis, D. A., Franco, A., Iurescia, M., Battisti, A., Duim, B., Wagenaar, J. A., van Duijkeren, E., Weese, J. S., Fitzgerald, J. R., Rossano, A., & Guardabassi, L. (2010). Clonal spread of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in Europe and North America: an international multicentre study. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 65(6), 1145–1154. DOI: 10.1093/jac/dkq078.
- Peschel, A., & Otto, M. (2013). Phenol-soluble modulins and staphylococcal infection. *Nature reviews. Microbiology*, 11(10), 667–673. DOI: 10.1038/nrmicro3110.
- Rich, M. (2005). Staphylococci in animals: prevalence, identification and antimicrobial susceptibility, with an emphasis on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *British journal of biomedical science*, 62(2), 98–105. DOI: 10.1080/09674845.2005.11732694.
- Riley, M. C., Perreten, V., Bemis, D. A., & Kania, S. A. (2016). Complete Genome Sequences of Three Important Methicillin-Resistant Clinical Isolates of *Staphylococcus pseudintermedius*. *Genome announcements*, 4(5), e01194-16. DOI: 10.1128/genomeA.01194-16.
- Rodrigues Hoffmann, A., Patterson, A. P., Diesel, A., Lawhon, S. D., Ly, H. J., Elkins Stephenson, C., Mansell, J., Steiner, J. M., Dowd, S. E., Olivry, T., & Suchodolski, J. S. (2014). The skin microbiome in healthy and allergic dogs. *PLoS one*, 9(1), e83197. DOI: 10.1371/journal.pone.0083197.
- Ross, A. A., Müller, K. M., Weese, J. S., & Neufeld, J. D. (2018). Comprehensive skin microbiome analysis reveals the uniqueness of human skin and evidence for

- phylosymbiosis within the class Mammalia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(25), E5786–E5795. DOI: 10.1073/pnas.1801302115.
- Rosser, E. J., Jr (2006). German Shepherd Dog pyoderma. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 36(1), 203–viii. DOI: 10.1016/j.cvsm.2005.09.008.
- Saijonmaa-Koulumies, L. E., & Lloyd, D. H. (1996). Colonization of the canine skin with bacteria. *Veterinary dermatology*, 7(3), 153–162. DOI: 10.1111/j.1365-3164.1996.tb00240.x.
- Sasaki, T., Kikuchi, K., Tanaka, Y., Takahashi, N., Kamata, S., & Hiramatsu, K. (2007). Reclassification of phenotypically identified staphylococcus intermedius strains. *Journal of clinical microbiology*, 45(9), 2770–2778. DOI: 10.1128/JCM.00360-07.
- Song, S. J., Lauber, C., Costello, E. K., Lozupone, C. A., Humphrey, G., Berg-Lyons, D., Caporaso, J. G., Knights, D., Clemente, J. C., Nakielny, S., Gordon, J. I., Fierer, N., & Knight, R. (2013). Cohabiting family members share microbiota with one another and with their dogs. *eLife*, 2, e00458. DOI: 10.7554/eLife.00458.
- Stroich, V. V., & Horiuk, Yu. V. (2023). Analiz chutlyvosti do antybiotykyv mikrobioty shkiry zdorovykh sobak ta za piodermii. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*, 41, 75–82. DOI: 10.37406/2706-9052-2023-4.11 (in Ukrainian).
- Stroich, V., & Horiuk, Y. (2023). Identification of the skin microbiota of healthy dogs and those with pyoderma. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(110), 46–53. DOI: 10.32718/nvlvet11008.
- Summers, J. F., Hendricks, A., & Brodbelt, D. C. (2014). Prescribing practices of primary-care veterinary practitioners in dogs diagnosed with bacterial pyoderma. *BMC veterinary research*, 10, 240. DOI: 10.1186/s12917-014-0240-5.
- Takeuchi, F., Watanabe, S., Baba, T., Yuzawa, H., Ito, T., Morimoto, Y., Kuroda, M., Cui, L., Takahashi, M., Ankai, A., Baba, S., Fukui, S., Lee, J. C., & Hiramatsu, K. (2005). Whole-genome sequencing of staphylococcus haemolyticus uncovers the extreme plasticity of its genome and the evolution of human-colonizing staphylococcal species. *Journal of bacteriology*, 187(21), 7292–7308. DOI: 10.1128/JB.187.21.7292-7308.2005.
- Tuyakhov, M. F. (2023). Investigation of the skin microbiota in dogs with pyoderma. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 24(1), 187–192. DOI: 10.36359/scivp.2023-24-1.25.
- Wang, N., Neilan, A. M., & Klompas, M. (2013). Staphylococcus intermedius infections: case report and literature review. *Infectious disease reports*, 5(1), e3. DOI: 10.4081/idr.2013.e3.
- Wanke, I., Steffen, H., Christ, C., Krismer, B., Götz, F., Peschel, A., Schaller, M., & Schitteck, B. (2011). Skin commensals amplify the innate immune response to pathogens by activation of distinct signaling pathways. *The Journal of investigative dermatology*, 131(2), 382–390. DOI: 10.1038/jid.2010.328.
- Weese, J. S. (2013). The canine and feline skin microbiome in health and disease. *Veterinary dermatology*, 24(1), 137–45.e31. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2012.01076.x.
- Yang, C., Chowdhury, M. A., Huo, Y., & Gong, J. (2015). Phytogetic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 4(1), 137–156. DOI: 10.3390/pathogens4010137.
- Yang, W., Li, J., Yao, Z., & Li, M. (2024). A review on the alternatives to antibiotics and the treatment of antibiotic pollution: Current development and future prospects. *The Science of the total environment*, 926, 171757. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.171757.
- Yu, F., Liu, Y., Lu, C., Lv, J., Qi, X., Ding, Y., Li, D., Huang, X., Hu, L., & Wang, L. (2015). Dissemination of fusidic acid resistance among Staphylococcus aureus clinical isolates. *BMC microbiology*, 15, 210. DOI: 10.1186/s12866-015-0552-z.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11710
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:614.44:616.9(477)

Biosafety and biosecurity problems in Ukraine that arise during emergent infections

A. O. Vysotskyi[✉], B. V. Gutyj, O. V. Kozenko, N. Yu. Krempa, I. V. Dvyluk, N. V. Magrelo, H. V. Klym, T. V. Martyshuk, U. M. Vus

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

Article info

Received 25.12.2024

Received in revised form
27.01.2025

Accepted 28.01.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-098-116-57-03
E-mail: androv1357.avp@gmail.com

Vysotskyi, A. O., Gutyj, B. V., Kozenko, O. V., Krempa, N. Yu., Dvyluk, I. V., Magrelo, N. V., Klym, H. V., Martyshuk, T. V., & Vus, U. M. (2025). Biosafety and biosecurity problems in Ukraine that arise during emergent infections. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 74–79. doi: 10.32718/nvlvet11710

The article highlights the basic requirements for biosafety and biosecurity in veterinary medicine worldwide, particularly in implementing modern OIE, WHO, and FAO One Health strategies. The authors analyze the basic principles of building biosafety systems concerning the risk of the emergence and spread of infectious diseases. The role of international and non-governmental organizations in establishing and improving biosafety and biosecurity standards in veterinary laboratories is described, and the need to create national biosafety programs to combat infectious diseases and the use of effective and innovative alternative imported means of animal protection is demonstrated. Systems and methods of controlling transboundary (emergent) animal infections are discussed, emphasizing their high contagiousness and potential socio-economic consequences. New transboundary infectious animal diseases pose a significant threat to the safety of the livestock industry since various viral and bacterial infections are transmitted through imported animals, livestock products, and wild animals. Key factors in the transmission of the above infections are the importation of raw materials and genetic material and their transportation across Ukraine. Effective control of emergent infections depends on monitoring, prevention and response systems guided by international regulations and directives, especially in Europe. Ukraine has control and prevention measures to prevent the manifestation of certain infections, but at the same time, updating processes and harmonization with international standards are necessary. Research institutions in our country are developing diagnostic tools and vaccines for various diseases, but problematic issues remain in monitoring and diagnosing certain infections. With the emergence of threats caused by emergent infections, the importance of molecular epidemiological studies for understanding the evolution and spread of pathogens becomes obvious. Today, cooperation with relevant scientific structures in the USA and other leading countries of the world has significantly improved the capabilities of laboratory research in Ukraine, increasing our country's ability to respond to outbreaks of infectious diseases. The "One Health" concept is promoted to integrate efforts across sectors to increase public awareness, especially among agricultural producers and rural communities, which should reduce the incidence of zoonotic diseases.

Key words: emerging infections, transboundary infections, zoonoses, new infectious diseases, biosafety, biosecurity, pathogens.

Проблеми біобезпеки та біозахисту в Україні, які виникають за емергентних інфекцій

А. О. Висоцький[✉], Б. В. Гутій, О. В. Козенко, Н. Ю. Кремпа, І. В. Двильюк, Н. В. Магрело, Г. В. Клим, Т. В. Мартишук, У. М. Вус

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

Стаття присвячена висвітленню основних вимог до біобезпеки та біозахисту у ветеринарній медицині в усьому світі, зокрема в контексті реалізації сучасних стратегій МЕБ, ВООЗ та ФАО "Єдине здоров'я". Автори аналізують основні принципи побудови систем біобезпеки у зв'язку з ризиком виникнення та поширення інфекційних хвороб. Описано роль міжнародних та неурядових організацій у встановленні та вдосконаленні стандартів біобезпеки та біозахисту у ветеринарних лабораторіях, продемонстровано необхідність створення національних програм біобезпеки для боротьби з інфекційними хворобами і використання ефективних та інноваційних альтернативних імпортованих засобів захисту тварин. Обговорюються системи та методи контролю за транскордонними (емерджентними) інфекціями тварин, підкреслюючи їх високу контагіозність та потенційні соціально-економічні наслідки. Нові транскордонні інфекційні хвороби тварин становлять значну загрозу для безпеки тваринницької галузі, оскільки різні вірусні та бактеріальні інфекції передаються через імпортованих тварин, продукцію тваринництва та диких тварин. Ключовими факторами передачі вищевказаних інфекцій є також імпортування сировини, генетичного матеріалу та їх транспортування по території України. Ефективний контроль емерджентних інфекцій залежить від систем моніторингу, профілактики та реагування, керованих міжнародними регламентами та директивами, особливо в Європі. В Україні існують контрольні та профілактичні заходи для запобігання прояву певних інфекцій, але разом з тим необхідні процеси оновлення та гармонізації з міжнародними стандартами. Дослідницькі установи нашої країни розробляють діагностичні інструменти та вакцини для різних хвороб, але залишаються проблемні питання в моніторингу та діагностиці певних інфекцій. За виникнення загрози, спричинених емерджентними інфекціями, стає очевидною важливість молекулярно-епідеміологічних досліджень для розуміння еволюції та поширення патогенів. На сьогодні співпраця з відповідними науковими структурами США та інших провідних країн світу значно поліпшила можливості лабораторних досліджень в Україні, підвищуючи здатність нашої країни реагувати на спалахи інфекційних хвороб. Концепція "One Health" ("Єдиного здоров'я") пропонується для інтеграції зусиль у різних секторах з метою підвищення обізнаності громадськості, особливо серед аграрних виробників та сільських громад, що мало б сприяти зменшенню випадків зоонозних хвороб.

Ключові слова: емерджентні інфекції, транскордонні інфекції, зоонози, нові інфекційні захворювання, біобезпека, біозахист, патогени.

Вступ

Сьогодні з появою нових збудників інфекційних хвороб та виявленням у відомих мікроорганізмів нових біологічних властивостей інфекційна патологія набуває особливого значення (*Animal diseases situation, 2010; Bisiuk, 2014*). За визначенням ВООЗ, такі ситуації називаються надзвичайними, а хвороби, що ними спричиняються – емерджентними хворобами (*Beato & Capua, 2011*). Емерджентні інфекційні хвороби (англ. *emergensy* – надзвичайний, непередбачуваний) – особливо небезпечні хвороби людини, тварин і рослин (вірулентні, інфекційні, інвазійні), етіологія яких остаточно не з'ясована (*Colby et al., 2013; Stehni et al., 2013; Bisiuk, 2014*). Вищевказані інфекції можна також назвати транскордонними, що характеризуються високою здатністю до передачі, проникненням у сусідні країни та високим потенціалом поширення серед людей та сприйнятливих тварин. Ці захворювання спричиняються імпортованими з-за кордону тваринами або продуктами тваринництва, а також вірусами та бактеріями, що занесені або передаються через диких тварин. Транскордонні емерджентні інфекційні хвороби належать до категорії нових інфекційних захворювань, мають специфічні соціальні та економічні наслідки і загрожують якості та безпеці тваринницької продукції, здатні спричинити надзвичайні спалахи епідемії та пандемії серед населення, сільського, лісового та дикого господарства відповідно. Ця група хвороб визнана однією з найбільших загроз для здоров'я населення (*Attoui et al., 2015; Klestova, 2016; Mathijs et al., 2016; Granberg et al., 2016; Van Borm et al., 2016*).

На сьогодні виявлено близько 200 нових інфекційних захворювань, 75 % з яких є спільними для тварин і людей. За останні кілька років значне поширення цих інфекційних хвороб призвело до дуже напруженої інфекційної епізоотії у світі та на кордоні з Україною. Зокрема, такі інфекційні хвороби, як катаральна лихоманка овець, африканська чума свиней, високопа-

тогенний грип птиці, репродуктивно-респіраторний синдром свиней і сказ були зареєстровані в більш ніж 110 країнах Європи та інших частин світу (*American biosafety association; Boinas et al., 2011; Stehni et al., 2013; Klestova, 2016*).

Серед вищевказаних емерджентних зоонозів – ортоміксовірусні грипозні інфекції, хвороба Ньюкасла, вірусна везикулярна хвороба свиней, сапронози (ехелікоз, кампілобактеріоз, лістеріоз), лептоспіроз, харчовий сальмонельоз та вірусна геморагічна хвороба кролів. Захворювання також було зареєстровано в США, де його визнано "високопатогенним". Останнім часом в Україні реєструються нові інфекційні захворювання, такі як високопатогенний пташиний грип, репродуктивний та респіраторний синдроми, цирковірусна хвороба свиней та африканська чума свиней. В Європі небезпеку створюють цирковірусні інфекції свиней, катаральна гарячка овець (з 1999 р.), ящур (Великобританія, 2007 р.), сказ та сибірка (Італія, 2009 р., Німеччина, 2009 р.), харчовий сальмонельоз (2008–2009 рр.) та шигатоксигенний колітоксикоз (2010–2011), нові природні осередки пташиного грипу людини H5N1 та африканської чуми свиней в Азії, грипу свиней та людини H3N2 в США (з 1998 р.) та везикулярного стоматиту (2009) (*Sciences and Diseases Surveillance Review, 2011; Peyrefitte et al., 2015; Bashchenko et al., 2017*).

Дослідники стверджують, що має бути достатня кількість мішеней для еволюції вірусів. Ці мішені повинні бути дуже сприйнятливими (компетентними) до вірусів та інших інфекцій. Для цього всі захисні системи організму повинні бути максимально пригнічені. Наявність вищевказаних факторів створює повноцінне середовище, в якому можуть розвиватися різні інфекції (*Holovko & Klestova, 2015; Cowled & Wang, 2016*). Однак найбільше занепокоєння викликає те, що віруси швидко змінюються і що вибухоподібна еволюція може відбуватися навіть на рівні однієї особи під час спалаху захворювання. Цьому сприяє також і психоемоційна складова даного часу, перебу-

вання населення під дією постійних стресогенних чинників.

Мета дослідження

Аналіз системи забезпечення біобезпеки та біохисту, реагування і ліквідації біологічних загроз у масштабі України та світу загалом; визначення можливих факторів, що сприяють виникненню та поширенню емерджентних інфекцій.

Матеріал і методи досліджень

Застосовано метод системного аналізу та узагальнення отриманої інформації; проаналізовано дані наукової літератури та зроблені узагальнення щодо стану вивчення даної проблеми. Пошук проводився в наукометричних базах даних, таких як PubMed, Google Scholar, Scopus та Web of Science.

Результати та їх обговорення

Групи транскордонних інфекцій згідно з класифікацією FAO можна розділити на кілька груп. До груп найвищого ризику належать ящур, чума великої рогатої худоби (нині ліквідована), плевропневмонія жуйних, губчаста енцефалопатія, африканська чума свиней, лихоманка долини Ріфт, хвороба Ньюкасла та пташиний грип; до другої та третьої транскордонних надзвичайних ситуацій належать хвороби, про які необхідно нотифікувати МЄБ, але які є менш заразними та менш затратними, оскільки вони не мають тенденції до пандемічного розповсюдження, а також існують інструменти для їхнього раннього виявлення та специфічні методи профілактики.

У випадку України є значний ризик занесення та поширення транскордонних інфекційних захворювань, таких як бруцельоз, африканська й класична чума свиней та катаральна лихоманка овець зі східних кордонів, а також західних, зокрема катаральної лихоманки (Німеччина, Італія), бруцельозу свиней (Румунія), паратуберкульозу (Польща, Угорщина, Словаччина), лихоманки Західного Нілу та лихоманки Шмалленберга. Ці проблеми не лише потенційно загрожують ветеринарному та санітарно-епідеміологічному благополуччю нашої країни (Mushtuk, 2015; Klestova, 2016), а й можуть мати економічні наслідки, наприклад, перешкоджати участі України в міжнародній торгівлі сільськогосподарською продукцією. З огляду на вищезазначене – українська ветеринарна медицина потребує розробки та впровадження ефективної системи заходів з контролю за транскордонними інфекціями.

До факторів, що підвищують ризик транскордонної передачі та поширення інфекційних хвороб, належать:

- епідеміологічні, антропогенні та екологічні фактори;
- економічні та управлінські фактори (зміни в сферах землеробства та методах ведення господарства, реформування та реструктуризації господарств);

- глобалізація (збільшення обсягів та напрямків перевезень, послаблення прикордонного та митного контролю, розширення торговельних зв'язків, поява нових зон торгівлі тощо);

- конфлікти та соціальні протиріччя (зміна пріоритетів у боротьбі з хворобами, коливання соціально-економічної стабільності, ускладнення управління та нагляду в окремих регіонах тощо).

Тому є потреба запровадити системи моніторингу та епіднадзора за факторами передачі, а також за потенційними джерелами інфекції (Mushtuk et al., 2014). Необхідно проводити екологічні дослідження (екогеографію) для вивчення сезонності спалахів і змін у зонах потенційних переносників вірусів і бактерій, а також для визначення їхнього розподілу і можливостей щодо спричинення епізоотичного процесу. Існує також виняткова потреба у скринінгу забруднення об'єктів довкілля специфічними патогенами (особливо це стосується сапронозів). Прикладами таких екологічних досліджень у всьому світі є широкомасштабна програма ЄС з моніторингу поширення, збереженості і вірулентності вірусів пташиного грипу в солоних і прісних водах Центральної Європи (2007–2009, FP6), а також поширення популяцій мокриць і вірусу катаральної лихоманки (EPIZON, FP6), охоплення зон локалізації *Argasidae* і африканської чуми свиней в Африці (FP7). Пошукові дослідження в цій галузі наразі проводяться українськими вченими у співпраці з американськими (BTRP, ARS-USDA 2010–2014).

Конвенція ООН 1972 року вимагає заборону біологічної та токсичної зброї. Вірусні та бактеріальні патогени, що використовуються при її розробці, також сприяють виникненню нових транскордонних інфекційних захворювань, таких як зоонози та пріонні хвороби (риккетсії, дизентерія, сибірка, заяча хвороба, лихоманка долини Ріфт, африканська чума свиней, ящур) (Greenus, 2010; Bashchenko et al., 2017). Прикладом суворого контролю за цими інфекційними патогенами є принцип повної простежуваності внутрішнього зберігання та переміщення, який практикується в провідних країнах світу.

Для забезпечення ефективного контролю за транскордонними інфекційними хворобами впроваджена система нормативних та правових документів, які встановлюють основні принципи наглядового моніторингу, профілактики інвазій, прогнозування та ліквідації можливих спалахів. До таких документів належать Настанови МЄБ, Кодекс санітарної практики МЄБ та Директиви ЄС щодо боротьби з інфекційними хворобами тварин (високопатогенний грип, катаральна лихоманка, сибірка та паратуберкульоз) та оцінки ризику біологічних небезпек (Директива Ради 2005/94/ЄС, Директива Ради 93/88/ЄС, Директива Комісії 2003/32/ЄС, Директива Комісії 97/65/ЄС, Директива Ради 2000/75/ЄС), BOO3 (WHO Classification of Infectious Microorganisms by Risk Group (2004)).

В Україні також здійснюється систематичний контроль частини транскордонних та емерджентних інфекцій провідними науково-дослідними установами ветеринарної медицини нашої країни (сибірка, сказ, хвороба Ньюкасла, грип птиці, катаральна лихоманка, африканська та класична чума свиней, бруцельоз,

лістеріоз, сальмонельоз, паратуберкульоз, лептоспіроз тощо). Однак така система контролю потребує перегляду та гармонізації з вищезазначеним переліком нормативних документів з метою їх актуалізації відповідно до новітніх методологій та принципів моніторингу, діагностики та контрзаходів щодо можливих ризиків.

Також українські науково-дослідні інститути ветеринарної медицини розробляють вакцини та засоби діагностики для боротьби зі сказом, сибіркою, лістеріозом, ієрсиніозом, бруцельозом, сальмонельозом, високопатогенним грипом, хворобою Ньюкасла, африканською холерою свиней, РРСС та деякими іншими захворюваннями. На сьогодні розроблені локальні методи діагностики високопатогенного грипу птиці (ПЛР), хвороби Ньюкасла (ПЛР та ІФА), бруцельозу (ІФА) та сказу (ІФА), респіраторно-репродуктивного синдрому свиней (ІФА), африканської чуми свиней (ПЛР), туберкульозу (ПЛР, ІФА), сибірки (ПЛР), хламідіозу (ПЛР), трихінельозу (ІФА) і токсоплазмозу (ІФА).

Проблеми прогнозування, моніторингу та діагностики ящуру та інших захворювань, таких як везикулярна хвороба, рикетсіоз, хвороба кроликів, арбовірусна хвороба (хвороба Шмалленберга) і катаральна лихоманка овець, залишаються невирішеними, хоча певних успіхів досягнуто. При створенні системи контролю за цими інфекціями необхідно використовувати як класичні, так і сучасні методології, щоб системи моніторингу та раннього виявлення повністю відповідали міжнародним стандартам.

Відкритим питанням на сьогодні залишається система молекулярно-епідеміологічних досліджень, тобто генетичне і патологоанатомічне типування нових інфекційних агентів, вивчення дрейфу генетичних варіацій, прогнозування поширення інфекції та біоінформаційне моделювання ситуації. Інструменти моніторингу транскордонних інфекцій, що використовуються в Європі, включають не тільки комерційні продукти всіх видів, а й низку спеціалізованих тестів, розроблених, валідованих і використовуваних в референс-лабораторіях, які з конкретних інфекційних захворювань мають комерційно доступні набори або їх аналоги та власні протоколи для виявлення, ізоляції, ідентифікації та типізації збудників. Комерційно доступні тести для контролю нових інфекційних захворювань включають РДП, РА, РЗГА, РІФ, ІФА і в деяких випадках ПЛР.

Наразі транснаціональні системи нагляду та діагностики нових хвороб тварин базуються на пропорційному використанні як класичних мікробіологічних та вірусологічних методів, так і сучасних засобів молекулярної діагностики та молекулярно-антропометричних методів. В Україні створено науково-виробничі центри, а також досліджено транснаціональні інфекційні хвороби. Зокрема, проведено молекулярно-епідеміологічні дослідження з типізації та еволюції вірусів хвороби Ньюкасла і високопатогенного грипу птиці та продемонстровано, що в Україні циркулюють збудники західноєвропейського і азійського походження, а також їхні реассортантні клони. Ці результати мають слугувати моделлю для

дослідження важливих питань, пов'язаних з еволюцією та екологією вірусів і бактерій, що становлять загрозу для тваринництва та людства, таких як збудник сказу (генотипування), сибірка (плазмідне типування, вивчення вірулентності та маркерів антибіотикорезистентності), туберкульоз, бруцельоз (генотипування, медикаментозна чутливість).

Важливим аспектом розвитку та вдосконалення сучасних систем біобезпеки є застосування належних практик запобігання поширенню та збереження патогенів у науково-дослідних та діагностичних ветеринарних лабораторіях і біотехнологічних підприємствах, що виробляють засоби захисту тварин і людей від інфекційних хвороб.

Наразі основним документом, що встановлює правила та норми у сфері біобезпеки та біозахисту, є Керівництво ВООЗ з біобезпеки. В основі кодифікації правил і норм біобезпеки та біозахисту в лабораторіях і на біопромислових об'єктах лежить природа мікроорганізмів, з якими працюють в лабораторії. Характер потенційних джерел ризику безпосередньо впливає на вимоги до організації та основних параметрів роботи з досліджуваними патогенами. Фактори, що враховуються при визначенні групи ризику збудника, включають оцінку патогенності та вірулентності, стійкість у навколишньому середовищі, коло хазяїв, наявність переносників, стійкість до лікарських препаратів та дезінфікуючих засобів, спосіб передачі та трансмісивність захворювання, що викликається збудником. Згідно з класифікацією ВООЗ, є чотири групи ризику, кожна з яких має свій профіль ризику, з яких четверта є найнебезпечнішою. Водночас національні класифікації збудників досі є інверсійними, що призводить до певних неузгодженостей у проведенні науково-діагностичних досліджень та розташуванні науково-дослідних і діагностичних лабораторій (Bashchenko et al., 2017).

Враховуючи складну епідеміологічну та епізоотичну ситуацію з транскордонними інфекційними хворобами у світі та високий ризик їх передачі в Україну, необхідне комплексне рішення. Це означає створення системи прогнозування, епіднагляду та масштабної програми контролю за транскордонними інфекційними хворобами. Система включає комплекс науково обґрунтованих організаційних, нормативно-правових, карантинних, освітніх та інформаційно-просвітницьких заходів з контролю за транскордонними інфекційними хворобами в нашій країні на основі міжвідомчої співпраці. Також важливим аспектом норм і стандартів біобезпеки є правильний вибір і дотримання режимів знезараження залишків інфекційного матеріалу та інших відходів біологічних лабораторій, що працюють з інфекційним матеріалом. Вибір хімічних дезінфікуючих засобів для використання у виробничих приміщеннях повинен здійснюватися за такими критеріями: засіб повинен бути ефективним щодо збудників, які обробляються (ефективність перевіряється безпосередньо в робочій зоні, де він використовується); він повинен бути завжди доступним в робочій зоні; бути стабільним при зберіганні ТА під впливом зовнішніх факторів; має бути зручним у використанні.

Напрямки, в яких необхідні подальші наукові дослідження для розробки ефективних систем контролю транскордонних інфекційних хвороб тварин, включають створення експертної групи з транскордонних інфекційних хвороб з числа співробітників науково-дослідних інститутів НААН за участю Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України, участь у міжнародних проєктах з контролю транскордонних інфекційних хвороб на базі науково-дослідних інститутів НААН з дотриманням вимог біобезпеки та біозахисту (BSL-3 та BSL-4), створення науково-виробничого національного референс-центру (референс-лабораторії) з емерджентних інфекційних хвороб та ін. Таким чином, питання біологічної безпеки стає все більш актуальним і вимагає негайного вирішення, вдосконалення стандартів, збільшення інвестицій та нормативно-правової бази. Провідні країни світу стрімко розвивають нормативно-правову базу та стандарти біологічної безпеки і біозахисту у ветеринарних та гуманітарних медичних лабораторіях, тваринництві та біовиробництві. Запозичення Україною цього досвіду з урахуванням особливостей країни забезпечить у майбутньому зниження біологічних ризиків у всіх сегментах нашого ветеринарного сектору, всебічну підтримку внутрішньої безпеки, надійну гарантію членства в міжнародних асоціаціях і консорціумах, а також національний, соціальний та економічний розвиток країни.

Висновки

1. Транскордонні емерджентні інфекційні хвороби тварин становлять особливу загрозу при поширенні серед домашніх, сільськогосподарських та диких тварин, що потенційно може мати значні негативні економічні та соціальні наслідки. Ці епідемії є добре контрольованими у більшості країн світу але з кожним роком кількість нових та вдосконалених заходів протидії ризикам, пов'язаним з потенційним поширенням цих інфекційних хвороб, постійно зростає.

2. Ветеринарними установами України накопичено значний досвід боротьби з транскордонними інфекційними хворобами, та він потребує постійного вдосконалення відповідно до новітніх вимог біобезпеки та біозахисту, а також міжнародних стандартів контролю.

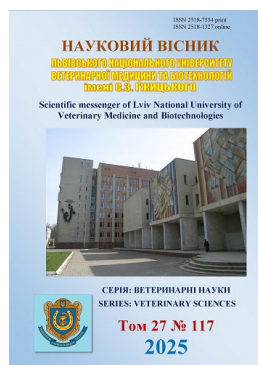
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- American biosafety association. ABSA International. URL: <https://absa.org>.
- Animal diseases situation (2010). OIE, Paris. P. 1018.
- Attoui, H., & Mohd Jaafar, F. (2015). Zoonotic and emerging orbivirus infections. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 34(2), 353–361. DOI: 10.20506/rst.34.2.2362.
- Bashchenko, M. I., Stehni, B. T., Herilovych, A. P., & Baranovskyi, D. I. (2017). *Problemy i perspektyvy rozvytku standartiv biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu u veterynarii medytsyni ta biotekhnolohii*. Veterynarna medytsyna. Kharkiv, 103, 8–12. URL: <https://www.jvm.kharkov.ua/sbornik/103/1-1.pdf> (in Ukrainian).
- Beato, M. S., & Capua, I. (2011). Transboundary spread of highly pathogenic avian influenza through poultry commodities and wild birds: a review. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 30(1), 51–61. DOI: 10.20506/rst.30.1.2013.
- Bisiuk, I. Yu. (2014). Suchasnyi stan i problemy kontroliu transkordonykh emerzhentnykh infektsii tvaryn v Ukraini ta sviti. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 6, 7–10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetm_2014_6_4 (in Ukrainian).
- Boinas, F. S., Wilson, A. J., Hutchings, G. H., Martins, C., & Dixon, L. J. (2011). The persistence of African swine fever virus in field-infected *Ornithodoros erraticus* during the ASF endemic period in Portugal. *PloS one*, 6(5), e20383. DOI: 10.1371/journal.pone.0020383.
- Colby, M., Coats, M., Brake, D., & Fine, J. (2013). The role of the Department of Homeland Security, Science and Technology Directorate in the development of vaccines and diagnostics for Transboundary Animal Diseases. *Developments in biologicals*, 135, 3–14. DOI: 10.1159/000265588.
- Cowled, C., & Wang, L. F. (2016). Animal genomics in natural reservoirs of infectious diseases. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 35(1), 159–174. DOI: 10.20506/rst.35.1.2425.
- Granberg, F., Bálint, Á., & Belák, S. (2016). Novel technologies applied to the nucleotide sequencing and comparative sequence analysis of the genomes of infectious agents in veterinary medicine. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 35(1), 25–42. DOI: 10.20506/rst.35.1.2415.
- Greenus, M. (2010). Convention for Biological and Toxic Weapons (2009). Math. Canadian ABSA branch meeting, 4-9.06.2010 Winnipeg, 205–209.
- Holovko, A. M., & Klestova, Z. S. (2015). Ryzyky svynarstvu vid re-emerdzhentnykh infektsii. *Veterynarna medytsyna: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*, 100, 23–25 (in Ukrainian).
- Klestova, Z. S. (2016). Emerdzhentni virusni zakhvoriuvannia tvaryn ta prohnozuvannia bioryzykiv. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 29, 117–131. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbth_2016_29_15 (in Ukrainian).
- Mathijs, E., Vandenbussche, F., & Van Borm, S. (2016). Using genomics for surveillance of veterinary infectious agents. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 35(1), 143–157. DOI: 10.20506/rst.35.1.2424.
- Mushtuk, I. Yu. (2015). Monitorynh klasychnoi chumy svynei v systemi zakhodiv borotby : avtoref. dys. na здобуття наук. ступеня канд. vet. nauk : spets. 16.00.03 “Veterynarna mikrobiolohiia, epizootolohiia, infektsiini khvoroby ta imunolohiia”. Kyiv, 24 s. (in Ukrainian).
- Mushtuk, I. Yu., Melnychenko, O. M., & Tashuta, V. S. (2014). Ryzik dlia populatsii dykykh svynei v Ukraini shchodo infikuvannia klasychnoiu chumoiu

- svynei. Problemy veterynarnoi medytsyny ta yakosti bezpeky produktsii tvarynnystva: KhIII mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia profesorsko-vykladatskoho skladu ta aspirantiv prysviachena 20-richchiu nabuttia universytetom statusu Natsionalnoho. Kyiv, 217–219 (in Ukrainian).
- Peyrefitte, C., Marianneau, P., Tordo, N., & Bouloy, M. (2015). Crimean-Congo haemorrhagic fever. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 34(2), 391–401. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26601443>.
- Sciences and Diseases Surveillance Review [text]. CBEP Meeting Proc., Garmisch-Partenkirchen, Germany, 14-17 March 2011. 108 p.
- Stehni, B. T., Herilovych, A. P., Kucheriavenko, R. O., & Bisiuk, I. Yu. (2013). Transkordonni infektsiini khvoroby tvaryn: mizhnarodnyi dosvid monitorynhu, prohnozuvannia, reahuvannia ta naukovyi suprovid problemy v Ukraini. *Veterynarna medytsyna*, 97, 12–15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetmed_2013_97_3 (in Ukrainian).
- Van Borm, S., Wang, J., Granberg, F., & Colling, A. (2016). Next-generation sequencing workflows in veterinary infection biology: towards validation and quality assurance. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 35(1), 67–81. DOI: 10.20506/rst.35.1.2418.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11711
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.4:636.085.25

Effect of calcium butyrate supplement on blood profile and growth rate in starter pigs

V. M. Rakytiatskyi¹, V. H. Yefimov^{2✉}, O. D. Chrystyna³, V. D. Pylypchuk³, O. V. Yanovska²

¹Private enterprise “Kovcheg-A”, Bogodukhiv, Kharkiv region, Ukraine

²Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

³Private enterprise “VetAgro”, Sokylnyky, Lviv Region, Ukraine

Article info

Received 27.12.2024

Received in revised form

27.01.2025

Accepted 28.01.2025

Dnipro State Agrarian and
Economic University,
Serhiy Yefremov Str., 25,
Dnipro, 49600, Ukraine.
Tel.: +38-067-727-55-75
E-mail: yefimov.v.h@dsau.dp.ua

PE “VetAgro”,
Lvivska bichna Str., 3,
Sokylnyky, Lviv Region,
81130, Ukraine.

PE “Kovcheg-A”,
Industrialnaya Str., 12,
Bogodukhiv, Kharkiv region,
62103, Ukraine.

Rakytiatskyi, V. M., Yefimov, V. H., Chrystyna, O. D., Pylypchuk, V. D., & Yanovska, O. V. (2025). Effect of calcium butyrate supplement on blood profile and growth rate in starter pigs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 80–86. doi: 10.32718/nvlvet11711

The use of butyric acid salts in animal husbandry is quite widespread, particularly in improving the condition of the intestines in calves, chickens, and piglets. At the same time, among the various forms of butyrates, the effect of calcium butyrate on blood parameters and the productivity of starter pigs during the growing period has not been fully studied. The aim of the work was to study the effect of the feed additive calcium butyrate on blood parameters and weight gain of piglets during the starter period. The study was conducted in a typical pig farm on hybrid piglets obtained from F1 sows (large white X landrace) and terminal line meat boars. Clinically healthy animals aged 50 days were selected for the study. According to the principle analogs, 2 groups of 60 piglets each were formed. The control group received a standard diet, the experimental group received a standard diet with the addition of calcium butyrate (TM GLOBAMAX B 700, Global Nutrition, France) at the rate of 1.5 kg per 1 ton of feed. The animals were kept in the same conditions. The duration of feeding was 33 days. After the end of the experimental period, morphological blood parameters were examined on a hematological analyzer Micro CC-20 Plus (High technology, USA). The leukogram was calculated in blood smears stained according to Pappenheim. Biochemical parameters were determined in blood serum on an automatic analyzer BioSystems BA 400 (Spain). Determination of the level of vitamins A and E in blood serum was carried by HPLC. During the period of feeding the supplement, an analysis of animal morbidity was carried out. Weight gains were assessed based on the results of weighing animals in both groups. It was established that the addition of calcium butyrate did not affect the morphological composition of the blood. The urea content in the experimental group of animals increased by 16.2 % compared to the control, while the level of inorganic phosphorus decreased by 10.2 %. At the same time, an increase in alkaline phosphatase activity was observed by 17.2 % and a decrease in creatine kinase activity by 21.2 %. The average daily gains in the experimental animals were 4.88 % higher than in the control, while feed consumption did not differ significantly. Thus, the addition of calcium butyrate affected the intensity of absorption of nutrients in the diet, which led to an increase in body weight gains in piglets. At the same time, the frequency of nonspecific digestive disorders was reduced under the action of the additive.

Key words: piglets, growth, calcium butyrate, blood biochemistry, blood cells, weight gain.

Вплив добавки бутирату кальцію на показники крові та продуктивність поросят в період дорощування

В. М. Ракитянський¹, В. Г. Єфімов^{2✉}, О. Д. Христина³, В. Д. Пилипчук³, О. В. Яновська²

¹Приватне підприємство “Ковчег-А”, м. Богодухів, Харківська область, Україна

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Приватне підприємство “ВетАгро, с. Сокільники, Львівська область, Україна”

Застосування солей масляної кислоти у тваринництві має достатнє поширення, зокрема, для покращення стану кишечника у телят, курчат та поросят. Водночас, серед різних її кальцієвої солі на показники крові та продуктивність поросят у період дорощування до кінця не вивчені. За мету роботи було дослідити вплив кормової добавки бутирату кальцію на показники крові поросят у період дорощування та прирости маси тіла. Дослідження проводилося в типовому свинарському господарстві на гібридних поросятах, отриманих від свиноматок F1 (велика біла Х ландрас) та м'ясних кнурів термінальної лінії. Для досліджень відбирались клінічно здорові тварини віком 50 діб. За принципом пар-аналогів було сформовано 2 групи по 60 поросят у кожній. Контрольна група отримувала стандартний раціон, дослідна – стандартний раціон з додаванням бутирату кальцію (ТМ ГЛО-БАМАКС В 700, Global Nutrition, Франція) з розрахунку 1,5 кг на 1 т комбікорму. Тварини утримувалися в однакових умовах. Тривалість згодовування склала 33 доби. Після закінчення дослідного періоду досліджували морфологічні показники крові на гематологічному аналізаторі Micro CC-20 Plus (High technology, США). Лейкограму обчислювали у мазках крові, пофарбованих за Паппенгеймом. В сироватці крові визначали біохімічні показники на автоматичному аналізаторі BioSystems BA 400 (Іспанія). Визначення рівню вітамінів А і Е в сироватці крові проводили методом ВЕРХ. В період згодовування добавки здійснювали аналіз захворюваності тварин. Прирости маси оцінювали за результатами зважування тварин обох груп. Встановлено, що добавка бутирату кальцію не впливала на морфологічний склад крові. Уміст сечовини у тварин дослідної групи зріс на 16,2 % порівняно з контролем, тоді як рівень неорганічного фосфору знизився на 10,2 %. Одночасно спостерігалось підвищення активності лужної фосфатази на 17,2 % і знижувалась активність креатинінази на 21,2 %. Середньодобові прирости у дослідних тварин були на 4,88 % вищими від контрольних, тоді як споживання корму суттєво не відрізнялося. Отже, добавка кальцію бутирату впливала на інтенсивність всмоктування поживних речовин раціону, що зумовило підвищення приростів маси тіла поросят. Водночас, за дії добавки зменшувалась частота прояву неспецифічних розладів травлення.

Ключові слова: поросята, ріст, бутират кальцію, біохімія крові, клітини крові, прирости маси.

Вступ

З кінця минулого століття в годівлі сільськогосподарських тварин почали активно використовуватись коротколанцюгові жирні кислоти для корекції фізіологічних процесів та в якості альтернативи антимікробним засобам (Amin et al., 2022; Masiuk et al., 2024). До цього класу речовин відноситься масляна кислота (або її похідні – бутирати), яка є однією з найбільш поширених у тваринництві, зокрема свинарстві. Природним шляхом бутирати постійно утворюються в кишечнику з жирів корму, а також шляхом мікробної ферментації неперетравних цукрів та полісахаридів (Kien et al., 2007) і є цінним джерелом енергії (до 10 % від загального пулу) (Bedford & Gong, 2018).

Бутирати відомі своєю потужною антимікробною дією через посилення клітинної ланки імунітету. За їх дії активуються макрофаги, прискорюється їх диференціація і “навчання” до розпізнавання специфічних патогенів сальмонел, патогенних штамів *E. coli*, стрептококів), активується синтез антимікробних пептидів (Schulthess et al., 2019). Таким чином, посилюється бар'єрна функція слизової оболонки травного каналу, що особливо актуально для поросят у поствідлучний період. Слід також відзначити, що бутирати знижують рівень медіаторів запалення, чим обумовлена їх протизапальна дія (Vinolo et al., 2011). Все це стримує дисемінацію (розповсюдження) збудників інфекції з місць зараження по всьому організму. Відомим є також той факт, що бутирати мають безпосередній вплив на кишечник, вони є головним джерелом енергії для ентероцитів та колоноцитів (Hamer et al., 2007), прискорюючи проліферацію та диференціацію клітин слизової оболонки тонкої та товстої кишки (Kien et al., 2007; Mazzoni et al., 2008). За деякими даними, безпосередня інфузія бутирату в сліпу кишку або його внутрішньовенне введення вдвічі пришвидшує проліферацію клітин слизової оболонки в тонкій та товстій кишці (Bartholome et al., 2004; Kien et al., 2007). При цьому одночасно збільшується глибина крипт та висота ворсинок слизової.

На практиці використовується ряд продуктів на основі масляної кислоти – це бутирини і бутирати. Бутирини – ефіри масляної кислоти та гліцеролу, які в залежності від кількості залишків масляної кислоти поділяються на моно-, ди- та трибутирини (Makowski et al., 2022). Оскільки бутирини швидко піддаються дії ліпази у верхніх відділах кишечника і в меншій кількості доходять до товстої кишки, вони не набули широкого використання в тваринництві. Бутирати – солі масляної кислоти, натрієва та кальцієва. Бутирати в свою чергу діляться на захищені (вкриті захисною плівкою) та незахищені. Їх використання у вигляді інкапсульованих солей попереджає швидке розкладання масляної кислоти в травному тракті (Kotunia et al., 2004; Casanova-Higes et al., 2018), а також зменшує рівень запаху, яким володіють чисті бутирати. За рахунок цього забезпечується рівномірне вивільнення продукту у всіх відділах кишечника, зокрема, його накопичення у товстій кишці (Bedford & Gong, 2018).

Серед бутиратів найбільш вивченим є вплив натрієвої солі масляної кислоти на організм свиней різного віку (Bernad-Roche et al., 2021; da Silva et al., 2022; Djordjeviae et al., 2022). Водночас, стосовно впливу бутирату кальцію є достатня кількість повідомлень щодо його дії на організм птиці (Ahafonov et al., 2018; Adhikari et al., 2023). Проте, його дія на організм свиней висвітлена у незначній кількості публікацій (Maito et al., 2022; Richard-Dazeur et al., 2024).

Мета дослідження

Метою досліджень було вивчення впливу кормової добавки бутирату кальцію на показники крові поросят у період дорощування та прирости маси тіла.

Матеріал і методи досліджень

Базою для проведення досліджень було типове свинарське господарство замкнутого циклу. Для досліду були відібрані гібридні поросята, отримані від свиноматок F1 (велика біла Х ландрас) та м'ясних

кнурів термінальної лінії. Годівля здійснювалась згідно деталізованих норм та рекомендацій генетичної компанії раціоном на основі пшениці, ячменю та кукурудзи з додаванням макухи соєвої та ферментованого соєвого концентрату. Для забезпечення потреби у незамінних амінокислотах, вітамінах та мінералах вводився 4 % премікс. Профілактично вносили сорбент мікотоксинів. Тварини утримувалися груповим методом в станках по 34 поросят на щільній підлозі, роздача корму та води були автоматичними.

Для досліджень відбирались клінічно здорові тварини віком 50 діб. За принципом пар-аналогів було сформовано 2 групи по 60 поросят у кожній. Контрольна група отримувала стандартний раціон, дослідна – стандартний раціон з додаванням бутирату кальцію (ТМ ГЛОБАМАКС В 700, Global Nutrition, Франція) з розрахунку 1,5 кг на 1 т комбікорму. Додаток містить 70 % бутирату та 14 % кальцію. Під час досліду доступ поросят до води та корму був необмежений. Тривалість згодовування склала 33 доби.

Після закінчення періоду згодовування проводився відбір проб крові для лабораторних досліджень, які виконували у НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. Морфологічні показники крові (кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів) визначали на гематологічному аналізаторі Місго СС-20 Plus (High technology, США). Лейкограму обчислювали у мазках крові, пофарбованих за Паппенгеймом. В зразках сироватки крові визначали вміст загального білка, альбумінів, сечовини, креатиніну, глюкози, холестеролу, НЕЖК, загального кальцію, неорганіч-

ного фосфору та магнію. Серед показників ензимної активності крові визначали АСТ, АЛТ, лужну фосфатазу, креатинкіназу і ГГТ. Дослідження проводилися з використанням готових комерційних наборів реагентів на біохімічному аналізаторі BioSystems BA 400 (Іспанія). Визначення рівню вітамінів А і Е в сироватці крові проводили методом вискоєфективної рідинної хроматографії на рідинному хроматографі Agilent Infinity II за методикою, описаною раніше (Yefimov & Sofonova, 2014).

В період згодовування добавки здійснювали аналіз захворюваності та причин вибуття тварин. Інтенсивність приростів маси оцінювали за результатами зважування тварин обох груп.

Одержані дані статистично оброблялися з використанням програми Microsoft Excel з розрахунком критерію t-критерію Стьюдента.

Результати

Спостереження за піддослідними поросятами показало, що корм із додаванням бутирату кальцію через характерний маслянокислий запах добавки провокував у поросят на початку дослідження підвищений харчовий інтерес. Поросята більше часу проводили біля годівниць, активно цікавилися кормом. Згодом харчова поведінка не відрізнялась від поросят контрольної групи.

Гематологічні показники крові у поросят обох піддослідних груп суттєво не відрізнялись між собою (табл. 1).

Таблиця 1

Гематологічні показники крові поросят за впливу бутирату кальцію ($M \pm m$)

Показники	Група тварин	
	контрольна (n = 10)	дослідна (n = 10)
Гемоглобін, г/л	114,5 ± 2,51	118,8 ± 2,22
Гематокрит, %	37,42 ± 1,37	38,38 ± 0,79
Еритроцити, Т/л	6,27 ± 0,17	6,37 ± 0,13
MCV(середній об'єм еритроцита), фл.	59,62 ± 1,08	60,32 ± 1,01
MCH (середня маса гемоглобіна в еритроциті), пг	18,31 ± 0,32	18,67 ± 0,26
MCHC (середня концентрація гемоглобіна в еритроциті), %	30,76 ± 0,55	30,98 ± 0,34
Кольоровий показник, од.	0,883 ± 0,015	0,901 ± 0,013
ШОЕ, мм/г	1,40 ± 0,16	1,10 ± 0,10
Тромбоцити, Г/л	382,00 ± 29,05	333,80 ± 40,05
Лейкоцити, Г/л	15,81 ± 1,74	14,99 ± 1,32
<i>Лейкограма</i>		
Еозинофіли, %	0,30 ± 0,28	0,40 ± 0,40
Паличкоядерні, %	0,30 ± 0,28	0,00 ± 0,0
Сегментоядерні, %	54,60 ± 4,40	49,80 ± 5,41
Лімфоцити, %	44,10 ± 4,39	48,60 ± 5,09
Моноцити, %	0,70 ± 0,37	1,20 ± 0,63

Можна відмітити незначне збільшення рівню гемоглобіну у крові тварин дослідної групи (на 3,8 % вище порівняно з контролем). Крім того, було встановлено тенденцію до зниження кількості лейкоцитів у крові дослідних тварин на 5,2 %. Це відбувалося за рахунок зменшення частки нейтрофільних клітин, як паличкоядерних, так і сегментоядерних клітин (на

8,8 %). Проте, внаслідок значної індивідуальної варіабельності показників, зміни не були вірогідними.

Внаслідок визначення біохімічних показників було встановлено, що в сироватці крові поросят за дії бутирату виражених змін вмісту загального білка та його основних фракцій не спостерігалися (табл. 2).

Таблиця 2

Біохімічні показники сироватки крові поросят за впливу бутирату кальцію ($M \pm m$)

Показники	Група тварин	
	контрольна (n = 10)	дослідна (n = 10)
Загальний протеїн, г/л	57,3 $\pm$ 1,44	58,6 $\pm$ 0,99
Альбуміни, г/л	38,1 $\pm$ 1,35	39,0 $\pm$ 0,61
Глобуліни, г/л	19,20 $\pm$ 1,44	19,60 $\pm$ 0,73
Білковий коефіцієнт, од.	2,11 $\pm$ 0,18	2,01 $\pm$ 0,09
Сечовина, ммоль/л	3,28 $\pm$ 0,20	3,81 $\pm$ 0,14*
Креатинін, мкмоль/л	62,7 $\pm$ 3,10	57,1 $\pm$ 1,43
АСТ, Од/л	53,5 $\pm$ 8,07	53,0 $\pm$ 13,93
АЛТ, Од/л	52,40 $\pm$ 2,01	47,10 $\pm$ 2,73
Лужна фосфатаза, Од/л	258,20 $\pm$ 14,89	302,70 $\pm$ 14,96*
Глюкоза, ммоль/л	4,76 $\pm$ 0,20	4,52 $\pm$ 0,22
Кальцій загальний, ммоль/л	2,21 $\pm$ 0,03	2,20 $\pm$ 0,03
Неорганічний фосфор, ммоль/л	3,83 $\pm$ 0,11	3,44 $\pm$ 0,07**
Холестерол, ммоль/л	2,19 $\pm$ 0,11	2,06 $\pm$ 0,07
Креатинкіназа, Од/л	3433,6 $\pm$ 252,5	2706,6 $\pm$ 209,5*
Неестерифіковані жирні кислоти, ммоль/л	0,122 $\pm$ 0,005	0,116 $\pm$ 0,004
ГГТ, Од/л	32,0 $\pm$ 4,19	34,4 $\pm$ 4,74
Магній, ммоль/л	1,04 $\pm$ 0,022	1,09 $\pm$ 0,041
Вітамін А, мкг/100 мл	55,51 $\pm$ 4,26	48,82 $\pm$ 2,92
Вітамін Е, мкг/мл	2,52 $\pm$ 0,25	1,92 $\pm$ 0,23

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ у відношенні до контрольної групи

Серед продуктів азотистого обміну встановлено вищий уміст сечовини у тварин дослідної групи (на 16,2 %, $P < 0,05$). У той же час, вірогідних змін рівню креатиніну встановлено не було. Активність ензимів переамінування (АСТ і АЛТ) в сироватці тварин обох груп також не мала суттєвої різниці. Активність ГГТ, ще одного індикаторного для печінки ензиму, також не відрізнялась. При визначенні показників вуглеводно-ліпідного обміну (глюкози, холестеролу і неестерифікованих жирних кислот) у сироватці крові поросят нами також не встановлено значної різниці у поросят контрольної і дослідної груп.

У той же час, згодовування добавки бутирату кальцію призвело до вірогідних змін окремих показників кальцій-фосфорного обміну. Зокрема, у тварин, які отримували бутират кальцію, спостерігався нижчий вміст неорганічного фосфору (на 10,2 % при $P < 0,01$) з одночасно вищою активністю лужної фосфатази (на 17,2 %, $P < 0,05$). Поряд із цим, не було встановлено відмінностей у вмісті загального кальцію та магнію.

Дослідження вказують, що застосування добавки призвело до зниження в сироватці крові поросят дослідної групи загальної активності креатинкінази на 21,2 % ($P < 0,05$). Поряд із цим, спостерігалася тенденція до зниження вмісту ретинолу і токоферолу за дії бутирату кальцію відповідно на 12,0 % і 23,8 % ($P < 0,10$).

Як показано на [рис. 1](#), маса тіла поросят, яким давали бутират кальцію, після завершення дослідного періоду була достовірно більшою. Абсолютний приріст живої маси за 33 дні досліді у поросят контроль-

ної групи склав 19,59 кг, тоді як у тварин дослідної групи – 20,55 кг ($P < 0,01$), а різниця з контролем складала 4,90 %. Середньодобові прирости у дослідних тварин були на 4,88 % вищими від контрольних ([рис. 2](#)).

Середньодобове споживання корму у поросят дослідної групи склало 1,12 кг, тоді як у контрольній групі – 1,08 кг. Показник конверсії корму суттєво не відрізнявся між групами, склавши відповідно 1,79 у дослідних поросят і 1,82 – у контрольних.

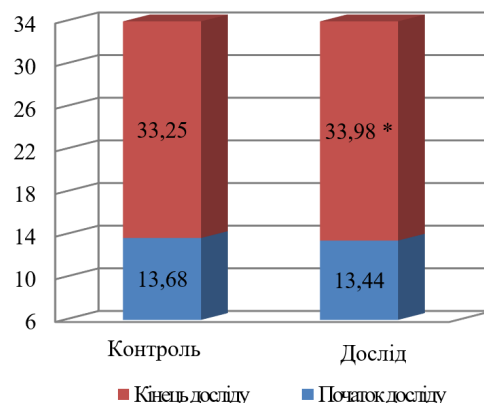


Рис. 1. Середня маса тіла піддослідних поросят на початку і наприкінці досліді за згодовування бутирату кальцію)

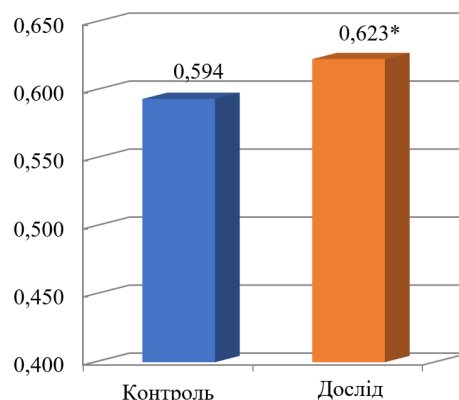


Рис. 2. Середньодобові прирости маси тіла поросят контрольної та дослідної групи

Щоденне спостереження за клінічними проявами розладів шлунково-кишкового тракту показало, що у поросят контрольної групи протягом досліді було виявлено 12 випадків діарей різного характеру – від м'яких, які ледь просочуються крізь щільну підлогу, до рідких та водянистих. В 6 з цих випадків тваринам надавалась лікарська допомога. В групі, що отримувала бутират, було нараховано 5 таких випадків, і в жодному з них лікарська допомога не надавалась. Протягом 1–2 доби діареї проходили спонтанно без ознак загострення та погіршення загального стану тварин.

Таким чином, проведені дослідження вказують на підвищення приростів маси тіла поросят після згодовування кормової добавки бутирату кальцію, а також зменшення частоти прояву розладів травлення.

Обговорення

Застосування засобів підвищення резистентності поросят у період дорошування залишається актуальним, оскільки саме в цей час у тварин відбувається становлення імунної системи, спостерігається формування травної системи та адаптація до нових умов існування у післявідлучний період (Connolly et al., 2024; Masiuk et al., 2024).

Застосування добавки бутирату кальцію у наших дослідженнях не мало суттєвого впливу на показники еритроцитопоезу. Напевне, це пов'язано саме з переважним ефектом дії добавки на клітини кишечника, на що вказують літературні дані (Bedford & Gong, 2018; Wan et al., 2024). Відсутність змін з боку показників еритроцитопоезу у поросят після відлучення за дії натрію бутирату була також відмічена в дослідженнях Oliveira et al. (2018). За даними цих же авторів, добавка сприяла зниженню кількості лейкоцитів за рахунок популяцій нейтрофільних клітин. Подібна тенденція спостерігалася і у наших дослідженнях, що ми схильні вважати наслідком протимікробної дії бутирату. Це, напевне, сприяло зниженню антигенного навантаження на імунні утворення травного тракту поросят. У той же час, Dang et al. (2023) показано, що бутират здатний регулювати нейтрофільний гомеостаз через дозрівання цих клітин у червоному кістковому мозку.

За дії кальцію бутирату у поросят на дорошуванні вірогідно зростає рівень сечовини у сироватці крові. Вона є кінцевим продуктом розпаду білків у організмі, що утворюється у печінці (Gallego-Durán et al., 2022), а встановлені зміни можуть свідчити про вищу інтенсивність оновлення білків в організмі поросят за дії препарату або ж бути наслідком кращого засвоєння протеїну з раціону. Подібне підвищення рівня азоту сечовини за споживання інкапсульованого натрію бутирату спостерігалось в дослідженнях You et al. (2023).

За дії добавки нами спостерігалася тенденція до зниження рівню вітамінів А і Е в сироватці крові. Водночас, їх вміст мав високі фізіологічні значення у поросят обох груп (Yefimov & Sofonova, 2014). Оскільки токоферол є прямим антиоксидантом, а ретинол – непрямим (Blaner et al., 2021), встановлені зміни можуть вказувати на більше використання цих вітамінів для усунення наслідків оксидативного стресу та стабілізації клітинних мембран. Це може підтверджуватися зниженням активності загальної креатинкінази на 21,2 % ($P < 0,05$), вихід якої у плазми крові відбувається при руйнуванні міоцитів (Thorén-Tolling & Jönsson, 1983). Аналогічне зниження рівня вітаміну Е за впливу інкапсульованого бутирату отримали Stas et al. (2024). У той же час, рівень взаємозв'язок між рівнем вітамінів А і Е у сироватці крові та інтенсивністю формування м'язової тканини є сумнівним (Huang et al., 2023).

Не зважаючи на відсутність змін у концентрації загального кальцію у сироватці крові, нами спостерігався нижчий рівень неорганічного фосфору і зростання активності лужної фосфатази. За даними Doornenbal et al. (1983), активність лужної фосфатази

знижується з віком поросят, в той час як дослідження. У той же час, спостерігається позитивна кореляція між активністю ферменту та інтенсивністю росту свиней (Combs et al., 1959). На нашу думку, відзначені зміни вказують на вищу інтенсивність оновлення кісткової тканини, а також можуть бути пов'язані з вищими приростами маси тіла, що спостерігалися у тварин дослідної групи. Ці дані підтверджуються іншими дослідниками за дії різних форм масляної кислоти (Piva et al., 2002; Huang et al., 2015; Wang et al., 2023). Таке наростання продуктивності, очевидно, пов'язане саме з кращою утилізацією компонентів раціону, адже споживання корму у поросят за згодування кальцію бутирату не змінювалось. Це узгоджується з результатами інших джерел (Maito et al., 2022; Wang et al., 2023).

Зменшення кількості випадків діарей серед поросят, які отримували бутирати, описано в інших дослідженнях (Huang et al., 2015; Casanova-Higes et al., 2018; López-Colom et al., 2020; Maito et al., 2022). Автори це пояснюють протизапальною та антимікробною дією, зокрема проти патогенних штамів *E. coli* та *Salmonella* spp., а також покращенням бар'єрної функції кишечника та змінами якісного складу мікробіоти товстої кишки.

Висновки

Добавка кальцію бутирату (ТМ ГЛОБАМАКС В700®) не мала суттєвого впливу на клітинний склад крові поросят у період дорошування. У сироватці крові спостерігалось вірогідне підвищення вмісту сечовини та активності лужної фосфатази за рахунок вищої інтенсивності кальцій-фосфорного обміну та посилення обміну азоту. Виявлено здатність кальцію бутирату впливати на інтенсивність всмоктування поживних речовин раціону, що зумовило підвищення приростів маси тіла поросят. Водночас, за дії добавки зменшувалася частота прояву неспецифічних розладів травлення.

Перспективи подальших досліджень. Одержані результати свідчать про необхідність подальших досліджень, спрямованих на вивчення впливу кальцію бутирату на структурно-функціональні характеристики кишечника, а також на стан його бар'єрних механізмів.

Відомості про конфлікт інтересів

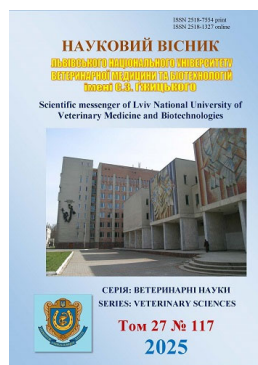
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Adhikari, B., Myers, A. G., Ruan, C., Kwon, Y. M., & Rochell, S. J. (2023). Individual and combined effects of a direct-fed microbial and calcium butyrate on growth performance, intestinal histology and gut microbiota of broiler chickens. *Poultry*, 2(1), 63–81. DOI: 10.3390/poultry2010008.
- Ahafonov, I., Yefimov, V., & Sofonova, D. (2018). Blood parameters and productivity of cross Cobb-500 chicken broilers after adding feed supplement of calcium

- butyrate to the diet. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6(2), 19–24. URL: <https://bulletin-biosafety.com/index.php/journal/article/view/175>.
- Amin, A. B., Trabi, E. B., Zhu, C., & Mao, S. (2022). Role of butyrate as part of milk replacer and starter diet on intestinal development in pre-weaned calves. A systematic review. *Animal Feed Science and Technology*, 292, 115423. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115423.
- Bartholome, A., Albin, D., Baker, D., Holst, J., & Tappenden, K. (2004). Supplementation of total parenteral nutrition with butyrate acutely increases structural aspects of intestinal adaptation after an 80% jejunoleal resection in neonatal piglets. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 28(4), 210–222. DOI: 10.1177/0148607104028004210.
- Bedford, A., & Gong, J. (2018). Implications of butyrate and its derivatives for gut health and animal production. *Animal Nutrition*, 4(2), 151–159. DOI: 10.1016/j.aninu.2017.08.010.
- Bernad-Roche, M., Bellés, A., Grasa, L., Casanova-Higes, A., & Mainar-Jaime, R. C. (2021). effects of dietary supplementation with protected sodium butyrate on gut microbiota in growing-finishing pigs. *Animals*, 11(7), 2137. DOI: 10.3390/ani11072137.
- Blaner, W. S., Shmarakov, I. O., & Traber, M. G. (2021). Vitamin A and Vitamin E: will the real antioxidant please stand Up? *Annual Review of Nutrition*, 41(1), 105–131. DOI: 10.1146/annurev-nutr-082018-124228.
- Casanova-Higes, A., Andrés-Barranco, S., & Mainar Jaime, R. C. (2018). Use of a new form of protected sodium butyrate to control Salmonella infection in fattening pigs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(4), e05SC02. DOI: 10.5424/sjar/2018164-13888.
- Combs, G. E., Wallace, H. D., Alsmeyer, W. L., & Koger, M. (1959). Growth Potential of Swine as Measured by Serum Alkaline Phosphatase. *Journal of Animal Science*, 18(1), 361–364. DOI: 10.2527/jas1959.181361x.
- Connolly, K. R., Sweeney, T., & O'Doherty, J. V. (2024). Sustainable Nutritional Strategies for Gut Health in Weaned Pigs: The Role of Reduced Dietary Crude Protein, Organic Acids and Butyrate Production. *Animals*, 15(1), 66. DOI: 10.3390/ani15010066.
- da Silva, C. A., Dias, C. P., Callegari, M. A., Romano, G. de S., Lais de Souza, K., Jacob, D. V., Ulbrich, A. J., & Goossens, T. (2022). Phytochemicals and encapsulated sodium butyrate can replace antibiotics as growth promoters for lightly weaned piglets. *PLOS ONE*, 17(12), e0279197. DOI: 10.1371/journal.pone.0279197.
- Dang, A. T., Begka, C., Pattaroni, C., Caley, L. R., Floto, R. A., Peckham, D. G., & Marsland, B. J. (2023). Butyrate regulates neutrophil homeostasis and impairs early antimicrobial activity in the lung. *Mucosal Immunology*, 16(4), 476–485. DOI: 10.1016/j.mucimm.2023.05.005.
- Djordjeviae, J., Baltiae, B., Glisiae, M., Boskoviae, M., Sefer, D., Raduloviae, S., Radovanoviae, A., Periae, D., Peuraea, M., & Markovis, R. (2022). Advantages of sodium butyrate in weaned piglet diet. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 22(2), 245–260. DOI: 10.5958/0974-181x.2022.00020.8.
- Doornenbal, H., Tong, A. K. W., Martin, A. H., & Sather, A. P. (1983). Studies on the performance, development and carcass composition of the growing pig: effects of sex, feeding regime and age on blood serum parameters. *Canadian Journal of Animal Science*, 63(4), 977–984. DOI: 10.4141/cjas83-112.
- Gallego-Durán, R., Ampuero, J., Pastor-Ramírez, H., Álvarez-Amor, L., del Campo, J. A., Maya-Miles, D., Montero-Vallejo, R., ... Romero-Gómez, M. (2022). Liver injury in non-alcoholic fatty liver disease is associated with urea cycle enzyme dysregulation. *Scientific Reports*, 12(1), 3418. DOI: 10.1038/s41598-022-06614-9.
- Hamer, H. M., Jonkers, D., Venema, K., Vanhoutvin, S., Troost, F. J., & Brummer, R. -J. (2007). Review article: the role of butyrate on colonic function. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 27(2), 104–119. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2007.03562.x.
- Huang, C., Song, P., Fan, P., Hou, C., Thacker, P., & Ma, X. (2015). Dietary sodium butyrate decreases post-weaning diarrhea by modulating intestinal permeability and changing the bacterial communities in weaned piglets. *The Journal of Nutrition*, 145(12), 2774–2780. DOI: 10.3945/jn.115.217406.
- Huang, J., Zhang, X., Hong, Z., Lin, X., Chen, F., Lan, J., ... & Deng, H. (2023). Associations of plasma retinol and α -tocopherol levels with skeletal muscle health in Chinese children. *British Journal of Nutrition*, 130(12), 2174–2181. DOI: 10.1017/S0007114523001265.
- Kien, C. L., Blauwiel, R., Bunn, J. Y., Jetton, T. L., Frankel, W. L., & Holst, J. J. (2007). Cecal infusion of butyrate increases intestinal cell proliferation in piglets. *The Journal of Nutrition*, 137(4), 916–922. DOI: 10.1093/jn/137.4.916.
- Kotunia, A., Woliński, J., Laubitz, D., Jurkowska, M., Romé, V., Guilloteau, P., & Zabielski, R. (2004). Effect of sodium butyrate on the small intestine development in neonatal piglets fed [correction of feed] by artificial sow. *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society*, 55(2), 59–68. URL: https://www.jpp.krakow.pl/journal/archive/06_04_s2/pdf/59_06_04_s2_article.pdf.
- López-Colom, P., Castillejos, L., Rodríguez-Sorrento, A., Puyalto, M., Mallo, J. J., & Martín-Orúe, S. M. (2020). Impact of in-feed sodium butyrate or sodium heptanoate protected with medium-chain fatty acids on gut health in weaned piglets challenged with *Escherichia coli* F4+. *Archives of Animal Nutrition*, 74(4), 271–295. DOI: 10.1080/1745039x.2020.1726719.
- Maito, C. D., Melo, A. D. B., Oliveira, A. C. da F. de, Genova, J. L., Filho, J. R. E., Macedo, R. E. F. de, Monteiro, K. M., Weber, S. H., Koppenol, A., & Costa, L. B. (2022). Simultaneous feeding of calcium butyrate and tannin extract decreased the incidence of diarrhea and proinflammatory markers in weaned piglets. *Animal Bioscience*, 35(1), 87–95. DOI: 10.5713/ab.21.0011.
- Makowski, Z., Lipiński, K., & Mazur-Kuśnerek, M. (2022). The effects of different forms of butyric acid on the performance of turkeys, carcass quality, incidence of footpad dermatitis and economic efficiency. *Animals*, 12(11), 1458. DOI: 10.3390/ani12111458.
- Masiuk, D. M., Nedzvetsky, V. S., & Kokariyev, A. V. (2024). Modulation of immunity and barrier function in pre-and postnatal animal ontogenesis. *Immunology*

- tropic chemicals effect on the piglet postnatal development. Publishing House "Baltija Publishing", 251–268. DOI: 10.30525/978-9934-26-395-8-14.
- Masiuk, D., Nedzvetsky, V., & Maksymchuk, Y. (2024). The current state and prospects for the use of organic acids and their compositions in poultry feed: A literature review. *Scientific Horizons*, 27(7), 148–157. DOI: 10.48077/scihor7.2024.148.
- Mazzoni, M., Le Gall, M., De Filippi, S., Minieri, L., Trevisi, P., Wolinski, J., Lalatta-Costerbosa, G., Lallès, J.-P., Guilloteau, P., & Bosi, P. (2008). supplemental sodium butyrate stimulates different gastric cells in weaned pigs. *The Journal of Nutrition*, 138(8), 1426–1431. DOI: 10.1093/jn/138.8.1426.
- Oliveira, N. T. E. de, Carvalho, P. L. D. O., Genova, J. L., Caxias Junior, O. A. de, Cristofori, E. C., Silveira, F. H. R., & Santana, A. L. A. (2018). Additional effect of coated sodium butyrate 30% in the piglets feeding during the nursery phase. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(6), 2771–2782. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n6p2771.
- Piva, A., Morlacchini, M., Casadei, G., Gatta, P. P., Biagi, G., & Prandini, A. (2002). Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning. *Italian Journal of Animal Science*, 1(1), 35–41. DOI: 10.4081/ijas.2002.35.
- Richard-Dazeur, C., Anton, P. M., Badalato, N., De Koninck, M., Degraeve, M. H., Barbezier, N., & Michiels, J. (2024). Effect of calcium butyrate, tannins and their combination on the zootechnical performances, intestinal barrier and microbiota of weaned piglets. *Animal - Science Proceedings*, 15(4), 280. DOI: 10.1016/j.anscip.2024.06.212.
- Schulthess, J., Pandey, S., Capitani, M., Rue-Albrecht, K. C., Arnold, I., Franchini, F., Chomka, A., Ilott, N. E., Johnston, D. G. W., Pires, E., McCullagh, J., Sansom, S. N., Arancibia-Cárcamo, C. V., Uhlig, H. H., & Powrie, F. (2019). The short chain fatty acid butyrate imprints an antimicrobial program in macrophages. *Immunity*, 50(2), 432–445.e7. DOI: 10.1016/j.immuni.2018.12.018.
- Stas, E. B., Chen, Y., Wolfenden, R., Faccin, J. E. G., Woodworth, J. C., Tokach, M. D., DeRouchey, J. M., Goodband, R. D., & Gebhardt, J. T. (2024). Effects of butyrate-based feed additives on nursery pig performance, fecal consistency, blood criteria, and short chain fatty acid production. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 10(6). DOI: 10.4148/2378-5977.8625.
- Thorén-Tolling, K., & Jönsson, L. (1983). Creatine kinase isoenzymes in serum of pigs having myocardial and skeletal muscle necrosis. *Canadian journal of comparative medicine: Revue canadienne de médecine comparée*, 47(2), 207–216. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1235919>.
- Vinolo, M. A. R., Rodrigues, H. G., Hatanaka, E., Sato, F. T., Sampaio, S. C., & Curi, R. (2011). Suppressive effect of short-chain fatty acids on production of proinflammatory mediators by neutrophils. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(9), 849–855. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2010.07.009.
- Wan, F., Wen, X., Zhao, H., Tang, S., Wang, M., Yi, B., Chen, L., Lu, Y., Zhong, R., & Zhang, H. (2024). Chemically protected sodium butyrate supplementation improves anti-inflammatory and antioxidant capacities potentially through modulating gut microbiota and short-chain fatty acids levels in piglets. *Journal of Functional Foods*, 121, 106434. DOI: 10.1016/j.jff.2024.106434.
- Wang, H., Wang, Y., Zhang, Y., Li, J., Mi, Y., Xue, Y., Li, J., & Ma, Y. (2023). Effects of a functional fatty acid blend on growth performance, intestinal morphology, and serum profiles in weaned piglets. *Animal Bioscience*, 36(5), 761–767. DOI: 10.5713/ab.22.0290.
- Yefimov, V., & Sofonova, D. (2014). Age dynamics of concentrations vitamins a and e in the serum of piglets during a rearing period. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 2(3), 46–50 (in Ukrainian).
- You, C., Xu, Q., Chen, J., Xu, Y., Pang, J., Peng, X., Tang, Z., Sun, W., & Sun, Z. (2023). effects of different combinations of sodium butyrate, medium-chain fatty acids and omega-3 polyunsaturated fatty acids on the reproductive performance of sows and biochemical parameters, oxidative status and intestinal health of their offspring. *Animals*, 13(6), 1093. DOI: 10.3390/ani13061093.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11712
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616-08:619:616.99:636.2

The effect of fasciolosis invasion on the protein-synthesizing function of the liver in cows sensitized by atypical mycobacteria and the influence of corrective factors

O. V. Kuljaba¹✉, V. V. Stybel¹, D. F. Gufrij¹, B. V. Gutyj¹, V. S. Pykaliuk², U. M. Vus¹, Kh. Ya. Leskiv¹,
T. O. Pundiak¹, T. V. Martyshuk¹

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

²Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Article info

Received 31.12.2024
Received in revised form
03.02.2025
Accepted 04.02.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-098-269-79-23
E-mail: terena4@gmail.com

Lesya Ukrainka Volyn National
University, Voli Avenue, 13,
Lutsk, 43025, Ukraine.

Kuljaba, O. V., Stybel, V. V., Gufrij, D. F., Gutyj, B. V., Pykaliuk, V. S., Vus, U. M., Leskiv, Kh. Ya., Pundiak, T. O. & Martyshuk, T. V. (2025). The effect of fasciolosis invasion on the protein-synthesizing function of the liver in cows sensitized by atypical mycobacteria and the influence of corrective factors. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 87–91. doi: 10.32718/nvlvet11712

Among the most common parasitic pathologies in ruminants, trematode diseases, particularly fascioliasis, occupy a leading position in terms of severity and the economic losses they cause. Both domestic and foreign literature also confirm that, alongside fascioliasis in cattle, mycobacteriosis has become widely spread. Therefore, the study aimed to determine the effect of Lipointersil and Cloverm A on the protein-synthesizing function of the liver in cows with experimental fascioliasis sensitized by atypical mycobacteria. Animals in the experimental groups were intramuscularly administered Cloverm A at 0.5 ml per 10 kg of body weight and Lipointersil at 10 ml per animal. The liposomal preparation “Lipointersil” contains interferon and the fruits of the milk thistle. It was established that in cows with fascioliasis, sensitized by mycobacteria, the protein-synthesizing function of the liver is suppressed, which is manifested by a 12.7% decrease in total protein levels, a 28.2 % decrease in albumin levels, and a 16.3 % increase in globulin levels in their blood. The preparations “Cloverm A” and “Lipointersil” contributed to the restoration of the liver's protein-synthesizing function, as Cloverm A causes the death of *Fasciola*. After the body is cleared of parasites, toxins no longer affect the liver, and inflammatory processes subside. Lipointersil, which contains milk thistle fruits, stimulates protein synthesis and normalizes liver function. Therefore, for effective treatment of cows with fascioliasis sensitized by atypical mycobacteria and to reduce side effects on the immune, antioxidant systems, and metabolism, it is recommended to use Cloverm A at a dose of 0.5 ml per 10 kg of body weight and Lipointersil at a dose of 10 ml per animal.

Key words: fascioliasis, mycobacteriosis, milk thistle, interferon, clozaverm A, lipointersil.

Introduction

Fasciolosis is a helminthiasis in domestic and wild animals caused by trematodes of the genus *Fasciola*, clinically and anatomically characterized by a predominantly chronic course and lesions of the hepatobiliary system (liver, bile ducts), sometimes affecting organs of other systems, causing anemia, hypoproteinemia, intoxication, reduced productivity, and a decline in product quality. The causative agents of the disease are two species of trematodes – *Fasciola hepatica* L., 1758 (common liver fluke) and *Fasciola gigantica* Cobbold, 1855 (giant liver fluke), from the family Fasciolidae Railliet, 1855 (Spithill

et al., 1997; Kravchuk, 2014; Knubben-Schweizer & Torgerson, 2015; Mas-Coma et al., 2019).

The causative agents of fasciolosis are helminths, which develop using the organism of the final host (domestic and wild animals, sometimes humans), as well as intermediate hosts: the tiny pond snail (*Limnaea truncatula*) for *Fasciola hepatica*, and the ear-shaped pond snail (*Limnaea auricularia*) for *Fasciola gigantica* (Lalrinkima et al., 2021; Ponomarenko, 2023).

In Ukraine, this disease has been known for a long time. The first reports in the literature about fasciolosis in domestic animals appeared in the 19th century. A significant number of scientists have worked on the problem of studying the spread of fasciolosis in ruminants in Ukraine.

In particular, the specifics of the epizootology of helminthiasis in ruminants in Ukrainian farms are reflected in scientific papers (Sobolta & Hutyi, 2016; Avramenko et al., 2019).

In studying the epizootology of fasciolosis in ruminants, an important aspect is the investigation of the source and factors of transmission of the infection, as indicated by literature data (Berezovskyi & Koval, 2016; Berezovskyi & Hrytsyk, 2016). The primary source of the infection is a wide range of definitive hosts, namely carriers of mature *Fasciola*, which can contaminate the surrounding environment for up to 5 years. According to the authors, the infection of ruminants with *Fasciola* occurs when they consume grass from lowland and swampy pastures and meadows, fresh hay, and grass mown in such places (Roberts & Suhardono, 1996; Kuljaba et al., 2016). A rainy summer contributes to a sharp increase in the number of snails in the habitats of the tiny pond snail and the number of infected animals.

The preferred location of *Fasciola* is the bile ducts of the liver and the gallbladder. However, they can also be found in the lungs, heart, lymph nodes, and pancreas. Since fasciolas migrate within the infected animal's body, they can be found in many other organs during this period (Kravchuk, 2014; Dietrich et al., 2015).

The pathogenic effects of *Fasciola* on the animal's body consist of mechanical, inoculation, antigenic, toxic, and trophic effects. Through their movements and metabolic products, fasciolas irritate the lining of the bile ducts, initially causing acute and chronic inflammation. Such injuries are accompanied by bleeding, especially hepatic, and acute inflammation of the damaged organs. Due to acute hepatitis and progressing anemia caused by bleeding, infected animals may sometimes die (Chernushkin et al., 2020; Stybel et al., 2021).

The nature of liver damage in animals infected with fasciolosis was similar and depended on the stage of the disease. It was established that in the acute phase of the disease, the liver is significantly enlarged in volume, and the capsule is tense, shiny, and smooth. Under the capsule and within the liver, strands of dark red color are observed (Beesley et al., 2018; Guttyj et al., 2024). In the chronic phase of the disease, due to the proliferation of fibrous tissue in the interlobular connective tissue, the liver becomes dense in consistency. It was diffusely enlarged in some cases, while it had a lumpy surface in others. Due to the proliferation of fibrous connective tissue, the thickened walls of the bile ducts are visible. When cut, the parenchyma also had an uneven clay-brown color (Carmona & Tort, 2017).

Reports in both domestic and foreign literature also confirm that, alongside fasciolosis in cattle, mycobacteriosis has become widely spread (Kulyaba et al., 2017). The causative agents of mycobacteriosis in animals are so-called potentially pathogenic mycobacteria (atypical, anonymous, or unclassified), which are characterized by a broad spectrum of natural drug resistance (Baturu). Moreover, mycobacteriosis usually develops only in the weakened bodies of animals that have been subjected to unfavorable environmental conditions or the development of various diseases, including parasitic ones (Kuljaba et al., 2022). Despite the large number of studies dedicated to

fasciolosis in cattle, issues such as the pathogenesis of fasciolosis in cows sensitized by atypical mycobacteria, their adequate therapy, and disease prevention require more in-depth scientific approaches.

The aim of the study

Our work aimed to determine the effect of lipointersil and clozaverm A on the protein synthesis function of the liver of cows with experimental fasciolosis sensitized with atypical mycobacteria.

Material and methods

For the experiments, 15 Holstein cows were selected and divided into 3 groups with five animals in each. During the research, the rules required for performing zoo-technical experiments were followed, particularly regarding the selection and housing of analogous animals in groups and the technology of feed preparation, utilization, and accounting for the consumed feed. The animals' diet was balanced for nutrients and minerals, ensuring their need for essential elements of nutrition.

The control group (C) animals were infected with mycobacteriosis and fasciolosis. For the first experimental group (E₁), cows with experimental fasciolosis, sensitized by atypical mycobacteria, were intramuscularly administered Clozaverm A at 0.5 ml per 10 kg of body weight. Cows in the second experimental group (E₂), sensitized by atypical mycobacteria with experimental fasciolosis, were intramuscularly administered Clozaverm A at the same dose (0.5 ml per 10 kg of body weight) and Lipointersil at a dose of 10 ml per animal.

Housing, feeding, care, and all procedures involving the animals were carried out in accordance with the European Convention "On the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Scientific Purposes" (Strasbourg, 1986) and the "General Ethical Principles of Animal Experiments", adopted at the First National Congress on Bioethics (Kyiv, 2001). The experiments were conducted following the humane principles outlined in the European Community Directive.

The protein-synthesizing function of the liver was determined by the level of total protein (biuret reaction) and protein fractions (electrophoresis method in polyacrylamide gel) in the blood serum (Vlizlo, 2012). Blood samples were taken from the jugular vein before infection and on the study's 7th, 14th, 21st, and 28th days.

Data analysis was performed using the Statistica 6.0 software package. The significance of differences was evaluated using Student's t-test. The results of the mean values were considered statistically significant at * – $P < 0.05$ (ANOVA).

Results and discussion

The condition of the protein-synthesizing function of the liver was studied based on the level of total protein, which reflects protein metabolism and the overall protein content in the blood serum. Plasma proteins are divided into groups with different structures and functions, known as protein fractions. Among these, albumins, alpha, beta,

and gamma-globulins are distinguished. Determining and evaluating their ratios allows a more accurate assessment of the dysfunctions in internal organs.

Measuring total protein in blood is one way to evaluate the physical state of animals. The total protein test shows the amount of protein in the blood serum. Generally, the level of total protein or changes in certain types of globulins is assessed, as these are associated with the development of various diseases. This helps diagnose the disease, monitor changes in health status, and indicate the need for further tests.

Our experiments (Table 1) established that in cows with experimental fasciolosis sensitized by atypical mycobacteria, the level of total protein in the blood serum decreased. On the 14th and 21st days of the experiment, the level of total protein decreased by 9 % and 12.7 %, respectively, compared to the initial values.

The presence of two main protein groups, albumins and globulins, was quantitatively assessed. The study of protein fractions revealed that the albumin level in the blood of cows from the control group on the 21st day of the study decreased to 31.15 ± 1.28 g/L, while the globulin level increased to 31.07 ± 1.09 g/L.

Thus, in cows with experimental fasciolosis sensitized by atypical mycobacteria, the synthesis of albumins in the liver is suppressed due to the toxins released by the Fasciola and mycobacteria.

In the first experimental group (E₁), treated with the drug “Clozaverm A”, a gradual increase in total protein levels in their blood was observed throughout the experiment. On the 14th day of the study, the total protein level

in the blood of the first experimental group increased by 5.5 %, and on the 21st day, it increased by 7.3 % compared to the control group.

When using the liposomal drug “Lipointersil”, a significant increase in the total protein level was observed. Specifically, on the 14th day, the total protein level in the blood of the second experimental group of cows significantly increased to 69.17 ± 1.46 g/L, while in the control group, this figure was 63.72 ± 1.32 g/L. The highest level of total protein was recorded on the 21st and 28th days of the study, where, compared to the control group, it increased by 14.5 % and 11.8 %, respectively.

The insufficient recovery of the total protein level in cows treated only with Clozaverm A is due to the low level of albumins in their blood. Their levels on the 14th and 21st days of the study ranged from 39.23 ± 1.01 to 38.26 ± 1.22 g/L. However, compared to the control group, the albumin level in the first experimental group was higher by 13.8 % and 22.8 % on these days, respectively. On the 28th day, the albumin level in the blood of cows in the first experimental group was 39.14 ± 1.15 g/L, while in the control group, it was significantly lower at 33.66 ± 1.09 g/L.

With the combined use of Clozaverm A and the liposomal drug “Lipointersil”, a slightly higher albumin level was found. On the 14th and 21st days of the study, the albumin level in the second experimental group increased by 21.7 % and 38.6 %, respectively, compared to the control group. On the 28th day of the study, the albumin level reached physiological values, with a final level of 43.48 ± 1.35 g/L.

Table 1

The effect of Lipointersil and Clozaverm A on the protein-synthesizing function of the liver in cows with experimental fasciolosis sensitized by atypical mycobacteria ($M \pm m$; $n = 5$)

Indicator	Animal groups	Before infection	Research period (days)			
			7	14	21	28
Total protein, g/L	C	70.12 ± 1.55	68.04 ± 1.29	63.72 ± 1.32	61.22 ± 1.49	62.93 ± 1.43
	E ₁	70.21 ± 1.47	69.38 ± 1.57	67.24 ± 1.53	65.68 ± 1.49	67.18 ± 1.54
	E ₂	70.28 ± 1.32	70.13 ± 1.53	$69.17 \pm 1.46^*$	$70.11 \pm 1.37^{**}$	$70.34 \pm 1.51^*$
Albumin, g/L	C	43.40 ± 1.27	38.16 ± 1.32	34.47 ± 1.24	31.15 ± 1.28	33.66 ± 1.09
	E ₁	43.48 ± 1.19	41.33 ± 1.25	$39.23 \pm 1.01^*$	$38.26 \pm 1.22^{**}$	$39.14 \pm 1.15^{**}$
	E ₂	43.43 ± 1.12	42.14 ± 1.17	$41.96 \pm 1.28^{**}$	$43.17 \pm 1.31^{***}$	$43.48 \pm 1.35^{***}$
Globulin, g/L	C	26.72 ± 1.05	29.88 ± 1.00	29.25 ± 1.14	31.07 ± 1.09	30.27 ± 1.17
	E ₁	26.73 ± 0.99	28.05 ± 1.13	28.01 ± 1.18	$27.42 \pm 1.11^*$	28.04 ± 1.20
	E ₂	26.82 ± 1.07	27.99 ± 1.21	27.21 ± 1.07	$26.94 \pm 1.10^*$	$26.86 \pm 1.14^*$
A/G ratio	C	1.62	1.27	1.18	1.00	1.11
	E ₁	1.63	1.44	1.40	1.40	1.40
	E ₂	1.62	1.51	1.54	1.60	1.62

As seen from the data in Table 1, in cows with experimental fasciolosis sensitized by atypical mycobacteria, the use of experimental drugs contributed to a decrease in the level of globulins in the blood of both experimental groups. Thus, in the first experimental group's blood, the globulins level on the 14th day of the study was 28.01 ± 1.18 g/L, while in the control group, this value was 29.25 ± 1.14 g/L. On the 28th day of the study, the globulin level was the lowest, but it did not reach the physiological range.

The level of globulins in the blood of the second experimental group fluctuated between 27.99 ± 1.21 and 26.86 ± 1.14 g/L from the 7th to the 28th day of the study. Starting from the 21st day of the study, the level of globulins was within the physiological range. On the 28th day of the study, the globulin level in the blood of the second experimental group of animals treated with Clozaverm A and Lipointersil was 11.3 % lower compared to the control group at this study stage.

An important indicator of liver functional status is the albumin-to-globulin (A/G) ratio. The smaller it is com-

pared to the optimal value, the more significant the reduction in the protein-synthesizing function of the liver in animals. As shown in the data from Table 1, in cows treated with the drug “Clozaverm A”, the A/G ratio gradually normalized. However, by the 28th day of the study, it remained 14.4 % lower than the initial values measured before the invasion. The use of Clozaverm A and Lipointersil in the second experimental group of animals contributed to an increase in the A/G ratio, so on the 21st and 28th days of the study, it was 60 % and 45.9 % higher, respectively, compared to the control group of cows.

Conclusions

In cows with fasciolosis and sensitized by mycobacteria, the liver's protein-synthesizing function is suppressed, manifested by a decrease in the total blood protein, a reduction in albumin levels, and an increase in globulin levels.

The drugs “Clozaverm A” and “Lipointersil” contributed to the restoration of the liver's protein-synthesizing function because Clozaverm A causes the death of *Fasciola*. After the body is freed from the parasites, their toxic effects on the liver cease, and the inflammatory processes disappear. Lipointersil, which contains milk thistle fruit, stimulates protein synthesis and normalizes liver function.

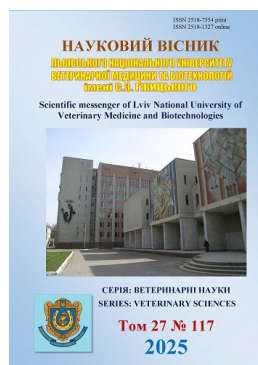
Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Avramenko, N. V., Kozii, N. V., Shahanenko, R. V., & Shahanenko, V. S. (2019). Kompleksne likuvannia velykoi rohatoi khudoby za fastsiolozu. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 2, 46–52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvvm_2019_2_8 (in Ukrainain).
- Beesley, N. J., Caminade, C., Charlier, J., Flynn, R. J., Hodgkinson, J. E., Martinez-Moreno, A., Martinez-Valladares, M., Perez, J., Rinaldi, L., & Williams, D. J. L. (2018). *Fasciola* and fasciolosis in ruminants in Europe: Identifying research needs. *Transboundary and emerging diseases*, 65 Suppl 1(Suppl 1), 199–216. DOI: 10.1111/tbed.12682.
- Berezovskyi, A. V., & Hrytsyk, O. B. (2016). Epizootychnyi protses za fastsiolozu velykoi rohatoi khudoby v Rivnenskkii oblasti. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya : Veterynarna medytsyna*, 6, 169–171. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2016_6_46 (in Ukrainain).
- Berezovskyi, A. V., & Koval, I. V. (2016). Efektyvnist ta vplyv "Klozafenu" na biokhimichni pokaznyky krovi tvaryn khvorykh na fastsioloz. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya : Veterynarna medytsyna*, 6, 179–182. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2016_6_49 (in Ukrainain).
- Carmona, C., & Tort, J. F. (2017). Fasciolosis in South America: epidemiology and control challenges. *Journal of helminthology*, 91(2), 99–109. DOI: 10.1017/S0022149X16000560.
- Chernushkin, B. O., Vlizlo, V. V., Slivinska, L. G., Gutyj, B. V., Shcherbatyy, A. R., Maksymovych, I. A., Leno, M. I., Rusyn, V. I., Lychuk, M. H., Fedorovych, V. L., Lukashchuk, B. O., Zinko, H. O., & Prystupa, O. I. (2020). Treatment strategies for sheep with acute yellow atrophy of the liver caused by the fasciolosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 294–301. DOI: 10.15421/2020_100.
- Dietrich, C. F., Kabaalioglu, A., Brunetti, E., & Richter, J. (2015). Fasciolosis. *Zeitschrift fur Gastroenterologie*, 53(4), 285–290. DOI: 10.1055/s-0034-1385728.
- Gutyj, B., Kulyaba, O., Prijma, O., Sobolta, A., Padovskyyi, A., Svarchevskyyi, O., Tafiichuk, R., Martyschuk, 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.
- Knubben-Schweizer, G., & Torgerson, P. R. (2015). Bovine fasciolosis: control strategies based on the location of *Galba truncatula* habitats on farms. *Veterinary parasitology*, 208(1-2), 77–83. DOI: 10.1016/j.vetpar.2014.12.019.
- Kravchuk, V. F. (2014). Pro fastsioloz. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 8, 40. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetm_2014_8_14 (in Ukrainain).
- Kuljaba, O., Stybel, V., & Gutyj, B. (2016). The influence of clozaverm a and catozal on antioxidant status of cows organism for the experimental fasciolosis, sensitized atypical mycobacteria. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18(2(66)), 96–99. DOI: 10.15421/nvlvet6621.
- Kuljaba, O., Stybel, V., Gutyj, B., Peleno, R., Semaniuk, V., Busol, L., Leskiv, K., Semaniuk, N., Pryima, O., Mazur, I., & Turko, Y. (2022). The effect of butaselmavit and closaverm A on the immune status of cows with experimental fasciolosis sensitized by atypical mycobacteria. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(108), 82–85. DOI: 10.32718/nvlvet10812.
- Kulyaba, O., Stybel, V., & Gutyj, B. (2017). The influence of closaverm a and catozal on indicators of protein synthesizing functions of cows liver by experimental fasciolosis, sensitized by atypical mycobacteria. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(73), 122–125. DOI: 10.15421/nvlvet7325.
- Lalrinkima, H., Lalhchhandama, C., Jacob, S. S., Raina, O. K., & Lallianchhunga, M. C. (2021). Fasciolosis in India: An overview. *Experimental parasitology*, 222, 108066. DOI: 10.1016/j.exppara.2021.108066.
- Mas-Coma, S., Valero, M. A., & Bargues, M. D. (2019). Fascioliasis. *Advances in experimental medicine and biology*, 1154, 71–103. DOI: 10.1007/978-3-030-18616-6_4.
- Ponomarenko, V. (2023). Epizootological monitoring studies on the spread of nematodiosis of cattle in the territory of Poltava region. *Ukrainian Journal of*

- Veterinary and Agricultural Sciences, 6(3), 8–12. DOI: 10.32718/ujvas6-3.02.
- Roberts, J. A., & Suhardono (1996). Approaches to the control of fasciolosis in ruminants. *International journal for parasitology*, 26(8-9), 971–981. DOI: 10.1016/s0020-7519(96)80074-9.
- Sobolta, A. H., & Hutyi, B. V. (2016). Vplyv klozafenu ta rafenzolu na stabilnist henomu velykoi rohatoi khudoby za fastsioloznoi invazii. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Veterynarni nauky*, 18(1(1)), 163–168. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnuvmbvn_2016_18_1\(1\)_34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnuvmbvn_2016_18_1(1)_34) (in Ukrainian).
- Spithill, T. W., Piedrafita, D., & Smooker, P. M. (1997). Immunological approaches for the control of fasciolosis. *International journal for parasitology*, 27(10), 1221–1235. DOI: 10.1016/s0020-7519(97)00120-3.
- Stybel, V., Guttyj, B., Gufriy, D., Slivinska, L., Frejuk, D., Kuljaba, O., Martyshuk, T., Guta, Z., & Leno, M. (2021). The effect of butaselmavit and clozaverm A on the antioxidant status of cows in experimental fasciolosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 131–135. DOI: 10.32718/nvlvet10421.
- Vlizio, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B., Vishchur, O. I. 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: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11713
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:636.083.31:615.22:579.61

Adaptation of the microflora of pig farms to the disinfectant “Sviteco PIP Multi” and the antagonistic activity of the probiotic bacilli contained in its composition

V. O. Myronchuk[✉], R. A. Peleno

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

Article info

Received 01.01.2025
Received in revised form
03.02.2025
Accepted 04.02.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-097-660-97-60
E-mail:
vitaliy.myronchuk@gmail.com

Myronchuk, V. O., & Peleno, R. A. (2025). Adaptation of the microflora of pig farms to the disinfectant “Sviteco PIP Multi” and the antagonistic activity of the probiotic bacilli contained in its composition. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 92–99. doi: 10.32718/nvlvet11713

Adaptation of microbes to antibacterial drugs, including disinfectants, is a global problem that poses a significant threat to human and animal health. In many sectors of the national economy, biocontrol is widely used to manage the microbial environment. This method involves the use of beneficial microorganisms or their metabolites to regulate the composition and activity of the microbiota to suppress pathogens. The work aimed to determine the adaptive capacity of the microflora of pig housing to the disinfectant “Sviteco PIP Multi” and to establish the presence and level of antagonistic activity of probiotic bacilli, which are components of the product, against isolated field isolates of microorganisms. As a result of the conducted research, the minimum bactericidal concentration (MBC) of the disinfectants “Vulkan Max” and “Sviteco PIP Multi” for gram-negative and gram-positive rod-shaped and spherical and convoluted field isolates of microorganisms isolated from pig housing facilities was determined. It was found that the MBC of the “Vulkan Max” product for gram-negative rod-shaped isolates, such as *E. coli*, *K. pneumoniae*, *C. freundii*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa* was from 0.035 to 0.08 %, and for “Sviteco PIP Multi” – from 0.023 to 0.05 %. Gram-positive isolates such as *C. perfringens*, *B. subtilis*, and *B. megaterium* showed the highest resistance since the MBC of “Vulkan Max” for them reached 0.12–0.26 %, and “Sviteco PIP Multi” – 0.08–0.18 %. The studied field isolates demonstrated faster adaptation to the disinfectant “Vulkan Max” since, with its prolonged exposure, individual representatives' growth was already noted at 45 passages. At the same time, adding “Sviteco PIP Multi” to the medium gave growth to most microorganisms at 49–50 subcultures and significantly lower concentrations. The antagonistic properties of the probiotic components of “Sviteco PIP Multi”, such as *B. subtilis* and *B. megaterium*, corresponded to the average activity level against all the studied isolates. For rod-shaped gram-negative isolates, the zone of growth inhibition ranged from 14.2 to 20.6 mm, for gram-positive isolates – from 14.8 to 18 mm, and for spherical and tortuous isolates – from 14.2 to 23 mm. The highest antagonistic activity of *B. subtilis* was demonstrated against *S. aureus* and *P. mirabilis*, and *B. megaterium* – *S. aureus* and *B. subtilis*. Concerning rod-shaped gram-negative isolates, the highest antagonistic activity was shown by *B. subtilis*, while against gram-positive *B. megaterium*. The zone of growth inhibition of field isolates caused by the indicated probiotic bacilli ranged from 14.2 to 20.6 mm and from 14.8 to 18 mm, respectively. The antagonistic activity of the probiotic components of the disinfectant “Sviteco PIP Multi” against coecal and tortuous isolates did not differ significantly, and the conditioned dew retention zones ranged from 14.2 to 23 mm.

Key words: disinfection, disinfectant, adaptation, antagonism, probiotic bacilli, antagonistic activity, microflora, pigsty, field isolates of microorganisms.

Адаптація мікрофлори свинарників до дезінфектанту “Sviteco PIP Multi” та антагоністична активність пробіотичних бацил, що містяться у його складі

В. О. Мирончук[✉], Р. А. Пеленьо

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

Адаптація мікробів до антибактеріальних препаратів, у тому числі дезінфектантів, є глобальною проблемою, яка створює велику загрозу для здоров'я людей і тварин. Нині у багатьох галузях народного господарства для управління мікробним середовищем широкого поширення набуває метод біоконтролю. Це метод, який передбачає використання корисних мікроорганізмів або їх метаболітів для регулювання складу і діяльності мікробіоценозу для пригнічення патогенів. Метою роботи було визначити адаптаційну здатність мікрофлори приміщень для утримання свиней до дезінфектанту "Sviteco PIP Multi" і встановити наявність та рівень антагоністичної активності пробіотичних бацил, що є компонентами засобу щодо виділених польових ізолятів мікроорганізмів. У результаті проведених досліджень визначено мінімальну бактерицидну концентрацію (МБК) дезінфікуючих засобів "Вулкан Макс" і "Sviteco PIP Multi" для грамнегативних і грампозитивних паличкоподібних та кулястих і звивистих польових ізолятів мікроорганізмів, виділених із об'єктів приміщень для утримання свиней. Встановлено, що МБК засобу "Вулкан Макс" для грамнегативних паличкоподібних ізолятів, таких як *E. coli*, *K. pneumoniae*, *C. freundii*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa* становила від 0,035 до 0,08 %, а для "Sviteco PIP Multi" – від 0,023 до 0,05 %. Грампозитивні ізоляти, такі як *C. perfringens*, *B. subtilis* та *B. megatherium*, проявили найвищу стійкість, оскільки МБК "Вулкан Макс" для них досягала 0,12–0,26 %, а "Sviteco PIP Multi" – 0,08–0,18 %. Досліджувані польові ізоляти демонстрували швидку адаптацію до деззасобу "Вулкан Макс", оскільки за його тривалого впливу ріст окремих представників було виявлено вже на 45 пасажі, тимчасом як додавання до середовища "Sviteco PIP Multi" більшість мікроорганізмів давали ріст на 49–50 пересівах і за значно нижчих концентрацій. Антагоністичні властивості пробіотичних компонентів "Sviteco PIP Multi", таких як *B. subtilis* та *B. megatherium*, відповідали середньому рівню активності щодо всіх досліджених ізолятів. Для паличкоподібних грамнегативних ізолятів зона інгібування росту коливалась від 14,2 до 20,6 мм, для грампозитивних – від 14,8 до 18 мм і кулястих та звивистих – від 14,2 до 23 мм. Найвищу антагоністичну активність *B. subtilis* продемонстрували щодо *S. aureus* та *P. mirabilis*, а *B. megatherium* – *S. aureus* та *B. subtilis*. Щодо паличкоподібних грамнегативних ізолятів вища антагоністична активність проявлена *B. subtilis*, тимчасом як до грампозитивних – *B. megatherium*. Зумовлені вказаними пробіотичними бацилами зони затримки росту польових ізолятів були в межах від 14,2 до 20,6 мм і від 14,8 до 18 мм відповідно. Антагоністична активність пробіотичних компонентів деззасобу "Sviteco PIP Multi" щодо кокових та звивистих ізолятів різнилася несуттєво і зумовлені зони затримки росу були в межах від 14,2 до 23 мм.

Ключові слова: дезінфекція, дезінфектант, адаптація, антагонізм, пробіотичні бацили, антагоністична активність, мікрофлора, свинарник, польові ізоляти мікроорганізмів.

Вступ

Мікроорганізми є невіддільною частиною екосистеми кожного приміщення, у тому числі й приміщень для утримання тварин. Присутність серед них патогенних та умовно-патогенних видів може спричинити спалахи інфекційних хвороб. Особливо небезпечним це може бути за інтенсивної технології вирощування, яка передбачає максимальне використання наявних виробничих площ, що нині зазвичай реалізується шляхом оптимізації умов утримання шляхом впровадження компактного розміщення тварин. Перебування тварин у тісному контакті полегшує передачу збудників від однієї особини іншій, що сприяє швидкому поширенню інфекційних та інвазійних хвороб і суттєво підвищує ризик виникнення епідемій (Wen et al., 2021; Shkromada & Grek, 2022; Plys & Chumak, 2024).

Заразні хвороби є причиною зниження продуктивності, збільшення витрат на діагностику, лікування та дезінфекцію, що в підсумку може призвести до значних економічних втрат для господарства. Щоб забезпечити здоров'я тварин і безпеку тваринницької продукції, а також для запобігання поширенню збудників хвороб і їх ліквідації в разі виникнення інфекції, у приміщеннях для утримання тварин проводять дезінфекцію (Komisarova et al., 2023; Verzhikhovskiy & Nedosekov, 2024).

При її проведенні досить важливим є комплексний підхід, який передбачає поєднання різних методів і заходів, спрямованих на досягнення максимальної ефективності. Досягти високих результатів можна внаслідок використання ефективних дезінфекційних засобів із широким спектром дії, дотримання встановлених норм і правил при їх застосуванні, регулярного проведення санітарних обробок, постійного моніторингу стану мікробного середовища та здоров'я тварин, раннього виявлення інфекційних захворювань, а також впровадження новітніх технологій (Slaston, 2022).

Одним із сучасних методів управління мікробним середовищем, який активно використовується в сільському господарстві, тваринництві, харчовій промисловості та медицині для поліпшення санітарного стану середовища, профілактики інфекцій, підвищення продуктивності та безпеки продукції, є біоконтроль. Він спрямований на використання корисних мікроорганізмів або їх метаболітів для регулювання складу і діяльності мікробіоценозу (Comitini et al., 2023). В його основі лежать природні механізми конкуренції, коли корисні мікроорганізми займають екологічну нішу, позбавляючи патогенів доступу до ресурсів, необхідних для їхнього розвитку, або ж синтез антагоністичними штамми речовини, що перешкоджають розвитку небажаної мікрофлори (Ivanysko, 2013; Paranjak et al., 2018; Kushnir et al., 2023).

При проведенні дезінфекції приміщень для утримання тварин пріоритетною проблемою, яка знижує її ефективність, є наявність резистентних штамів мікроорганізмів (Mihjejev & Dejneka, 2021; Rozman et al., 2021). До основних причин їх появи зараховують порушення технології обробки, зокрема довготривале використання однієї хімічної речовини, недотримання дозування, тривалості експозиції чи правил застосування деззасобів (Elekhawwy et al., 2020). Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначає адаптацію мікробів до протимікробних препаратів, зокрема, дезінфектантів, як глобальну проблему та одну з найбільших загроз для здоров'я людства (Maillard, 2018; Staats et al., 2023).

Саме тому проведення досліджень, спрямованих на вивчення адаптаційної здатності бактеріальної флори свинарників до дезінфектанту, який у своєму складі містить пробіотичні бацили, і антагоністичних властивостей останніх до виділених з об'єктів цих приміщень польових ізолятів мікроорганізмів є актуальним.

Мета дослідження

Метою роботи було визначити адаптаційну здатність мікрофлори приміщень для утримання свиней до дезінфектанту “Sviteco PIP Multi” і встановити наявність та рівень антагоністичної активності пробіотичних бацил, що є компонентами засобу, щодо виділених польових ізолятів мікроорганізмів.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для дослідження були польові ізоляти мікроорганізмів, виділені з об'єктів приміщень для утримання свиней ТзОВ “Еко Міт”, експериментальний дезінфекційний засіб “Sviteco PIP Multi” (ТОВ НВП “Еко-Країна”, Україна) та пробіотичні *Bacillus subtilis* та *Bacillus megaterium*, що є компонентом дезінфектанту. Для оцінки показників експериментального засобу, було використано засіб порівняння, яким слугував класичний дезінфектант “Вулкан Макс” (Huverpharma, Болгарія). Основною діючою речовиною обох деззасобів є четвертинні амонієві сполуки.

Адаптацію польових ізолятів мікроорганізмів, виділених з об'єктів приміщень для утримання свиней, до дезінфікуючих засобів проводили методом встановлення змін мінімальної бактерицидної концентрації робочих розчинів за їх тривалого впливу, який становив 3,5 місяця. Добові (18–24 год) культури польових ізолятів мікроорганізмів вирощували у пробірках на скошеному м'ясо-пептонному агарі (МПА). Досліджувані культури змивали стерильним розчином 0,9 % NaCl та готували завись мікроорганізмів із концентрацією клітин у них $1,5 \times 10^8$ КУО/мл. Кількість мікробних клітин у суспензії визначали за стандартом каламутності 0,5 МакФарланда (Kovalenko et al., 2019). До 10,0 см³ стерильного МПА вносили кількість засобу, яка відповідає суббактерицидній та додавали 0,1 см³ зависі польових ізолятів мікроорганізмів. При кожному наступному пересіві концентрацію засобу збільшували. Величину щоразового збільшення концентрації засобу розраховували як різницю між бактерицидною і суббактерицидною концентрацією, поділену на кількість пересівів. Після 50 пересівів проводили визначення мінімальної бактерицидної концентрації засобу для польових ізолятів мікроорганізмів приміщень для утримання свиней та їх адаптацію до дезінфікуючих засобів “Sviteco PIP Multi” і “Вулкан макс” (Perkij et al., 2012).

Наявність антагоністичних властивостей та рівень антагоністичної активності у досліджуваних пробіотичних бацил, що входять до складу засобу “Sviteco PIP Multi”, визначали *in vitro*, в чашці Петрі, на поверхні стерильного МПА, методом перпендикулярних штрихів. На поверхню агару в дві чашки Петрі паралельно наносили штрихи досліджуваних пробіотичних бацил *B. subtilis* і *B. megaterium* за допомогою стерильної бактериологічної петлі. Після попередньої інкубації чашок Петрі протягом 18–24 годин при температурі 37 °C на ті самі чашки наносили перпендикулярні штрихи чистих культур польових ізолятів мікроорганізмів, а саме *Escherichia coli*, *Klebsiella*

pneumoniae, *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus salivarius*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* і *Campylobacter jejuni*. Чашки повторно інкубували протягом 24–48 годин, після чого оцінювали зони інгібування росту польових ізолятів мікроорганізмів навколо штрихів пробіотичних бацил, що свідчило про антагоністичну активність. Рівень антагоністичної активності визначали за розміром зон інгібування: низький (7–14 мм), середній (15–26 мм), високий (27–36 мм) і дуже високий (понад 36 мм) (Chechet et al., 2022; Chechet et al., 2023).

Одержані числові результати обробляли статистично з використанням програм Microsoft Excel for Windows з визначенням середнього арифметичного (M), його похибки (m). Вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм Стюдента.

Результати та їх обговорення

У результаті проведених досліджень встановлено, що мінімальна бактерицидна концентрація засобу “Вулкан Макс” для грамнегативних паличкоподібних польових ізолятів мікроорганізмів, виділених з об'єктів приміщень для утримання свиней (табл. 1), була в межах від 0,035 до 0,08 %, тимчасом як засобу “Sviteco PIP Multi” – від 0,023 до 0,05 %.

Зокрема, для *E. coli* МБК засобів відповідно становила 0,08 та 0,05 %, *K. pneumoniae* – 0,035 та 0,023 %, *C. freundii* – 0,08 та 0,05 %, *P. mirabilis* – 0,05 та 0,035 % і *P. aeruginosa* – 0,08 та 0,05 %. Суббактерицидна концентрація засобів, яку вносили у поживне середовище на початку дослідів, для усіх досліджуваних мікроорганізмів була у 10 разів меншою за мінімальну бактерицидну. З кожним наступним пересівом концентрація “Вулкан Макс” для *E. coli*, *C. freundii* та *P. aeruginosa* була більшою на 0,001 %, *K. pneumoniae* – на 0,0006 і *P. mirabilis* – на 0,0009 %. Величина кожного наступного збільшення концентрації розчину засобу “Sviteco PIP Multi” для *K. pneumoniae* становила 0,0004 %, для *P. mirabilis* – 0,0006 % і для *E. coli*, *C. freundii* та *P. aeruginosa* – 0,0009 %.

За таких умов встановлено, що наявність росту *P. aeruginosa* у пробірках із деззасобом “Вулкан Макс” спостерігали на 45 пересіві, де його концентрація була 0,075 %, *K. pneumoniae* і *P. mirabilis* – на 46 пересівах, за концентрації відповідно 0,0325 та 0,0464 % і *E. coli* та *C. freundii* – на 47 пересівах із концентрацією засобу в середовищі 0,077 %.

До Sviteco PIP Multi грамнегативні паличкоподібні ізоляти проявили нижчу адаптаційну здатність. Ріст *P. aeruginosa* виявлено на 47 пересіві, де його концентрація у середовищі становила 0,0473 %, *K. pneumoniae* – на 48 пересіві за концентрації 0,0222 %, *E. coli* та *P. mirabilis* – на 49 пересівах і вмістом засобу у пробірках 0,0491 та 0,0344 %, а *C. freundii* – на 50 пересіві, за концентрації дезінфектанту 0,05 %.

Для грампозитивних паличкоподібних ізолятів мінімальна бактерицидна концентрація обох досліджуваних дезінфектантів була більшою порівняно із грамнегативними представниками (табл. 2).

Таблиця 1

Показники адаптації грамнегативних паличкоподібних польових ізолятів мікроорганізмів свинарників до дезінфікуючих засобів

Мікроорганізм	Засіб	Мінімальна бактерицидна концентрація (%)	Суббакте- рицидна концентра- ція (%)	Величина кожного наступного збіль- шення концентрації розчину (%)	Загальна кількість пересівів (рази)	Номер пересіву на якому появ- лявся ріст	Концентрація засобу у МПБ (%) за якого виникав ріст
<i>E. coli</i>	Вулкан Макс	0,08	0,008	0,001	50	47	0,077
						48	0,078
						49	0,079
						50	0,08
	Sviteco PIP Multi	0,05	0,005	0,0009		49	0,0491
						50	0,05
<i>K. pneumoniae</i>	Вулкан Макс	0,035	0,0035	0,0006	50	46	0,0325
						47	0,0331
						48	0,0337
						49	0,0344
	Sviteco PIP Multi	0,023	0,0023	0,0004		50	0,035
						48	0,0222
<i>C. freundii</i>	Вулкан Макс	0,08	0,008	0,001	50	49	0,0226
						50	0,023
	Sviteco PIP Multi	0,05	0,005	0,0009		47	0,077
						48	0,078
	Вулкан Макс	0,08	0,008	0,001	50	49	0,079
						50	0,08
<i>P. mirabilis</i>	Вулкан Макс	0,05	0,005	0,0009	50	47	0,075
						46	0,076
						47	0,077
						48	0,078
	Sviteco PIP Multi	0,035	0,0035	0,0006		49	0,079
						50	0,08
<i>P. aeruginosa</i>	Вулкан Макс	0,08	0,008	0,001	50	47	0,0473
						48	0,0482
						49	0,0491
						50	0,05
	Sviteco PIP Multi	0,05	0,005	0,0009		46	0,0464
						47	0,0473

Зокрема, для *C. perfringens* мінімальна бактерицидна концентрація “Вулкан Макс” становила 0,12, а “Sviteco PIP Multi” – 0,08 %, для *B. subtilis* – 0,18 і 0,12 і для *B. megaterium* – 0,26 та 0,18 % відповідно. Величина кожного наступного збільшення концентрації розчину деззасобу “Вулкан Макс” для *C. perfringens* була 0,002 %, для *B. subtilis* – 0,003 % і для *B. megaterium* – 0,005 %, а засобу “Sviteco PIP Multi” – відповідно 0,001, 0,002 і 0,003 %.

Ріст усіх досліджуваних ізолятів у пробірках із “Вулкан Максом” виявлено на 48 пересіви, за концентрації засобу в середовищі відповідно 0,116, 0,174 і

0,250 %. При додаванні розчину “Sviteco PIP Multi” ріст *B. subtilis* і *B. megaterium* виявлено на 49, а *C. perfringens* – на 50 пасажі, де концентрація засобу у середовищі була 0,118, 0,177 і 0,08 % відповідно.

Встановлено, що мінімальна бактерицидна концентрація досліджуваних дезінфікуючих засобів щодо кулястих і звивистих форм польових ізолятів з об’єктів приміщень для утримання свиней (табл. 3) була такою ж, як і до грамнегативних паличок. Для деззасобу “Вулкан Макс” цей показник перебував у межах від 0,035 до 0,08 %, а для “Sviteco PIP Multi” – від 0,023 до 0,05 %.

Таблиця 2

Показники адаптації грампозитивних паличкоподібних польових ізолятів мікроорганізмів свинарників до дезінфікуючих засобів

Мікроорганізм	Засіб	Мінімальна бактерицидна концентрація (%)	Суббактерицидна концентрація (%)	Величина кожного наступного збільшення концентрації розчину (%)	Загальна кількість пересівів (рази)	Номер пересіву на якому появлявся ріст	Концентрація засобу у МПА (%) за якого виникав ріст
<i>C. perfringens</i>	Вулкан Макс	0,12	0,012	0,002	50	48	0,0116
						49	0,118
						50	0,12
	Sviteco PIP Multi	0,08	0,008	0,001		50	0,08
<i>B. subtilis</i>	Вулкан Макс	0,18	0,018	0,003	50	48	0,174
						49	0,177
						50	0,18
	Sviteco PIP Multi	0,12	0,012	0,002		49	0,118
						50	0,12
<i>B. megaterium</i>	Вулкан Макс	0,26	0,026	0,005	50	48	0,250
						49	0,255
						50	0,26
	Sviteco PIP Multi	0,18	0,018	0,003		49	0,177
						50	0,18

Таблиця 3

Показники адаптації кулястих та звивистих польових ізолятів мікроорганізмів свинарників до дезінфікуючих засобів

Мікроорганізм	Засіб	Мінімальна бактерицидна концентрація (%)	Суббактерицидна концентрація (%)	Величина кожного наступного збільшення концентрації розчину (%)	Загальна кількість пересівів (рази)	Номер пересіву на якому появлявся ріст	Концентрація засобу у МПА (%) за якого виникав ріст
<i>S. aureus</i>	Вулкан Макс	0,08	0,008	0,001	50	47	0,077
						48	0,078
						49	0,079
	Sviteco PIP Multi	0,05	0,005	0,0009		50	0,08
<i>S. salivarius</i>	Вулкан Макс	0,035	0,0035	0,0006	50	49	0,0491
						50	0,05
						50	0,0344
	Sviteco PIP Multi	0,023	0,0023	0,0004		50	0,035
<i>E. faecalis</i>	Вулкан Макс	0,05	0,005	0,0009	50	47	0,023
						48	0,0473
						49	0,0482
	Sviteco PIP Multi	0,035	0,0035	0,0006		50	0,0491
<i>E. faecium</i>	Вулкан Макс	0,05	0,005	0,0009	50	47	0,05
						48	0,0473
						49	0,0482
	Sviteco PIP Multi	0,035	0,0035	0,0006		50	0,0491
<i>C. jejuni</i>	Вулкан Макс	0,08	0,008	0,001	50	47	0,0344
						48	0,035
						49	0,0473
	Sviteco PIP Multi	0,05	0,005	0,0009		50	0,0482

Величина кожного наступного збільшення концентрації деззасобу “Вулкан Макс” для *S. aureus* і *C. jejuni* становила 0,001 %, *S. salivarius* – 0,0006 % і *E. faecalis* та *E. faecium* – 0,0009 %. При дослідженні Sviteco PIP Multi величина збільшення була найменшою для *S. salivarius*, де вона становила 0,0004 %,

дещо більшою (0,0006 %) вона була для *E. faecalis* та *E. faecium* і найбільшою (0,0009 %) – для *S. aureus* і *C. jejuni*.

Кокові та звивисті польові ізоляти мікроорганізмів також швидко адаптувалися до дезінфектанту “Вулкан Макс”. Чотири з п’яти досліджуваних мікроорганізмів

у пробірках із його додаванням проявили ріст на 47, а один – на 49 пересів, тимчасом як за додавання засобу “Sviteco PIP Multi” у трьох випадках ріст виявлено на 49, а у двох – на 50 пасажах. Концентрація засобу “Вулкан Макс” у поживному середовищі за якої проявлявся ріст *S. aureus* і *C. jejuni*, була 0,077 %, *S. salivarius* – 0,0344, *E. faecalis* – 0,0473 та *E. faecium* – 0,0473 %. При засобі “Sviteco PIP Multi” цей показник для *S. aureus* становив 0,0491 %, для *S. salivarius* – 0,023, *E. faecalis* та *E. faecium* – 0,0344 і для *C. jejuni* – 0,05 %.

Дослідженнями антагоністичних властивостей пробіотичних компонентів засобу “Sviteco PIP Multi” встановлено їх наявність щодо усіх польових ізолятів мікроорганізмів, виділених у приміщеннях для утримання свиней. Діаметр затримки росту грамнегативних паличкоподібних ізолятів мікроорганізмів свинарників (табл. 4), зумовленої *B. Subtilis*, був у межах від $14,4 \pm 1,08$ до $20,6 \pm 1,21$ мм, а *B. megatherium* – від $14,2 \pm 0,58$ до $15,4 \pm 1,44$ мм, що відповідало середньому рівню антагоністичної активності.

Таблиця 4

Рівень антагоністичної активності пробіотичних компонентів засобу “Sviteco PIP Multi” до грамнегативних паличкоподібних польових ізолятів мікроорганізмів свинарників ($M \pm m$, мм, $n = 5$)

Польові ізоляти	Пробіотичні компоненти засобу “Sviteco PIP Multi”			
	<i>B. subtilis</i>		<i>B. megatherium</i>	
	Діаметр зони інгібування росту, мм	Рівень антагоністичної активності	Діаметр зони інгібування росту, мм	Рівень антагоністичної активності
<i>E. coli</i>	$15,8 \pm 1,16$	середній	$14,2 \pm 0,80$	середній
<i>K. pneumoniae</i>	$18,0 \pm 1,14$	середній	$15,2 \pm 1,28$	середній
<i>C. freundii</i>	$14,8 \pm 1,32$	середній	$14,2 \pm 1,28$	середній
<i>P. mirabilis</i>	$20,6 \pm 1,21$	середній	$15,4 \pm 1,44$	середній
<i>P. aeruginosa</i>	$14,4 \pm 1,08$	середній	$14,2 \pm 0,58$	середній

Найменшу антагоністичну активність пробіотичні *B. subtilis* проявили до *P. aeruginosa* і *C. freundii*, незначно вищу до *E. coli*, а найвищу до *K. pneumoniae* і *P. mirabilis*. Пробіотичні *B. megatherium* найнижчу антагоністичну активність проявляли до *E. coli*, *C. freundii* та *P. aeruginosa*, зумовивши однакову зону затримки їх росту діаметром по 14,2 мм. Незначно вищою їхня антагоністична активність була щодо

K. pneumoniae та *P. mirabilis*, діаметр затримки росту яких становив 15,2 і 15,4 мм відповідно.

Пробіотичні бацили, які входять у склад деззасобу “Sviteco PIP Multi”, проявили антагоністичну дію і щодо грампозитивних паличкоподібних польових ізолятів мікроорганізмів (табл. 5), виділених з об’єктів свинарника дослідного господарства.

Таблиця 5

Рівень антагоністичної активності пробіотичних компонентів засобу “Sviteco PIP Multi” до грампозитивних паличкоподібних польових ізолятів мікроорганізмів свинарників ($M \pm m$, мм, $n = 5$)

Польові ізоляти	Пробіотичні компоненти засобу “Sviteco PIP Multi”			
	<i>B. subtilis</i>		<i>B. megatherium</i>	
	Діаметр зони інгібування росту, мм	Рівень антагоністичної активності	Діаметр зони інгібування росту, мм	Рівень антагоністичної активності
<i>C. perfringens</i>	$16,4 \pm 0,93$	середній	$16,8 \pm 1,11$	середній
<i>B. subtilis</i>	$15,4 \pm 0,98$	середній	$18,0 \pm 0,71$	середній
<i>B. megaterium</i>	$14,8 \pm 0,86$	середній	$16,4 \pm 0,68$	середній

Встановлено, що *B. subtilis* інгібував ріст грампозитивних паличкоподібних мікроорганізмів формуючи зону затримки росту від $14,8 \pm 0,86$ до $16,4 \pm 0,93$ мм, а *B. megatherium* – від $16,4 \pm 0,68$ до $18 \pm 0,71$ мм. Одержані результати свідчать про те, що стосовно грампозитивних паличкоподібних ізолятів антагоністична активність серед пробіотичних компонентів засобу “Sviteco PIP Multi” була більш виражена у *B. megaterium*, тимчасом як щодо грамнегативних паличок перевага належала *B. subtilis*.

Найбільші зони затримки росту, що вказує на вищу антагоністичну активність пробіотичних бацил, було виявлено (табл. 6) при їх спільному культивуванні із коковими та звивистими ізолятами мікроорганізмів свинарників.

Так, зона затримки росту *S. salivarius* за культивування із *B. subtilis* становила 14,2 мм, *C. jejuni* –

14,8 мм, *E. faecium* – 17 мм, *E. faecalis* – 17,4 мм і *S. aureus* – 23 мм. Антагоністична активність *B. megatherium* була найменшою відносно *C. jejuni* та *S. salivarius*, діаметр затримки росту яких становив 14,2 та 14,8 мм, незначно вищою до *E. faecium* і *E. faecalis*, зупинивши їх ріст в діаметрі 16 та 16,8 мм, а найвищою – щодо *S. aureus*, росту якого не було виявлено у зоні діаметром 20,4 мм. За оцінкою результатів діаметрів зон затримки росту кулястих і звивистих ізолятів мікроорганізмів приміщень для вирощування свиней встановлено, що стосовно них, як і щодо інших досліджуваних мікроорганізмів пробіотичні компоненти засобу “Sviteco PIP Multi”, представлені *B. subtilis* та *B. megatherium*, проявляли середній рівень антагоністичної активності.

Таблиця 6

Рівень антагоністичної активності пробіотичних компонентів засобу “Sviteco PIP Multi” до кулястих і звивистих польових ізолятів мікроорганізмів свинарників ($M \pm m$, мм, $n = 5$)

Польові ізоляти	Пробіотичні компоненти засобу “Sviteco PIP Multi”			
	<i>B. subtilis</i>		<i>B. megatherium</i>	
	Діаметр зони інгібування росту, мм	Рівень антагоністичної активності	Діаметр зони інгібування росту, мм	Рівень антагоністичної активності
<i>S. aureus</i>	23,0 $\pm$ 1,87	середній	20,4 $\pm$ 1,33	середній
<i>S. salivarius</i>	14,2 $\pm$ 1,02	середній	14,8 $\pm$ 1,46	середній
<i>E. faecalis</i>	17,4 $\pm$ 1,69	середній	16,8 $\pm$ 1,46	середній
<i>E. faecium</i>	17,0 $\pm$ 1,64	середній	16,0 $\pm$ 1,52	середній
<i>C. jejuni</i>	14,8 $\pm$ 0,86	середній	14,2 $\pm$ 0,73	середній

Висновки

1. Встановлено, що мінімальна бактерицидна концентрація засобу “Sviteco PIP Multi” була меншою, порівняно із дезінфекційним засобом “Вулкан Макс” і для грамнегативних паличкоподібних та кулястих і звивистих ізолятів перебувала в межах від 0,023 до 0,05 %, а для паличкоподібних грампозитивних – від 0,08 до 0,18 %.

2. Досліджувані польові ізоляти повільніше адаптувалися до експериментального засобу, бо за тривалої його дії ріст більшості із них виявлено на 49–50 пасажах, тимчасом як за впливу засобу “Вулкан Макс” ріст окремих представників виявлено вже на 45 пересіви.

3. Пробіотичні компоненти засобу “Sviteco PIP Multi”, представлені *B. subtilis* та *B. megatherium*, проявили антагоністичні властивості щодо усіх польових ізолятів мікроорганізмів, виділених з об’єктів приміщень для утримання свиней.

4. Діаметр зон затримки росту, зумовлених пробіотичними бацилами, що входять до складу експериментального дезінфектанту, за спільного культивування із грамнегативними паличкоподібними польовими ізолятами мікроорганізмів свинарників був в межах від 14,2 до 20,6 мм, із грампозитивними паличкоподібними – від 14,8 до 18 мм і кулястими та звивистими – від 14,2 до 23 мм, що свідчить про середній рівень їхньої антагоністичної активності.

Відомості про конфлікт інтересів

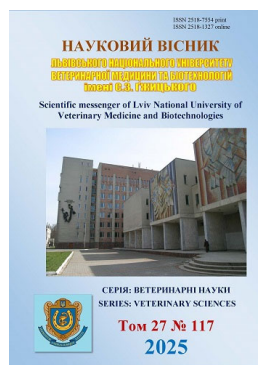
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Chechet, O. M., Kovalenko, V. L., Gorbatjuk, O. I., Gejdej, O. S., Kurjata, N. V., Musijec', I. V., ... & Buchkovs'ka, G. A. (2023). Vyjavlennja *in vitro* rivniv antagonistychnoi' aktyvnosti izoljativ Enterococcus faecium ta vidbir perspektyvnyh probiotychnykh shtamiv. Scientific Progress & Innovations, 26(1), 90–95. DOI: 10.31210/spi2023.26.01.14 (in Ukrainian).
 Chechet, O. M., Kovalenko, V. L., Horbatyuk, O. I., Gaidei, O. S., Kravtsova, O. L., Andriyashchuk, V. O., ... & Ordynska, D. O. (2022). Study *in vitro* of antagonistic activity of Bacillus isolates and selection of promising probiotic strains. Scientific and

Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology, 23(1), 219–227. DOI: 10.36359/scivp.2022-23-1.28.
 Comitini, F., Canonico, L., Agarbati, A., & Ciani, M. (2023). Biocontrol and probiotic function of non-Saccharomyces yeasts: New insights in agri-food industry. Microorganisms, 11(6), 1450. DOI: 10.3390/microorganisms11061450.
 Elekhawwy, E., Sonbol, F., Abdelaziz, A., & Elbanna, T. (2020). Potential impact of biocide adaptation on selection of antibiotic resistance in bacterial isolates. Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 6, 1–10. DOI: 10.1186/s43094-020-00119-w.
 Ivanysko, O. (2013). Biosynthesis of surface-active compounds by Bacillus genus bacteria. Problems of Environmental Biotechnology, 2. DOI: 10.18372/2306-6407.2.5523.
 Komisarova, D., Bondar A., Lumedze T., & Lumedze I. (2023). Dezinfektsiia u tvarynnyskomu prymishchenni. Ahrarnyi visnyk Prychornomoria, 108. DOI: 10.37000/abbsl.2023.108.10 (in Ukrainian).
 Kovalenko, V. L., Garkavenko, T. O., Gorbatjuk, O. I., Kozyc'ka, T. G., Garkavenko, V. M., & Ordyns'ka, D. O. (2019). Vyznachennja bakterycychnoi' aktyvnosti ta kontrolju vidsutnosti bakteriostatychnogo efektu dezinfikujuchykh zasobiv: metodychni rekomendacii' (in Ukrainian).
 Kushnir, I. M., Semen, I. S., Kolodiy, G. V., Murska, S. D., Kushnir, V. I., & Berbeka, U. Z. (2023). Efficiency of feed additive application based on bacteria of the genus Bacillus. Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology, 24(1), 63–67. DOI: 10.36359/scivp.2023-24-1.09.
 Maillard, J. Y. (2018). Resistance of bacteria to biocides. Microbiology spectrum, 6(2), ARBA-0006-2017. DOI: 10.1128/microbiolspec.arba-0006-2017.
 Mihhejev, A. O., & Dejneka, S. Je. (2021). Adaptacijni mozhlyvosti mikroorganizmiv (korotkyj oghlad literatury). Trends in the development of modern scientific. Abstracts of XXXI International Scientific and Practical Conference, 31, 262. DOI: 10.46299/ISG.2021.I.XXXI (in Ukrainian).
 Paranjak, R. P., Kalyn, B. M., & Nagirnjak, T. B. (2018). Znachennja ta docil'nist' zastosuvannja probiotyktiv. Naukovyj visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo

- universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotekhnologij imeni SZ G'zhyc'kogo. Serija: Veterynarni nauky, 20(87), 116–121. DOI: 10.15421/nvlvet8723 (in Ukrainian).
- Perkij, Ju. B., Kryzhanivs'kyj, Ja. J., Kryvohyzha, Je. M., Motkaljuk, N. F., Kuhtyn, M. D., & Krushel'nyc'ka, N. V. (2012). Ocinka prydatnosti ta efektyvnosti myjnyh, dezinfikujuchyh i myjno-dezinfikujuchyh zasobiv dlja sanitarnoi' obrobky doi'll'nogo ustatkuvannja ta molochного inventarja: metodychni rekomendacii'. Ternopil': TDSGDS IKSGP (in Ukrainian).
- Plys, V., & Chumak, V. (2024). Epizootologichnyj monitoryng shlunkovo-kyshkovyh nematodoziv syvej. Agrarnyj visnyk Prychornomor'ja, 111, 16–22. DOI: 10.37000/abbsl.2024.111.03 (in Ukrainian).
- Rozman, U., Pušnik, M., Kmetec, S., Duh, D., & Šostar Turk, S. (2021). Reduced susceptibility and increased resistance of bacteria against disinfectants: A systematic review. Microorganisms, 9(12), 2550. DOI: 10.3390/microorganisms9122550.
- Shkromada, O. I., & Grek, R. V. (2022). Doslidzhennja mikroklimatu u prymishhennjah dlja utrymannja syvej. Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu. Serija: Veterynarna medycyna, 1(56), 45–50. DOI: 10.32845/bsnau.vet.2022.1.7 (in Ukrainian).
- Slaston, D. S. (2022). Production research of experimental disinfectant “Sukhodes”. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 24(106), 43–48. DOI: 10.32718/nvlvet10607.
- Staats, G. J., Mc Carlie, S. J., Van der Walt, B., & Bragg, R. R. (2023). The linkage between antibiotic and disinfectant resistance. In Antimicrobial Research and One Health in Africa (pp. 241-274). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-23796-6_11.
- Verzhychovskyi, O., & Nedosekov, V. (2024). Key aspects of biosafety in modern animal husbandry. Ukrainian Journal of Veterinary Sciences, 15(3). DOI: 10.31548/veterinary3.2024.41.
- Wen, C., Van Dixhoorn, I., Schokker, D., Woelders, H., Stockhofe-Zurwieden, N., Rebel, J. M., & Smidt, H. (2021) Environmentally enriched housing conditions affect pig welfare, immune system and gut microbiota in early life. Animal Microbiome, 3, 52. DOI: 10.1186/s42523-021-00115-2.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11714
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.329:636.92

Influence of autonomous regulation type on the structure of the thoracic esophageal wall in rabbits

A. M. Tybinka^{1✉}, M. V. Zakrevska²

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

²Doctor Markevych's Veterinary Clinic, Lviv, Ukraine

Article info

Received 03.01.2025

Received in revised form
03.02.2025

Accepted 04.02.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-353-03-20
E-mail: a.m.tybinka@gmail.com

Markevych's Veterinary Clinic,
Lysenytska Str., 2a, Lviv, 79032,
Ukraine.

Tybinka, A. M., & Zakrevska, M. V. (2025). Influence of autonomous regulation type on the structure of the thoracic esophageal wall in rabbits. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 100–107. doi: 10.32718/nvlvet11714

The study investigates the relationship between the structure of the thoracic esophageal wall in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and the autonomous regulation type. Male rabbits of the Blanc de Termonde breed were divided into three groups based on electrocardiographic and variational-pulsometric examinations: sympathotonic rabbits (ST), parasympathotonic rabbits (PST), and normotonic rabbits (NT). After euthanasia, esophageal wall samples were embedded in paraffin blocks, from which histological preparations were made. Using morphometric analysis, the thickness of individual layers and their structural components was determined, along with their interrelations. Within each group, most of the studied parameters exhibited low and moderate variability. Exceptions included the serous membrane across all types of autonomous regulation and the outer longitudinal layer of the muscular membrane in PST rabbits. Overall, the muscular elements of the esophageal wall (the muscularis mucosae and layers of the muscular membrane) were the most sensitive to the typological features of autonomous tonus, since they demonstrated significant differences between groups. However, no single type of autonomous regulation exhibited a consistent superiority in all examined parameters. Sympathotonia was associated with greater thickness of the epithelium, lamina propria of the mucosa, and submucosa. Normotonia resulted in the thickest mucosa, muscularis mucosae, and the serous membrane. Parasympathotonia led to the maximum thickness in most parameters, including the entire esophageal wall, keratinized epithelial layer, the entire muscular membrane, and all three of its layers. Overall, the total esophageal wall thickness was greatest in PST rabbits ($1218.23 \pm 9.03 \mu\text{m}$). It was $108.06 \mu\text{m}$ thinner ($P < 0.05$) in ST rabbits and $164.29 \mu\text{m}$ thinner ($P < 0.05$) in NT rabbits. Correlation analysis revealed associations between various parameters within each group, with most correlations linked to the layers of the muscular membrane. The morphological characteristics studied reflect the adaptive properties of the esophageal wall in response to the features of autonomous tonus in rabbits.

Key words: sympathotonic rabbits, normotonic rabbits, parasympathotonic rabbits, esophageal mucosa, esophageal muscular membrane, esophageal serous membrane.

Вплив типу автономної регуляції на структуру стінки грудної частини стравоходу кроля

A. M. Ти́бка^{1✉}, M. В. Закревська²

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Ветеринарна клініка доктора Маркевича, м. Львів, Україна

Досліджено зв'язок між структурою стінки грудної частини стравоходу кролів (*Oryctolagus cuniculus*) та типом автономної регуляції. Самців породи Blanc de Termonde методами електрокардіографічного та варіаційно-пульсометричного досліджень розділили

на три групи: кролів-симпатотоніків (СТ), кролів-парасимпатотоніків (ПСТ) та кролів-нормотоніків (НТ). Після евтаназії тварин, зразки стравохідної стінки помістили в парафінові блоки, з яких виготовили гістологічні препарати. На останніх методом морфометрії визначили товщину окремих оболонок та їх структурних частин, а також встановили співвідношення між ними. У межах кожної групи тварин більшість досліджених показників характеризувалася низькою та середньою варіабельністю значень. Виняток становила серозна оболонка при всіх типах автономної регуляції та зовнішній поздовжній шар м'язової оболонки кролів-ПСТ. У цілому, м'язові елементи стравохідної стінки (м'язова пластинка слизової оболонки та окремі шари м'язової оболонки) виявилися найбільш чутливими до типологічних особливостей автономного тону, оскільки характеризувалися достовірними відмінностями між групами тварин. При цьому, не встановлено єдиного типу автономної регуляції, який би мав цілковиту перевагу у величині усіх досліджених показників. Симпатотонія обумовлювала більші значення товщини епітелію, власної пластинки слизової оболонки, підслизової основи. При нормотонії найтовстішими виявилися ціла слизова оболонка, її м'язова пластинка, серозна оболонка. Проте, найбільша кількість показників (ціла стравохідна стінка, розовий шар епітелію, ціла м'язова оболонка та кожен з її трьох шарів) досягали максимальної товщини при парасимпатотонії. Назагал, товщина всієї стінки стравоходу виявилася найбільшою у кролів-ПСТ ($1218,23 \pm 9,03$ мкм). На $108,06$ мкм ($P < 0,05$) тонішою вона була в кролів-СТ та на $164,29$ мкм ($P < 0,05$) – у кролів-НТ. Між окремими показниками кожної групи кролів виявлено кореляційні зв'язки, більшість з яких пов'язана з шарами м'язової оболонки. Досліджені морфологічні показники характеризують адаптаційні властивості стравохідної стінки відповідно до особливостей автономного тону в організмі кролів.

Ключові слова: кролі-симпатотоніки, кролі-нормотоніки, кролі-парасимпатотоніки, слизова оболонка стравоходу, м'язова оболонка стравоходу, серозна оболонка стравоходу.

Вступ

Становлення структурних характеристик окремих органів та цілого організму перебуває під контролем гуморальних чинників та нервової регуляції, зокрема автономної нервової системи. Остання здійснює як прямий вплив на органи, контролюючи їх функціональні показники, так і опосередкований – через серцево-судинну систему, регулюючи трофічні процеси в тканинах (Taylor et al., 2014). При цьому, у організмі тварини формуються певні типологічні особливості автономної регуляції (Zakrevska & Tybinka, 2019), які обумовлюють морфо-функціональні характеристики усіх систем, у тому числі і органів травлення (Leite et al., 2024). Завдяки цьому встановлюються особливості рухової активності стравоходу (Cunningham & Sawchenko, 1990; Richards & Sugarbaker, 1995) та функціональні характеристики окремих його частин (Hornby & Abrahams, 2000). У кінцевому результаті це відображається на гомеостазі всього апарату травлення та його зв'язку з іншими органами (Greenwood-Van Meerveld et al., 2017).

Важливість вивчення структури стравоходу кроля базується на його використанні в якості експериментальної моделі при вивченні впливу на організм ссавців різних хімічних речовин, таких як алкоголь (Bor & Capanoglu, 2009) та цигарковий дим (Orlando et al., 1986). Він також є маркером при дослідженні розвитку стресових реакцій (Tobey et al., 1999) та перебігу гастроєзофагеальної рефлюксної хвороби (De Hertogh et al., 2006).

Як у типового трубкоподібного органу стінка стравоходу утворена трьома оболонками, морфологія яких обумовлена покладеними на них функціями (Hussein et al., 2017). Внутрішня слизова оболонка зібрана у складки, що розпрямляються при проходженні великої кормової грудки. Формуванню складок сприяє наявність м'язової пластинки слизової оболонки. Її власна пластинка містить численні виступи, що забезпечують надійне прикріплення епітеліального шару. Останній характеризується добре вираженим зроговінням у грудній та черевній частинах органу та відсутністю такого в шийній частині, підслизова основа якої містить скупчення стравохід-

них залоз. Перистальтична функція стравоходу забезпечується м'язовою оболонкою, утвореною трьома шарами м'язових волокон, два з яких (зовнішній та внутрішній) мають поздовжню орієнтацію, а один шар (середній) – колову. Зовнішнім покривом стравоходу в грудній та черевній частинах є серозна оболонка, а в шийній частині – адвентиція (Ranjan & Das, 2016).

Дослідження лінійних розмірів та гістологічних особливостей стравоходу кроля проводилося з врахуванням вікового фактору (Selim et al., 2017), топографічної ділянки (Cipou et al., 2021) та у порівняльно-видовому аспекті (Mohammad et al., 2020). Проте, у науковій літературі не виявлено результатів, які б відображали зв'язок структури стравохідної стінки кроля з типом автономної регуляції, хоча подібний зв'язок встановлено для інших органів цієї тварини (Tybinka et al., 2022).

Мета дослідження

Мета дослідження полягала у встановленні впливу типологічних особливостей автономної регуляції на лінійні розміри окремих оболонок та цілої стінки грудного відділу стравоходу кролів.

Матеріал і методи досліджень

Для дослідження відібрали групу клінічно здорових кролів-самців (*Oryctolagus cuniculus*) породи Blanc de Termonde, віком чотири місяці та масою 3.6-3.9 кілограми. Методами електрокардіографічного та варіаційно-пульсометричного досліджень (Heart rate variability, 1996), встановили індивідуальні особливості автономної регуляції. Це дозволило розділити тварин на три групи по п'ять особин в кожній: 1) кролі-симпатотоніки (СТ) – характеризувалися домінуванням симпатичного тону; 2) кролі-парасимпатотоніки (ПСТ) – характеризувалися домінуванням парасимпатичного тону; 3) кролі-нормотоніки (НТ) – характеризувалися зрівноваженим симпатичним та парасимпатичним тону. Евтаназію тварин проводили шляхом інгаляційного передозування хлороформу. Дослідження виконували

з дотриманням етичних стандартів щодо тварин, які використовуються в експериментах (Directive 2010/63/EU, 2010). Методику досліджень затвердила Комісія з етики Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv (протокол №18 від 11.10.2023 року).

З грудної частини стравоходу виділяли фрагменти, які фіксували в розчині Буена (24 години), промивали в 70 % етанолі (24 години), зневоднювали в зростаючих концентраціях (70–96 %) етанолу, просвітлювали в ксилолі та поміщали в парафінові блоки. З останніх готували зрізи товщиною 7 мкм, які після висушування, депарафінізації (у ксилолі), регідрації (у понижуючих концентраціях етанолу (96–70 %)) та фарбування поміщали під покривне скло (Mulisch & Welsch, 2015). Загальну морфологію стравохідної стінки досліджували на зрізах зафарбованих: 1) гематоксиліном та еозином Майєра; 2) альдегід-фуксином за Габа-Дибаном. Для виявлення колагенових волокон зрізи фарбували азаном за методом Гейденгайна.

Дослідження гістологічних препаратів та їх фотофіксацію здійснювали за допомогою світлооптичного мікроскопа Leica DM-2500 з камерою Leica DFC450C та програмним забезпеченням Leica Application Suite 4.4 (Leica Microsystems GmbH, Germany). На отриманих гістологічних препаратах в абсолютних (в мм) та відносних (в %) величинах визначали товщину всієї стінки стравоходу, її оболонок та їх структурних частин (шарів). Для цього використано комп'ютерні морфометричні програми ImageTool та WCIF ImageJ (WCIF, Канада).

Середні значення дослідних груп порівнювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) з урахуванням поправки Бонферроні. При цьому визначали наступні показники: вибіркове середнє (M), стандартну похибку (SE), коефіцієнт варіації (CV). Розрахунки проведено з використанням програмного забезпечення “StatPlus 2008” (AnalystSoft Inc., США). На основі коефіцієнту кореляції Пірсона визначали зв'язок між окремими показниками в межах

кожної групи тварин. Відмінності між показниками вважали достовірними при $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Слизова оболонка стравоходу формувала кілька складок різного розміру, що обумовлювало значні коливання її товщини. Тому, для отримання уніфікованих результатів досліджень, всі проміри робили між складками.

Зв'язок товщини як цілої слизової оболонки, так і окремих її шарів (табл. 1, рис. 1) з типом автономної регуляції був не значним. Достовірні відмінності між групами тварин встановлено лише у товщині м'язової пластинки слизової оболонки (рис. 2), яка виявилася найтоншою у кролів-ПСТ. На 6,99 мкм товстішою вона була у симпатотоніків та на 8,50 мкм – у нормотоніків ($P < 0,05$). При цьому, на товщину цієї пластинки припадало 15,4 % товщини всієї слизової оболонки у тварин-ПСТ, 18,1 % – у симпатотоніків та 18,8 % – у нормотоніків (табл. 2). У всіх трьох груп кролів варіабельність показників мала середні значення (10–15 %). Морфологічно м'язова пластинка слизової оболонки складалася з пучків міоцитів, кількість та розміри яких мали топографічні особливості.

У кролів-НТ товщина м'язової пластинки слизової оболонки мала негативну кореляцію з товщиною колового шару м'язової оболонки ($r = -0,9107$, $p = 0,0316$) та товщиною зовнішнього поздовжнього шару м'язової оболонки ($r = -0,9946$, $p = 0,0005$).

Найменший внесок у загальну товщину слизової оболонки зробила її власна пластинка (рис. 2), сформована сполучною тканиною. У кролів-СТ її частка становила 12,8 %, у кролів-НТ – 12,6 % та в кролів-ПСТ – 13,0 %. Мінімальна різниця між групами тварин відобразилася і в абсолютній товщині цього шару. При цьому, кролі-ПСТ поступалися нормотонікам на 0,37 мкм, та симпатотонікам – на 0,75 мкм. Варіабельність показників також була низькою при всіх типах автономної регуляції і знаходилась в межах 8–10 %.

Таблиця 1

Товщина структур стінки стравоходу кроля (в абсолютних величинах)

Назва показника	Тип АР	M, мкм	SE, мкм	CV, %
Загальна товщина стінки	СТ	1110,17	9,03	1,82
	НТ	1053,94	35,39	7,51
	ПСТ	1218,23 ^{bc}	16,56	3,04
Товщина слизової оболонки	СТ	207,97	2,93	3,15
	НТ	208,36	8,18	8,78
	ПСТ	198,56	3,84	4,33
Товщина епітелію	СТ	143,87	2,32	3,60
	НТ	143,09	5,58	8,72
	ПСТ	142,20	3,38	5,32
Товщина рогового шару епітелію	СТ	63,85	1,40	4,91
	НТ	60,20	0,67	2,50
	ПСТ	64,89	2,67	9,20
Товщина власної пластинки слизової оболонки	СТ	26,54	0,99	8,38
	НТ	26,19	1,19	10,17
	ПСТ	25,79	1,08	9,34
Товщина м'язової пластинки слизової оболонки	СТ	37,57	1,63	9,69
	НТ	39,08	2,58	14,79
	ПСТ	30,58 ^c	1,42	10,40

Товщина підслизової основи	СТ	95,89	3,82	8,91
	НТ	82,19	3,44	9,37
	ПСТ	79,75 ^b	4,14	11,61
Товщина м'язової оболонки	СТ	758,80	5,28	1,56
	НТ	691,72	35,62	11,52
	ПСТ	896,46 ^{bc}	15,33	3,82
Товщина внутрішнього поздовжнього шару м'язової оболонки	СТ	228,47	14,48	14,17
	НТ	238,57	8,93	8,37
	ПСТ	336,22 ^{bc}	6,92	4,60
Товщина колового шару м'язової оболонки	СТ	417,47	10,80	5,78
	НТ	352,59	29,22	18,53
	ПСТ	443,63 ^c	7,19	3,62
Товщина зовнішнього поздовжнього шару м'язової оболонки	СТ	112,85	3,06	6,06
	НТ	100,56	6,70	14,90
	ПСТ	116,61	13,40	25,69
Товщина серозної оболонки	СТ	47,51	7,62	35,87
	НТ	71,67	19,00	59,29
	ПСТ	43,46	5,38	27,66

Примітка: АР – автономна регуляція; а – статистично достовірна різниця між групами НТ та СТ ($a - P < 0,05$); b – статистично достовірна різниця між групами ПСТ та СТ ($b - P < 0,05$); c – статистично достовірна різниця між групами ПСТ та НТ ($c - P < 0,05$)

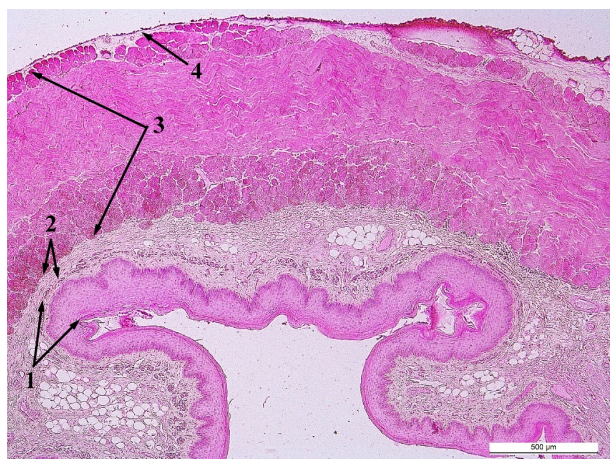


Рис. 1. Структура стінки стравоходу кроля-ПСТ: 1 – слизова оболонка; 2 – підслизова основа; 3 – м'язова оболонка; 4 – серозна оболонка. Забарвлення гематоксисіліном та еозинном

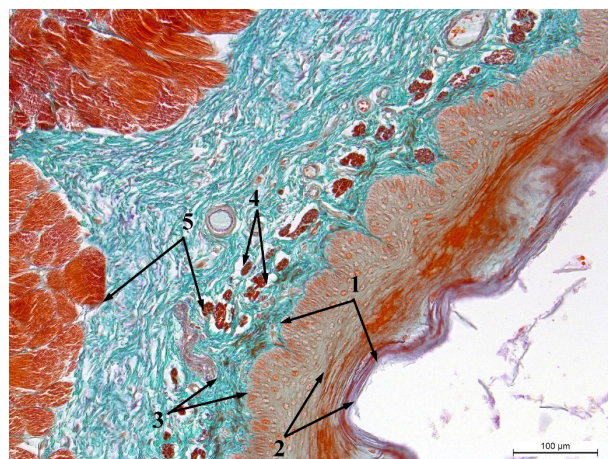


Рис. 2. Структура слизової оболонки та підслизової основи стравоходу кроля-СТ: 1 – епітелій; 2 – роговий шар епітелію; 3 – власна пластинка слизової оболонки; 4 – м'язова пластинка слизової оболонки; 5 – підслизова основа. Забарвлення альдегід-фуксином за Габа-Дибаном

Товщина власної пластинки слизової оболонки мала позитивну кореляцію з товщиною м'язової пластинки слизової оболонки у кролів-СТ ($r = 0,9963$, $p = 0,0003$) та ПСТ ($r = 0,9587$, $p = 0,0100$). У останніх подібний зв'язок встановлено і з товщиною внутрішнього поздовжнього шару м'язової оболонки ($r = 0,9219$, $p = 0,0259$).

Більшу частину товщини слизової оболонки займав епітелій (рис. 2), на який у кролів-СТ припадало 69,2 %, у нормотоніків – 68,7 % та в парасимпатотоніків – 71,6 %. За абсолютними значеннями найтонший епітелій виявлено у кролів-ПСТ. Нормотоніки переважали їх на 0,89 мкм, а симпатотоніки – на 1,67 мкм. У всіх групах тварин товщина епітелію характеризувалася високою однорідністю значень і коефіцієнт варіації мав діапазон 4–9 %.

У кролів-СТ встановлено негативну кореляцію між товщиною епітелію та товщиною серозної оболонки ($r = -0,9901$, $p = 0,0012$).

Приблизно 40 % товщини епітелію припадало на його роговий шар (рис. 2), товщину якого визначали починаючи з місця появи перших ознак зроговіння. Найтоншою ця ділянка виявилася у кролів-НТ. Симпатотоніки переважали їх на 3,65 мкм, а парасимпатотоніки – на 4,69 мкм. У структурі слизової оболонки товщина даного шару становила 30,7 % – кролі-СТ; 28,9 % – кролі-НТ; 32,7 % – кролі-ПСТ. При цьому варіабельність значень залишалася низькою і її коефіцієнт становив 3–9 %.

Сумарно, вище представлені показники, утворювали слизову оболонку (рис. 1), яка в стінці стравоходу кролів-НТ займала найбільшу частку (19,8 %). При симпатотонії вона зменшувалася до 18,7 %, а при парасимпатотонії – до 16,3 %. Подібним зв'язком з автономною регуляцією характеризувалися і абсолютні величини цього показника. Найтонша слизова оболонка кролів-ПСТ поступалася симпатотонікам на 9,41 мкм, а нормотонікам – на 9,8 мкм. Висока одно-

рідність значень в усіх групах тварин утримувала коефіцієнт варіації в межах 3–9 %.

Проаналізувавши досліджені показники слизової оболонки, встановили, що майже всіх їх поєднувала висока однорідність значень в межах кожної групи тварин. Проте, цього виявилось недостатньо, щоб сформулювати достовірні відмінності між типами автономної регуляції, за винятком м'язової пластинки.

Хоча, функціональні характеристики останньої і є менш вираженими ніж у шлунку чи кишечнику (Percy et al., 1997), проте, вона ефективно забезпечує рухову активність слизової оболонки, зокрема регулює її здатність формувати складки. Згідно наших результатів, у кролів-НТ вказана властивість була потенційно сильнішою ніж у симпатотоніків і особливо парасимпатотоніків.

Таблиця 2

Товщина структур стінки стравоходу кроля (у відносних величинах)

Назва показника	Тип автономної регуляції	Частка від товщини стінки (%)	Частка від товщини оболонки (%)
Товщина слизової оболонки	СТ	18,7	
	НТ	19,8	
	ПСТ	16,3	
Товщина епітелію	СТ	13,0	69,2
	НТ	13,6	68,7
	ПСТ	11,7	71,6
Товщина рогового шару епітелію	СТ	5,8	30,7
	НТ	5,7	28,9
	ПСТ	5,3	32,7
Товщина власної пластинки слизової оболонки	СТ	2,4	12,8
	НТ	2,5	12,6
	ПСТ	2,1	13,0
Товщина м'язової пластинки слизової оболонки	СТ	3,4	18,1
	НТ	3,7	18,8
	ПСТ	2,5	15,4
Товщина підслизової основи	СТ	8,6	
	НТ	7,8	
	ПСТ	6,5	
Товщина м'язової оболонки	СТ	68,3	
	НТ	65,6	
	ПСТ	73,6	
Товщина внутрішнього поздовжнього шару м'язової оболонки	СТ	20,6	30,1
	НТ	22,6	34,5
	ПСТ	27,6	37,5
Товщина колового шару м'язової оболонки	СТ	37,6	55,0
	НТ	33,5	51,0
	ПСТ	36,4	49,5
Товщина зовнішнього поздовжнього шару м'язової оболонки	СТ	10,2	14,9
	НТ	9,5	14,5
	ПСТ	9,6	13,0
Товщина серозної оболонки	СТ	4,3	
	НТ	6,8	
	ПСТ	3,6	

Назагал, низька чутливість залежності морфометричних показників слизової оболонки від типу автономної регуляції могла базуватися на тому, що корм проходить через стравохід транзитом і контакт з ним є короточасним. При цьому, важливим адаптаційним пристосуванням є зроговіння епітеліального шару слизової оболонки, що захищає її від травмування кормом та профілактує подразнення вмістом шлунку під час рефлюксу. Відповідно, товщина епітелію в цілому та його рогового шару зокрема характеризують захисні можливості стінки стравоходу (Zhang et al., 2010). Мінімальні та не достовірні відмінності цих показників у досліджуваних груп тварин, вказували на стабільність цього показника при всіх типах автономної регуляції.

Підслизова основа (рис. 2) сформована пухкою

сполучною тканиною з домішками жирової тканини. Її товщина мала достовірні відмінності ($P < 0,05$) у кролів-СТ та ПСТ. Перші поступалися другим на 16,14 мкм. Нормотоніки переважали симпатотоніків на 2,44 мкм. Внесок підслизової основи у товщину стравохідної стінки становив 8,6 % у кролів-СТ, 7,8 – у нормотоніків та 6,5 – у парасимпатотоніків. Коефіцієнт варіації незначно зріс порівняно з попередніми показниками, проте також залишався низьким в межах 9–12 %.

У кролів-ПСТ встановлено негативну кореляцію ($r = -0,9175$, $p = 0,0281$) між товщиною підслизової основи та товщиною зовнішнього поздовжнього шару м'язової оболонки.

Більше двох третин стравохідної стінки займала м'язова оболонка, утворена трьома шарами м'язів:

двома поздовжніми (зовнішнім та внутрішнім) та одним коловим (рис. 3). Найтоншим серед них був зовнішній поздовжній шар, товщина якого при різних типах автономної регуляції відрізнялася не достовірно. Причина полягала у значному, порівняно з попередніми показниками, зростанні варіабельності значень, яка в кролів-НТ досягла середнього рівня ($CV = 14,90\%$), а в парасимпатотоніків – високого рівня ($CV = 25,69\%$). Поряд з тим, у кролів-СТ вона залишилася низькою ($CV = 6,06\%$).

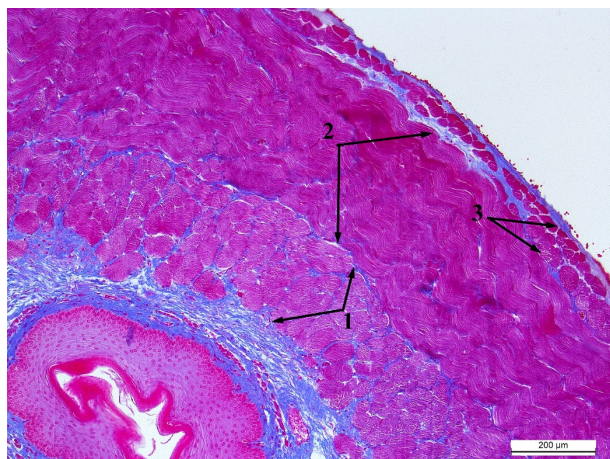


Рис. 3. Структура м'язової оболонки стравоходу кроля-НТ: 1 – внутрішній поздовжній шар; 2 – коловий шар; 3 – зовнішній поздовжній шар. Забарвлення азаном за Гейденгайном

За абсолютними величинами найменшу товщину цей шар мав у кролів-НТ. На $12,29\text{ мкм}$ їх переважали симпатотоніки та на $16,05\text{ мкм}$ – парасимпатотоніки. У загальній товщині м'язової оболонки частка зовнішнього поздовжнього шару становила менше 15% ($14,9\%$ у кролів-СТ, $14,5\%$ – у НТ та $13,0\%$ – у ПСТ).

Товщина зовнішнього поздовжнього шару м'язової оболонки кролів-НТ мала позитивну кореляцію з товщиною її колового шару ($r = 0,9211$, $p = 0,0263$).

Товщина внутрішнього поздовжнього шару була в двічі більшою та характеризувалася високою однорідністю значень у кролів-НТ ($CV = 8,37\%$) і ПСТ ($CV = 4,60\%$). У симпатотоніків коефіцієнт варіації збільшився до середнього рівня ($14,17\%$). Абсолютні значення цього показника мали достовірні відмінності при різних типах автономної регуляції. Найменшими вони виявилися в кролів-СТ, які поступалися парасимпатотонікам на $107,75\text{ мкм}$ ($P < 0,05$) і значно менше нормотонікам – на $10,1\text{ мкм}$. Відмінність цього показника від інших структурних частин стінки стравоходу полягала у наявності достовірної різниці ($97,65\text{ мкм}$ ($P < 0,05$)) між значеннями кролів-НТ та ПСТ. У цілій м'язовій оболонці на внутрішній поздовжній шар припадала третина товщини ($30,1\%$ – кролі-СТ; $34,5\%$ – НТ; $37,5\%$ – ПСТ).

Товщина внутрішнього поздовжнього шару м'язової оболонки у кролів-СТ мала негативну кореляцію з товщиною її колового шару ($r = -0,9551$, $p = 0,0113$), а в кролів-НТ – позитивну кореляцію з

товщиною серозної оболонки ($r = 0,9923$, $p = 0,0008$).

Зовнішній та внутрішній поздовжні шари забезпечують перистальтичні скорочення м'язової оболонки та є важливим елементом рецепторного апарату стінки стравоходу (Mittal, 2013). Оскільки, обидва шари мали найбільшу товщину при парасимпатотонії, можемо припустити, що дана група тварин може проявляти більш виражені перистальтичні рухи, у той час, як симпатотонія та нормотонія більше впливають на інші функціональні аспекти стравохідної стінки.

Найтовстішою частиною м'язової оболонки був коловий шар, який у кролів-СТ та НТ переважав сумарну товщину двох поздовжніх шарів. При цьому, кролі-нормотоніки характеризувалися з одного боку – найменшою абсолютною товщиною цього шару, а з іншого боку – найбільшою варіабельністю значень ($CV = 18,53\%$). Тварини інших типів автономної регуляції, навпаки, мали високу однорідність значень та перевищували попередню групу на $64,88\text{ мкм}$ ($CV = 5,78\%$) – кролі-СТ та на $91,04\text{ мкм}$ ($P < 0,05$; $CV = 3,62\%$) – кролі-ПСТ. Частка колового шару у структурі м'язової оболонки досягала найбільшого рівня у кролів-СТ (55%), середніх значень – у нормотоніків (51%) та мінімальних величин – у парасимпатотоніків ($49,5\%$).

У функціональному плані коловий шар допомагає двом поздовжнім шарам забезпечувати перистальтику стравоходу, а також обумовлює підвищення тиску в середині цього органу під час м'язових скорочень (Vegesna et al., 2012). При цьому, функціональні характеристики кожного з шарів м'язової оболонки базуються на особливостях просторової орієнтації їх м'язових волокон.

На рівні всієї м'язової оболонки перевага за її абсолютною товщиною належала тваринам з парасимпатотонією. При нормотонії товщина оболонки зменшувалася на $204,74\text{ мкм}$ ($P < 0,05$), а при симпатотонії – на $137,66\text{ мкм}$ ($P < 0,05$). Кролі-СТ характеризувалися найвищою однорідністю значень ($CV = 1,56\%$) серед всіх досліджених показників. Мінімальна варіабельність ($CV = 3,82\%$) також відповідала парасимпатотонікам, і до середнього рівня піднімалася у нормотоніків ($CV = 11,52\%$). Найбільший внесок м'язової оболонки у загальну товщину стравохідної стінки виявлено у кролів-ПСТ ($73,6\%$), найменша частка відповідала кролям-НТ ($65,6\%$) і проміжна величина – кролям-СТ ($68,3\%$).

Не дивлячись на виявлені морфометричні відмінності окремих шарів м'язової оболонки при різних типах автономної регуляції, під час перистальтики стравоходу у нормі всі три шари проявляють дуже високий рівень синхронності скорочень (Mittal et al., 2006). Це вказує на комплексність впливу автономної регуляції на м'язову оболонку стравохідної стінки, при якій завжди зберігається її структурна єдність. При цьому, потовщення одного з шарів чи всієї м'язової оболонки при певному типі автономної регуляції, з одного боку може бути ознакою норми та характеризувати морфо-функціональні особливості органу, а з іншого боку – вказувати на розвиток патологічних процесів у його стінці, зокрема регургітації (Parkinson et al., 2017).

Завдяки трубчатій формі стравоходу, під час скорочень м'язових елементів його стінки, орган зазнає осьової деформації (Lu & Gregersen, 2001). Її характер та інтенсивність можуть пов'язуватися з типами автономної регуляції, а тому даний аспект необхідно враховувати при дослідженні функціональних характеристик стравоходу.

Відмінною рисою серозної оболонки (рис. 1) була висока варіабельність її значень при всіх типах автономної регуляції, що різко контрастувало на фоні інших показників. При цьому, найнижчий рівень варіабельності встановлено у тварин-ПСТ ($CV = 27,66\%$). У симпатотоніків коефіцієнт варіації зростав до $35,87\%$, а в нормотоніків – до $59,29\%$. Причина цього явища полягала в тому, що в деяких ділянках серозної оболонки спостерігалось накопичення жирової тканини, а також проходили судини та нерви. Проте, вплив серозної оболонки на загальну товщину стінки стравоходу був відносно незначним і в кролів-СТ дорівнював $4,3\%$, у НТ – $6,8\%$, у PST – $3,6\%$. За абсолютними значеннями найтонша серозна оболонка у тварин-парасимпатотоніків поступалася симпатотонікам на $4,05\text{ мкм}$, а нормотонікам – на $28,21\text{ мкм}$.

Порівнявши абсолютні та відносні показники окремих структур, виявлено, що вони мають відмінності зв'язку з типом автономної регуляції. У одних показників (товщина слизової оболонки, товщина м'язової пластинки слизової оболонки, товщина підслизової основи, товщина м'язової оболонки, товщина серозної оболонки) мінімальні та максимальні значення відповідають тим самим групам тварин. У інших показників (товщина епітелію, товщина рогового шару епітелію, товщина власної пластинки слизової оболонки, товщина внутрішнього поздовжнього шару м'язової оболонки, товщина колового шару м'язової оболонки, товщина зовнішнього поздовжнього шару м'язової оболонки) мінімальні та максимальні абсолютні значення відповідають одним групам кролів, а мінімальні та максимальні відносні значення – іншим групам.

Наявність особливостей кореляційного зв'язку між компонентами стравохідної стінки у кожній групі тварин, вказувала на її цілісність, як морфологічної структури, що комплексно пристосовується до функціональних потреб травлення (Stavropoulou et al., 2012), обумовлених типологічними особливостями автономної регуляції.

Висновки

Типологічні відмінності автономної регуляції, сформовані в організмі кролів, обумовлюють морфофункціональні особливості грудного відділу їх стравоходу. Це проявляється відмінностями товщини стінки органу, її оболонок та їх структурних частин. Найбільш чутливими до відмінностей автономного тону виявилися м'язові елементи стравохідної стінки (м'язова пластинка слизової оболонки та окремі шари м'язової оболонки), які характеризувалися достовірними відмінностями між групами тварин. При цьому, морфометричні дослідження не виявили єдиного типу автономної регуляції, який би мав цілковиту перевагу у величині усіх досліджених показників.

Симпатотонія обумовлювала більші значення товщини епітелію, власної пластинки слизової оболонки та підслизової основи. При нормотонії найтовстішими виявилися ціла слизова оболонка, її м'язова пластинка та серозна оболонка. Проте, найбільша кількість показників (ціла стравохідна стінка, роговий шар епітелію, ціла м'язова оболонка та кожен з її трьох шарів) досягали максимальної товщини при парасимпатотонії. Більшість показників у межах кожної групи тварин характеризувалася низькою (інколи навіть мінімальною) та середньою варіабельністю величин. Виняток становила серозна оболонка при всіх типах автономної регуляції та зовнішній поздовжній шар м'язової оболонки кролів-ПСТ. Наявність кореляційних зв'язків при кожному типі автономної регуляції та висока однорідність значень загальної товщини стінки стравоходу вказують на комплексність адаптаційних процесів, що формуються у цьому органі під впливом тонічно-трофічних впливів з боку автономної нервової системи.

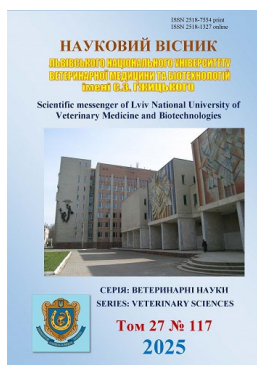
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bor, S., & Capanoglu, D. (2009). The additive effect of ethanol and extract of cigarette smoke on rabbit esophagus epithelium. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 24(2), 316–321. DOI: 10.1111/j.1440-1746.2008.05634.x.
- Cipou, M. F., Martonos, C., Gal, A. F., Rus, V., Vlasiuc, I., Miclaus, V., & Damian, A. (2021). Histological and morphometrical study of the oesofagus in adult domestic rabbit (*oryctolagus cuniculus*). *Revista Romana de Medicina Veterinara*, 31(4), 45–49. URL: https://agmv.ro/wp-content/uploads/2021/12/45_49_Cipou_5_c.pdf.
- Cunningham, E. T., & Sawchenko, P. E. (1990). Central neural control of esophageal motility: a review. *Dysphagia*, 5(1), 35–51. DOI: 10.1007/BF02407391.
- De Hertogh, G., Ectors, N., Van Eyken, P., & Geboes, K. (2006). Review article: the nature of oesophageal injury in gastro-oesophageal reflux disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 24(2), 17–26. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2006.03037.x.
- Greenwood-Van Meerveld, B., Johnson, A. C., & Grundy, D. (2017). Gastrointestinal physiology and function. *Handbook of Experimental Pharmacology*, 239, 1–16. DOI: 10.1007/164_2016_118.
- Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). *Circulation*, 93(5), 1043–1065. DOI: 10.1161/01.CIR.93.5.1043.
- Hornby, P. J., & Abrahams, T. P. (2000). Central control of lower esophageal sphincter relaxation. *The American journal of medicine*, 108 Suppl 4a, 90S–98S. DOI: 10.1016/s0002-9343(99)00345-9.
- Hussein, B. M., Muna, H. A., & Walaa, F. O. (2017). Histological study of esophagus in dogs and rabbits. *Journal University of Kerbala*, 15(3), 55–62.

- Leite, S. M., Santos, E. M. G. S., Almeida, M. R., Oliva, N., Stevanato, G. G., Gasque, J. P. N., Ribeiro, L. B., & Castilha, L. D. (2024). Digestive physiology of rabbits in the pre- and post-weaning phases. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 46(1), e70031. DOI: 10.4025/actascianimsci.v46i1.70031.
- Lu, X., & Gregersen, H. (2001). Regional distribution of axial strain and circumferential residual strain in the layered rabbit oesophagus. *Journal of Biomechanics*, 34(2), 225–233. DOI: 10.1016/s0021-9290(00)00176-7.
- Mittal, R. K. (2013). Longitudinal muscle of the esophagus: its role in esophageal health and disease. *Current Opinion in Gastroenterology*, 29(4), 421–430. DOI: 10.1097/MOG.0b013e3283622b57.
- Mittal, R. K., Padda, B., Bhalla, V., Bhargava, V., & Liu, J. (2006). Synchrony between circular and longitudinal muscle contractions during peristalsis in normal subjects. *The American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*, 290(3), G431–G438. DOI: 10.1152/ajpgi.00237.2005.
- Mohammad, H. J., Ali, A. K., & Al-Ali, Z. A. J. R. (2020). Comparative histochemical and histomorphometrical study of esophagus structures in sheep (*Ovis aries*) and rabbits (*Oryctolagus Cuniculus*). *Periódico Tchê Química*, 17(36), 457–475. DOI: 10.52571/PTQ.v17.n36.2020.472_Periodico36_pgs_457_475.pdf.
- Mulisch, M., & Welsch, U. (2015). *Romeis – Mikroskopische Technik*. Berlin: Springer Spektrum, 172–309. DOI: 10.1007/978-3-642-55190-1.
- Orlando, R. C., Bryson, J. C., & Powell, D. W. (1986). Effect of cigarette smoke on esophageal epithelium of the rabbit. *Gastroenterology*, 91(6), 1536–1542. DOI: 10.1016/0016-5085(86)90212-x.
- Parkinson, L., Kuzma, C., Wuenschmann, A., & Mans C. (2017). Esophageal smooth muscle hypertrophy causing regurgitation in a rabbit. *Journal of Veterinary Medical Science*, 79(11), 1848–1852. DOI: 10.1292/jvms.17-0296.
- Percy, W. H., Miller, A. J., & Brunz, J. T. (1997). Pharmacologic characteristics of rabbit esophageal muscularis mucosae in vitro. *Digestive Diseases and Sciences*, 42(12), 2537–2546. DOI: 10.1023/a:1018820830358.
- Ranjan, R., & Das, P. (2016). Gross morphology and histo-architecture of rabbit esophagus. *The Indian Veterinary Journal*, 93(5), 40–44.
- Richards, W. G., & Sugarbaker, D. J. (1995). Neuronal control of esophageal function. *Chest Surgery Clinics of North America*, 5(1), 157–171. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7743145>.
- Selim, A., Hazaa, E., & Goda, W. (2017). Comparative histological studies of the esophagus wall of *Oryctolagus cuniculus* rabbit adult, young and lactating using light microscope. *Journal of Cytology and Histology*, 8(2), 1–4. DOI: 10.4172/2157-7099.1000456.
- Stavropoulou, E. A., Dafalias, Y. F., & Sokolis, D. P. (2012). Biomechanical behavior and histological organization of the three-layered passive esophagus as a function of topography. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 226(6), 477–490. DOI: 10.1177/0954411912444073.
- Taylor, E. W., Leite, C. A. C., Sartori, M. R., Wang, T., Abe, A. S., & Crossley, D. A. (2014). The phylogeny and ontogeny of autonomic control of the heart and cardiorespiratory interactions in vertebrates. *The Journal of Experimental Biology*, 217, 690–703. DOI: 10.1242/jeb.086199.
- Tobey, N. A., Sikka, D., Marten, E., Caymaz-Bor, C., Hosseini, S. S., & Orlando, R. C. (1999). Effect of heat stress on rabbit esophageal epithelium. *American Journal of Physiology*, 276(6), 1322–1330. DOI: 10.1152/ajpgi.1999.276.6.G1322.
- Tybinka, A., Zakrevska, M., & Shchebentovska, O. (2022). Morphometric and histochemical features of the harderian gland in rabbits with different types of autonomous regulation. *Macedonian Veterinary Review*, 45(2), 157–168. DOI: 10.2478/macvetrev-2022-0024.
- Vegesna, A. K., Chuang, K. Y., Besetty, R., Phillips, S. J., Braverman, A. S., Barbe, M. F., Ruggieri, M. R., & Miller, L. S. (2012). Circular smooth muscle contributes to esophageal shortening during peristalsis. *World Journal of Gastroenterology*, 18(32), 4317–4322. DOI: 10.3748/wjg.v18.i32.4317.
- Zakrevska, M. V., & Tybinka, A. M. (2019). Variatsiino-pulsometrychnye doslidzhennia kroliv. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i instytutu biolohii tvaryn*, 2, 230–237. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt_2019_20_2_31 (in Ukrainian).
- Zhang, D. H., Zhou, L. Y., Dong, X. Y., Cui, R. L., Xue, Y., & Lin, S. R. (2010). Factors influencing intercellular spaces in the rat esophageal epithelium. *World Journal Gastroenterology*, 16(9), 1063–1069. DOI: 10.3748/wjg.v16.i9.1063.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11715
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 597.2/.5:591.433:591.8

Peculiarities of the morphology of the fish stomach

T. Kot[✉], O. Pysanko

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Article info

Received 06.01.2025
Received in revised form
06.02.2025
Accepted 07.02.2025

Polissia National University,
Stryk Boulevard, 7, Zhytomyr,
10008, Ukraine.
Tel.: +38-098-211-48-33
E-mail: tkotvet@ukr.net

Kot, T., & Pysanko, O. (2025). Peculiarities of the morphology of the fish stomach. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 108–113. doi: 10.32718/nvlvet11715

The stomach of fish provides the first stages of food digestion, as well as adaptation to specific ecosystems and food resources, which is important for the ecology and protection of fish biodiversity. Studying the structure of the stomach at the macro- and microscopic level is one of the urgent problems of ichthyomorphology, veterinary and Fisheries practice. However, modern studies on the morphology of the stomach of fish are mainly devoted to pathological changes in infectious and invasive diseases, the impact of adverse environmental factors, conditions of detention, and anthropogenic load. The aim of the work is to conduct a scientific review on the study of the morphology of the stomach of normal fish. Electronic search for publications has been conducted in the web of Science, Scopus, PubMed and Google Scholar databases, mainly over the past 20 years. The principles of objectivity and a comprehensive attitude to the study of the chosen problem are used. The authors of the review article review the current scientific literature and summarize current knowledge on the morphology of the stomach of fish of various classes and species. The anatomical structure of the fish stomach is described taking into account its anatomical areas. The classification of fish stomachs depending on their shape is presented. According to the description of the microscopic structure of the fish stomach, the structural components of its membranes are characterized. The microscopic structure of the surface and glandular epithelium of the mucous membrane is presented, the types of gastric glands and their localization are indicated, and the micromorphology of the layers of the muscle membrane is described. Information from the histochemical study of the stomach of fish of various species is considered. In general, the described anatomical features of the stomach of fish are relevant both for the comparative anatomy of fish of different classes. Data on the microscopic structure of the structural components of the gastric membranes of fish are of practical importance for assessing the morphofunctional state of fish of a certain species and age, which is important for the scientific substantiation of technologies for their cultivation and mastering the mechanisms of development of diseases of the digestive system. Histochemical characteristics of the stomach of fish can serve as a theoretical basis for the development of a normal stomach test system for detecting functional changes under the influence of environmental factors.

Key words: fish body, digestive apparatus, stomach, macro- and micromorphology, histochemical studies.

Особливості морфології шлунка риб

T. Kot[✉], O. Писанко

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Шлунок у риб забезпечує перші етапи травлення їжі, а також адаптації до специфічних екосистем та харчових ресурсів, що важливо для екології та охорони біорізноманіття риб. Вивчення будови шлунка на макро- і мікроскопічному рівні є однією з актуальних проблем іхтіоморфології, ветеринарної та рибогосподарської практики. Проте сучасні дослідження з морфології шлунка риб присвячені переважно патологічним змінам за інфекційних та інвазійних захворювань, впливу несприятливих факторів природного середовища, умов утримання, антропогенного навантаження. Мета роботи – провести науковий огляд з вивчення морфології шлунка риб в нормі. Електронний пошук публікацій проведено в базах даних Web of Science, Scopus, PubMed та Google Scholar переважно за останні 20 років. Використано принципи об'єктивності та комплексного ставлення до вивчення обраної проблеми. Авторами оглядової статті розглянуто сучасну наукову літературу і узагальнено поточні знання з морфології шлунка риб різних

класів та видів. Анатомічну будову шлунка риб описано з урахуванням його анатомічних ділянок. Наведено класифікацію шлунків риб залежно від їх форми. За опису мікроскопічної будови шлунка риб охарактеризовано структурні компоненти його оболонок. Подано мікроскопічну будову поверхнього і залозистого епітелію слизової оболонки, зазначено типи шлункових залоз та їх локалізацію, описано мікроморфологію шарів м'язової оболонки. Розглянуто відомості з гістохімічного дослідження шлунка риб різних видів. Загалом описані анатомічні особливості шлунка риб актуальні для порівняльної анатомії риб різних класів. Дані з мікроскопічної будови структурних компонентів оболонок шлунка риб мають практичне значення для оцінки морфофункціонального стану риб певного виду і віку, що важливо для наукового обґрунтування технологій їх вирощування та опанування механізмів розвитку захворювань апарату травлення. Гістохімічна характеристика шлунка риб може слугувати теоретичним підґрунтям для розробки тест-системи шлунка в нормі для виявлення функціональних змін за дії факторів навколишнього середовища.

Ключові слова: організм риб, апарат травлення, шлунок, макро- і мікроморфологія, гістохімічні дослідження.

Вступ

Рибництво – пріоритетна галузь сільського господарства України, яка відіграє важливу роль у забезпеченні людини цінними продуктами харчування (Trofymchuk et al., 2021; Polishchuk et al., 2024). Найбільш важливими факторами, що визначають продуктивні якості риби, є процеси, пов'язані з їх живленням. Дослідження морфології та функції травної системи риб є ключовими для розуміння аспектів їх екології та адаптації до середовища проживання (Kofonov et al., 2020; Matulić et al., 2020; Prychepa et al., 2021; Hasan et al., 2022), а також необхідне для оптимізації раціонів харчування в аквакультурі, оскільки може сприяти поліпшенню продуктивності рибних господарств (Horalskyi et al., 2024).

Апарат травлення забезпечує засвоєння організмом поживних речовин, необхідних для реалізації його пластичних і енергетичних потреб та виведення неперетравлених частинок їжі у зовнішнє середовище (Horalskyi et al., 2005; Kot et al., 2019; Diková et al., 2022; Cho et al., 2023). У риб апарат травлення представлений травною трубкою і розміщеними за її межами залозами (печінка і підшлункова залоза), секрет яких потрапляє у травний канал (Verdile et al., 2020; Alves et al., 2021; Felice et al., 2021). Травну трубку риб умовно поділяють на головну, передню, середню і задню кишки (Matheus et al., 2021; Okuthe & Bhomela, 2021). Передня кишка, утворена стравоходом і шлунком, забезпечує перші етапи травлення їжі, а також адаптації до специфічних екосистем та харчових ресурсів, що важливо для екології та охорони біорізноманіття риб. У шлунку риб зберігається їжа і виробляється соляна кислота для її травлення (Lipscomb et al., 2020). Вивчення морфології шлунка риб є актуальною проблемою іхтіології, порівняльної морфології, ветеринарної та рибогосподарської практики. Проте сучасні дослідження з морфології шлунка риб присвячені, в основному, особливостям патоморфологічних змін шлунка за інфекційних та інвазивних захворювань, а також за впливу несприятливих факторів природного середовища, умов утримання, антропогенного навантаження (Manchanayake et al., 2023; Muns-Pujadas et al., 2024).

Мета дослідження

Мета роботи – здійснити науковий огляд особливостей морфології шлунка риб.

Завдання роботи: 1. Провести аналіз спеціальної літератури щодо анатомічної будови шлунка риб,

його класифікації за формою. 2. Вивчити дані мікроскопічної будови структурних компонентів оболонок шлунка риб. 3. З'ясувати гістохімічну характеристику шлунка риб.

Матеріал і методи досліджень

Для проведення аналізу шлунка селазінки риб здійснено електронний пошук наукових публікацій у базах даних Web of Science, Scopus, PubMed та Google Scholar. За пошуку використано такі ключові терміни: “риба”, “шлунок”, “анатомія”, “мікроскопічна будова”, “оболонки”, “морфометричні показники”, “гістохімічне дослідження”. Пошукова стратегія включала різні комбінації цих термінів. Для забезпечення актуальності аналізу враховано лише наукові роботи, опубліковані українською та англійською мовами упродовж останніх 20 років. Дослідження базувалося на принципах об'єктивності та комплексного підходу до вивчення морфологічних особливостей селазінки риб.

Результати та їх обговорення

Анатомія шлунка риб. Морфологічні особливості шлунка риб різних видів визначаються раціоном їх харчування. У детритоїдних і травоїдних риб шлунок відсутній або модифікований у вигляд кишкової цибулини. Шлунок хижих риб добре розвинений і здатний перетравлювати велику кількість білкової їжі (Wilson & Castro, 2010). У спеціальній літературі детально описані морфологічні особливості шлунка у риб таких видів, як райдужна форель (*Oncorhynchus mykiss*) (Marchetti et al., 2006; Mireşan et al., 2012), іранський афаніус (*Aphanius persicus*) (Monsefi et al., 2010), південноамериканський сом (*Rhamdia quelen*) (Hernández et al., 2009), шизодонт кнерії (*Schizodon knerii*) (Dos Santos et al., 2015). За формою (конфігурацією) розрізняють шлунки риб чотирьох типів: прямої форми шлунок з великим просвітом – у білого морського окуня (*Lates calcarifer*) (Purushothaman et al., 2016), щуки звичайної (*Esox lucius*) (Petrinec et al., 2005; Evans & Claiborne, 2006), галькової риби (*Alestes baremoze*) (Kasozi et al., 2017); U-подібної форми шлунок – у касатки-скрипуна (*Pelteobagrus fulvidraco*) (Cao & Wang, 2009); шлунок з Y-подібною сліпою кишкою збоку – у морського мраморного окуня (*Sebastes marmoratus*) (Shi et al., 2007), золоті дорадо (*Salminus brasiliensis*) (Alves et al., 2021); шлунок J-подібної форми – в африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) (Moavad et al., 2017), червоногрудої паки (*Piaractus brachipomus*) (Oliveira et al., 2019),

райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) (Wilson & Castro, 2010; Felice et al., 2021), південноамериканського сома (*Rhamdia quelen*) (Hernández et al., 2009). Остання форма шлунку реєструється у риб більшості видів і, на думку (Wilson & Castro, 2010), сприяє довготривалому перебуванню та кращому перетравлюванню їжі в ньому. Більшість авторів (Shi et al., 2007; Santos et al., 2007; Wilson & Castro, 2010; Machado et al., 2013; Purushothaman et al., 2016; Kasozi et al., 2017; Lin et al., 2017) виділяють у шлунку риб три ділянки – кардіальну і фундальну, які містять шлункові залози, та пілоричну ділянку без залоз (Abdulhadi, 2005; Chatchavalvanich et al., 2006; Mireşan et al., 2012) стверджують, що у тіляпії (*Tilapia spilurus*), афіохаракса паргвайського (*Aphyocharax paraguayensis*), прісноводного ската (*Himantura signifier*), райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) фундальна ділянка шлунка відсутня.

Мікроскопічна будова шлунка риб. Стінка шлунка риб утворена трьома оболонками – слизовою, м'язовою і серозною (Chatchavalvanich et al., 2006; Moawad et al., 2017; Felice et al., 2021). Травлення в шлунку кісткових риб поділяють на фізичне та хімічне (Hur et al., 2016; Cho et al., 2023). Фізичне травлення визначається розвитком м'язової оболонки та м'язових волокон слизової оболонки шлунка, а хімічне травлення змінюється залежно від ступеня розвитку шлункових залоз шлунка. Риби зі слабо розвиненими м'язовими елементами слизової оболонки, але добре розвиненою м'язовою оболонкою, пристосовані для травлення великої кількості м'якої їжі. Навпаки, риби зі слабо розвиненою м'язовою оболонкою, але добре розвиненою м'язовими структурами і залозами слизової оболонки шлунка, здатні до ковтання невеликої кількості твердої їжі.

При дослідженні стінки шлунка райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) зареєстровано інтрамуральні нервові ганглії, які прирівнюють до міжшлункового сплетіння Ауербаха у ссавців (Felice et al., 2021). Інші автори (Takei & Loretz, 2010; Vigliano et al., 2011; Lin et al., 2017; Roque Hernandez et al., 2018) описують нейроендокринні клітини у стінці шлунка аргетинської сріблястої риби (*Odontesthes bonariensis*), сріблястого сома (*Rhamdia quelen*) і молочної риби (*Chanos chanos*).

Слизова оболонка шлунка риб формує поздовжні складки і утворена епітеліальною пластинкою, підслизовою основою та власною пластинкою (Moavard et al., 2017; Bosi et al., 2020). Поверхневий епітелій слизової оболонки шлунка риб, за даними (Chatchavalvanich et al., 2006; Shi et al., 2007; Diaz et al., 2008; Mireşan et al., 2012; Purushothaman et al., 2016; Bosi et al., 2020), простий стовпчастий залозистий. Його епітеліоцити продукують слиз, який підвищує і покращує ефективність травлення, вкриває поверхню слизової оболонки і захищає її від механічних ушкоджень та негативної дії шлункового соку (Diaz et al., 2003; Zoghbi et al., 2006; Machado et al., 2013). За дослідження слизової оболонки шлунка прісноводного ската (*Himantura signifier*) реєстрували також ентероендокринні клітини (Chatchavalvanich et al., 2006). Келихоподібні клітини у поверхневому епітелію шлу-

нка жовтого сома (*Pelteobagrus fulvidraco*) відсутні (Cao & Wang, 2009). В азіатського морського окуня (*Lates calcarifer*) поверхневий епітелій слизової оболонки пілоричної ділянки шлунка, порівняно з його іншими ділянками, містить незначну кількість слизових епітеліоцитів, що свідчить про здатність цього відділу шлунка не перетравлювати їжу, а утримувати (Purushothaman et al., 2016).

У власній пластинці слизової оболонки шлунка риб розміщуються залози, які відкриваються протоками в шлункові ямки (Shi et al., 2007; Purushothaman et al., 2016; Kasozi et al., 2017; Felice et al., 2021). Найбільше шлункових залоз реєструється у кардіальній та фундальній ділянках шлунка, тимчасом як у пілоричному відділі вони відсутні або є незначна їх кількість (Cao & Wang, 2009; Purushothaman et al., 2016; Okuthe & Bhomela, 2021). Щодо мікроскопічної будови шлункових залоз, у звичайної щуки (*Esox lucius*), морської форелі (*Cynoscion guatucupa*) і плоскоголового сома (*Pimelodus maculatus*) вони прості трубчасті (Petrinec et al., 2005; Santos et al., 2007; Diaz et al., 2008; Wilson & Castro, 2010), у райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) – прості альвеолярні (Mireşan et al., 2012), у сома звичайного (*Silurus glanis*) – складні трубчато-альвеолярні (Petrinec et al., 2005). Гландулоцити шлункових залоз риб представляють собою клітини одного типу – оксинтопептидні клітини, які секретують як соляну кислоту, так і пепсиноген (Diaz et al., 2003; Santos et al., 2007). У прісноводного ската (*Himantura signifier*) у кардіальній частині шлунку залози утворені з оксинтих, оксинтептичних і пептичних клітин (Chatchavalvanich et al., 2006). Ефективність травлення в шлунку залежить головним чином від рН і слизових виділень, які забезпечують відповідне середовище для активності шлункових ферментів (Zoghbi et al., 2006; Saadatfar et al., 2010; Namulawa et al., 2014).

Підслизова основа слизової оболонки шлунка азіатського морського окуня (*Lates calcarifer*) представлена пухкою волокнистою сполучною тканиною, залози в ній відсутні (Purushottam et al., 2016). У райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) щільна підслизова основа слизової оболонки шлунка виконує механічну функцію, в основному обмежуючи пошкодження тканин за надмірного наповнення органа їжею (Felice et al., 2021).

М'язова оболонка шлунка риб складається з двох шарів гладкої м'язової тканини – внутрішнього циркулярного і зовнішньої поздовжнього. Між ними містяться прошарки пухкої сполучної тканини з кровоносними судинами, нервовими волокнами і гангліями (Mireşan et al., 2012; Felice et al., 2021). В африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) у пілоричному відділі шлунка м'язова оболонка найтовстіша (Moawad et al., 2017). Транспортування їжі зі шлунка в середню кишку контролюється м'язовим сфінктером (пілорусом), який неоднаково розвинутий у риб різних видів і також слугує для запобігання поверненню їжі з кишківника. Серозна оболонка шлунка риб утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною, яка містить багато кровоносних судин (Wilson & Castro, 2010; Moawad et al., 2017).

Гістохімічна характеристика шлунка риб. Слизова оболонка шлунка тілапії (*Tilapia spilurus*), ляща (*Mylio cuvieri*) і жовтої горбики (*Larimichthys crocea*) мають позитивну реакцію Шифф-йодноі кислоти (Abdulhadi, 2005; Kalhor et al., 2018). У райдувної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) клітини поверхневого епітелію і залоз слизової оболонки шлунка продукують кислі і нейтральні глікопротеїди, а також глікозаміноглікани (Felice et al., 2021), що підтверджує дані інших авторів (Parillo et al., 2004; Marchetti et al., 2006). Гістохімічне дослідження слизової оболонки шлунка морської форелі (*Cynoscion guatucupa*) показало наявність нейтральних, сульфатованих і сіалільованих глікозаміногліканів. Апікальний край ендокриноцитів шлункових залоз мав позитивне маркування лектином (Díaz et al., 2008). У риби шизодонт кнера (*Schizodon knerii*) тільки клітини пілоричного відділу шлунка позитивно реагували на альціановий синій (Dos Santos et al., 2015). В атлантичного блакитного тунця (*Thunnus thynnus*) клітини шийки шлункових залоз синтезують суміш нейтральних і кислих глікопротеїнів (Kozari et al., 2007). Проте у прісноводного ската (*Himantura signifier*) слизові речовини, які секретуються клітинами слизової оболонки шлунка, містять тільки нейтральні муцини (Chatchavalvanich et al., 2006), що відповідає дослідженням слизової оболонки шлунка жовтого сома (*Pelteobagrus fulvidraco*) (Cao & Wang, 2009). У буеносайреської тетри (*Hyphessobrycon anisitsi*) шлунковий муцин трапляється тільки в апікальній частині клітин поверхневого епітелію і включає переважно нейтральні протеоглікани, багаті глюкозаміном і містять незначну кількість галактозаміну та сіалової кислоти (Leknes, 2010). Позитивна реакція глікогену, білка і триптофану в шлункових залозах нільської тіляпії (*Oreochromis niloticus*) пов'язана з синтезом ергастичних речовин і зимогену як попередників шлункових ферментів і/або соляної кислоти відповідно (Chatchavalvanich et al., 2006). Помірна реакція глікогену, білка та триптофану в шлункових залозах індійського річкового оселедця (*Gudusia chapra*) пов'язана з утворенням нейтральних мукополісахаридів. Інтенсивну активність лужної фосфатази у поверхневому епітелію пілоричного відділу та естерази у власній пластинці кардіального та фундального відділів шлунка морського мармурового окуня (*Sebastiscus marmoratus*) показали дослідження (Shi et al., 2007).

Висновки

Оглядом-аналітичний характер статті спрямований на привернення уваги дослідників, іхтіологів, ветеринарних лікарів та спеціалістів у галузі рибництва до проблеми морфології шлунка риб. Анатомічні знання з будови шлунка риб актуальні для порівняльної анатомії. Дані з мікроскопічної будови структурних компонентів оболонок шлунка риб мають практичне значення для оцінки морфофункціонального стану риб певного виду і віку, що важливо для наукового обґрунтування технологій їх вирощування та опанування механізмів розвитку захворювань апарату травлення. Гістохімічна характеристика шлунка риб

може слугувати теоретичним підґрунтям для розробки тест-системи шлунка в нормі для виявлення функціональних змін за дії факторів навколишнього середовища.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження спрямовані на вивчення даних літературних джерел з морфології стравоходу риб, оскільки цей орган має тісний морфофункціональний зв'язок зі шлунком, забезпечуючи разом з ним перші етапи травлення.

Відомості про конфлікт інтересів

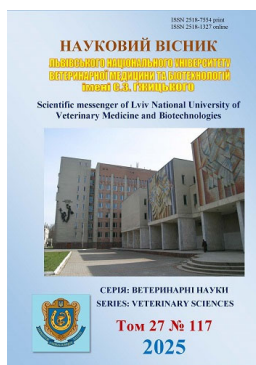
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Abdulhadi, H. A. (2005). Some comparative histological studies of the digestive tract of tilapia fish (*Tilapia spilurus*) and sea bream (*Mylio cuvieri*). *Egyptian Journal of Water Research*, 31(1), 387–397. URL: <https://aquadocs.org/items/f3b12e3c-a260-4820-a451-a31ffe4bef13>.
- Alves, A. P. S., Pereira, R. T. & Rosa, P. V. (2021). Morphology of the digestive system of the carnivorous freshwater dorada *Salminus brasiliensis*. *Journal of Fish Biology*, 99(4), 1222–1235. DOI: 10.1111/jfb.14821.
- Bosi, G., Lorenzoni, M., Carosi, A., & Dezfuli, B. S. (2020). Mucosal hallmarks in the alimentary canal of northern pike *Esox lucius* (Linnaeus). *Animals*, 10(9), 1479. DOI: 10.3390/ani10091479.
- Cao, X. J., & Wang, W. M. (2009). Histology and mucin histochemistry of the digestive tract of yellow catfish, *Pelteobagrus fulvidraco*. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 38(4), 254–261. DOI: 10.1111/j.1439-0264.2009.00932.x.
- Chatchavalvanich, K., Marcos, R., Poonpirom, J., Thongpan, A., & Rocha, E. (2006). Histology of the digestive tract of the freshwater stingray *Himantura signifier* Compagno and Roberts, 1982 (Elasmobranchii, Dasyatidae). *Anatomy and Embryology*, 211, 507–518. DOI: 10.1007/s00429-006-0103-3.
- Cho, J. H., Park, J. W., Lee, B. J., Kim, K. W., & Hur, S. W. (2023). Low extrusion pressure and small feed particle size improve the growth performance and digestive physiology of rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Aquaculture*, 566(1–4), 73–79. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2022.739199.
- Díaz, A. O., García, A. M., & Goldemberg, A. L. (2008). Glycoconjugates in the mucosa of the digestive tract of *Cynoscion guatucupa*: a histochemical study. *Acta histochemica*, 110(1), 76–85. DOI: 10.1016/j.acthis.2007.08.002.
- Díaz, A. O., García, A. M., Devincent, C. V., & Goldemberg, A. L. (2003). Morphological and histochemical characterization of the mucosa of the digestive tract in *Engraulis anchoita* (Hubbs and Marini, 1935). *Anatomy, Histology, Embryology*, 32(6), 341–346. DOI: 10.1111/j.1439-0264.2003.00490.x.
- Dikova, I., Žák, J., Blažek, R., Reichard, M., Součková, K., & Slabý, O. (2022). Histology of major organ systems of *Nothobranchius fishes*: short-lived model spe-

- cies. Journal of Vertebrate Biology, 71, 1–50. DOI: 10.25225/jvb.21074.
- Dos Santos, M. L., Arantes, F. P., Santiago, K. B., & Dos Santos, J. E. (2015). Morphological characteristics of the digestive tract *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875) (Characteristics: Anostomidae): An anatomical, histological and histochemical studies. Brazilian Academy of Sciences, 87(2), 867–878. DOI: 10.1590/0001-3765201520140230.
- Evans, D., & Claiborne, J. (2006). The physiology of fishes. Third edition. Boca Ration. CRC Press.
- Felice, E. De, Palladino, A., Tardella, F. M., Giaquinto, D., Barone, C. M. A., & Crasto, A. (2021). A morphological, glycohistochemical and ultrastructural study on the stomach of adult Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. The European Zoological Journal, 88(1), 269–278 DOI: 10.1080/24750263.2021.1881630.
- Hasan, J., Ferdous, S. R., Rabiya, S. B. A., Hossain, M. F., Hasan, A. M., & Shahjahan, M. (2022). Histo-pathological responses and recovery in gills and liver of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to diesel oil. Toxicology reports, 9, 1863–1868. DOI: 10.1016/j.toxrep.2022.10.005.
- Hernandez, D. R., Perez, G. M., & Dmitrievich, H. A. (2009). Morphology, histology, and histochemistry of the digestive system of the South American Catfish (*Rhamdia quelen*). International Journal of Morphology, 27(1), 105–111. DOI: 10.4067/S0717-95022009000100019.
- Horalskyi, L. P., Hural'ska, S. V., Dunaiev'ska, O. F., Diachenko, T. F., Horalska, I. Yu., & Dubovy, A. A. (2005). Morfometrychni pokaznyky orhaniv i tkanyn u sviiskykh tvaryn. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu, 2, 102–105 (in Ukrainian).
- Horalskyi, L., Demus, N., Sokul'skyi, I., Hutyi, B., Kolesnyk, N., & Pavliuchenko, O. (2024). Osoblyvosti makro- ta mikromorfolohii pechinky ryb rodyny koropovykh (*Cyprinidae*) u porivnialnomu aspekti. Naukovyi visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii, 26(114), 217–226. DOI: 10.32718/nvlvet11432 (in Ukrainian).
- Hur, S. W., Kim, S. K., Kim, D. J., Lee, B. I., Park, S. J., Hwang, H. G., Jun, J. C., Myeong, J. I., Leem, C. H., & Leem, Y. D. (2016). Digestive physiological characteristics of the *Gobiidae*: Characteristics of CCK-producing cells and mucus-secreting goblet cells of stomach fish and stomachless fish. Development & Reproduction, 20(3), 207–217. DOI: 10.12717/DR.2016.20.3.207.
- Kalhor, H., Tong, S., Wang, L., Hua, Y., Volatiana, J. A., & Shao, Q. (2018). Morphological study of the gastrointestinal tract of *Larimichthys crocea* (Acanthopterygii: Perciformes). Zoologia, 35(6), 1–9. DOI: 10.3897/zoologia.35.e25171.
- Kasozi, N., Degu, G. I., Mukalazi, J., Drago Kato, C., Kisekka, M., Owori Wadunde, A., Kityo, G. & Tiben-da Namulava, V. (2017). Histomorphological description of the digestive system of the Pebble Fish, *Alestes baremoze* (Joannis, 1835). Journal Scientific World Journal, 2, 1–9. DOI: 10.1155/2017/8591249.
- Kofonov, K., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Zinkovskiy, O., Khomiak, O., Dunaiev'ska, O., Rud, O., Kutsocan, L., Chemerys, V., Gutyj, B., Fijalovych, L., Vavrysevych, J., Todoriuk, V., Leskiv, K., Husar, P., & Khumynets, P. (2020). Changes in the biochemical status of common carp juveniles (*Cyprinus carpio*) exposed to ammonium chloride and potassium phosphate. Ukrainian Journal of Ecology, 10(4), 137–147. DOI: 10.15421/2020_181.
- Kot, T. F., Zhytova, O. P., & Hural'ska, S. V. (2019). Osoblyvosti anatomii miasoidnykh tvaryn [Features of the anatomy of carnivores]. Zhytomyr: Druk-Buk (in Ukrainian).
- Leknes, I. L. (2010). Histochemical studies of mucin-rich cells in the digestive tract of the Buenos Aires tetra (*Hyphessobrycon anisitsi*). Acta Histochemica, 113(3), 353–357. DOI: 10.1016/j.acthis.2010.01.010.
- Lin, H., Wang, P., Ou, Y., Li J., & Wen, J. (2017). An immunohistochemical study of endocrine cells of the neuroendocrine system of the digestive tract of milk-fish *Chanos chanos* (Forsskal, 1775). Aquaculture Research, 48(4), 1439–1449. DOI: 10.1111/ape.12979.
- Lipscomb, T. N., Yanong, R. P., Ramee, S. W., & DiMaggio, M. A. (2020). Histological, histochemical and biochemical characteristics of the ontogenesis of the digestive system of black tetra *Gymnocorymbus ternetzi* to inform aquaculture weaning protocols. Aquaculture, 520(2), 734–957. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2020.734957.
- Machado, M. R. F. De Oliveira Souza, H., De Souza, V. L., De Azevedo, A., Goitein, R., & Nobre, A. D. (2013). Morphological and anatomical characterization of digestive tract of *Centropomus parallelus* and *Centropomus undecimalis*. Acta Scientiarum Biological Sciences, Renovated to Repair, 35(4), 467–474. DOI: 10.4025/actascibiolsci.v35i4.14352.
- Manchanayake, T., Salleh, A., Amal, M. N. A., Md Yasin, I. S., & Zamri-Saad, M. (2023). Pathology and pathogenesis of *Vibrio* infection in fish: A review. Aquaculture Reports, 28(10), 1–23. DOI: 10.1016/j.aqrep.2022.101459.
- Marchetti, L., Capacchietti, M., Sabbieti, M. G., Accili, D., Materazzi, G., & Menghi, G. (2006). Histology and carbohydrate histochemistry of the alimentary canal in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Fish Biology, 68(6), 1808–1821. DOI: 10.1111/j.0022-1112.2006.01063.x.
- Matheus, V. A., Faccioli, C. K., Chedid, R. A. Senhorini, J. A., Franceschini-Vicentini, I. B., & Vicentini, C. A. (2021). Morphological and histochemical features of the digestive tract of *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870). Journal of Fish Biology, 99(5), 1622–1631. DOI: 10.1111/jfb.14868.
- Matulić, D., Barišić, J., Aničić, I., Tomljanović, T., Safner, R., Treer, T., Gao, J., Glojnarić, I., & ČožRakovac, R. (2020). Growth, health aspects and histopathology of brown bullhead (*Ameiurus nebulosus*): replacing fishmeal with soybean meal and brewer's yeast. Scientific reports, 10(1), 1104. DOI: 10.1038/s41598-020-57722-3.
- Mireşan, V., Cocan, D., Miclaus, V., & Cadar, M. (2012). Morpho-Histological study of esophagus and stomach in rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) from fiad farm. Animal Science and Biotechnologies, 69(1–2), 297–298.

- Moavad, U. K., Awaad, A. S., & Tawfik, M. G. (2017). Histomorphological, histochemical and ultrastructural studies of the stomach of an adult African catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Microscopy and Ultrastructure*, 5(3), 155–166. DOI: 10.1016/j.jmau.2016.08.002.
- Monsefi, M., Gholami, Z. & Esmaili, H. (2010). Histological and morphological studies of digestive tube and liver of the Persian toothcarp, *Aphanius persicus* (Actinopterygii: Cyprinodontidae). *Journal of Biology*, 69(1), 57–64.
- Muns-Pujadas, L., Constenla M., Dallares, S., & Pedros, F. (2024). Diving into the fish pathology of an important commercial fish species: the case of the European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) in the northwest Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 105(6), 1906–1918. DOI: 10.1111/jfb.15940.
- Namulava, V. T., Kato, K. D., Nyatia, E., Kiseka, M., & Rutaisire J. (2014). Histochemistry and Ph characterization of the gastrointestinal tract of Nile perch *Lates niloticus*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 6(2), 162–168. DOI: 10.5829/idosi.wjfm.2014.06.02.82216.
- Okuthe, G. E., & Bhomela, B. (2021). Morphology, histology and histochemistry of the digestive tract of the striped tilapia, *Tilapia sparrmanii* (Perciformes: Cichlidae). *Zoology*, 37, 1–14. DOI: 10.3897/zoologia.37.e51043.
- Oliveira, M. I. B., de Matos, L. V., Silva, L. A., Chagas, E. C., Silva, G. S., & Gomes, A. L. S. (2019). The digestive tube of *Piaractus brachipomus*: Gross morphology, histology/histochemistry of the mucosal layer and the effects of parasitism by *Neoechinorhynchus* sp. *Journal of Fish Biology*, 94(4), 648–659. DOI: 10.1111/jfb.13934.
- Parillo, F., Gargiulo, A. M., & Fagioli, O. (2004). Complex carbohydrates occurring in the digestive apparatus of *Umbrina cirrosa* (L.) fry. *Veterinary Research Communications*, 28(4), 267–278. DOI: 10.1023/b:verc.0000026671.88218.08.
- Petrinec, Z., Nejedli, S., Kužir, S., & Opačak, A. (2005). Mucosubstances of the digestive tract mucosa of northern pike (*Esox lucius*) and European catfish (*Silurus glanis*). *Veterinary Archives*, 75(4), 317–327. URL: <https://hrcak.srce.hr/31908>.
- Polishchuk, A. A., Shostia, A. M., Merzlov, S. V., Usenko, S. O., Leuskyi, M. V., Kuzmenko, L. M., & Ilchenko, M. O. (2024). Suchasnyi stan rybnystva v Ukraini ta rozvytok haluzi na Poltavshchyni. *Scientific Progress & Innovations*, 27(1), 101–106. DOI: 10.31210/spi2024.27.01.17 (in Ukrainian).
- Prychepa, M., Hrynevych, N., Martseniuk, V., Pribrokhov, O., Vodanitskyi, O., Khomiak, O., Rud, O., Kytson, L., Sliusarenko, A., Dunaievska, O., Gutyi, B., Pukalo, P., Honcharenko, V., Yevtukh, L., Bozhyk, L., Prus, V., & Makhurin, H. (2021). Rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L., 1758) as a bioindicator of anthropogenic pollution of freshwater bodies. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 253–260. DOI: 10.15421/2021_108.
- Purushottam, K., Lau, D., Sajju, J. M., Musthad, S., Lunny D. P., Vij, S., & Orbn, L. (2016). Morpho-histological characterization of the alimentary canal of an important food fish, Asian seabass (*Lates calcarifer*). *PeerJ Publishing*, 4(8), 1–20. DOI: 10.7717/peerj.2377.
- Roque Hernandez, D., Barrios, C. E., Santinon, J. J., Sanchez, S., & Baldisserotto, B. (2018). Effect of fasting and feeding on growth, intestinal morphology and enteroendocrine cell density in *Rhamdia quelen* juveniles. *Aquaculture Research*, 49(4), 1512–1520. DOI: 10.1111/ape.13606.
- Saadatfar, Z., Shahsavani, D., & Khoshnegah, S. (2010). Development of stomach in Sturgeon (*Acipenser persicus*). *Journal of Applied Animal Research*, 37(2), 153–156. DOI: 10.1080/09712119.2010.9707115.
- Santos, C. M., Duarte, S., Souza, T. G. L., Ribeiro, T. P., Sales, A. & Araujo, F. G. (2007). Histology and histochemical characteristics of the digestive tract of *Pimelodus maculatus* (Pimelodidae, Siluriformes) in the Funil reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. *Iheringia Série Zoologia*, 97(4), 411–417. DOI: 10.1590/S0073-47212007000400009.
- Shi, G., Wang, H., Liu, X. Z., & Wang, R. X. (2007). Study of histology and histochemistry of digestive tract of *Sebastiscus marmoratus*. *Journal of Fisheries of China*, 31, 293–302.
- Takei, Y., & Loretz, C. A. (2010). The gastrointestinal tract as an endocrine/neuroendocrine/paracrine organ: Organization, chemical messengers and physiological targets. *Fish Physiology*, 30, 261–317. DOI: 10.1016/S1546-5098(10)03007-4.
- Trofymchuk, A. M., Hrynevych, N. Ye., Trofymchuk, M. I., Kunovskyi, Yu. V., Bondar, O. S., Tkachenko, O. V., & Savchuk, O. V. (2021). Suchasnyi stan i tendentsii rozvytku rybnystva v Ukraini ta sviti. *Tekhnolohiia vyrobnystva i pererobky produktsii tvarynnystva*, 2, 123–133. DOI: 10.33245/2310-9289-2021-166-2-123-133 (in Ukrainian).
- Verdile, N., Pasquariello, R., Scolari, M., soon, G., Brevini, T. A. L., & Gandolfi, F. A. (2020). Detailed study of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) intestine revealed that digestive and absorptive functions are not linearly distributed along its length. *Animal*, 10(4), 745. DOI: 10.3390/ani10040745.
- Vigliano, F. A., Munoz, L., Hernandez, D., Cerutti, P., Bermudez, R., & Quiroga, M. I. (2011). Immunohistochemical study on the gut neuroendocrine system of juvenile pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Journal of Fish Biology*, 78(3), 901–911. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2011.02912.x.
- Wilson, J. M., & Castro, L. F. C. (2010). Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes. *Fish Physiology*, 30, 1–55. DOI: 10.1016/s1546-5098(10)03001-3.
- Zoghbi, S., Trompette, A., & Claustre, J., El Homs, M., Garzon, J., Jourdan, G., Scoazec, J.-Y., & Plaisancie, P. (2006). Beta-Casomorphin-7 regulates the secretion and expression of gastrointestinal mucins through a mu-opioid pathway. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 290(6), 1105–1113. DOI: 10.1152/ajpgi.00455.2005.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11716
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619.22.28:615.37:614.48

Assessment of the toxic effect and antiviral activity of a biocidal product using a parvovirus strain and cell cultures

V. L. Kovalenko¹✉, M. L. Radzykhovskiy^{1,2}, O. V. Rudoi¹, Zh. M. Drozhzhe¹, N. V. Liniichuk¹,
B. V. Gutyj³, O. O. Androshchuk², A. D. Hrebinichenko³

¹State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

Article info

Received 08.01.2025

Received in revised form

10.02.2025

Accepted 11.02.2025

State Scientific and Research
Institute of Laboratory Diagnostics
and Veterinary and Sanitary
Expertise, Donetska Str., 30,
Kyiv, 03151, Ukraine.
Tel.: +38-067-756-86-44
E-mail:
kovalenkodoktor@gmail.com

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.

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

Kovalenko, V. L., Radzykhovskiy, M. L., Rudoi, O. V., Drozhzhe, Zh. M., Liniichuk, N. V., Gutyj, B. V., Androshchuk, O. O., & Hrebinichenko, A. D. (2025). Assessment of the toxic effect and antiviral activity of a biocidal product using a parvovirus strain and cell cultures. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 114–118. doi: 10.32718/nvlvet11716

The problem of combating infectious diseases using disinfectants has not been studied sufficiently. A significant number of the proposed drugs are toxic, immunosuppressive to the animal body, and cause long-term effects on the body. An urgent issue for solving the problem is the study and experimental substantiation of the effect on microorganisms of disinfectants, which include surface-active substances, detergents, quaternary ammonium compounds with their inherent prolonged action. The article presents the results of studies on determining the assessment of the toxic effect of the biocidal drug "Geocid" with antibacterial, disinfection properties through the synergistic action of a quaternary ammonium compound, polymethyleneguanidine hydrochloride and synthetic pyrethroid on a model of rabbit kidney cell culture (RK-13), as well as the effect of the biocide on the titer of infectious activity under conditions of protein loading on a model of the field strain of parvovirus "Antey". The work on determining the antiviral activity of different concentrations of "Geocid" was planned and carried out, guided by generally accepted recommendations for the use of the drug (Registration Certificate No. AB-05666-03-14: drug "Disinfectant "Geocid"). A sensitive in vitro assay capable of measuring the infectivity of a parvovirus strain was used to determine the effectiveness of different concentrations of the biocidal drug "Geocid". The data show that the use of 0.5% solution of "Geocid" during the contact time (10 min) can significantly reduce parvovirus titers and that even lower concentrations, i.e. 0.25%, can effectively inactivate viruses provided that the contact time is increased to 30 min. The results also confirm the importance of cleaning before disinfection, since organic matter completely nullified the virucidal activity of biocidal drug "Geocid" solutions against parvovirus strains.

Key words: biocidal product, cell cultures, toxicity, parvovirus, virulence.

Оцінка токсичного впливу та противірусної дії біоцидного препарату з використанням штаму парвовірусу і клітинних культур

В. Л. Коваленко¹✉, М. Л. Радзиховський^{1,2}, О. В. Рудой¹, Ж. М. Дрожде¹, Н. В. Лінійчук¹,
Б. В. Гутій³, О. О. Андрощук², А. Д. Гребініченко³

¹Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

³Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Проблема боротьби з інфекційними захворюваннями із застосуванням дезінфікуючих засобів вивчена недостатньо. Значна кількість із запропонованих препаратів є токсичними, імунодепресивними для організму тварин та спричиняють віддалений вплив на їх організм. Актуальним питанням для вирішення проблеми є вивчення та експериментальне обґрунтування впливу на мікроорганізми дезінфікуючих засобів, до складу яких входять поверхнево активні речовини, детергенти – четвертинні амонієві сполуки із властивою їм пролонгованою дією. В статті наведені результати досліджень з визначення оцінки токсичного впливу біоцидного препарату “Геоцид” із антибактеріальними, дезінсекційними властивостями шляхом синергізму дії четвертинно-амонієвої сполуки, поліметиленгуанідин гідрохлориду та синтетичного піретроїду на моделі культури клітин нирки кроля (RK-13), а також вплив біоциду на титр інфекційної активності за умов білкового навантаження на моделі польового штаму парвовірусу “Антей”. Роботу з визначення протівірусної дії різних концентрацій “Геоцид” було сплановано і проведено, керуючись загальноприйнятими рекомендаціями із застосування препарату (Реєстраційне посвідчення № АВ-05666-03-14: препарат “Засіб дезінфікуючий “Геоцид”). Чутливий аналіз *in vitro*, здатний вимірювати інфекційність штаму парвовірусу, який використовувався для визначення ефективності різних концентрацій біоцидного препарату “Геоцид”. Дані показують, що використання 0,5 % розчину “Геоцид” протягом часу контакту (10 хв) може значно знизити титри парвовірусу і що навіть більш низькі концентрації, тобто 0,25 %, можуть ефективно інактивувати віруси за умови, що час контакту збільшено до 30 хв. Результати також підтверджують важливість очищення перед дезінфекцією, оскільки присутність органічної речовини повністю анулювала віруліцидну активність розчинів біоцидного препарату “Геоцид” штамів парвовірусу.

Ключові слова: біоцидний препарат, клітинні культури, токсичність, парвовірус, віруліцидність.

Вступ

В Україні на ринках пропонують велику кількість нових біоцидних препаратів: пестициди, дезінфектанти, хімічні речовини та ін. Всі ці засоби необхідно досліджувати на токсичність та безпечність. Важливо, що перед застосуванням необхідно отримувати детальну інформацію про характеристику всіх хімічних речовин з використанням досліджень на лабораторних тваринах, що вимагає витрат коштів, часу та смерті їх самих (Kovalenko et al., 2020).

Звичайно, бажано для оцінки токсичності як альтернативу дослідам з використанням лабораторних тварин, застосовувати методи *in vitro*. З цією метою використовують клітини культури тварин, узяті поза їх організмом. Взагалі, достатньо важко проектувати вплив хімічної речовини на складний організм, проте досліді *in vitro* дозволяють отримати достатню інформацію про природжену токсичність (Chechet et al., 2022; Buchkovska et al., 2024).

Деякі види вірусів можуть протистояти суворим умовам довкілля, виживаючи на поверхнях протягом довгого часу з можливістю передачі сприйнятливим господарям. Дослідження ефективності дезінфікуючих засобів проти вірусів, висушених на поверхнях, обмежені, зокрема, з ідентифікацією нових патогенних безоболонкових вірусів, які, як очікується, матимуть високу стійкість до дезінфекції, таких як парвовіруси (Sukhrie et al., 2010; Narula et al., 2024).

З цією метою науковці пропонують застосовувати для тестування біоцидних препаратів парвовірус собак – заразне, важке, іноді летальне інфекційне захворювання собак, що викликається парвовірусом собак типу 2 (CPV-2) (Marenzoni et al., 2021). Парвовіруси дуже стійкі до дезінфікуючих засобів, але чутливі до галогенів, таких як гіпохлорит натрію, який часто використовується для деконтамінації поверхонь приміщень через його широкий спектр дії (Addie et al., 2015; Cavalli et al., 2018).

Тому необхідно дослідити та визначити вплив концентрації, часу контакту та присутності органічної речовини на віруліцидну активність дезінфектантів

проти штамів парвовірусу, а також параметри токсичності (Rabenau et al., 2014; Kovalenko et al., 2018).

Мета дослідження

Мета роботи: вивчення стійкості польового штаму парвовірусу “Антей” за впливу біоцидного препарату “Геоцид” на моделі культури клітин нирки кроля (RK-13).

В дослідженнях були вивчені методи оцінки токсичного впливу дезінфектанту на клітинну культуру нирки кроля, а також їх вплив на титр інфекційної активності штаму парвовірусу “Антей” (Radzyhovskyi et al., 2024).

Матеріал і методи досліджень

Об’єктом досліджень був біоцидний препарат “Геоцид” із антибактеріальними, дезінсекційними властивостями шляхом синергізму дії четвертинно-амонієвої сполуки, поліметиленгуанідин гідрохлориду та синтетичного піретроїду виробництва ТОВ “НВП Екологічний Капітал”.

У досліді використовували перещеплювальну культуру клітин нирки кроля RK-13. Клітини вирощували у скляних і пластикових матрацах об’ємом 25, 50 і 100 мл. стаціонарним методом, а також у лунках полістиролових плашок із посівною концентрацією від $1,0 \times 10^5$ до $2,0 \times 10^5$ кл./мл. Для культивування перещеплювальних ліній культур клітин використовували живильне середовище, до складу якого входили середовища 199 і DMEM – по 45 %, фетальної бичачої сироватки – 10 % і антибіотики (Goralskii et al., 2019). Підтримуюче середовище для зараженої культури клітин було такого ж складу, як і поживне, тільки без сироватки. Культивування проводили за загальноприйнятими методиками, оцінюючи цитопатогенну дію (ЦПД) по системі чотирьох плюсів під інвертованим мікроскопом за малого збільшення, щодо контролю (EN 13727; EN 13697; EN 14476).

Роботу з визначення протівірусної дії різних концентрацій “Геоцид” було сплановано і проведено,

керуючись загальноприйнятими рекомендаціями із застосування препарату (Реєстраційне посвідчення № АВ-05666-03-14: препарат “Засіб дезінфікуючий “Геоцид”). Концентрації засобу, що досліджували, витримували експозицію у продовж 10–30 хвилин.

Метод визначення антивірусної дії дезінфектанту на вірус за допомогою клітинних культур базується на візуальному оцінюванні в порівнянні з неінфікованим контролем. Візуально оцінюють стан моношару культур клітин після контакту з ним вірусу, який здатний спричинити загибель клітин (явище ЦПД) – цитопатична дія порівняно з моношаром клітинної культури після контакту з вірусом, що попередньо контактував з певною концентрацією дезінфектанту (Kovalenko et al., 2024). Найпростішими ознаками, які свідчать про розмноження вірусу, є дегенеративні зміни у клітинах, тобто прояв ЦПД вірусу. Утворення видимих морфологічних змін в клітині називають цитопатогенним ефектом або дією. Вірус, який не інактивувався під час взаємодії з дезінфектантом, зберігає здатність до ЦПД. Як тест-об’єкт використовували перещеплювальну лінію культури клітин з відомими характеристиками і стабільну протягом не менше ніж трьох послідовних пасажів RK-13.

Для визначення ступеню антивірусного впливу біоцидного препарату “Геоцид” на штам парвовірусу “Антей” готували різні концентрації препарату в мікропланшеті з U – подібним дном. Робили розведення розчинів засобу на основі фосфатно-сольового буферу.

Після чого в готові розведення біоцидного препарату вносили вірусну суспензію парвовірусу штаму “Антей” з активністю $3,8 \pm 0,08 \lg \text{ТЦД}_{50/\text{см}^3}$ (доза вірусу, яка за 24 години без обробки спричиняла ЦПД в культурі клітин). Контакт вірусу з дезінфектантом проводили в титрувальному мікропланшеті протягом однієї години. Після контакту вірус+дезінфектант готові розведення вносили на поверхню клітинного моношару для можливої адсорбції вірусу, який не інактивувався деззасобами. В мікропланшеті з культурою клітин вносили послідовні розведення дезінфектанту. Внесені розведення дезінфектанту залишали на контакті з вірусною суспензією.

По завершенні часу контактування мікропланшет з культурами клітин тричі відмивали фосфатно-сольовим розчином, вносили підтримуюче середовище і поміщали на подальше інкубування в інкубатор при 37 °С. При цьому залишили по 16 лунок з культурою клітин в кожному мікропланшеті як контроль, куди дезінфектанти не вносили. Контроль за змінами у мікропланшетах проводили щоденно дворазово шляхом мікроскопування.

Результати та їх обговорення

За дослідженнями встановлено, що візуальна оцінка стану моношару експериментальних клітинних культур, вступивши у безпосередній контакт з послідовними розведеннями біоцидного препарату “Геоцид” показало результат взаємодії культура-біоцид порівняно з контрольними лунками мікропланшета. В лунках мікропланшета з культурою клітин, в які вно-

сили препарат в концентрації меншій за поріг токсичності, моношар залишався неушкодженим (рис. 1) і візуально не відрізнявся від контрольних лунок з культурою.

Отже, 0,5 % та менші концентрації біоцидного розчину “Геоцид” візуально не мали негативного впливу на культуру клітин порівняно з контролем.

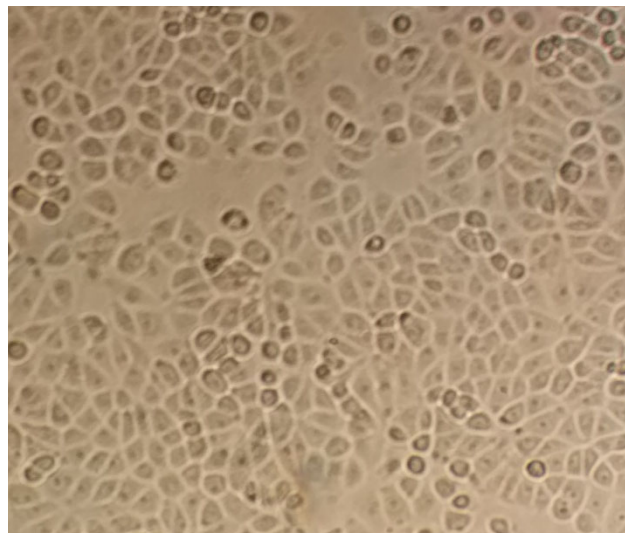


Рис. 1. Культура клітин після обробки 0,5 % розчином “Геоцид”

При візуальному аналізі було виявлено у лунках з культурою клітин ознаки цитопатичної дії та дегенеративними змінами моношару порівняно з контролем. Дегенеративні зміни в культурі клітин (рис. 2) було спричинено високою концентрацією біоцидного препарату “Геоцид”, яка виявилась токсичною для даного виду культури клітин.

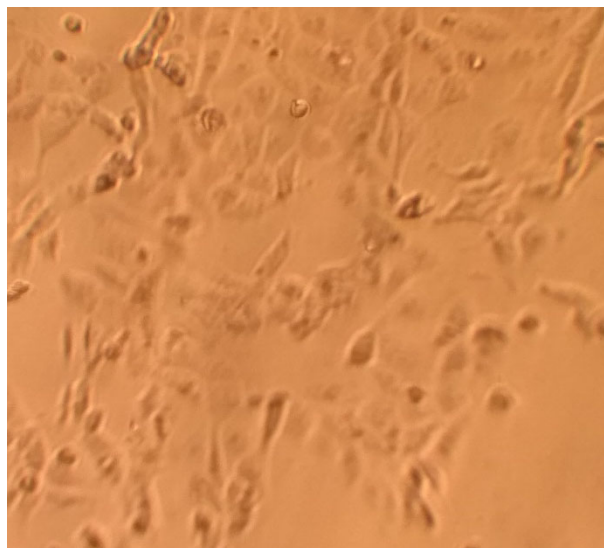


Рис. 2. Прояв ЦПД в культурі клітин після обробки 1,0 % розчином “Геоцид”

Дані показують, що використання 0,5 % розчину “Геоцид” протягом часу контакту (10 хв) може значно знизити титри парвовірусу і що навіть нижчі концентрації, тобто 0,25 %, можуть ефективно інактивувати віруси за умови, що час контакту збільшено до 30 хв.

Отримані результати досліджень були відображені у вигляді табличних даних та частково проілюстровані фотографічно.

Урахування результатів дослідження проводили до моменту дегенеративних змін в контрольних лунках мікропланшету.

Геоцид в 1,0 % концентрації на культурі клітин спричиняв цитопатичну дію, тому дані концентрації не оцінювали щодо впливу дезінфектанту на штам парвовірусу “Антей”.

Науковці стверджують, що різний вплив хімічної обробки на морфологію вірусів передбачає, що різні віруси, наприклад, безоболонкові віруси з ікосаедричною геометрією, можуть наслідувати різні морфологічні шляхи до інактивації. З наших дослідів видно,

що синергетичний ефект комплексного біоцидного препарату ефективніший порівняно з окремими компонентами. Розуміння шляхів інактивації на молекулярному рівні може призвести до проектування та розробки ефективних формул для масового ринку для швидкої нейтралізації різних типів вірусів (Scagnolari et al., 2012; Ponomarenko et al., 2020).

Ефективність проти парвовірусу “Антей” може бути важливою для запобігання передачі нових патогенних видів, таких як бокавірус та інші парвовіруси. Ці дослідження підтверджують необхідність перевірки засобів дезінфекції проти вірусів, високих на поверхах, і демонструє, що парвовірус є особливо стійким заміником (Terpstra et al., 2007).

Таблиця 1

Цитопатична дія вірусу на моношар культур клітин за впливу біоцидного препарату

Біоцидний препарат	Концентрація (ступінь розведення), %	Культура клітин нирки кроля (RK-13)		Прояв ЦПД вірусу в клітинній культурі експозиція 60 хв			
		Експозиція з біоцидним препаратом, хв		кількість лунок			
		10	30				
“Геоцид”	0,1	-	-	-	-	-	-
	0,25	-	-	-	-	-	-
	0,5	-	-	-	-	-	-
	1,0	+	+	0	0	0	0

Примітка: (-) – відсутність ЦПД- цитопатичної дії; (+) - ЦПД – відображена цитопатична дія препарату на клітину

Глобальний поштовх до розробки широко застосовуваних противірусних і віруліцидних стратегій, що миттєво розгортаються, має вирішальне значення для боротьби з проблемами, створюваними існуючими і новими інфекційними вірусами та збереження навколишнього середовища (Rehme et al., 2023; Sobhy et al., 2024).

Висновки

Біоцидний препарат “Геоцид” в концентрації 0,5–1,0 % проявляє інактивуючу дію щодо польового штаму парвовірусу “Антей”. Можливе його використання для профілактичної дезінфекції об’єктів ветеринарної медицини у присутності тварин в рекомендованих дозах та експозиціях.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

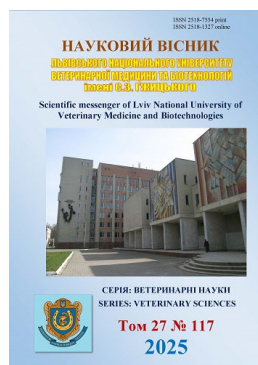
Подяка

Дослідження виконано за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках науково-прикладного проекту “Науково-експериментальне обґрунтування способу отримання поліспецифічної гіперімунної лікувально-профілактичної сироватки проти вірусних захворювань службових собак” (номер державної реєстрації 0124U001715).

References

- Addie, D. D., Boucraut-Baralon, C., Egberink, H., Frymus, T., Gruffydd-Jones, T., Hartmann, K., Horzinek, M. C., Hosie, M. J., Lloret, A., Lutz, H., Marsilio, F., Pennisi, M. G., Radford, A. D., Thiry, E., Truyen, U., Möstl, K., & European Advisory Board on Cat Diseases (2015). Disinfectant choices in veterinary practices, shelters and households: ABCD guidelines on safe and effective disinfection for feline environments. *Journal of feline medicine and surgery*, 17(7), 594–605. DOI: 10.1177/1098612X15588450.
- Buchkovska, H. A., Chechet, O. M., Kovalenko, V. L., Vishchur, O. I., Horbatiuk, O. I., Baranov, V. S., Zakharin, S. V., & Asanova, M. R. (2024). Vyznachennia parametriv toksychnosti biotsydnogo zasobu «Iodosan» na modeli laboratornykh tvaryn. *One Health Journal*, 2(2), 13–22. DOI: 10.31073/onehealthjournal2024-II-02 (in Ukrainian).
- Cavalli, A., Marinaro, M., Desario, C., Corrente, M., Camero, M., & Buonavoglia, C. (2018). In vitro virucidal activity of sodium hypochlorite against canine parvovirus type 2. *Epidemiology and infection*, 146(15), 2010–2013. DOI: 10.1017/S0950268818002431.
- Chechet, O., Kovalenko, V., Haidei, O., Polupan, I., & Rudoi, O. (2022). Toxicity and virucidal activity of chlorine dioxide disinfectant. *Polissia National University. Scientific Horizons*, 25(5), 30–39. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.30-39.
- EN 13697: Chemical disinfectants and antiseptics – Quantitative non-porous surface test for the evaluation of bactericidal and/or fungicidal activity of chemical disinfectants used in food, industrial, domestic and in-

- stitutional areas –Test method and requirements without mechanical action (phase 2, step 2).
- EN 13727: Chemical disinfectants and antiseptics – Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity in the medical area – Test method and requirements (phase 2, step 1).
- EN 14476: Chemical disinfectants and antiseptics. Virucidal quantitative suspension test for chemical disinfectants and antiseptics used in human medicine. Test method and requirements (phase 2, step 1).
- Goralskii, L., Radzikhovskiy N., Dyshkant O., Dunaievskaya, O., & Sokulskiy, I. (2019). Experimental study of tropism in cultivated canine coronavirus in the small intestine of puppies. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(4), 489–496. DOI: 10.15421/021972.
- Klestova, Z. S., Kovalenko, V. L., & Holovko, A. M. (2020). Metodichni rekomendatsii z vyznachennia virulitsydney aktyvnosti ta kontroliu dezinfikuiuchykh zasobiv u veterynarnii haluzi. DNKIBShM. Kyiv (in Ukrainian).
- Kovalenko V. L., Drozhzhe Zh. M., Rudoi O. V., Pishchanskyi O. V., Kuriata N.V. (2024). Porivnialna kharakterystyka doslidzhennia preparatu “Iodezol” na kulturi klityn spev ta bhk-21/s13ta na kulturi infuzorii tetrahymena pyriformis. *Vet. medytsyna: mizhvidom. temat. nauk. zb. Kharkiv*, 109, 26–30 (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. L., Bilokon, V. I., & Skrypnyk, V. H. (2011). Metod vyznachennia stupeniu toksychnosti dezinfikuiuchykh zasobiv in vitro na pervynnykh ta pereshchepliuvalnykh kulturakh klityn. Kyiv: “Bih end smol” (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. L., Kovalenko, P. L., Ponomarenko, G. V., Kukhtyn, M. D., Midyk, S. V., Horiuk, Yu. V., & Garkavenko, V. M. (2018). Changes in lipid composition of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* cells under the influence of disinfectants Barez®, Biochlor® and Geocide®. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 547–550. URL: <https://www.ujecology.com/articles/changes-in-lipid-composition-of-escherichia-coli-and-staphylococcus-aureus-cells-under-the-influence-of-disinfectants-bar.pdf>.
- Kovalenko, V. L., Ponomarenko, G. V., Kukhtyn, M. D., Paliy, A. P., Bodnar, O. O., & Palii A. P. (2020). Evaluation of acute toxicity of the “Orgasept” disinfectant. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 273–278. DOI: 10.15421/2020_199.
- Marenzoni, M. L., Conti, M. B., Rossi, E., Rinoldo, R., Franceschini, R., Tesei, E., Porciello, F., Mancini, S., Favi, B., Gamboni, M., Boni, P., Raffaele, O., Desario, C., Franciosini, M. P., Buonavoglia, C., & Decaro, N. (2021). Detection of environmental contamination with feline and canine parvoviruses: new perspectives and challenges. *Journal of applied microbiology*, 131(1), 499–512. DOI: 10.1111/jam.14971.
- Narula, P., Lokshman, M. K., Pathak, S. B., Mukherjee, S., & Banerjee, M. (2024). Chemical inactivation of two non-enveloped viruses results in distinct thermal unfolding patterns and morphological alterations. *BMC microbiology*, 24(1), 413. DOI: 10.1186/s12866-024-03565-1.
- Ponomarenko, G. V., Kovalenko, V. L., Ponomarenko, O. V., & Balackiy, Y. O. (2020). Research of the influence of disinfectants on the rate of absorption of oxygen by cells of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 3(4), 13–15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/jvmbb_2017_3_4_5 (in Ukrainian).
- Rabenau, H. F., Steinmann, J., Rapp, I., Schwebke, I., & Eggers, M. (2014). Evaluation of a virucidal quantitative carrier test for surface disinfectants. *PLoS One*, 9(1), e86128. DOI: 10.1371/journal.pone.0086128.
- Radzyhovskiy, M. L., Kuryata, N. V., Pishchanskyi, O. V., Dyshkant, O. V., Androschuk, O. A., Sokulskiy, I. M., Ukhovskiy, V. V., & Rudoi, O. V. (2024). Features of in vitro cultivation of the field strain canine parvovirus. *The Animal Biology*, 26(2), 42–46. DOI: 10.15407/animbiol26.01.000.
- Rehme, T., Hartmann, K., & Bergmann, M. (2023). Parvovirus-Infektionen bei Katzen in Tierheimen [Parvovirus infections in cats in animal shelters]. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe K, Kleintiere/Heimtiere*, 51(2), 107–115. DOI: 10.1055/a-2065-8203.
- Scagnolari, C., Midulla, F., Selvaggi, C., Monteleone, K., Bonci, E., Papoff, P., Cangiano, G., Di Marco, P., Moretti, C., Pierangeli, A., & Antonelli, G. (2012). Evaluation of viral load in infants hospitalized with bronchiolitis caused by respiratory syncytial virus. *Medical microbiology and immunology*, 201(3), 311–317. DOI: 10.1007/s00430-012-0233-6.
- Sobhy, N. M., Quinonez-Munoz, A., Aboubakr, H. A., Youssef, C. R. B., Ojeda-Barria, G., Mendoza-Fernández, J., & Goyal, S. M. (2024). In vitro virucidal activity of a commercial disinfectant against viruses of domestic animals and poultry. *Frontiers in veterinary science*, 10, 1276031. DOI: 10.3389/fvets.2023.1276031.
- Sukhrie, F. H., Siebenga, J. J., Beersma, M. F., & Koopmans, M. (2010). Chronic shedders as reservoir for nosocomial transmission of norovirus. *Journal of clinical microbiology*, 48(11), 4303–4305. DOI: 10.1128/JCM.01308-10.
- Terpstra, F. G., van den Blink, A. E., Bos, L. M., Boots, A. G., Brinkhuis, F. H., Gijzen, E., van Remmerden, Y., Schuitemaker, H., & van 't Wout, A. B. (2007). Resistance of surface-dried virus to common disinfection procedures. *The Journal of hospital infection*, 66(4), 332–338. DOI: 10.1016/j.jhin.2007.05.005.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11717
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.034:619:612.018.

The relationship between the concentration of insulin-like growth factor, leptin and lipid metabolism indices in the blood of dairy cows during different physiological periods

M. R. Simonov✉, V. V. Vlizlo, T. O. Pundiak, B. V. Gutyj, L. G. Slivinska, I. I. Kovalchuk

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

Article info

Received 10.01.2025
Received in revised form
10.02.2025
Accepted 11.02.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-670-17-44
E-mail: m.simonov@ukr.net

Simonov, M. R., Vlizlo, V. V., Pundiak, T. O., Gutyj, B. V., Slivinska, L. G., & Kovalchuk, I. I. (2025). The relationship between the concentration of insulin-like growth factor, leptin and lipid metabolism indices in the blood of dairy cows during different physiological periods. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 119–125. doi: 10.32718/nvlvet11717

Despite the evidence of the fundamental influence of the endocrine system on metabolism in ruminants, there is little literature on hormonal status. There is insufficient data on tissue hormones, particularly insulin-like growth factor and leptin. This work aimed to study the relationship between the concentration of insulin-like growth factor, leptin, and lipid metabolism indicators in the blood of cows during different physiological periods (end of dry period, beginning of lactation). The study was conducted in clinically healthy dairy cows. Blood samples were collected at different physiological periods: 7–10 days before calving, 2nd–4th, 10th–14th, and 30th–40th days of lactation. It was found that the highest lipid metabolism indices (total and esterified cholesterol, diglycerols, free fatty acids, triacylglycerols) were recorded in the blood of cows during the 10th to 14th day of lactation. At the same time, the concentration of insulin-like growth factor was also high, which positively correlated with the cholesterol and free fatty acids content. During this study period, the plasma concentration of leptin, on the contrary, was low. The highest leptin concentration was found at the end of the dry period (7–10 days before calving). On the 2nd–4th and 10th–14th days of lactation, a moderate negative correlation was found between the concentration of leptin and total cholesterol and between the concentration of leptin and insulin-like growth factor. Therefore, the positive correlation between the concentration of insulin-like growth factor and lipid metabolism indicators indicates a close relationship between the energy supply of the body, in particular through the release of initial metabolites of gluconeogenesis, and the level of somatomedin. On the contrary, high leptin levels before calving and low levels after calving help to prevent excessive obesity in cows before calving and increase feed intake at the beginning of lactation, when the need for nutrients is significant, since leptin is a peptide hormone of adipose tissue (adipokine) that acts on hypothalamic receptors, reducing appetite and increasing thermogenesis.

Key words: cows, insulin-like growth factor, leptin, lipids.

Зв'язок між концентрацією інсуліноподібного фактору росту і лептину та показниками ліпідного обміну в крові молочних корів за різних фізіологічних періодів

М. Р. Сімонов✉, В. В. Влізло, Т. О. Пундяк, Б. В. Гутий, Л. Г. Слівінська, І. І. Ковальчук

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

Незважаючи на фундаментальність впливу ендокринної системи та метаболізм в жуйних тварин, публікацій, присвячених дослідженню гормонального статусу, є не достатньо. Особливо мало даних, які стосуються тканинних гормонів, зокрема інсуліноподібного фактору росту та лептину. Метою даної роботи було вивчити зв'язок між концентрацією інсуліноподібного фактору росту і лептину та показниками ліпідного обміну в крові корів за різних фізіологічних періодів (кінець сухостою, початок лактації). Дослідження проведено на клінічно здорових молочних коровах. Проби крові у корів відбирали в різні фізіологічні періоди: 7–10 доба до отелення, 2–4, 10–14 та 30–40 доба лактації. Встановлено, що найвищі показники ліпідного обміну (загальний та етерифікований холестерол, дигліцероли, вільні жирні кислоти, триацилгліцероли) реєструвалися у крові корів впродовж 10–14 доби лактації. Водночас високою була й концентрація інсуліноподібного фактору росту, яка позитивно корелювала із вмістом холестеролу та вільних жирних кислот. У даний період дослідження концентрація лептину в плазмі крові, навпаки була низькою. Найвищу концентрацію лептину встановлено у кінці сухостійного періоду (7–10 доба до отелення). На 2–4 та 10–14 доби лактації встановлено середню негативну кореляційну залежність між концентрацією лептину та загального холестеролу, як і між концентрацією лептину та інсуліноподібного фактору росту. Відтак позитивна кореляційна залежність між концентрацією інсуліноподібного фактору росту та показниками ліпідного обміну свідчить про тісний зв'язок між енергетичним забезпеченням організму, зокрема через вивільнення вихідних метаболітів глікогеногенезу, та рівнем соматомедину. Натомість високий вміст лептину перед отеленням і низький після, сприяє запобіганню надлишкового ожиріння корів перед родами та підвищенню споживання корму на початку лактації, коли потреба у поживних речовинах є значною, оскільки лептин – це пептидний гормон жирової тканини (адипокін), що діє на рецептори у гіпоталамусі, зменшуючи апетит і збільшуючи термогенез.

Ключові слова: корови, інсуліноподібний фактор росту, лептин, ліпіди.

Вступ

Найбільш критичним фізіологічним періодом є період переходу від тільності до лактації, коли в організмі корови відбуваються значні зміни в обміні речовин. Три тижні перед отеленням є коротким, але дуже важливим відрізком часу в житті корови, від якого залежить здоров'я і продуктивність у наступну лактацію та збереженість поголів'я в цілому (Vlizlo et al., 2020; Vlizlo et al., 2022). У останні три тижні тільності витрати поживних речовин на ріст плода, збільшення плаценти і молочної залози є високими (Dirksen et al., 2002; Simonov & Vlizlo, 2013; Choupani et al., 2023), а в перший місяць лактації відбувається втрата маси тіла в зв'язку з дефіцитом енергії (Trevisi et al., 2025). У цей час організм корови використовує внутрішні резерви, зокрема жирові депо. Утворюється велика кількість жирних кислот. Останні з кров'ю попадають в печінку і м'язи, де використовуються в якості джерела енергії, посилюється кетогенна функція печінки (Simonov & Vlizlo, 2015; Vlizlo et al., 2021).

Основне місце у спеціалізованому управлінні різними процесами життєдіяльності на рівні цілого організму займає ендокринна система. Ендокринні залози за допомогою виділення гормонів безпосередньо, а також за участю нервової, імунної та тканинних контролюючих систем впливають на метаболізм в організмі тварин (Squires, 2010). Незважаючи на фундаментальність впливу ендокринної системи на метаболізм в жуйних тварин, публікацій, присвячених дослідженню гормонального статусу, є не достатньо. Особливо мало даних, які стосуються тканинних гормонів, зокрема інсуліноподібного фактору росту (ІФР, соматомедин) та лептину.

Інсуліноподібний фактор росту (ІФР) – протеїн за структурою і функціями схожий на інсулін. Він бере участь в ендокринній, аутокринній та паракринній регуляції процесів росту, розвитку і диференціювання клітин та тканин організму. ІФР також є найважливішим ендокринним посередником дії соматотропного гормону, тому його також називають соматомедином (Simonov et al., 2021).

Лептин – це пептидний гормон жирової тканини (адипокін), що діє на рецептори у гіпоталамусі, змен-

шуючи апетит і збільшуючи термогенез. Основний фізіологічний ефект цього гормону проявляється у зменшенні споживання поживних речовин та збільшенні затрат енергії. Взаємодія лептину із його рецептором у гіпоталамусі стимулює виникнення нервових сигналів до ділянок мозку, що регулюють апетит (Ahn et al., 2022; Fernández-Figares et al., 2023). Зростання рівня лептину в крові обернено пропорційне відчуттю голоду.

Мета дослідження

Мета дослідження полягала у вивченні зв'язку між концентрацією інсуліноподібного фактору росту і лептину та показниками ліпідного обміну у крові корів за різних фізіологічних періодів (кінець сухостою, початок лактації).

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися у березні місяці на клінічно здорових коровах (n = 5), 2–4 лактації голштинізованої української чорно-рябої молочної породи, які утримувалися у фермерському господарстві. Проби крові у корів відбирали в різні фізіологічні періоди: 7–10 доба до отелення, 2–4, 10–14 та 30–40 доба лактації.

Клінічними дослідженням відхилень від норми встановлено не було.

Робота проводилась з урахуванням “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах” згідно з положеннями “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших цілей”.

У відібраних пробах проводили дослідження концентрації інсуліноподібного фактору росту та лептину (методом імуно-ферментного аналізу з використанням тест-систем DRG та Orgentec), триацилгліцеролів, дигліцеролів, вільних жирних кислот і холестеролу (за допомогою біохімічного аналізатора).

Одержані дані опрацьовували на комп'ютері в програмі Excel, визначаючи середню арифметичну величину (M), статистичну помилку середньої арифметичної величини (m) та кореляційну залежність (R).

Вірогідність різниць оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Результати вважали вірогідними при $P < 0,05 - 0,001$.

Результати та їх обговорення

Як видно із наведених на [рисунках 1–5](#) даних, найвищі показники ліпідного обміну у крові корів встановлено на 10–14 доби лактації. Порівняно із кінцем сухостою, вміст загального холестеролу був вищим на 68,2 % ($P < 0,1$), естерифікованого – на 30,8 % ($P < 0,1$), дигліцеролів – на 89,9 % ($P < 0,001$), вільних жирних кислот – на 82,1 % ($P < 0,01$), та триацилгліцеролів – на 47,8 % ($P < 0,1$). Відношення загального до естерифікованого холестеролу, залежно від часу відбору проб крові, вірогідно не відрізнялося ([рис. 6](#)).

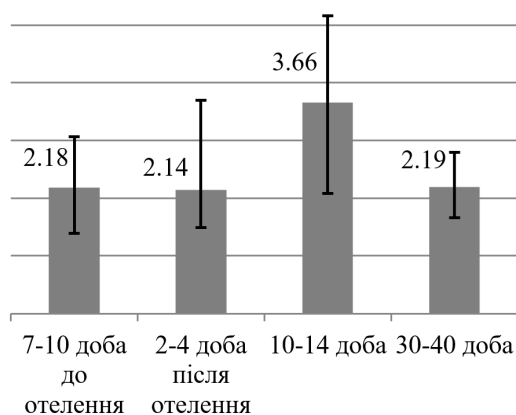


Рис. 1. Концентрація загального холестеролу у сироватці крові корів, ммоль/л

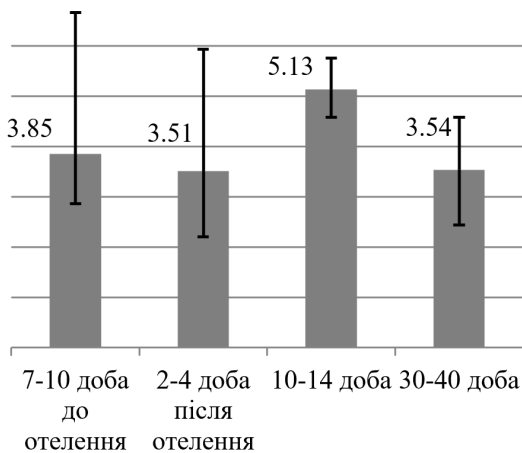


Рис. 2. Концентрація естерифікованого холестеролу у сироватці крові корів, ммоль/л

Слід зазначити, що під час лактаційного періоду, на 10–14 добу досліджувані показники ліпідного обміну були вищими ($P < 0,05 - 0,01$), порівняно із 2–4 добою. А саме, загального холестеролу – на 71 %, естерифікованого – на 46,2 %, дигліцеролів – на 81,9 %, вільних жирних кислот – на 104 %, а триацилгліцеролів – на 78,9 %. На 30–40 добу після оте-

лення досліджувані показники вірогідно не відрізнялися від показників кінця сухостійного періоду.

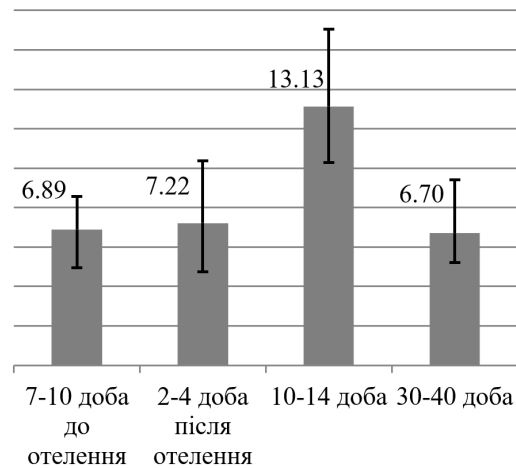


Рис. 3. Концентрація дигліцеролів у сироватці крові корів, ммоль/л

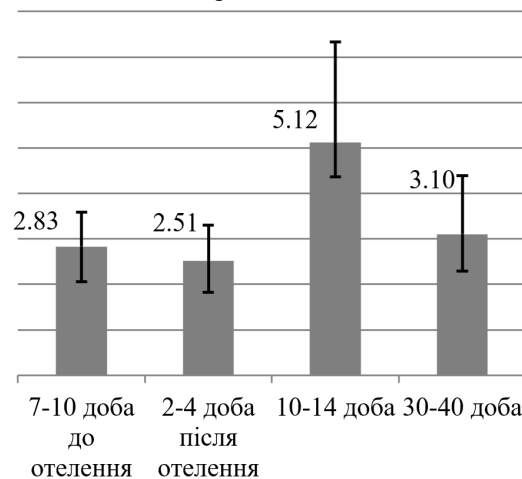


Рис. 4. Концентрація вільних жирних кислот у сироватці крові корів, ммоль/л

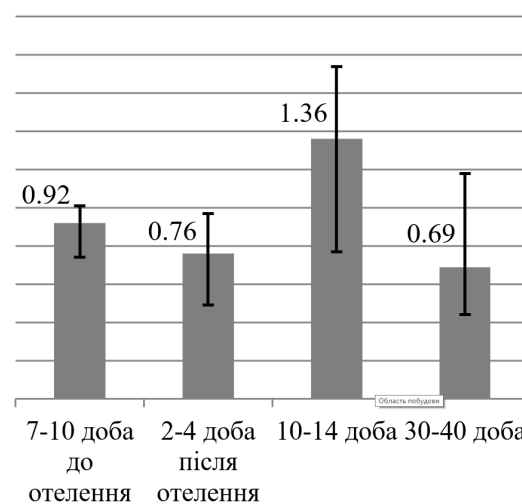


Рис. 5. Концентрація триацилгліцеролів у сироватці крові корів, ммоль/л

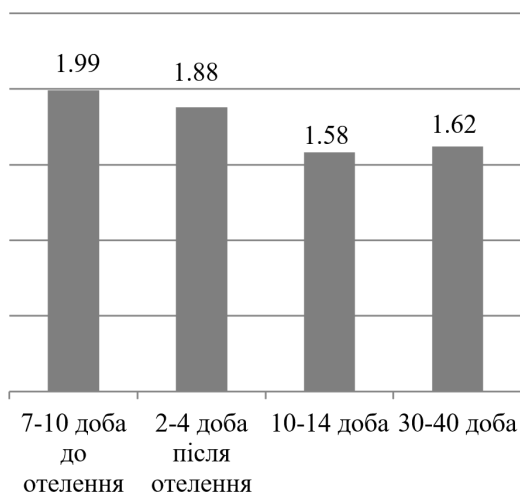


Рис. 6. Відношення загального до естерифікованого холестеролу у сироватці крові корів

Найнижча концентрація інсуліноподібного фактору росту у плазмі крові корів реєструвалася на 2–4 добу лактації, а найвища – на 10–14 (рис. 7). Рівень ІФР, порівняно з 2–4 добою після отелення, зріс на 64,2 % ($P < 0,01$). Коливання вмісту ІФР були подібними на коливання рівня досліджених показників ліпідного обміну. На 10–14 добу було встановлено середню та сильну позитивну кореляційну залежність між концентрацією ІФР та вмістом холестеролу ($R = 0,5$) і вільних жирних кислот ($R = 0,8$).

Найвища концентрація лептину була встановлена у кінці сухостійного періоду (рис. 8). Проведені дослідження показали, що, порівняно із кінцем сухостою, на 2–4 добу лактації концентрація лептину знизилася у 3 рази ($P < 0,001$), однак найнижчою вона була на 10–14 добу лактації. На 2–4 та 10–14 доби лактації встановлено середню негативну кореляційну залежність ($R = -0,5-0,6$) між концентрацією лептину та загального холестеролу і між концентрацією лептину та інсуліноподібного фактору росту.

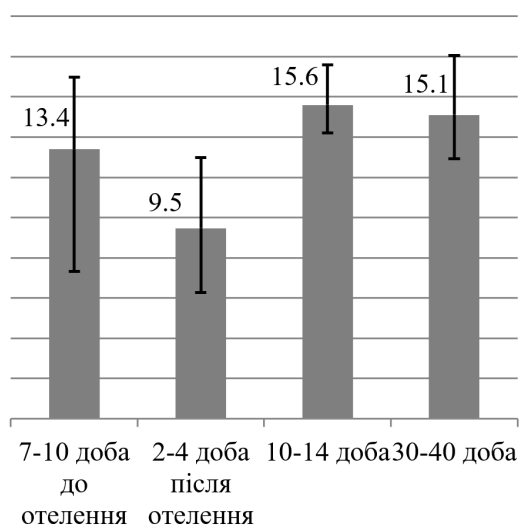


Рис. 7. Концентрація інсуліноподібного фактору росту у плазмі крові корів, нмоль/л

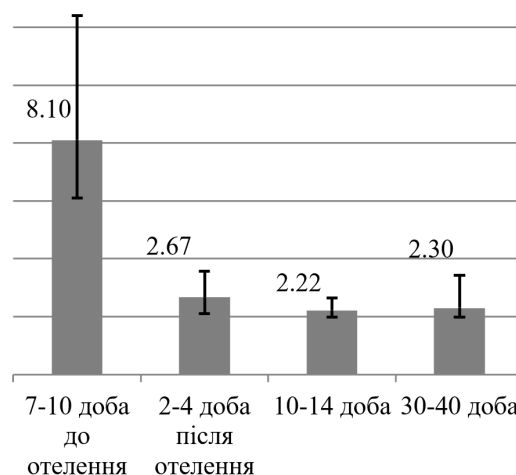


Рис. 8. Концентрація лептину у плазмі крові корів, мкг/л

Із отриманого матеріалу видно, що після отелення у корів зростає активність ліпомобілізації, спричинена з одного боку зростанням необхідності у метаболітах для синтезу молока та недостатністю отриманої в складі раціону обмінної енергії, з іншого. Висока молочна продуктивність корів після отелення потребує більшої кількості енергії та інших поживних речовин, ніж вони можуть спожити. Так, лише для синтезу лактози молока необхідно 1500 – 2000 г глюкози щоденно (Al-Trad et al., 2009). Тому, у перші два-три тижні після родів високопродуктивні корови не спроможні спожити таку кількість енергії, яка б забезпечила молокоутворення та життєво необхідні потреби організму. Йде активна мобілізація з депо глікогену, жирів і білків. Організм, маючи у депо запаси глікогену та жирів, намагається швидко ліквідувати втрату екзогенного надходження енергії за рахунок ендогенного. Однак запасів глікогену вистарчає лише на перші два – три дні, а у пік лактації ще менше (Vlizlo et al., 2014). Йде активізація гліоконеогенезу за рахунок резервних жирів. Жири переміщуються у печінку, де мітохондрії гепатоцитів беруть основну участь у їх розщепленні, засвоєнні та окисненні (Sejrsen et al., 2008). Дані процеси активно регулює ендокринна система.

Інсуліноподібний фактор росту є найважливішим ендокринним посередником дії соматотропного гормону, тому його також називають соматомедином (Partridge et al., 2011; Kim, 2014; Thornton et al., 2015; Simonov et al., 2021). У периферичних тканинах саме соматомедин забезпечує практично всі фізіологічні ефекти соматотропного гормону. Крім цього, соматомедин забезпечує зворотний зв'язок тканин з гіпоталамусом і гіпофізом. Зазначений тканинний гормон синтезується гепатоцитами печінки у відповідь на подразнення специфічних рецепторів. У тканинах практично вся дія соматотропного гормону забезпечується ІФР. З печінки соматомедин потрапляє в кровотік, а звідти, завдяки посередництву протеїнів-переносників, в тканини й органи (Frysaka et al., 2015). Існують дані (Terao et al., 2010), що рівень інсуліноподібного фактору росту в крові залежить від дії на печінку не тільки соматотропного гормону, але

й статевих стероїдів і тиреоїдних гормонів, глюкокортикоїдів та інсуліну. Інсулін, андрогени, естрогени підвищують секрецію ІФР печінкою, а глюкокортикоїди її знижують. Це є однією з причин синергізму інсуліну, соматотропіну, статевих та тиреоїдних гормонів у відношенні процесів росту і розвитку організму, диференціювання тканин і однією з причин характерної гальмуючої дії глюкокортикоїдів на процеси росту (Gravanis & Mellon, 2011; Ghalaut et al., 2012). Існують цікаві дані (Nikolic-Judith et al., 2001), які вказують на зв'язок між концентрацією ІФР та гормонами, що відповідають за енергетичне забезпечення організму.

Встановлена середня та сильна позитивна кореляційна залежність між концентрацією ІФР та показниками ліпідного обміну свідчить про тісний зв'язок між енергетичним забезпеченням організму, зокрема через вивільнення вихідних метаболітів глюконеогенезу, та рівнем соматомедину. Зокрема, окремі дослідники (Ghalaut et al., 2012) пов'язують інтенсивність метаболізму з активністю щитоподібної залози опосередковано через інсуліноподібний фактор росту.

Існують й інші дані, які вказують на те, що ІФР, разом із іншими гормонами, бере участь у формуванні лактаційної домінанти та подоланню енергетичного дефіциту, який є у жуйних тварин на початку лактації (Xu et al., 2015; Simonov et al., 2016).

Окремі дослідники вказують на значне виділення ІФР з молоком (Meyer et al., 2017). При цьому рівень гормону в молоці залежить від продуктивності тварин та етапу лактації. Зниження рівня ІФР в молоці, отриманому від тварин у період максимальних надоїв, пояснюють зниженням його рівня у крові та одночасним зростанням надоїв. Деякі дослідники (Sutariya et al., 2018) вказують на існування негативної кореляційної залежності між кількістю отриманого молока та рівнем гормонів у ньому.

Враховуючи те, що мінімальний та максимальний показник ІФР у плазмі крові однієї вибірки тварин значно відрізняється, можна припустити про його залежність від складу раціону, маси тіла, генетичних особливостей тощо. На це вказують й інші дослідники (Sutariya et al., 2018). Також із наявних у літературі даних (Kok et al., 2019) видно, що рівень ІФР залежить від метаболічного статусу тварини у сухостійний період. Тому для отримання більш вірогідних даних подальші дослідження доцільно провести на більшій кількості тварин.

Ще одним гормоном, який бере активну участь у енергетичному обміні є лептин. Це пептидний гормон, який синтезується адипоцитами, а основною його фізіологічною функцією є зниження синтезу макроергічних сполук і підвищення витрат енергії (Nelson & Cox, 2000). Крім енергетичного обміну лептин бере участь у регуляції апетиту. Взаємодія лептину зі специфічними рецепторами, розташованими в гіпоталамічній області, активує вироблення нервових імпульсів, спрямованих в ділянки головного мозку, відповідальні за регуляцію апетиту (Roh et al., 2016). Висока концентрація лептину сигналізує, що організм отримав достатню кількість поживних речовин. Таким чином, високий вміст лептину перед оте-

ленням і низький після, сприяє запобіганню надлишкового ожиріння корів перед родами та підвищенню споживання корму на початку лактації, коли потреба у поживних речовинах є значною. Отримані результати узгоджуються з даними інших дослідників (Block et al., 2001).

Висновки

Найвищі показники ліпідного обміну реєструвалися у крові корів впродовж 10–14 доби лактації. Водночас високою була й концентрація інсуліноподібного фактору росту, яка позитивно корелювала із вмістом холестеролу та вільних жирних кислот. У даний період дослідження концентрація лептину в плазмі крові, навпаки була низькою. Відтак позитивна кореляційна залежність між концентрацією інсуліноподібного фактору росту та показниками ліпідного обміну свідчить про тісний зв'язок між енергетичним забезпеченням організму, зокрема через вивільнення вихідних метаболітів глюконеогенезу, та рівнем соматомедину. Натомість високий вміст лептину перед отеленням і низький після, сприяє запобіганню надлишкового ожиріння корів перед родами та підвищенню споживання корму на початку лактації, коли потреба у поживних речовинах є значною, оскільки лептин – це пептидний гормон жирової тканини (адипокін), що діє на рецептори у гіпоталамусі, зменшуючи апетит і збільшуючи термогенез.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження інсуліноподібного фактору росту та лептину у молочних корів допоможуть глибше зрозуміти фізіологію високої молочної продуктивності та зрозуміти принципи формування лактаційної домінанти.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

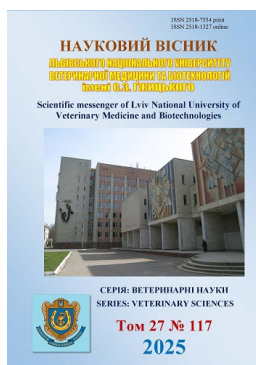
References

- Ahn, W., Latremouille, J., & Harris, R. B. S. (2022). Leptin receptor-expressing cells in the ventromedial nucleus of the hypothalamus contribute to enhanced CCK-induced satiety following central leptin injection. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 323(3), 267–280. DOI: 10.1152/ajpendo.00088.2022.
- Al-Trad, B., Reisberg, K., Wittek, T., Penner, G. B., Al-kaassem, A., Gäbel, G., Fürll, M., & Aschenbach, J. R. (2009). Increasing intravenous infusions of glucose improve body condition but not lactation performance in midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 92(11), 5645–5658. DOI: 10.3168/jds.2009-2264.
- Block, S. S., Butler, W. R., Ehrhardt, R. A., Bell, A. W., Van Amburgh, M. E., & Boisclair, Y. R. (2001). Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance. *The Journal of endocrinology*, 171(2), 339–348. DOI: 10.1677/joe.0.1710339.
- Choupani, M., Riasi, A., Alikhani, M., & Samadian, M. R. (2023). Effect of sustained release bolus oral

- administration on body condition change, blood parameters, and uterine health in primiparous cows under heat stress. *Tropical animal health and production*, 55(6), 412. DOI: 10.1007/s11250-023-03827-6.
- Dirksen, G., Jürinker, H. D., & Stöber, M. (2002). *Innere Medizin und Chirurgie des Rinders*. Berlin: Parey.
- Fernández-Fígares, I., Haro, A., Lachica, M., Lara, L., Seiquer, I., & Nieto, R. (2023). Metabolic Profile of Growing Immune- and Surgically Castrated Iberian Pigs Fed Diets of Different Amino Acid Concentration. *Animals (Basel)*, 13(16), 2650. DOI: 10.3390/ani13162650.
- Frysaka, Z., Schovaneka, J., Iacobone, M., & Karasek, D. (2015). Insulin-like Growth Factors in a clinical setting: Review of IGF-I. *Biomed Pap. Med. Fac. Univ. Palacky. Olomouc Czech Repub.*, 159(3), 347–351. DOI: 10.5507/bp.2015.041.
- Ghalaut, V. S., Yadav, S., Ghalaut, P. S., Yadav, A., Sachdeva, A., Yadav, R., Sharma, T. K., & Shankar, V. (2012). Association of insulin like growth factor-1 (IGF-1) and thyroid hormones in patients of acute leukemia. *J. Clin. Lab.*, 58(3-4), 227–231. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22582495>.
- Gravanis, A. G., & Mellon, S. H. (2011). Hormones in neurodegeneration, neuroprotection, and neurogenesis. USA : John Wiley & Sons.
- Kim, J. W. (2014). Modulation of the somatotrophic axis in periparturient dairy cows. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 27(1), 147–154. DOI: 10.5713/ajas.2013.13139.
- Kok, A., Chen, J., Kemp, B., & van Kneegsel, A. T. M. (2019). Review: Dry period length in dairy cows and consequences for metabolism and welfare and customised management strategies. *Animal*, 13(1), 42–51. DOI: 10.1017/S1751731119001174.
- Meyer, Z., Höflich, C., Wirthgen, E., Olm Harald, S., & Höflich, A. H. (2017). Analysis of the IGF-system in milk from farm animals – Occurrence, regulation, and biomarker potential. *Growth Hormone & IGF Research*, 35, 1–7. DOI: 10.1016/j.ghir.2017.05.004.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2000). *Lehninger principles of biochemistry*, 3rd edition. New York : Worth Publishers.
- Nikolic-Judith, A., Samanch, H., & Kovacevich, M. (2001). Serum concentrations of insulin-like growth factors and thyroid hormones in healthy and ketotic dairy cows during the puerperium. *Acta Veterinaria*, 51(2-3), 73–88.
- Partridge, L., Alic, N., & Bjedov, I. (2011). Ageing in drosophila: the role of the insulin/Igf and TOR signalling network. *J. Exp Gerontol*, 46(5), 376–381. DOI: 10.1016/j.exger.2010.09.003.
- Roh, S. G., Suzuki, Y., Gotoh, T., Tatsumi, R., & Katoh, K. (2016). Physiological Roles of Adipokines, Hepatokines, and Myokines in Ruminants. *Asian-Australas J Anim Sci*, 29(1), 1–15. DOI: 10.5713/ajas.16.0001R.
- Sejrsen, K., Hvelplund, T., & Nielsen, M. (2008). *Ruminant physiology: digestion, metabolism and impact of nutrition on gene*. Netherland : Wageningen Academic Pub.
- Simonov, M. R., & Vlizlo, V. V. (2013). Deiaki pokaznyky katabolizmu bilykh u krovi koriv za umovy ketozu. *J. Animal Biology*, 15(3), 120–124. DOI: 10.15407/animbiol15.03.120 (in Ukrainian).
- Simonov, M. R., Vlizlo, V. V., & Petruh, I. M. (2016). Plasma concentrations of insulin-like growth factor, triiodothyronine, thyroxine and insulin in cows during different physiological states. *Agricultural Science and Practice*, 3(3), 17–21. DOI: 10.15407/agrisp3.03.017.
- Simonov, M., & Vlizlo, V. (2015). Some blood markers of the functional state of liver in dairy cows with clinical ketosis. *Bulg. J. Vet. Med.*, 18(1), 74–82. DOI: 10.15547/bjvm.814.
- Simonov, M., Vlizlo, V., Stybel, V., Peleno, R., Salata, V., Matviishyn, T., Khimych, M., & Gorobei, O. (2021). Levels of insulin-like growth factor in bovine, goat, and sheep milk in different lactation periods: The etiological factor of cancer in humans. *Int. J. One Health*, 7(2), 246–250. DOI: 10.14202/IJOH.2021.246-250.
- Squires, E. J. (2010). *Applied animal endocrinology*, 2nd edition. USA: CABI. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781845937553.0000>.
- Sutariya, S., Sunkesula, V., Kumar, R., & Shah, K. (2018). Review: Milk and Milk Products, Insulin-like Growth Factor-1 and Cancer. *EC Nutrition*, 13(11), 696–705.
- Terao, H., Fujita, M., & Tsumagari, A. (2010). Insulin dynamics in transition dairy cows as revealed by intravenous glucose tolerance testing. *Journal of animal and veterinary advances*, 9(18), 2333–2337. DOI: 10.36478/javaa.2010.2333.2337.
- Thornton, K. J., Kamange-Sollo, E., & White, M. E. (2015). Role of G protein-coupled receptors (GPCR), matrix metalloproteinases 2 and 9 (MMP2 and MMP9), heparin-binding epidermal growth factor-like growth factor (hbEGF), epidermal growth factor receptor (EGFR), erbB2, and insulin-like growth factor 1 receptor (IGF-1R) in trenbolone acetate-stimulated bovine satellite cell proliferation. *J. Anim. Sci.*, 93(9), 4291–4301. DOI: 10.2527/jas.2015-9191.
- Trevisi, E., Cattaneo, L., Piccioli-Cappelli, F., Mezzetti, M., & Minuti, A. (2025). International Symposium on Ruminant Physiology: The immunometabolism of transition dairy cows from dry-off to early lactation: lights and shadows. *Journal of dairy science*. 2025. S0022-0302(24)01444-9. Advance online publication. DOI: 10.3168/jds.2024-25790.
- Vlizlo, V. V., Prystupa, O. I., Slivinska, L. G., Lukashchuk, B. O., Hu Shan, Guttyj, B. V., Maksymovych, I. A., Shcherbatyy, A. R., Lychuk, M. G., Chernushkin, B. O., Leno, M. I., Rusyn, V. I., Drach, M. P., Fedorovych, V. L., Zinko, H. O., & Yaremchuk, V. Y. (2021). Functional state of the liver in cows with fatty liver disease. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 168–173. DOI: 10.15421/2021_159.
- Vlizlo, V. V., Simonov, M. R., & Hultiaeva, O. V. (2014). Lipomobilizatsiyni syndrom u molochnykh koriv. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 225(11), 23–26 (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V., Simonov, M. R., Petrukh, I. M. ta in. (2020). Metabolichni protsesy v orhanizmi koriv u

tranzycyjni period i za rozvytku ketozu: Metodichni rekomendatsii. Lviv (in Ukrainian).

- Vlizlo, V., Ostapiv, D., Simonov, M., Baumgartner, W., & Tomchuk, V. (2022). Hormonal regulation of the concentration of glucose and its derivatives in the blood of dairy cows during the transit period. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 13(4), 16–24. DOI: 10.31548/ujvs.13(4).2022.16-24.
- Xu, C., Xu, Q., Chen, Y., Yang, W., Xia, C., Yu, H., Zhu, K., Shen, T., & Zhang, Z. (2015). The relationship between fibroblast growth factor-21 and characteristic parameters related to energy balance in dairy cows. *BMC Vet. Res.*, 11, 271. DOI: 10.1186/s12917-015-0585-4.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11718
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 616.998:579.8(567.9)

Hematological parameters and immune response characteristics in canine chlamydiosis

V. V. Bisiuk, O. Ye. Galatiuk, V. L. Behas, T. O. Romanishina[✉], A. R. Lakhman

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Article info

Received 13.01.2025
Received in revised form
17.02.2025
Accepted 18.02.2025

Polissia National University,
Sary Boulevard, 7, Zhytomyr,
10008, Ukraine.
Tel.: +38-097-356-27-07
E-mail: tveterinar@gmail.com

Bisiuk, V. V., Galatiuk, O. Ye., Behas, V. L., Romanishina, T. O., & Lakhman, A. R. (2025). Hematological parameters and immune response characteristics in canine chlamydiosis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 126–135. doi: 10.32718/nvlvet11718

Chlamydiosis is a zoonotic infectious disease caused by bacteria of the genus *Chlamydia*, characterized by a wide range of clinical manifestations. This study investigates hematological changes and describes certain immunological mechanisms in various clinical forms of the disease. The aim of the research was to analyze hematological parameters and clinical signs in dogs affected by chlamydiosis to determine the relationship between immunological changes and the clinical course of the disease, thereby improving diagnosis and treatment strategies. The study was conducted on 36 dogs diagnosed with respiratory, intestinal, genital, dermatological, and polyarthritides forms of chlamydiosis, with 10 clinically healthy dogs included as a control group. Clinical examinations assessed appetite, behavior, body condition, spatial positioning, tail and ear posture, gaze, coat and skin condition, pupil size, mucous membranes, dental arcade, respiratory movements, body temperature, and heart rate. Hematological parameters were measured using the MicroCC-20 plus analyzer. Biochemical indices were recorded using the HTI BioChem FC-120 (USA) automatic biochemical analyzer. Ultrasonographic examinations were performed with the Logiq P6 PRO system. Fluorographic screening was conducted using the Univet X-ray apparatus. Immunological studies of biological material from dogs with chlamydiosis were carried out at the "Bald" diagnostic laboratory in Kyiv. According to the study results, the most severe course of chlamydiosis was observed in dogs with respiratory syndrome, characterized by hyperthermia, tracheobronchitis, increased pulmonary pattern intensity, and thickening of bronchial walls. Hematological alterations, including leukocytosis, lymphocytosis, and monocytosis, indicate an intense phagocytic immune response of the host organism. The polyarthritides form of chlamydiosis exhibited an immunological pattern resembling an autoimmune response, radiographically confirmed by periostitis in the mid and upper regions of the humerus. Hematologically, segmental neutropenia, lymphocytosis, and monocytosis were recorded. Biochemical alterations, such as hyperproteinemia ($P < 0.05$), served as markers of systemic inflammatory processes. Elevated alanine aminotransferase activity ($P < 0.05$) and decreased creatinine levels suggested disruptions in cellular metabolism and joint inflammation. In the intestinal form of chlamydiosis, intestinal barrier dysfunction and systemic intoxication were confirmed by hyperbilirubinemia and hyperproteinemia in the blood serum of affected dogs. The dermatological form showed a significant increase in segmented neutrophils ($P < 0.001$). The genital form was accompanied by lymphocytosis, bilirubinemia, and increased alanine aminotransferase activity. The findings confirm the correlation between clinical forms of canine chlamydiosis and changes in hematological and biochemical blood parameters, reflecting specific immune responses to the infection. The obtained data may serve as additional, though nonspecific, diagnostic markers aiding in the more precise identification of different chlamydiosis forms in dogs.

Key words: canine chlamydiosis, zoonosis, clinical manifestation, hematological parameters, immune response.

Гематологічні параметри та особливості імунної відповіді за хламідіозу собак

В. В. Бісюк, О. Є. Галатюк, В. Л. Бегас, Т. О. Романишина[✉], А. Р. Лахман

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Хламідіоз – це зоонозне інфекційне захворювання, викликане бактеріями роду *Chlamydia*, що характеризується широким спектром клінічних проявів. У статті досліджені гематологічні зміни та описані деякі імунологічні механізми при різних клінічних формах даного захворювання. Метою роботи був аналіз гематологічних параметрів та клінічних ознак у собак, хворих на хламідіоз, з метою визначення взаємозв'язку між імунологічними змінами та клінічним проявом захворювання для поліпшення діагностики та лікування. Дослідження проводили на 36 собаках, хворих на респіраторну, кишкову, генітальну, дерматологічну та поліартритну форми хламідіозу та 10 клінічно здорових собак як контрольної групи. Клінічні дослідження включали аналіз апетиту, поведінки, згодованості, постановки тіла у просторі, стану хвоста, вух, погляду, волоссяного покриву й шкіри, зиниць, слизових оболонок, зубної аркади, дихальних рухів, внутрішньої температури тіла, частоти серцевих поштовхів. Гематологічні параметри крові визначали на аналізаторі MicroCC-20 plus. Біохімічні показники реєстрували на автоматичному біохімічному аналізаторі HTI BioChem FC-120 (США). УЗД дослідження собак проводили за допомогою апарата logio p6PRO. Флюорографічний скринінг здійснювали за допомогою рентген-апарата Univet. Імунологічні дослідження біоматеріалу собак, хворих на хламідіоз, проводили у діагностичній лабораторії “Бальд” м. Київ. Згідно з результатами досліджень – найважчий перебіг хламідіозу реєстрували у собак з респіраторним синдромом. Виявлена гіпертермія, трахеобронхіт, підвищена інтенсивність легеневого малюнку та потовищення бронхіальних стінок. Зміни гематологічних параметрів (лейкоцитоз, лімфоцитоз та моноцитоз) свідчать про інтенсивну фагоцитарну імунну відповідь макроорганізму. Поліартритна форма хламідіозу імунологічно протікає у вигляді аутоімунної відповіді, що ретенографічно підтверджується періоститами у середній та верхній частині плечової кістки. Гематологічно зареєстровано сегментоядерну нейтрофілопенію, лімфо- та моноцитоз. Біохімічні зміни у вигляді гіперпротеїнемії ($P < 0,05$) слугують індикатором системного запального процесу. Гіпераланіамінотрансферазна активність ($P < 0,05$) та гіпокреатиніємія свідчать про порушення клітинного метаболізму та запальний процес у суглобах. За кишкової форми хламідіозу порушення бар'єрної функції кишечника та інтоксикацію організму підтверджують гіпербілірубінемія та гіперпротеїнемія в сироватці крові хворих собак. За дерматологічної форми хламідіозу виявлене достовірне підвищення кількості сегментоядерних нейтрофілів ($P < 0,001$). Генітальна форма хламідіозу супроводжується лімфоцитозом, білірубінемією та гіпераланіамінотрансферазною активністю. Дослідження підтверджують взаємозв'язок між клінічними формами прояву хламідіозу в собак та змінами в гематологічних і біохімічних показниках крові, які відображають характерні особливості імунної реакції організму на інфекцію. Отримані дані можуть бути використані як додаткові, хоча й неспецифічні, діагностичні маркери, що сприяють точнішій ідентифікації різних форм хламідіозу в собак.

Ключові слова: хламідіоз собак, зооноз, клінічний прояв, гематологічні параметри, імунна відповідь.

Вступ

Хламідіоз – зоонозне інфекційне захворювання, викликане бактеріями роду *Chlamydia*. Без лікування даний вид бактеріальної інфекції викликає хронічні розлади внутрішніх органів, безпліддя та запальні ураження. На хламідіоз, окрім людей, також хворіють різні види тварин, такі як велика рогата худоба, птахи, вівці, кози, коти, свині, коні та собаки. Хламідіоз у собак реєструють рідше, але часто вони можуть бути носієм інфекції. Основні збудники інфекції належать до бактерій видів *Chlamydia psittaci*, *Chlamydia trachomatis*, *Chlamydia abortus*, *Chlamydia pneumoniae* тощо. Основними резервуарами *Chlamydia psittaci* у природі є птахи, зокрема папури, голуби та кури, однак інфікування савців, включаючи собак, також задокументовано (Longbottom et al., 2018; Zhai et al., 2023). У другій половині XIX століття серологічними дослідженнями були виявлені антитіла до цих внутрішньоклітинних паразитів у деяких клінічно здорових собак (Steiert et al., 2023). Виявлена здатність собак передавати інфекцію (*Chlamydia psittaci*) іншим видам тварин (Eissa, 2024; Ulbert et al., 2024).

Протягом останнього десятиліття кількість зареєстрованих випадків інфікування людей *C. psittaci* суттєво зросла у багатьох країнах (Bommana & Polkinghorne, 2019; Zhai et al., 2023; Miller, 2025). Доктор Лонгботтом (Велика Британія) разом з колегами описав хламідіози тварин та їхні зоонозні наслідки (Longbottom et al., 2018). Учені Швейцарії вивчали кореляцію між видами тварин та різновидами штамів збудника, акцентуючи увагу на основні етіологічні та генетичні особливості хламідій, їх економічне значення (Sachse & Borel, 2020). Ніколь Борель (Borel et al., 2018) з колегами проводили подібне дослідження у Швейцарії, їхнім об'єктом було поширення та способи передачі збудника між особами різного віку.

Встановлене поширення збудника інфекції через тісний контакт із зараженими тваринами або їх екскрементами (Sprague et al., 2009; Zaręba-Marchewka et al., 2021). Німецькі вчені зареєстрували один із перших випадків зараження собак пташиним штамом із гено-типом-С, що викликав високу смертність щенят у сук в розплідниках (Sprague et al., 2009). Французькі вчені ще у 2009 році аналізували клінічний прояв, епізоотичні особливості хламідіозу у собак різного віку та статі, але не виявили достовірного кореляційного зв'язку (Liutkeviciene et al., 2009). Зростання частоти випадків хламідіозу зумовлює необхідність більш детального дослідження механізмів поширення інфекції, методів діагностики хвороби та ефективних стратегій профілактики. Адже навіть після перенесення інфекції імунітет залишається нестійким та не забезпечує довготривалого захисту через те, що збудником є внутрішньоклітинний паразит, який уникає імунної відповіді та перебуває в латентному стані всередині інфікованих клітин.

Bastidas & Valdivia (2023) встановили складність взаємодії *Chlamydia trachomatis* з клітинами господаря на генетичному рівні. Спільною рисою усіх видів хламідій є унікальна і складна внутрішньоклітинна двофазна реплікація (Bommana & Polkinghorne, 2019). Вони проходять складний цикл розвитку, включаючи перетворення інфекційних елементарних тілець (ЕТ) у реплікативні ретикулярні тільця (РТ) всередині клітини-господаря. У процесі інфікування макроорганізму хламідії використовують клітинні ресурси для власного розмноження, а їх вихід із клітини відбувається шляхом екзоцитозу або лізису клітини-господаря. Вибір механізму виходу значною мірою визначає ефективність поширення інфекції та подальшу реакцію імунної системи (Abdelrahman & Belland, 2005).

Клінічні ознаки хламідіозу у собак різноманітні: гарячка з підвищенням температури до 41 °C, брон-

хопневмонія, кашель (Dai et al., 2022), кератит, кон'юнктивіт, блефарит (Cerrada et al., 2023), млявість, відсутність апетиту, блювання, діарея та неврологічні симптоми (тоніко-клонічні судоми) (Gresham et al., 1996), септичний поліартрит (Lambrechts et al., 1999). Хвороба може перебігати гостро, підгостро, хронічно та латентно. Хронічна інфекція у собак була підтверджена у ПЛР шляхом ідентифікації *S. pneumoniae* (Dear et al., 2024) та імуногістохімічними дослідженнями патологічного матеріалу з атеросклеротичних уражень аорти, коронарних та селезінкових артерій собак (Petrauskaitė et al., 2024). Також хламідії були виділені з плеврального випоту собаки, яку відправили в клініку з симптомами гарячки та кульгавості (Dear et al., 2024).

Діагностика хламідіозу у собак потребує комплексного підходу, оскільки клінічні ознаки інфекції можуть бути неспецифічними та нагадувати інші бактеріальні або вірусні захворювання (She & Zanfagnin, 2024; Ulbert et al., 2024; Darville, 2025). У випадках хламідіозу з респіраторним проявом проводять рентгенографію грудної клітки для виявлення можливих патологічних змін у легенях (Gu et al., 2020; Feng et al., 2024; Darville, 2025). На основі епізоотичного аналізу, клінічного прояву та патологоанатомічних змін можна лише запідозрити дане захворювання, однак остаточний діагноз вимагає лабораторного підтвердження (She & Zanfagnin, 2024). Традиційним методом виявлення мікроорганізмів роду *Chlamydia* у зразках патологічного матеріалу є інокуляція збудника в жовтковий мішок курячих ембріонів з подальшим інкубуванням протягом 5–7 днів, що дозволяє виділити культуру збудника для подальшого аналізу (Sachse & Borel, 2020). Цей метод є трудомістким і вимагає спеціального обладнання, що обмежує його застосування (She & Zanfagnin, 2024). Серологічні дослідження при діагностиці хламідіозу дозволяють виявляти антитіла до *Chlamydia* у крові тварини і оцінювати як гостру, так і перенесену інфекцію (Persson & Boman, 2020; Tuuminen et al., 2020; She & Zanfagnin, 2024). Наразі найпоширенішим і високочутливим методом виявлення *Chlamydia* у клінічному матеріалі є полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) (Gu et al., 2020; Marti et al., 2024). Цей метод дозволяє ідентифікувати ДНК збудника у мазках з кон'юнктиви, респіраторних шляхів або інших біологічних зразках (Jonker & Michel, 2023; Wang et al., 2024). Комплексне застосування молекулярних, мікробіологічних та серологічних методів діагностики хламідіозу дозволяє отримати точні результати та призначити ефективне лікування (She & Zanfagnin, 2024).

Мета дослідження

Проаналізувати гематологічні параметри та клінічні ознаки у собак, хворих на хламідіоз, з метою визначення взаємозв'язку між імунологічними змінами та клінічним перебігом захворювання для поліпшення діагностики та лікування.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконувалась протягом 2022–2024 років на базі кафедри ветеринарної епідеміології Поліського національного університету та в умовах клініки Ірпінської державної дільничної лікарні ветеринарної медицини. Клінічні дослідження загального стану 46 собак (з яких були 10 здорових та 36 хворих з різними формами клінічного прояву хламідіозу), включали аналіз апетиту, поведінки, вгодованості, постановки тіла у просторі, стану хвоста, вух, погляду, волоссяного покриву й шкіри, зіниць, слизових оболонок, зубної аркади, дихальних рухів, внутрішньої температури тіла, частоти серцевих поштовхів. Методом аускультатії прослуховували серце та легені. Методом пальпації черевної порожнини фіксували больові реакції кишечника та печінки.

Проби крові відбирали з сафенової латеральної вени у вакумні пробірки зі стабілізатором з дотриманням правил антисептики та асептики. Вміст гемоглобіну, показник гематокриту, кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, індексів стабілізованої крові визначали на гематологічному аналізаторі MicroCC-20 plus з використанням реагентів фірми PZ Cormay S.A. (Польща). Вміст загального білка, активність ферментів (АлАТ, АсАТ, ГГТП, амілази), показники сечовини, креатиніну, загального та прямого білірубіну, глюкози у сироватці крові реєстрували на автоматичному біохімічному аналізаторі HTI BioChem FC-120 (США) з використанням реагентів фірми PZ Cormay S. A. (Польща). Біоматеріал поміщали у спеціальні пробірки і відправляли у діагностичну лабораторію “Бальд” (м. Київ), експертний висновок щодо підтвердження діагнозу на хламідіоз собак отримували на наступний день.

УЗД дослідження собак проводили за допомогою апарата logio p6PRO. Одним із додаткових методів діагностики хламідіозу собак було використання флюорографічних досліджень за допомогою рентген апарата Univet.

Аналіз статистичних даних отриманих результатів здійснювали із застосуванням програмного забезпечення Microsoft Office Excel 2021, а також спеціалізованих статистичних програм “Біостатистика” та Statistica 7.0. Під час обробки даних визначали середнє значення (M), стандартну похибку середнього (m) та оцінювали вірогідність відмінностей між середніми значеннями за допомогою критерію достовірності (p). Для перевірки статистичної значущості використовували t-критерій Стюдента (Student's t-test for independent samples). Відмінності між середніми арифметичними даними вважали достовірними при рівні значущості $P < 0,05, 0,01$ та $0,001$.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження виконано відповідно до міжнародних і національних норм біоетики та законодавства України щодо захисту тварин від жорстокого поводження. Всі маніпуляції проводилися згідно з положеннями Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в наукових дослідженнях, та Закону України “Про захист тварин від жорстокого пово-

дження” (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text>).

Протоколи досліджень були розглянуті та схвалені комісією з біоетики Поліського національного університету. Під час проведення клінічних досліджень собак забезпечували відповідні умови утримання, уникали заподіяння непотрібного стресу або болю, а всі інвазивні процедури здійснювали під контролем кваліфікованих ветеринарних спеціалістів із застосуванням методів, що мінімізують дискомфорт. Відбір біоматеріалу здійснювали відповідно до принципів асептики та антисептики, з використанням сучасного лабораторного обладнання.

Усі тварини, залучені до дослідження, отримували належний догляд та ветеринарний супровід протягом усього періоду спостереження. Дослідження не передбачало евтаназії або заподіяння довготривалих негативних наслідків для тварин.

Результати та їх обговорення

Етіологічними факторами хламідіозу у собак є різні види мікроорганізмів роду *Chlamydia* (*Chlamydia psittaci*, *Chlamydia abortus*, тощо), кожен з яких володіє вираженою тропністю до відповідної системи

організму і зумовлює розвиток конкретної клінічної форми (Wang et al., 2024). Спалахи хламідіозу собак, викликаних бактеріями виду *Chlamydophila psittaci*, були описані в Англії. Серед основних клінічних проявів реєстрували гарячку, бронхопневмонію, кашель, кератит або кератокон'юнктивіт, млявість, відсутність апетиту, блювання, діарею та неврологічні симптоми (тоніко-клонічні судоми) (Gresham et al., 1996).

В умовах клініки було виявлено 36 собак хворих, на різні форми хламідіозу – респіраторну, легеневу, генітальну, ентеритну, шкірну та поліартритну. Заключний діагноз був встановлений на підставі результатів імунологічних досліджень лабораторії “Бальд” м. Києва.

Найважчий перебіг хламідіозу реєстрували у собак з респіраторним синдромом. Серед основних клінічних проявів даної форми зазначали гіпертермію до 40,0–41,5 °C, риніт, геморагічне запалення слизових оболонок носових ходів та очей, кон'юнктивіт (рис. 1 – А), незначне покашлювання, серозні виділення з носової порожнини. При проведенні флюорографії за респіраторної форми хламідіозу часто виявляли трахеобронхіт, підвищену інтенсивність легеневого малюнка (рис. 1 – Б), потовщення бронхіальних стінок.

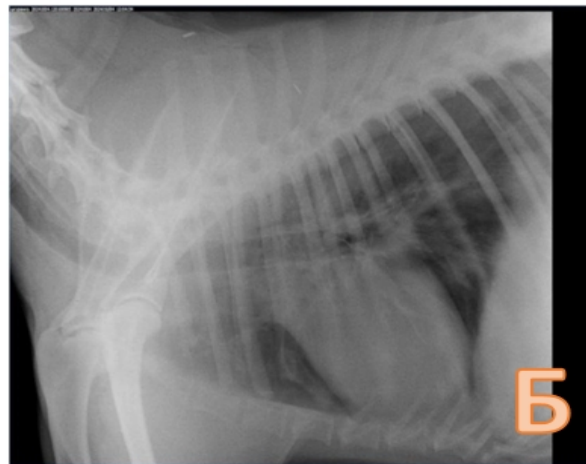


Рис. 1. Прояви респіраторної форми хламідіозу: А – кон'юнктивіт у собаки; Б – результат рентгенографічного дослідження собаки при респіраторній формі хламідіозу

У крові хворих тварин виявляли достовірне ($P < 0,05$ – $P < 0,01$ порівняно з показниками собак контрольної групи) підвищення кількості лейкоцитів, моноцитів та лімфоцитів (табл. 1). Дані результати свідчать про значну імунну відповідь макроорганізму, причому, ймовірно, основну роль відіграють макрофаги (моноцити крові). Так, після проникнення *Chlamydia* spp. в епітеліальні клітини дихальних шляхів активуються Toll-подібні рецептори (TLR2 і TLR4), які розпізнають бактеріальні ліпополісахариди та запускають сигнальні шляхи ядерного фактора транскрипції NF-κB (Taheri et al., 2025). Це призводить до підвищеної продукції прозапальних цитокінів, зокрема інтерлейкіну-6 (IL-6), фактора некрозу пухлин-α (TNF-α) та інтерлейкіну-1β (IL-1β), що сприяє формуванню запальної реакції у легеневій тканині (Lei et al., 2024; Wang et al., 2024).

Лімфоцитарна відповідь включає активацію CD4+ Т-клітин, які продукують IFN-γ, посилюючи фагоцитарну активність макрофагів. Фагоцитоз сегментоядерними нейтрофілами (мікрофагами) та макрофагами у вогнищі запалення підтверджується достовірним зниженням кількості сегментоядерних нейтрофілів ($P < 0,05$) (табл. 2). Це своєю чергою сприяє елімінації внутрішньоклітинних хламідійних тілець з одночасним пошкодженням епітелію легень (Wang et al., 2024). Надлишкова секреція у макрофагах оксиду азоту (NO) під впливом індукцельної NO-синтази (iNOS) сприяє формуванню окисного стресу, пошкодженню клітинних мембран та активації шляхів апоптозу епітеліоцитів (Sprague et al., 2009; Akpınar et al., 2024). Достовірне підвищення концентрації альфа-амілази ($P < 0,05$), ймовірно, також вказує на розвиток стресу, гіпертермії, інтоксикації та залучення енд-

кринної системи у відповідь на запальну реакцію внаслідок інфекційного процесу (Sprague et al., 2009).

За поліартритної форми у собак виявляли тремтіння кінцівок, порушення координації рухів, незначні судоми м'язів, артрити, набряк і відчуття болю при пальпації суглобів. Гіпертермія на рівні – 39,0–40 °С.

При проведенні рентгенографії діагностовано періостит у середній та верхній частині плечової кістки (рис. 2). Виявляли хронічні деструктивні зміни у верхній частині кістки і гострий запальний процес окістя в середній частині кінцівки (рис. 2).

Таблиця 1

Гематологічні показники у собак, хворих хламідіозом

Показник, одиниці виміру	Форма хвороби						
	Респіраторна, n = 8	Поліартритна, n = 8	Кишечна, n = 7	Дерматологічна, n = 8	Генітальна, n = 5	Клінічно здорові n = 10	Фізіологічна норма
Гемоглобін, г/л	136,63 ± 8,66	157,38 ± 6,93	153,0 ± 8,71	142,50 ± 8,65	140,60 ± 19,28	133,0 ± 11,16	110–190
Кількість еритроцитів, Т/л	6,37 ± 0,22	5,95 ± 0,25	6,27 ± 0,29	7,53 ± 0,50	6,06 ± 0,91	6,44 ± 0,45	5,5–8,5
Кількість лейкоцитів, Г/л	28,96 ± 4,55**	12,96 ± 2,31	32,97 ± 6,39*	15,91 ± 3,82	16,22 ± 2,41	12,31 ± 1,41	6–17
Гематокрит, %	40,61 ± 2,39	42,49 ± 1,60	40,80 ± 1,74	40,56 ± 1,69	38,14 ± 4,71	47,22 ± 3,37	39–56
Середній об'єм еритроцита, фл	59,44 ± 5,54	69,99 ± 1,54	65,91 ± 4,03	55,01 ± 3,67*	65,42 ± 5,76	67,94 ± 4,14	62–72
Середня концентрація гемоглобіну, г/л	373,63 ± 9,73*	376,88 ± 5,34*	374,57 ± 7,98*	357,38 ± 6,89	363,60 ± 5,71	334,57 ± 15,25	300–380
Ширина розподілення еритроцитів, %	12,69 ± 0,37	12,18 ± 0,28	12,23 ± 0,32	12,95 ± 0,27	12,76 ± 0,39	11,45 ± 1,37	11–14
Тромбоцити, тис/мкл	219,13 ± 12,63	288,25 ± 21,44	269,43 ± 46,69	274,0 ± 29,41	299,40 ± 65,14	259,71 ± 42,82	117–460
Середній об'єм тромбоцита, фл	7,15 ± 0,31*	6,61 ± 0,12*	6,94 ± 0,24*	7,51 ± 0,18*	7,26 ± 0,45*	10,62 ± 1,26	7–12

Примітка: * – P < 0,05; ** – P < 0,01 щодо показників крові собак контрольної групи

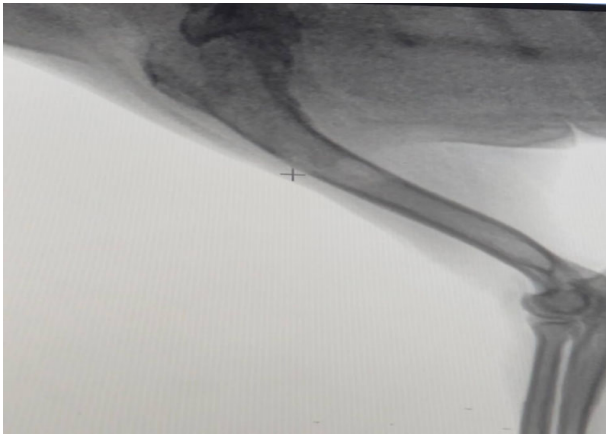


Рис. 2. Рентген-знімок собаки, хворої поліартритною формою хламідіозу

Сегментоядерна нейтрофілопенія (P < 0,05), лімфоцитоз та моноцитоз у крові хворих на поліартритну форму хламідіозу собак (табл. 2) свідчать про активацію ланок клітинного імунітету та залучення макрофагально-фагоцитарної системи до боротьби з бактеріальними антигенами.

Гіперпротеїнемія (P < 0,05) у сироватці крові тварин цієї ж групи, ймовірно, є індикатором системного запального процесу та синтезу білків гострої фази запалення (С-реактивний білок) початкової стадії хвороби (табл. 3). Такі гематологічні зміни в організмі хворих собак є результатом активації імунної відповіді організму на інфекцію *Chlamydia* spp., що спричиняє підвищення фагоцитарної активності та надмірний синтез фібриногену й інших білків, що є характерними маркерами запального процесу, який супроводжує хламідіоз.

Таблиця 2

Показники лейкограми у собак, хворих хламідіозом

№	Форма хвороби	Сегментоядерні нейтрофіли,		Моноцити,		Лімфоцити,	
		%	Г/л	%	Г/л	%	Г/л
1	Респіраторна, n = 8	38,96 ± 4,47*	11,62 ± 2,47	9,21 ± 0,42***	2,66 ± 0,40**	51,01 ± 4,37**	14,40 ± 2,01**
2	Поліартритна, n = 8	43,39 ± 1,31*	5,63 ± 0,97	7,46 ± 0,69**	0,98 ± 0,21	50,60 ± 5,96*	6,84 ± 1,68
3	Кишечна, n = 7	63,53 ± 3,97*	22,09 ± 6,30*	8,57 ± 1,40*	2,62 ± 0,43*	25,60 ± 2,58*	7,61 ± 0,36*
4	Дерматологічна, n = 8	70,30 ± 3,77***	11,83 ± 3,20	5,55 ± 0,85	0,90 ± 0,25	25,46 ± 4,17	4,18 ± 1,22
5	Генітальна, n = 5	34,91 ± 2,45***	5,57 ± 0,64	8,72 ± 0,85**	1,45 ± 0,31*	58,17 ± 4,80**	9,40 ± 1,55*
6	Клінічно здорові n = 10	50,0 ± 2,45	6,3 ± 0,85	4,6 ± 0,56	0,6 ± 0,12	35,4 ± 2,45	4,6 ± 0,56
Фізіологічна норма		55–77		1–5		20–40	

Примітка: * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001 щодо показників крові собак контрольної групи

Основним збудником виступають бактерії роду *Chlamydia*, які інфікують синовіальну оболонку суглобів, зумовлюють розвиток запалення та провокують хронічний запальний процес (Zhai et al., 2023). В контексті імунної відповіді збудник хламідіозу виступає природним антигеном, що модифікує білки господаря, спричиняє молекулярну мімікрію та перехресну активацію аутоімунних лімфоцитів. Тобто розвиток

хламідіозу за даної форми протікає у вигляді аутоімунного захворювання. Організм хворого сприймає власні клітини як генетично чужорідні. Даний процес характеризується активацією CD4+ Т-клітин, які стимулюють диференціацію В-лімфоцитів у плазматичні клітини, що продукують аутоантитіла до білків суглобової тканини. Синтезовані імунні комплекси осідають у синовіальній оболонці та активують систему

комплементу, викликаючи подальше пошкодження суглобів (Wang et al., 2024).

Підвищена активність аланінамінотрансферази ($P < 0,05$) та гіпокреатиніємія (табл. 4) свідчать про порушення клітинного метаболізму та запальний процес у суглобах. Крім того, активація мітохондріального апоптозу спричиняє загибель синовіоцитів, що

супроводжується порушенням структурної цілісності суглоба (Luís et al., 2023). Таким чином, патогенез поліартритної форми хламідіозу у собак базується на розвитку аутоімунних реакцій в організмі тварин, активації різних ланок спадкового та набутого імунітетів, в результаті чого виникають запальні зміни в суглобах (Wang et al., 2024).

Таблиця 3

Біохімічні показники крові у собак, хворих хламідіозом

№	Форма хвороби	Глюкоза, ммоль/л	Загальний білок, г/л	Білірубін загальний, мкмоль/л	Білірубін прямий, мкмоль/л	Сечовина, ммоль/л
1	Респіраторна, n = 8	5,48 ± 0,20	75,18 ± 2,07	1,48 ± 0,13	0,77 ± 0,09*	5,48 ± 0,54
2	Поліартритна, n = 8	5,31 ± 0,32	82,18 ± 4,42	1,54 ± 0,21	0,87 ± 0,12*	13,76 ± 4,60
3	Кишечна, n = 7	5,83 ± 0,46	78,61 ± 5,94	1,88 ± 0,36	0,99 ± 0,09**	5,43 ± 0,70
4	Дерматологічна, n = 8	5,45 ± 0,51	74,11 ± 2,16	1,83 ± 0,17	0,89 ± 0,12*	5,50 ± 0,69
5	Генітальна, n = 5	5,43 ± 0,36	75,60 ± 3,97	1,93 ± 0,36	0,93 ± 0,22	8,49 ± 2,14
6	Клінічно здорові n = 10	5,62 ± 0,51	75,47 ± 7,13	1,68 ± 0,64	0,49 ± 0,09	5,99 ± 0,82
Фізіологічна норма		3,3–5	60–75	0,3–4,5	до 0,2	3,0–8,0

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ щодо показників крові собак контрольної групи

Кишкова форма хламідіозу у собак характеризувалася анорексією, також реєстрували блювоту, пригнічення, опущення вух, рідкі темні фекалії з домішками крові, гіперемію та виразки на слизовій оболонці рота (рис. 3). Температура тіла була в межах 39,0–40,5 °C.



Рис. 3. Клінічний стан собаки при кишковій формі хламідіозу

Результати гематологічних досліджень, а саме: достовірне ($P < 0,05$) підвищення кількості сегментоядерних нейтрофілів та моноцитів при одночасному зниженні абсолютної кількості лімфоцитів, вказують на активацію імунної системи у відповідь на інфекційне навантаження, що свідчить про розвиток гострої фази запалення та мобілізацію фагоцитарних клітин для боротьби з патогенними агентами (табл. 2). Нейтрофіли, як мікрофаги, фагоцитують хламідії, однак внутрішньоклітинний паразитизм збудника ускладнює його повну елімінацію, що сприяє затяжному перебігу

захворювання. На ранніх етапах кишкової форми хламідіозу ключову роль відіграють Toll-подібні рецептори (TLR2, TLR4), які є складовими вродженого імунітету та локалізуються на зовнішніх мембранах імунних клітин (антиген-презентуючі клітини, нейтрофіли, ендотеліальні клітини), і виступають внутрішньоклітинними цитоплазматичними компонентами. Вони розпізнають поверхневі антигени хламідій та активують сигнальний шлях NF- κ B (Taheri et al., 2025). Це призводить до продукції прозапальних цитокінів, включаючи інтерлейкін-6 (IL-6), інтерлейкін-8 (IL-8) та фактор некрозу пухлин- α (TNF- α), що сприяє залученню нейтрофілів та моноцитів у вогнище інфекції (Luís et al., 2023; Lei et al., 2024; Wang et al., 2024). Інфекція супроводжується розвитком окислювального стресу, що підтверджується підвищеною продукцією реактивних форм кисню (ROS) у макрофагах та епітеліальних клітинах кишечника. Надмірне утворення ROS призводить до пошкодження клітинних мембран, ДНК та мітохондрій ентероцитів, результатом чого є розвиток некрозу слизової оболонки кишечника (Akpınar et al., 2024). Гіпербілірубінемія та гіперпротеїнемія (табл. 3), ймовірно, свідчать про порушення бар'єрної функції кишечника та інтоксикацію організму (Maggi et al., 2024).

Дерматологічна форма хламідіозу у собак клінічно проявлялась ураженням шкіри в ділянці вušних раковин, черева (рис. 4) та хвоста. При обстеженні хворих на дану форму собак виявляли розчісування, набряк шкіри в місцях їх прояву та болючість. Температура тіла була в межах норми або незначно підвищена до 39,0–39,5 °C.

У крові реєстрували достовірне підвищення кількості сегментоядерних нейтрофілів ($P < 0,001$) (табл. 2), що пояснюємо гнійно-запальними процесами у шкірі (Luís et al., 2023). Так, бактерії роду *Chlamydia* посилюють секрецію металопротеїназ (MMP-9), які руйнують речовини міжклітинного простору шкіри, що сприяє проникненню збудника в глибокі шари шкіри (Luís et al., 2023).



Рис. 4. Клінічний стан собаки, хворої дерматологічною формою хвороби

Таблиця 4

Деякі біохімічні параметри крові у собак, хворих хламідіозом

№	Форма хвороби	Креатинін, мкмоль/л	Аланінамінотрансфераза, од/л	Аспартамінотрансфераза, од/л	Амілаза, од/л	Гамма-глутамілтрансфераза, од/л	Холестерин, ммоль/л
1	Респіраторна, n = 8	78,63 ± 6,75	50,41 ± 5,58	42,79 ± 2,79	1013,14 ± 133,58	7,35 ± 1,10	5,10 ± 0,66
2	Поліартритна, n = 8	91,76 ± 10,60	82,78 ± 8,03*	61,45 ± 4,63	1286,94 ± 156,90	8,40 ± 1,36	4,91 ± 0,50
3	Кишечна, n = 7	66,73 ± 4,67*	64,04 ± 8,91	46,37 ± 7,71	1114,66 ± 180,47	10,32 ± 1,42*	6,57 ± 0,98
4	Дерматологічна, n = 8	76,21 ± 7,50	45,53 ± 8,72	44,88 ± 4,43	1104,34 ± 149,28	8,91 ± 1,38	4,83 ± 0,68
5	Генітальна, n = 5	93,46 ± 12,25	57,46 ± 7,13	62,56 ± 4,33	1342,00 ± 266,27	4,60 ± 1,66	4,06 ± 0,64*
6	Клінічно здорові, n = 10	101,53 ± 13,69	55,21 ± 8,18	47,80 ± 5,86	1328,90 ± 131,65	5,98 ± 0,59	6,17 ± 0,64
Фізіологічна норма		80–150	до 25	до 55	5000–1750	до 6	(3–6,5)

Примітка: * – $P < 0,05$ щодо показників крові собак контрольної групи

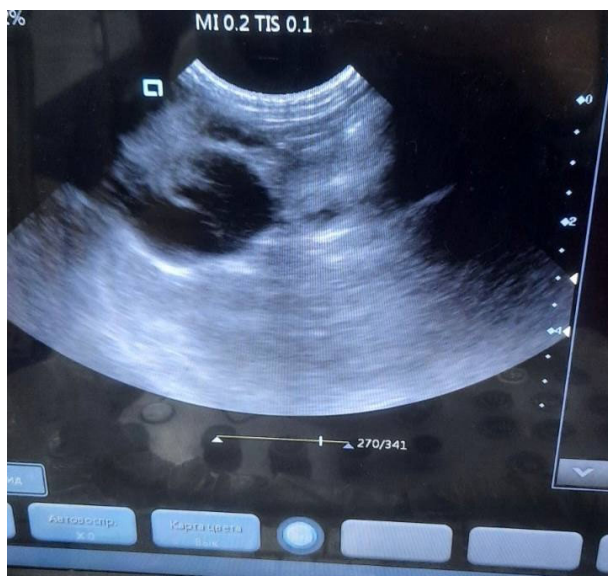


Рис. 5. УЗД знімок ендометриту в собаки, хворої на генітальну форму хламідіозу

Показники лейкограми у собак цієї дослідної групи, зокрема зниження відносної кількості сегментоядерних нейтрофілів (табл. 2, $P < 0,05$), ймовірно,

Антигени хламідій здатні імітувати структури білків шкіри, що сприяє утворенню аутоантител та розвитку імунозапальних реакцій, подібних до аутоімунних дерматитів. Підвищена концентрація прозапальних цитокінів також активує Т-хелперні клітини (CD4+), що сприяє проліферації В-лімфоцитів та гіперпродукції імуноглобулінів (Lei et al., 2024). Тому одним із аспектів розвитку дерматологічної форми хламідіозу є порушення бар'єрної функції шкіри через ушкодження епітеліоцитів та ендотеліальних клітин судин шкіри.

За генітальної форми хламідіозу спостерігали аборти на останніх місяцях вагітності, народження нежиттєздатних щенят, які гинули на 15–25 добу життя. У самців виявляли запалення та болючість тестикулів, орхіти, пригнічення та гіпертермію тіла (40–41 °C). У самок розвивались метрити та ендометрити, затримки посліду. За результатами УЗД матка хворих сук мала ущільнені стінки, була наповнена незначною кількістю рідини (рис. 5).

вказують на пригнічення фагоцитарної активності імуніцитів. Достовірне підвищення рівня прямого білірубіну (табл. 3, $P < 0,01$) та вмісту аланінамінотрансферази ($P < 0,05$) (табл. 4) свідчить про руйнування гепатоцитів, спричинене ендотоксичним ефектом хламідійних ліпополісахаридів (Maggi et al., 2024). Ключову роль у розвитку абортного синдрому відіграє індукція апоптозу трофобластичних клітин, що реалізується через шлях Fas/FasL. Хламідії здатні активувати каспаз-3 та мітохондріальний шлях апоптозу, що супроводжується викидом цитохрому С в цитоплазму та активацією каспази-9. Такі явища призводять до порушення проникності плацентарного бар'єру, втрати васкуляризації та недостатнього постачання плода киснем і поживними речовинами (Akpınar et al., 2024). Одночасно підвищується концентрація протизапальних цитокінів (інтерлейкіну-6 (IL-6), фактору некрозу пухлин- α (TNF- α) та інтерлейкіну-1 β (IL-1 β), що сприяє деградації плацентарних тканин, тромбозу мікросудин, гіпоксії плода та абортів (Lei et al., 2024; Taheri et al., 2025). Отже, основними мішенями *Chlamydia spp.* (*Chlamydia psittaci*, *Chlamydia abortus*) є ендометрій, плацента та плодова оболонка, ураження яких призводить до порушення розвитку плодів та їх загибелі (Akpınar et al., 2024).

Отже, клінічні прояви та гематологічні зміни за хламідіозу собак зумовлені особливостями взаємодії збудника з імунною системою (Taheri et al., 2025). При респіраторній формі інфекції пошкоджується епітелій бронхів, що спричиняє кашель, задишку та підвищену секрецію слизу (St Jean et al., 2024). Поліартритна форма супроводжується запаленням суглобів, яке розвивається внаслідок утворення імунних комплексів та активації каскаду системи комплементу. Кишкова форма характеризується порушенням бар'єрної функції кишечника через ушкодження ентероцитів та активацію окисного стресу, що спричиняє діарею та зниження засвоєння поживних речовин (Akpınar et al., 2024). Абортна форма пов'язана з активацією запальних каскадів у плаценті, що спричиняє ішемію плода та його загибель (Taheri et al., 2025). Одним із ключових механізмів захисту організму від подальшого поширення хламідійної інфекції є апоптоз – генетично запрограмована загибель клітин, що перешкоджає поширенню інфекційного агента. Доведено, що інфіковані клітини ссавців можуть ініціювати апоптоз у відповідь на реплікацію хламідій, що призводить до деградації внутрішньоклітинного збудника до виходу зрілих ЕТ (Byrne & Ojcius, 2004; Abdelrahman & Belland, 2005). Це є ефективним механізмом обмеження інфекційного навантаження та запобігання неконтрольованому поширенню збудника (Byrne & Ojcius, 2004; Abdelrahman & Belland, 2005). Проте хламідії мають адаптивні можливості уникнення апоптозу на ранніх стадіях інфекції. Вони можуть модулювати сигнальні шляхи клітини-господаря, зокрема інгібувати каспазо-залежний апоптоз шляхом активації факторів виживання клітини, таких як NF-κB або PI3K/Akt. Це дозволяє збуднику ефективно завершити цикл реплікації та утворити нові інфекційні частки (Fischer et al., 2001; Brokatzky et al., 2020).

Аналіз гематологічних параметрів крові всіх хворих собак (табл. 1) виявив тенденцію до підвищення рівня гемоглобіну, особливо у тварин з кишковою та поліартритною формами хламідіозу. Показники гематокриту знижені на 5–9 % у всіх хворих собак порівняно з клінічно здоровими. При цьому встановлено достовірне ($P < 0,05$) зниження середнього об'єму еритроцитів (мікроцитоз) у хворих дерматологічною формою хвороби тварин. За дерматологічної форми встановлено достовірне ($P < 0,001$) збільшення відносної кількості сегментоядерних нейтрофілів і натомість достовірне ($P < 0,05$) зниження цього показника при генітальній формі хламідіозу (Taheri et al., 2025). Це пояснюється тим, що проникнення хламідій у клітини відбувається шляхом ендцитозу з подальшою внутрішньоклітинною трансформацією, що супроводжується активацією Toll-подібних рецепторів (TLR2, TLR4) та сигнальних шляхів NF-κB і MAPK (Lei et al., 2024). Це зумовлює продукцію прозапальних цитокінів (TNF-α, IL-1β, IL-6) та стимулює міграцію моноцитів і нейтрофілів у зону ураження, що відображається на гематологічних показниках (Luís et al., 2023; Wang et al., 2024).

У сироватці крові хворих хламідіозом собак за поліартритної та кишкової форм хвороби встановлена тенденція до гіперпротеїнемії, що свідчить про згу-

щення крові за цих форм хвороби (Maggi et al., 2024). Підвищення вмісту сечовини, ймовірно, є індикатором розпаду білків та розвитку цирозу печінки. Так, біохімічний аналіз крові засвідчив тенденцію до зниження рівня креатиніну, амілази та холестерину в усіх хворих тварин незалежно від клінічної форми. Натомість спостерігалось підвищення активності аланінамінотрансферази та рівня прямого білірубину ($P < 0,05$), що може свідчити про запальні процеси у печінці, ураження капілярів судин та розвиток інтоксикації (Dai et al., 2018; Maggi et al., 2024).

Таким чином, такі показники, як кількість лейкоцитів, моноцитів, сегментоядерних нейтрофілів та лімфоцитів, середній об'єм тромбоцитів, вміст білірубину прямого, сечовини, креатиніну, аланінамінотрансферази, гамма-глутамілтрансферази, амілази, на нашу думку, можуть бути використані як додаткові, але неспецифічні, маркери за комплексної діагностики хламідіозу собак.

Висновки

1. Отримані результати підтверджують взаємозв'язок між клінічними формами хламідіозу у собак та змінами гематологічних і біохімічних параметрів крові, що відображають специфічні аспекти імунної відповіді організму на інфекцію. Визначені показники є додатковими, але неспецифічними діагностичними маркерами, що дозволяють поліпшити ідентифікацію різних форм хламідіозу собак.

2. У собак, хворих на різні клінічні форми хламідіозу, не встановлено достовірних змін у кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну та гематокриту, ширині розподілу еритроцитів і кількості тромбоцитів порівняно з клінічно здоровими тваринами. Водночас у всіх хворих тварин виявляли зниження середнього об'єму тромбоцитів.

3. Респіраторна, поліартритна та генітальна форми хламідіозу супроводжуються лімфоцитозом, тимчасом як при кишковій і дерматологічній формах виявлено нейтрофільний зсув ядра вправо. Респіраторна форма характеризується лейкоцитозом ($P < 0,05$ – $P < 0,01$) з лімфоцитозом і моноцитозом та з одночасним зниженням сегментоядерних нейтрофілів. Поліартритна та кишкова форми супроводжуються моноцитозом, тимчасом як дерматологічна та кишкова форми вирізняються сегментоядерною нейтрофілією ($P < 0,05$ – $P < 0,001$).

4. У всіх хворих собак, незалежно від клінічної форми, зареєстрована гіпокреатиніємія, гіпоамілаземія та гіпохолестеринемія, а також гіпераланінамінотрансферазна активність та білірубінемія ($P < 0,05$), що свідчить про можливі патологічні зміни у печінці та підшлунковій залозі.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку диференційної діагностики різних форм прояву хламідіозу від чуми, інфекційного гепатиту, лептоспірозу, паратифу та коронавірусного ентериту собак.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

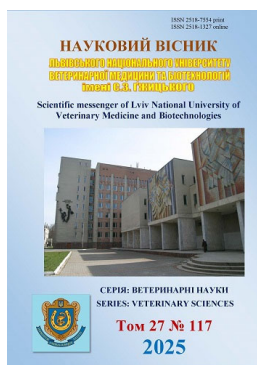
Подяка

Колективу лабораторії “Бальд” за проведення імунологічних досліджень щодо діагностики інфекційних хвороб собак.

References

- Abdelrahman, Y., & Belland, R. J. (2005). The *chlamydial* developmental cycle. *FEMS Microbiology Reviews*, 29(5), 949–959. DOI: 10.1016/j.femsre.2005.03.002.
- Akpınar, R. K., Kılıçoğlu, Y., Şahin, B., Çenesiz, S., Kadi, H., & Çitil, M. (2024). Molecular detection of *Chlamydia abortus* and investigation of oxidative stress parameters in sheep fetuses in the Black Sea Region of Türkiye. *Comparative Clinical Pathology*, 33(1), 47–54. DOI: 10.1007/s00580-023-03520-y.
- Bastidas, R. J., & Valdivia, R. H. (2023). The emerging complexity of *Chlamydia trachomatis* interactions with host cells as revealed by molecular genetic approaches. *Current Opinion in Microbiology*, 74, 102330. DOI: 10.1016/j.mib.2023.102330.
- Bommana, S., & Polkinghorne, A. (2019). Mini review: antimicrobial control of chlamydial infections in animals: current practices and issues. *Frontiers in microbiology*, 10, 113. DOI: 10.3389/fmicb.2019.00113.
- Borel, N., Polkinghorne, A., & Pospischil, A. (2018). A review on chlamydial diseases in animals: still a challenge for pathologists?. *Veterinary pathology*, 55(3), 374–390. DOI: 10.1177/0300985817751218.
- Brokatzky, D., Kretz, O., & Häcker, G. (2020). Apoptosis functions in defense against infection of mammalian cells with environmental chlamydiae. *Infection and immunity*, 88(6), e00851-19. DOI: 10.1128/iai.00851-19.
- Byrne, G. I., & Ojcius, D. M. (2004). *Chlamydia* and apoptosis: life and death decisions of an intracellular pathogen. *Nature Reviews Microbiology*, 2(10), 802–808. DOI: 10.1038/nrmicro961.
- Cerrada, I., Leiva, M., Vilao, R., Peña, T., & Ríos, J. (2023). Follicular conjunctivitis in dogs: A retrospective study (2007–2022). *Veterinary ophthalmology*, 27(4), 1–28. DOI: 10.1111/vop.13155.
- Dai, N., Li, Q., Geng, J., Guo, W., & Yan, W. (2022). Severe pneumonia caused by *Chlamydia psittaci*: report of two cases and literature review. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 16(06), 1101–1112. DOI: 10.3855/jidc.16166.
- Darville, T. (2025). Chlamydia infections. In *Remington and Klein's Infectious Diseases of the Fetus and Newborn Infant* (pp. 495-500). Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-323-79525-8.00029-9.
- Dear, J. D., Hulsebosch, S. E., & Johnson, L. R. (2024). Recognition and diagnosis of underlying disease processes in bacterial pneumonia. *Animals*, 14(11), 1601. DOI: 10.3390/ani14111601.
- Eissa, N. (2024). Mycoplasma, Rickettsia, and Chlamydia diseases of dogs and cats. In *Introduction to Diseases, Diagnosis, and Management of Dogs and Cats* (pp. 489-499). Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-443-18548-9.00033-0.
- Feng, Y., Wen, S., Xue, S., Hou, M., & Jin, Y. (2024). Potential co-infection of influenza A, influenza B, respiratory syncytial virus, and Chlamydia pneumoniae: a case report with literature review. *Frontiers in Medicine*, 10, 1325482. DOI: 10.3389/fmed.2023.1325482.
- Fischer, S. F., Vier, J., Kirschnek, S., Klos, A., Hess, S., Ying, S., & Häcker, G. (2004). Chlamydia inhibit host cell apoptosis by degradation of proapoptotic BH3-only proteins. *The Journal of experimental medicine*, 200(7), 905–916. DOI: 10.1084/jem.2001.200.7.905.
- Greene, W., Xiao, Y., Huang, Y., McClarty, G., & Zhong, G. (2004). Chlamydia-infected cells continue to undergo mitosis and resist induction of apoptosis. *Infection and Immunity*, 72(1), 451–460. DOI: 10.1128/IAI.72.1.451-460.2004.
- Gresham, A. C., Dixon, C. E., & Bevan, B. J. (1996). Domiciliary outbreak of psittacosis in dogs: potential for zoonotic infection. *The Veterinary record*, 138(25), 622–623. DOI: 10.1136/vr.138.25.622.
- Gu, L., Liu, W., Ru, M., Lin, J., Yu, G., Ye, J., Zhu, Z. A., Liu, Y., Chen, J., Lai, G., & Wen, W. (2020). The application of metagenomic next-generation sequencing in diagnosing Chlamydia psittaci pneumonia: a report of five cases. *BMC pulmonary medicine*, 20(1), 65. DOI: 10.1186/s12890-020-1098-x.
- Jonker, A., & Michel, A. L. (2023). Optimization and Application of Real-Time qPCR Assays in Detection and Identification of Chlamydiales in Products of Domestic Ruminant Abortion. *Pathogens*, 12(2), 290. DOI: 10.3390/pathogens12020290.
- Lambrechts, N., Picard, J., & Tustin, R. C. (1999). Chlamydia-induced septic polyarthritis in a dog. *Journal of the South African Veterinary Association*, 70(1), 40–42. URL: <https://hdl.handle.net/10520/EJC99259>.
- Lei, W., Wen, Y., Yang, Y., Liu, S., & Li, Z. (2024). Chlamydia trachomatis T3SS Effector CT622 Induces Proinflammatory Cytokines Through TLR2/TLR4-Mediated MAPK/NF-κB Pathways in THP-1 Cells. *The Journal of Infectious Diseases*, 229(6), 1637–1647. DOI: 10.1093/infdis/jiad597.
- Liutkeviciene, V., Mockeliuniene, V., Sengaut, J., Salomskas, A., Stankeviciene, M., Mockeliunas, R., & Aleksejuniene, I. (2009). Chlamydia prevalence in sick dogs with uro-genital and/or conjunctival lesions. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 160, 547–551.
- Longbottom, D., Sait, M., Livingstone, M., Laroucau, K., Sachse, K., Harris, S. R., Thomson, R. N., & Seth-Smith, H. M. (2018). Genomic evidence that the live Chlamydia abortus vaccine strain 1B is not attenuated and has the potential to cause disease. *Vaccine*, 36(25), 3593–3598. DOI: 10.1016/j.vaccine.2018.05.042.
- Luís, M. P., Pereira, I. S., Bugalhão, J. N., Simões, C. N., Mota, C., Romão, M. J., & Mota, L. J. (2023). The Chlamydia trachomatis IncM protein interferes with host cell cytokinesis, centrosome positioning, and golgi distribution and contributes to the stability of the pathogen-containing vacuole. *Infection and Immunity*, 91(4), e00405-22. DOI: 10.1128/iai.00405-22.
- Maggi, G., Ceccarelli, C., Porciello, F., Marenzoni, M. L., Caivano, D., & Marchesi, M. C. (2024). Prognostic

- indicators for canine parvoviral enteritis in a Teaching Hospital in Italy: a retrospective study of 76 cases. *Veterinaria Italiana*, 60(2), 1–12. DOI: 10.12834/VetIt.3122.22998.2.
- Marti, H., Shima, K., Boutin, S., Rupp, J., Clarke, I. N., Laroucau, K., & Borel, N. (2024). Zoonotic and other veterinary chlamydiae—an update, the role of the plasmid and plasmid-mediated transformation. *Pathogens and disease*, 82, ftac030. DOI: 10.1093/femspd/ftac030.
- Miller, C. (2025). Psittacosis (*Chlamydia psittaci*). The One Health Model as Applied to Zoonotic Diseases, 139–146. DOI: 10.1002/9781119985853.ch4.8.
- Persson, K., & Boman, J. (2000). Comparison of five serologic tests for diagnosis of acute infections by *Chlamydia pneumoniae*. *Clinical Diagnostic Laboratory Immunology*, 7(5), 739–744. DOI: 10.1128/cdli.7.5.739-744.2000.
- Petrauskaitė, V., Zamokas, G., Stadalienė, I., & Karvelienė, B. (2024). *Brucella canis* and *Chlamydia* spp.: insights into canine infections, diagnostics, and potential tick-borne transmission. *Biologija*, 70(2-3), 130–146. DOI: 10.6001/biologija.2024.70.2-3.5.
- Rajalingam, K., Al-Younes, H. M., Meyer, T. F., & Szczeppek, A. J. (2001). Evasion of apoptosis by *Chlamydia*. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 254, 95–119. DOI: 10.1007/978-3-642-56768-7_5.
- Sachse, K., & Borel, N. (2020). Recent advances in epidemiology, pathology and immunology of veterinary chlamydiae. *Chlamydia Biology: From Genome to Disease*, 403–428. DOI: 10.21775/9781912530281.
- She, R. C., & Zanfagnin, V. (2024). *Chlamydia Infections. Manual of Molecular and Clinical Laboratory Immunology*, 1, 438–446. DOI: 10.1002/9781683674023.ch43.
- Sprague, L. D., Schubert, E., Hotzel, H., Scharf, S., & Sachse, K. (2009). The detection of *Chlamydia psittaci* genotype C infection in dogs. *The Veterinary Journal*, 181(3), 274–279. DOI: 10.1016/j.tvjl.2008.04.002.
- St Jean, S. C., Ricart Arbona, R. J., Mishkin, N., Monette, S., Wipf, J. R., Henderson, K. S., Cheleuitte-Nieves, C., Lipman, N.S. & Carrasco, S. E. (2024). *Chlamydia muridarum* infection causes bronchointerstitial pneumonia in NOD. *Cg-Prkdc scid Il2rg tm1Wjl/SzJ* (NSG) mice. *Veterinary pathology*, 61(1), 145–156. DOI: 10.1177/03009858231183907.
- Steiert, B., Faris, R., & Weber, M. M. (2023). In search of a mechanistic link between chlamydia trachomatis-induced cellular pathophysiology and oncogenesis. *Infection and immunity*, 91(2), e00443-22. DOI: 10.1128/iai.00443-22.
- Taheri, S., Paknejadi, M., Esmaceli, D., Ferdousi, A., & Shahhosseiny, M. H. (2025). Studying the effect of *Chlamydia trachomatis*, *Helicobacter pylori*, and *Varicella zoster* microorganisms in stimulating the expression of cytokines TNF α , IFN γ , TGF β , IL-10 in Alzheimer and non-Alzheimer patients. *Neuroscience Letters*, 852, 138192. DOI: 10.1016/j.neulet.2025.138192.
- Tuuminen, T., Palomäki, P., & Paavonen, J. (2000). The use of serologic tests for the diagnosis of chlamydial infections. *Journal of microbiological methods*, 42(3), 265–279. DOI: 10.1016/S0167-7012(00)00209-8.
- Ulbert, Á. B., Juhász, H., Karácsony, Z., Bencze, K., Deim, Z., Burián, K., & Terhes, G. (2024). The Occurrence of *Chlamydia felis* in Cats and Dogs in Hungary. *Pathogens*, 13(9), 771. DOI: 10.3390/pathogens13090771.
- Wang, J., Wang, B., Xiao, J., Chen, Y., & Wang, C. (2024). *Chlamydia psittaci*: A zoonotic pathogen causing avian chlamydiosis and psittacosis. *Virulence*, 15(1), 2428411. DOI: 10.1080/21505594.2024.2428411.
- Zakon Ukrainy Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia. (Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 2006, № 27, st.230). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (in Ukrainian).
- Zaręba-Marchewka, K., Szymańska-Czerwińska, M., Livingstone, M., Longbottom, D., & Niemczuk, K. (2021). Whole genome sequencing and comparative genome analyses of *Chlamydia abortus* strains of avian origin suggests that *Chlamydia abortus* species should be expanded to include avian and mammalian subgroups. *Pathogens*, 10(11), 1405. DOI: 10.3390/pathogens10111405.
- Zhai, S. L., Zhou, X., Li, C. L., Li, Y., & Sun, M. F. (2023). *Chlamydia psittaci* should be included in veterinary legal quarantine everywhere. *The Lancet Microbe*, 4(9), e666. DOI: 10.1016/S2666-5247(23)00175-1.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11719
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616-006.04-076(062.552)

Cutaneous Squamous Cell Carcinoma in a dog (clinical case)

V. V. Logvinova¹✉, A. V. Oliyar¹, M. V. Kravtsova¹, O. V. Peretyatko²

¹Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

²Clinic of Veterinary Medicine “Veles”, Dnipro, Ukraine

Article info

Received 15.01.2025

Received in revised form

17.02.2025

Accepted 18.02.2025

Polissia National University,
Sary Boulevard, 7, Zhytomyr,
10008, Ukraine.
Tel.: +38-097-356-27-07
E-mail: tveterinar@gmail.com

Logvinova, V. V., Oliyar, A. V., Kravtsova, M. V., & Peretyatko, O. V. (2025). Cutaneous Squamous Cell Carcinoma in a dog (clinical case). Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 136–144. doi: 10.32718/nvlvet11719

A clinical case of squamous cell carcinoma of the skin in a 14-year-old mongrel dog was studied. It was established that a comprehensive examination is necessary to diagnose oncological diseases. Effective treatment of squamous cell carcinoma in dogs and achievement of long-term remission are possible only with the use of surgical removal of the tumor and subsequent drug therapy. After taking the history, a clinical examination was performed, based on which the dog's condition was recognized as satisfactory with a preliminary diagnosis of skin neoplasia. Additional examinations were performed to clarify it and prescribe treatment: cytological examination of the aspirate from the affected area, general and biochemical blood tests, and urinalysis. In the studied aspirate, cells were found in groups and separately, and had different nuclear-cytoplasmic ratios (from high to low). The nuclei of some cells are round, brightly colored, distinct, dense, and usually have one nucleolus. There is little cytoplasm; it is thinned and, in most cases, vacuolated. Other cells with small nuclei, located eccentrically, contain a large amount of dark, dense cytoplasm. According to the results of cytological examination of the aspirate, the neoplasia type was determined to be squamous cell carcinoma. X-ray and ultrasound diagnostics ruled out the presence of metastases in organs and regional lymph nodes. After analyzing the results of the studies, the sick animal was prescribed surgical treatment. A histopathological examination of the material was performed after surgery to confirm the diagnosis and determine further treatment tactics. Pathohistological examination of histological sections revealed that the tumor consisted of complexes of atypical squamous epithelial cells with invasion into the deep layers of the dermis, and often into the underlying tissues. Strands of multilayered squamous epithelium penetrated the dermis through wide bands of various shapes (tissue atypia). Cells and their nuclei are polymorphic, numerous mitotic figures are detected, and nuclei are hypochromic. The formation of “cancer pearls” was noted when cells form complexes, in the center of which they are more mature. These complexes are rounded in shape, surrounded by epithelial cells with various signs of atypia. Areas surrounded by squamous epithelium were also noted, where the keratinization processes began. The results of the histopathological examination of the tumor finally confirmed the previously established diagnosis. To continue treatment, drug therapy was prescribed to eliminate the symptoms of the disease: teranekron – an antitumor immunomodulatory drug, dexafort and methylprednisolone – drugs with anti-inflammatory effects, and bicillin-5 – a bactericidal drug.

Key words: skin neoplasia, cancer pearls, wide excision, immunotherapy.

Плоскоклітинний рак шкіри в собаки (клінічний випадок)

В. В. Логвінова¹✉, А. В. Оліяр¹, М. В. Кравцова¹, О. В. Перетятко²

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

²Клініка ветеринарної медицини “Велес”, м. Дніпро, Україна

Досліджено клінічний випадок плоскоклітинного раку шкіри в безпородного пса віком 14 років. Встановлено, що для постановки діагнозу на онкологічні захворювання необхідно проведення комплексного дослідження. Ефективне лікування плоскоклітинного

раку в собак та досягнення тривалої ремісії можливі тільки за використання оперативного видалення пухлини та подальшої медикаментозної терапії. Після збору анамнезу проведено клінічний огляд, на підставі якого стан пса визнано як задовільний з попереднім діагнозом – неоплазія шкіри. Для його уточнення та призначення лікування проведено додаткові обстеження: цитологічне дослідження аспірату з ураженої ділянки, загальний та біохімічний аналіз крові, аналіз сечі. В досліджуваному аспіраті виявляли клітини, що розташовувалися як групами, так і окремо, мали різне ядерно-цитоплазматичне співвідношення (від високого до низького). Ядра одних клітин округлі, яскраво забарвлені, виразні, щільні, зазвичай мають одне ядро. Цитоплазми мало, вона розрізана і в більшості випадків – вакуолізована. Інші клітини з дрібними ядрами, розташованими ексцентрично, містять велику кількість темної щільної цитоплазми. За результатами цитологічного дослідження аспірату встановили вид неоплазії – плоскоклітинний рак. За допомогою рентгендослідження та УЗ-діагностики виключили наявність метастазів в органах та регіонарних лімфатичних вузлах. Після аналізу результатів проведених досліджень хворій тварині призначено хірургічне лікування. Для остаточного підтвердження встановленого діагнозу та визначення подальшої тактики лікування провели патогістологічне дослідження матеріалу, відібраного після оперативного втручання. За патогістологічного дослідження гістозрізів виявили, що пухлина складалася з комплексів атипичних клітин плоского епітелію з інвазією в глибокі шари дерми, а часто і підлеглі тканини. Тяжкі багатошарового плоского епітелію проникали глибоко в дерму у вигляді широких смуг різної форми (тканинна атипія). Клітини та їх ядра поліморфні, виявляються численні фігури мітозів, ядра гіпохромні. Виявляли формування “ракових перлин”, коли клітини утворюють комплекси, в центрі яких вони більш зрілі. Ці комплекси округлої форми, оточені епітеліальними клітинами з різними ознаками атипії. Також виявляли ділянки, оточені плоским епітелієм, в яких процеси зростання тільки починалися. За результатами патогістологічного дослідження пухлини остаточно підтвердили попередньо встановлений діагноз. Для продовження лікування призначили медикаментозну терапію, спрямовану на усунення симптомів захворювання: теранекрон – протипухлинний імуномодуючий препарат, дексафорт і метилпреднізолон – препарати з протизапальною дією та біцилін-5 – бактерицидний препарат.

Ключові слова: неоплазії шкіри, ракові перли, широка ексцизія, імунотерапія.

Вступ

Плоскоклітинний рак, або карцинома – це злоякісна пухлина, що розвивається на шкірі та слизових оболонках з клітин плоского багатошарового епітелію. В останні роки з поліпшенням харчування та медичних стандартів, увагою людей до здоров'я домашніх тварин, збільшується їхня середня тривалість життя. Водночас зростає кількість захворювань, що характерні для тварин віком понад 10 років, у тому числі неоплазій різних видів (Zon et al., 2013; Yang et al., 2022). Плоскоклітинний рак є однією з найпоширеніших злоякісних пухлин у тварин та людини (Pestili de Almeida et al., 2001; Zon et al., 2013; Lieshchova et al., 2018; Corchado-Cobos et al., 2020). Найчастіше вражається шкіра та слизова оболонка різних органів та ділянок тіла (Nagamine et al., 2017; Mykhalenko & Voitsekhovych, 2017). Зазвичай ураження шкіри виявляються в ділянці голови, живота, промежини, пальців, м'якушів тощо, а слизової оболонки – органів порожнина рота (Teske & Rutteman, 2005; Nosovskaya, 2016; Sözmen et al., 2021). Плоскоклітинний рак слизової оболонки ротової порожнини в собак становить 25,0 % всіх неоплазій і може виникати на поверхні будь-якого органу, в тому числі губ, щік, ясен, язика, мигдаликів, глотки, а шкірі пальців трапляється в 38,0–50,0 % випадків (Nagamine et al., 2017; Lieshchova et al., 2018). Плоскоклітинний рак також вражає кон'юнктиву, рогівку, стравохід, носові ходи, гортань, легені, сечовий міхур, передміхурову залозу, статевий член, шийку матки, піхву та відхідникові залози (Webb et al., 2009; Willcox et al., 2019). В процес можуть втягуватися навколишні тканини, але більшість пухлин ростуть локально. Поширення пухлини в регіонарні лімфатичні вузли може відбуватися, але віддалені метастази трапляються рідко і зазвичай виникають на пізніх стадіях захворювання (Dos Santos et al., 2023). Однак пухлина, що виникає в мигдаликах, може швидко рости і поширюватися на навколишні тканини, а також метастазувати в легені, печінку та селезінку (Noguchi et al., 2020; Pang et al.,

2021; Noguchi et al., 2022). Плоскоклітинний рак шкіри пальців часто інвазує та руйнує кістки (остеоліз), легені є найбільш поширеним місцем метастазування (Yang et al., 2022; Dos Santos et al., 2023). Хоча плоскоклітинний рак може розвинути в собаки будь-якого віку, але в зоні ризику перебувають тварини віком 8–10 років (De Castro Cunha et al., 2023). Найбільш вразливими до захворювання є бассет-хаунди, норвезькі елькхаунди, далматинці, гончі Мігру, шнауцери, віппети та бульдоги. Тривалий вплив ультрафіолетового опромінення, відсутність пігменту шкіри і рідка шерсть сприяють розвитку плоскоклітинного раку шкіри, тому короткошерсті собаки зі світлою шерстю хворіють ним частіше (De Castro Cunha et al., 2023). Великі породи собак темного окрасу мають більшу ймовірність розвитку плоскоклітинного раку шкіри пальців кінцівок (Webb et al., 2009; Willcox et al., 2019). Важливо зауважити, що за деяких форм плоскоклітинного раку, що викликані надмірним впливом ультрафіолетового випромінювання, поряд з явним ураженням шкіри в деяких ділянках можуть бути присутні її пошкодження на рівні клітин. Тому є ймовірність розвитку нових осередків навіть за відмінного локального контролю первинного ураження (Mohammed et al., 2004; Millanta et al., 2016; Ribero et al., 2017).

Раннє своєчасне виявлення та правильна діагностика плоскоклітинного раку мають важливе значення для проведення ефективного лікування, що приводить до повного одужання або довгострокової ремісії та продовження життя вихованця (Webb et al., 2009; Lemishevskyi, 2016).

Попередній діагноз ґрунтується на підставі зовнішніх ознак ураження та місця розташування, але остаточний діагноз вимагає мікроскопічного дослідження ураженої тканини. Цитологічний метод є швидким, простим та неінвазивним. Це перша діагностична ланка, особливо для шкірних уражень (Garner, 2007).

Плоскоклітинний рак часто ускладнюється запаленням та виразками, які протікають одночасно. Вто-

ринне запалення, яке присутнє, коли пухлина з виразкою, може приховати популяцію неопластичних клітин. Крім того, первинні запальні стани можуть викликати епітеліальну гіперплазію, що призводить до диспластичних змін, таких як анізоцитоз та анізокаріоз, які схожі на новоутворення. Тому для встановлення остаточного діагнозу слід проводити патогістологічне дослідження, коли цитологічний аналіз дає сумнівні результати (Webb et al., 2009; Willcox et al., 2019; Corchado-Cobos et al., 2020).

Плоскоклітинний рак зазвичай агресивне новоутворення, але локального характеру з невеликою вірогідністю віддаленого метастазування. Діагностика захворювання повинна включати загальний та біохімічний аналіз крові, аналіз сечі, рентгенографію та ультразвукове дослідження грудної і черевної порожнин (Willcox et al., 2019; Corchado-Cobos et al., 2020).

Враховуючи значне поширення і частоту виникнення плоскоклітинного раку, науковці здійснюють постійний пошук нових ефективних способів його лікування. Хірургічне видалення є основним варіантом лікування для більшості уражень. Можливість повного видалення пухлини залежить від її розміру і місця ураження. Якщо повне хірургічне видалення неможливе або не може бути визначальним, застосовують додаткові методи терапії (Willcox et al., 2019; Bottomley et al., 2019; Petersen et al., 2019; Russak et al., 2022; Dos Santos et al., 2023). Для цього проводять інтратуморальну хіміотерапію, кріотерапію, радіотерапію, плезіотерапію, фотодинамічну терапію тощо.

Хіміотерапія може бути рекомендована для пацієнтів, які мають неоперабельну, низькодиференційовану пухлину, що метастазує на момент діагностики (Willcox et al., 2019). Кріотерапію використовують для локального контролю невеликих, поверхневих пухлин або пухлин, які були не повністю видалені. Радіотерапія зазвичай рекомендується як додаткова терапія для неповністю видалених пухлин або як основне лікування для неоперабельних пухлин. Плезіотерапія передбачає зовнішнє нанесення джерела радіації на цільове ураження (Russak et al., 2022). Дози радіації за зовнішнього нанесення значно зменшуються після глибини 2 мм, тому використання плезіотерапії обмежене до поверхневих або неповністю видалених пухлин, особливо на носовій пластині або в очній ділянці. Фотодинамічна терапія передбачає зовнішнє застосування або внутрішньовенне введення фотосенсибілізатора, який накопичується переважно в неопластичних клітинах. Після активації світлом певної довжини хвилі фотосенсибілізатор спричиняє цитотоксичність та некроз тканин.

Мікрооточення пухлини є ключовою перешкодою для ефективності протипухлинних препаратів. Для полегшення транспортування непроникних молекул у клітини нині використовують електрохіміотерапію (ЕСТ) – метод лікування, який поєднує електропорацию клітинних мембран з хіміотерапією. Електрохіміотерапія передбачає системну або місцеву доставку препаратів із застосуванням електричних імпульсів відповідної амплітуди та форми хвилі, що значно підвищує їх поглинання. Завдяки своїй ефективності цей терапевтичний метод стає все більш доступним у

ветеринарній онкології як допоміжний засіб до хірургічного втручання або як перша лінія лікування з паліативною чи лікувальною метою (Spugnini & Baldi, 2019; De Castro Cunha et al., 2023; Ramos et al., 2024).

Імунотерапія (стимулювання імунної системи для “відторгнення” пухлини) застосовується в гуманній медицині, однак досвід в ветеринарній медицині щодо дрібних тварин обмежений (Ogata & Tsuchida, 2019; Jia et al., 2023). Наразі проводять дослідження імунотерапії плоскоклітинного раку в собак як порівняльної моделі для радіаційних та імунонкологічних досліджень у людини (Chen et al., 2021; Chen et al., 2022; Boss et al., 2023).

Мета дослідження

Мета роботи полягала в аналізі особливостей діагностики, перебігу та лікування плоскоклітинного раку шкіри в собаках.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в умовах кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин ДДАЕУ та клініки ветеринарної медицини “Велес” м. Дніпро, куди звернулися власники безпородного пса віком 14 років, вагою 48 кг. Після збору анамнезу проведено клінічний огляд, під час якого утворення оглядали візуально та шляхом пальпації, і встановлено попередній діагноз. При пальпації визначали консистенцію, чіткість контурів, межі та розміри утворення, а також ступінь зрощення з навколишніми тканинами та органами. Для уточнення діагнозу та призначення лікування проведено додаткові обстеження: цитологічне дослідження аспірату з ураженої ділянки, загальний та біохімічний аналіз крові, аналіз сечі. Відбір матеріалу для цитологічного дослідження проводили методом тонкогілкової аспіраційної пункційної біопсії (ТАПБ). Отриманий аспірат фіксували, фарбували за Романовським–Гімзою і досліджували під мікроскопом (Horalskiy et al., 2019). З метою виявлення чи спростування наявності метастазів тварині проводили рентгенологічне дослідження та ультразвукову діагностику. Після аналізу результатів проведених досліджень псові призначено хірургічне лікування. Оперативне видалення новоутворення здійснювали за загальноприйнятою методикою, враховуючи особливості будови організму хижих. Для остаточного підтвердження діагнозу та визначення подальшої тактики лікування провели патогістологічне дослідження матеріалу, відбраного після оперативного втручання. Патологічний матеріал спочатку фіксували в 5,0 % (7 діб), а потім у 10,0 % водному розчині формаліну, після чого його заливали в парафін з подальшим виготовленням гістозрізів товщиною 5–7 мкм і забарвленням гематоксиліном та еозином за загальноприйнятою методикою (Horalskiy et al., 2019). Гістозрізи досліджували за допомогою світлового мікроскопа MICROmed XC-3330 з використанням окуляра та об'єктивів з різними збільшеннями ($\times 4$, $\times 10$, $\times 40$, $\times 100$, $\times 400$). Виготовлення мікрофотографій здійсню-

вали за допомогою цифрової камери Micromed МДС 500 та персонального комп'ютера.

Результати та їх обговорення

Під час прийому лікар ветеринарної медицини працює як з хворим пацієнтом, так і власником, від якого важливо отримати вичерпну інформацію щодо змін стану здоров'я та поведінки тварини за розвитку тієї чи іншої хвороби.

При зборі анамнезу з'ясували, що в собаки з'явилося пошкодження шкіри, яке з часом почало збільшуватися, завдавало тварині дискомфорту, загальний стан організму не змінився.

Під час клінічного огляду тварини в ділянці ліктьового суглобу посеред довгої, густої, темної шерсті виявлено ураження шкіри розміром 28×16×7 мм, видовжено-овальної форми, з чіткими, але нерівними контурами, щільної консистенції. Поверхня дефекту без волосяного покриву, вкрита виразками та кірками практично по всій площі, з навколишніми тканинами не зрощена. Температура тіла тварини становила 38,5 °С, частота дихання досягала 25/хв, а частота пульсу дорівнювала 95 уд./хв, що відповідає верхній межі норми для дорослої собаки. Стан пса визнано як задовільний з попереднім діагнозом – неоплазія шкіри.

Для уточнення діагнозу та призначення лікування тварині рекомендовано провести додаткові обстеження: цитологічне дослідження аспірату з ураженої ділянки, загальний та біохімічний аналіз крові, аналіз сечі.

В досліджуваному аспіраті виявляли клітини, що розташовувалися як групами, так і окремо, мали різне ядерно-цитоплазматичне співвідношення (від високого до низького). Ядра одних клітин округлі, яскраво забарвлені, виразні, щільні, зазвичай мають одне ядро. Цитоплазми мало, вона розріджена і в більшості випадків вакуолізована. Інші клітини з дрібними ядрами, розташованими ексцентрично, містять велику кількість темної щільної цитоплазми. Виразне поєднання еритроцитів і клітин запалення, в тому числі макрофагів (рис. 1). Критеріями злоякісності є анізоцитоз, анізокаріоз, різне ядерно-цитоплазматичне співвідношення, ядерні формування. За результатами цитологічного дослідження ураженої ділянки шкіри встановили вид неоплазії – плоскоклітинний рак.

Задля з'ясування загального стану організму тварини провели загальний аналіз крові (табл. 1). За його результатами виявили лейкоцитоз, підвищення ШОЕ, що вказує на запальний процес в організмі.

За результатами біохімічного аналізу крові виявили підвищення лужної фосфатази, ГГТ, АСТ, що часто вказує на наявність або розвиток неопластичного (пухлинного) процесу (табл. 2). Підвищення даних показників свідчить про інтоксикацію організму на тлі розпаду клітин може характеризувати хронічний або гострий запальний процес в організмі, який пов'язаний з прогресуючим ростом плоскоклітинного раку шкіри.

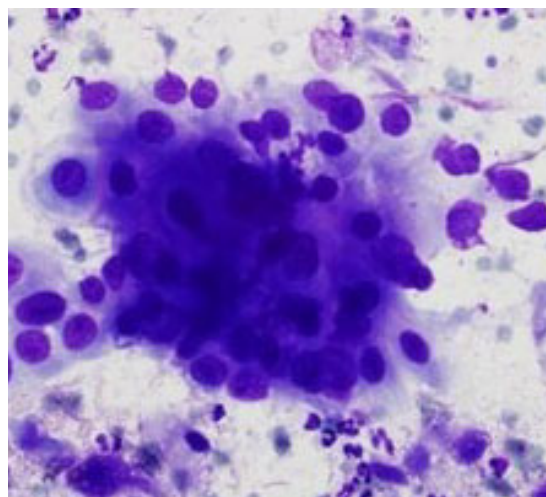


Рис. 1. Скупчення злоякісних плоских клітин з розрідженою цитоплазмою. Забарвлення за Романовським–Гімзою, ×400

Таблиця 1

Результати загального аналізу крові хворої собаки

№ з/п	Показники	Результат	Норма
1	Гемоглобін, г/л	112	120–180
2	Гематокрит, %	23,1	39–56
3	Еритроцити, Т/л	4,55	4–7
4	MCV (середній об'єм еритроцита), фл.	50,9	62–72
5	МСН (середня маса гемоглобіна в еритроциті), пг	24,6	20–25
6	МСНС (середня концентрація гемоглобіна в еритроциті), г/л	484	300–380
7	Кольоровий показник, од.	0,96	0,86–1,05
8	ШОЕ, мм/г	40	2–6
9	Тромбоцити, Г/л	214	200–500
10	Лейкоцити, Г/л	30,7	8,5–10,5

Таблиця 2

Результати біохімічного аналізу крові хворої собаки

№ з/п	Показники	Результат	Норма
1	Загальний білок, г/л	35,6	55–75
2	Альбуміни, г/л	16,3	25–38
3	Сечова кислота, мкмоль/л	47,5	1–160
4	Сечовина, ммоль/л	11,7	3,3–9,0
5	Креатинін, мкмоль/л	99,9	45–135
6	АСТ, Од/л	59,1	10–50
7	АЛТ, Од/л	33,4	10–55
8	Лужна фосфатаза, Од/л	239	10–150
9	Альфа-амілаза, Од/л	771	450–1500
10	Білірубін загальний, мкмоль/л	28,82	0,7–12
11	Білірубін прямий, мкмоль/л	8,9	0,2–5
12	Глюкоза, ммоль/л	6,1	3,4–5,7
13	Кальцій, ммоль/л	1,1	2,2–3,0
14	Фосфор, ммоль/л	1,7	0,9–2,3
15	Холестерин, ммоль/л	7,6	2,9–6,5
16	ГГТ, Од/л	17	1–10
17	Магній, моль	2	0,7–1,1
18	Калій, ммоль/л	6,3	3,5–5,5

За результатами загального аналізу сечі хворого пса виявили незначне збільшення концентрації білка. Всі інші показники залишалися в межах фізіологічної норми.

За допомогою рентгенослідження грудної порожнини та УЗ-діагностики черевної порожнини виключили наявність метастазів в органах та регіонарних лімфатичних вузлах.

Після оперативного видалення неоплазії з захопленням неуражених тканин рану закрили швами, оперативне поле обробляли хлоргексидином та Чемі-Спрей 2 рази на день. Оскільки в собаки дефект шкіри локалізувався в досить рухливій ділянці ліктьового суглобу, то через 5 днів тканина в місці швів розійшлася. В подальшому лікували відкриту рану через неможливість повторно накласти шви. Проводили санацію перекисом водню, закладали мазь ветмеколь і присипали присипкою для ран КВАДРО, так як розвивалася патологічна грануляція.

Оскільки пухлинний ріст був ускладнений запаленням, результати цитологічного дослідження виявилися дещо сумнівними і потребували підтвер-

дження. Для підтвердження встановленого діагнозу, оцінки ступеня диференціації пухлини, що є важливою прогностичною ознакою, та визначення подальшої тактики лікування провели патогістологічне дослідження матеріалу, відібраного після оперативного втручання.

За патогістологічного дослідження гістозрізів виявили, що пухлина складалася з комплексів атипових клітин плоского епітелію з інвазією в глибокі шари дерми, а часто і підлеглі тканини. Тяжі багатошарового плоского епітелію проникали глибоко в дерму у вигляді широких смуг різної форми (тканинна атипія). Клітини та їх ядра поліморфні, виявляються численні фігури мітозів, ядра гіпохромні. Виявляли формування “ракових перлин”, коли клітини утворюють комплекси, в центрі яких вони більш зрілі. Ці комплекси округлої форми, оточені епітеліальними клітинами з різними ознаками атипії. Також виявляли ділянки, оточені плоским епітелієм, в яких процеси зроговіння тільки починалися (рис. 2, 3). Така структура пухлини з утворенням “ракових перлин” характерна для високодиференційованого раку.

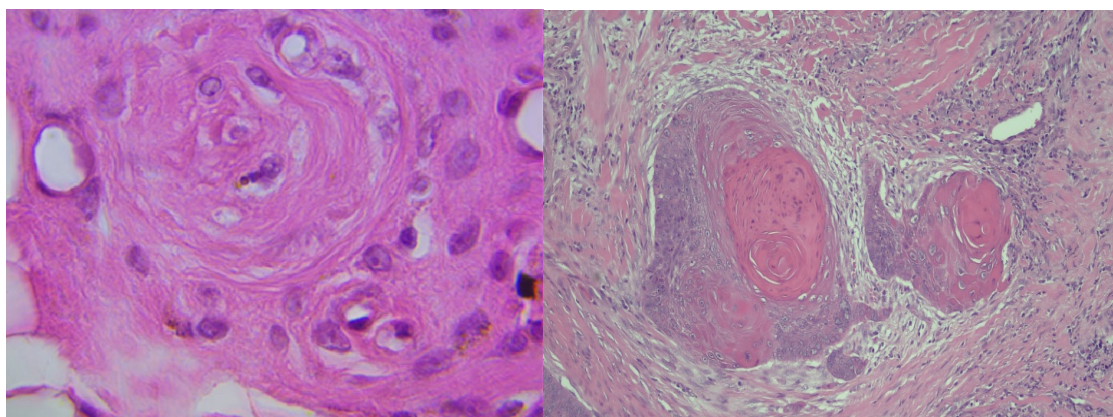


Рис. 2. Плоскоклітинний високодиференційований зроговілий рак. Тяжі атипових клітин багатошарового плоского епітелію. Забарвлення гематоксиліном та еозином, $\times 400$

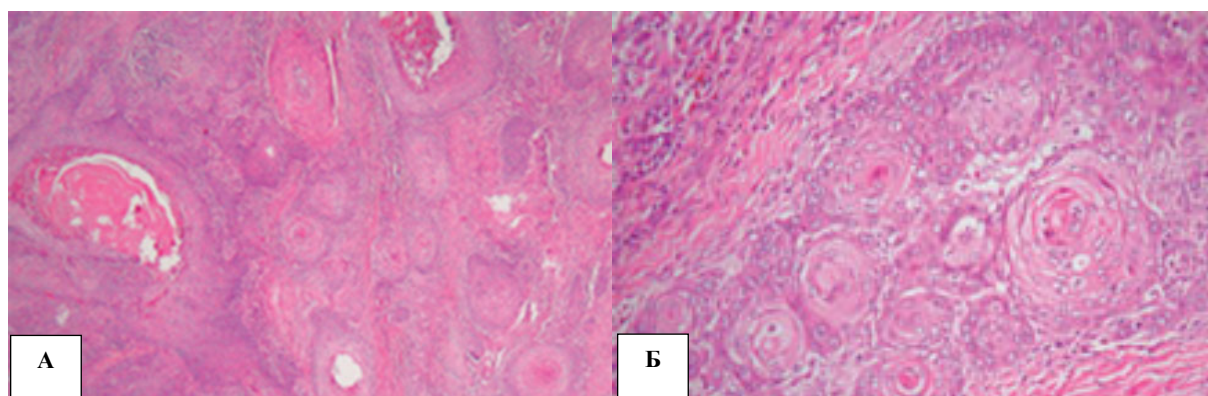


Рис. 3. “Ракова перлина” з характерною шаруватою будовою. Забарвлення гематоксиліном та еозином. А $\times 100$, Б $\times 400$

За результатами патогістологічного дослідження пухлини остаточно підтвердили діагноз – плоскоклітинний рак шкіри. Для продовження лікування призначили медикаментозну терапію, спрямовану на усунення симптомів захворювання: теранекрон – протипухлинний імуномодулюючий препарат, дексафорт і ме-

тилпреднізолон – препарати з протизапальною дією та біцилін-5 – бактерицидний препарат. Теранекрон вводили за схемою: три ін’єкції теранекрону підшкірно по 5 мл 1 раз на 4 дні, в подальшому ще три ін’єкції підшкірно по 5 мл 1 раз на 7 днів. У ділянку суглобу здійснювали чотири блокади біциліну-5 на 0,5 % розчині

новокаїну по 10 мл 1 раз на 7 днів. Три ін'єкції дексафурту вводили підшкірно по 4 мл 1 раз на день. Після теранекрону було призначено метилпреднізолон 16 мг по 1/2 таблетки 2 рази на день 14 днів, надалі по 1/4 таблетки 2 рази на день 14 днів. Продовжили лікування на 7 днів по 1/4 таблетки 1 раз на день.

У процесі лікування поступово зменшувався розмір дефекту до 15×6×3 мм, а повне загоєння рани

відбулося через два місяці, протягом року рецидиву не спостерігали (рис. 4). Повторний аналіз крові через 21 день після початку лікування тварин підтвердив ефективність обраної схеми, оскільки виявили зменшення кількості лужної фосфатази, ГГТ, АСТ. Значення гематологічних показників – лейкоцитів, лімфоцитів і ШОЕ – повернулися до норми.



Рис. 4. Уражена ділянка шкіри ліктьового суглобу. А – після видалення пухлини; Б – в процесі медикаментозної терапії

Плоскоклітинний рак шкіри – поширена патологія в собак літнього віку, яка переважно виникає під впливом надмірного сонячного випромінювання (Willcox et al., 2019). Всі причини розвитку цього захворювання ще вивчаються, але припущення, що надмірний вплив ультрафіолетового випромінювання є основним чинником розвитку пухлини, в нашому випадку не зовсім відповідає дійсності, оскільки хвора тварина мала довгу, густу, темну шерсть. Подібні випадки спостерігали також інші дослідники (Webb et al., 2009).

За клінічними ознаками плоскоклітинний рак шкіри поділяють на неопластичний і виразковий, причому частіше трапляються поодинокі ураження, рідше – множинні. Тип пухлини характеризується червонувато-рожевими вузликами, або бляшками, або зроговілими, вкритими кірками розростаннями, схожими на бородавки. Це бородавкоподібна гіперкератична пухлина. Протягом кількох місяців пухлина проростає вглиб власне шкіри та підшкірної основи, утворюючи куполоподібні вузли діаметром 2–3 см, які стають некротичними та виразковими (MacNeill, 2011). Діагностована нами пухлина була вкрита виразками та ускладнена запаленням, що приховувало популяцію неопластичних клітин і цитологічний аналіз мав сумнівний результат. Тому для підтвердження достовірності поставленого діагнозу проводили патогістологічне дослідження, що рекомендують інші дослідники (Webb et al., 2009; Willcox et al., 2019; Corchado-Cobos et al., 2020).

Проаналізувавши цитологічні і патогістологічні зміни ділянки ураження, встановили, що неоплазія в пса розвинулася з клітин плоского багатошарового епітелію шкіри. Пухлина складалася з комплексів атипових клітин плоского епітелію, які проникли в глибокі шари дерми. Спостерігалася дезорганізована проліферація епітеліальних клітин, які мали виражені ознаки анізоцитозу та анізокаріозу. Ядерця клітин чітко візуалізувалися, а цитоплазма виглядала розрідженою. Виявляли осередки гіперкератозу у вигляді “ракових перлин”. Спостерігалися також ознаки вторинного запалення. Цитологічна та патогістологічна картина дослідженої неоплазії вказувала на ознаки плоскоклітинного раку шкіри, що узгоджується з даними інших науковців (Webb et al., 2009; Willcox et al., 2019).

За цитологічного дослідження автори виявляють клітини у вигляді щільних нашарувань або скупчень, хоча траплялося досить багато поодиноких клітин. Серед плоских клітин може спостерігатися поліморфна популяція клітин. Недозрілі (базального типу) клітини бувають малими, круглими або кубічними з невеликою кількістю склистої, базофільної цитоплазми та високим ядерно-цитоплазматичним співвідношенням. Дозрілі (поверхневі) клітини великі з великою кількістю світло-базофільної цитоплазми та пікнотичними або відсутніми ядрами. Кератинізовані клітини мають глибоко базофільну цитоплазму з кутовими контурами. Погано диференційований плоскоклітинний рак складається переважно з недозрілих

клітин, а добре диференційовані пухлини містять більше дозрілих клітин. Асинхронне ядерне та цитоплазматичне дозрівання, за якого великі, повністю кератинізовані клітини зберігають великі ядра, часто спостерігається за цієї неоплазії. Серед інших критеріїв злоякісності пухлини ми виявляли виражений анізоцитоз та анізокаріоз, багатоядерні клітини, а також різну кількість і розміри ядерців (Webb et al., 2009; MacNeill, 2011; Willcox et al., 2019). Кератогіалінові зерна часто присутні у вигляді невеликих, круглих, цитоплазматичних вакуолей, які концентруються навколо ядра. Клітини можуть демонструвати явище емпериполезу, коли інші клітини пасивно проникають у неопластичну клітину та містяться в її цитоплазмі. Інколи спостерігаються клітини з довгим цитоплазматичним виростом, схожим на хвіст, які називають “клітини-жабки” (Webb et al., 2009; Willcox et al., 2019).

За патогістологічного дослідження високодиференційованого плоскоклітинного раку спостерігається послідовність епітеліального дозрівання від базального шару до зроговілого, але замість того, щоб рости до поверхні шкіри, неопластичні клітини утворюють неправильні спіралі та пучки всередині пухлини. Гнізда неопластичних клітин, оточені стромою, можуть мати еквівалент базального шару на зовнішньому краю гнізда та шар, що виробляє кератин, в центрі створюючи класичний вигляд інтенсивно еозинофільних, щільно упакованих кільцевих утворень кератину (“ракові перли”) (MacNeill, 2011). В низькодиференційованих пухлинах епітеліальний шар не розрізняється, клітини менші і кератинізація малоімовірна (Lieshchova et al., 2018; Willcox et al., 2019).

За даними Dos Santos et al. (2023), плоскоклітинний рак довго розвивається і нечасто метастазує та інвазує лімфатичні вузли, що підтверджується нашими результатами, адже під час рентгенологічного дослідження та ультразвукової діагностики не було виявлено метастазів і ураження регіонарних лімфатичних вузлів.

Комплексна діагностика захворювань, у тому числі й плоскоклітинного раку шкіри, є важливим фактором у постановці правильного діагнозу і відповідно призначенні ефективного лікування пацієнту (Shuleshko et al., 2023; Logvinova & Kravtsova, 2023; Logvinova et al., 2024). Найефективнішим методом лікування 90,0 % пухлинного росту є радикальна хірургія, особливо на ранніх стадіях розвитку (Gokulakrishnan et al., 2020; Natsios et al., 2024). Проте тривалої ремісії чи навіть повного одужання пацієнта можна досягнути лише поєднуючи оперативне видалення пухлини та подальшу медикаментозну терапію, що ми спостерігали в нашому випадку.

Висновки

Для діагностики неоплазій шкіри в тварин необхідне проведення комплексного дослідження: збір анамнезу, клінічний огляд, цитологічне дослідження аспірату з ураженої ділянки, морфологічний та біохімічний аналіз крові, аналіз сечі, рентгенологічне дослідження та ультразвукова діагностика, патогістологі-

чне дослідження матеріалу, відібраного після оперативного втручання. Ефективне лікування плоскоклітинного раку в собак можливе тільки за використання оперативного видалення пухлини та подальшої медикаментозної терапії. Саме в результаті такого поєднання методів лікування висока ймовірність отримання позитивного результату та досягнення тривалої ремісії (відсутність рецидиву протягом року).

Відомості про конфлікт інтересів

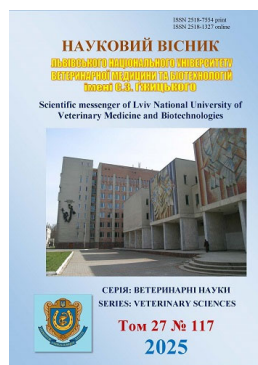
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Boss, M-K., Harrison, L. G., Gold, A., Karam, S. D., & Regan, D. P. (2023). Canine oral squamous cell carcinoma as a spontaneous, translational model for radiation and immunology research. *Frontiers In Oncology*, 12, 1033704. DOI: 10.3389/fonc.2022.1033704.
- Bottomley, M. J., Thomson, J., Harwood, C., & Leigh, I. (2019). The role of the immune system in cutaneous squamous cell carcinoma. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(8), 2009. DOI: 10.3390/ijms20082009.
- Chen, J., Yang, J., Li, H., Yang, Z., Zhang, X., Li, X., Wang, J., Zhang, Y., Chen, S., & Song, M. (2021). Single-cell transcriptomics reveal the intratumoral landscape of infiltrated T-cell subpopulations in oral squamous cell carcinoma. *Molecular Oncology*, 15(4), 866–886. DOI: 10.1002/1878-0261.12910.
- Chen, Z., Chen, Q., Li, S., Tu, S., Chen, Q., & Wang, A. (2022). IL-12RB1: a novel immune prognostic biomarker for oral squamous cell carcinoma and linked to PD-1/PD-L1 expression in the tumor immune microenvironment. *Annals Of Translational Medicine*, 10(3), 144. DOI: 10.21037/atm-21-6915.
- Corchado-Cobos, R., García-Sancha, N., González-Sarmiento, R., Pérez-Losada, J., & Cañueto, J. (2020). Cutaneous squamous cell carcinoma: from biology to therapy. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(8), 2956. DOI: 10.3390/ijms21082956.
- De Castro Cunha, R. M., Lavallo, G. E., Nunes, F. C., de Oliveira, A. R., de Lima Santos, R., & de Araújo, R. B. (2023). Canine squamous cell carcinoma: Electrochemotherapy association with surgery and correlation with overall survival. *Veterinary and Comparative Oncology*, 21(2), 240–254. DOI: 10.1111/vco.12882.
- Dos Santos, A., Lamego, É. C., Eisenhardt, L. M., de Vargas, I., Flores, M. M., Figuera, R. A., & Kommers, G. D. (2023). Prevalence and anatomopathological characterization of cutaneous squamous cell carcinomas with regional and distant metastases in dogs and cats: 20 cases (1985-2020). *Veterinary And Comparative Oncology*, 21(2), 291–301. DOI: 10.1111/vco.12887.
- Garner, M. M. (2007). Cytologic Diagnosis of Diseases of Rabbits, Guinea Pigs, and Rodents. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 10(1), 25–49. DOI: 10.1016/j.cvex.2006.10.002.
- Gokulakrishnan, M., Nagarajan, L., Ramani & Sowmiya (2020). Surgical Management of Periorbital Squamous Cell Carcinoma through Wide Margin Excision Fol-

- lowed by Transposition Skin Flap in a Dog. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(2), 2489–2492. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.902.282.
- Horalskiy, L. P., Khomych, V. T., & Kononsky, A. I. (2019). Osnovy ghistologichnoji tekhniki i morfofunkcionaljni metody doslidzhennja u normi ta pry patologiji [Fundamentals of histological techniques and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions]. Zhitomir, Polissia (in Ukrainian).
- Jia, Y., Wang, Y., Dunmall, L. S. C., Lemoine, N. R., Wang, P., & Wang, Y. (2023). Syrian hamster as an ideal animal model for evaluation of cancer immunotherapy. *Frontiers in Immunology*, 14. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1126969.
- Lemishevskiy, V. (2016). Patomorfologichna kharakterystyka i osoblyvosti trykhoepiteliom u sobak [Pathomorphological characteristics and features of the trihoepitelioma in dogs]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18(1), 91–98. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/98> (in Ukrainian).
- Lieshchova, M., Shuleshko, O., & Balchuhov, V. (2018). Poshyrennja i struktura novoutvorenj tvaryn u misti Dnipro [The incidence and structure of neoplasms in animals in Dnipro city]. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6(2), 30–37. URL: <https://bulletin-biosafety.com/index.php/journal/article/view/183> (in Ukrainian).
- Logvinova, V. V., Kravtsova, M. V., & Lieshchova, M. O. (2024). Pathomorphological diagnostic features of canine mast cell tumors. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 12(1), 3–9. DOI: 10.32819/2024.12001.
- Logvinova, V., & Kravtsova, M. (2023). Diagnostyka novoutvorenj molochnoji zalozy u kishok [Diagnostics of mammary gland neoplasma in cats]. *Agrarian Bulletin Black Sea Littoral*, 107, 69–75. DOI: 10.37000/abbsl.2023.107.10 (in Ukrainian).
- MacNeill, A. L. (2011). Cytology of canine and feline cutaneous and subcutaneous lesions and lymph nodes. *Topics in Companion Animal Medicine*, 26(2), 62–76. DOI: 10.1053/j.tcam.2011.02.004.
- Millanta, F., Andreani, G., Rocchigiani, G., Lorenzi, D., & Poli, A. (2016). Correlation between cyclooxygenase-2 and vascular endothelial growth factor expression in canine and feline squamous cell carcinomas. *Journal of Comparative Pathology*, 154(4), 297–303. DOI: 10.1016/j.jcpa.2016.02.005.
- Mohammed, S. I., Khan, K.N.M., Sellers, R. S., Hayek, M. G., DeNicola, D. B., Wu, L., Bonney, P. L., & Knapp, D. W. (2004). Expression of cyclooxygenase-1 and 2 in naturally-occurring canine cancer. *Prostaglandins, Leukotrienes, And Essential Fatty Acids*, 70(5), 479–483. DOI: 10.1016/j.plefa.2003.10.002.
- Mykhalenko, N., & Voitsekhovych, D. (2017). Orghanna lokalizacija pukhlyn u dribnykh tvaryn riznykh vydiv [Organ tumor in small animals of different species]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(77), 162–165. DOI: 10.15421/nvlvet7735 (in Ukrainian).
- Nagamine, E., Hirayama, K., Matsuda, K., Okamoto, M., Ohmachi, T., Uchida, K., Kadosawa, T., & Taniyama, H. (2017). Invasive front grading and epithelial-mesenchymal transition in canine oral and cutaneous squamous cell carcinomas. *Veterinary Pathology*, 54(5), 783–791. DOI: 10.1177/0300985817707005.
- Natsios, P., Chatzimisios, K., Tsioli, V., Psalla, D., Angelou, V., Savvas, I., & Papazoglou, L. G. (2024). Surgical management of squamous cell carcinoma of the canine male external genitalia: 15 cases (1994-2020). *Topics in Companion Animal Medicine*, 61, 100887. DOI: 10.1016/j.tcam.2024.100887.
- Noguchi, S., Hattori, A., Tanimoto, N., Nishida, R., Hirano, K., Wada, Y., Matsuyama, S., Shimada, T., & Akiyoshi, H. (2020). Establishing cell lines for canine tonsillar and non-tonsillar oral squamous cell carcinoma and identifying characteristics associated with malignancy. *Tissue & cell*, 67, 101408. DOI: 10.1016/j.tice.2020.101408.
- Noguchi, S., Hirano, K., Tanimoto, N., Shimada, T., & Akiyoshi, H. (2022). SLUG is upregulated and induces epithelial mesenchymal transition in canine oral squamous cell carcinoma. *Veterinary And Comparative Oncology*, 20(1), 134–141. DOI: 10.1111/vco.12755.
- Nosovskaya, A. (2016). Etiologhija i klinichni formy projavu neoplazij orghaniv rotovoji porozhnyny u sobak [Etiology and clinical manifestations of oral neoplasia in dogs]. *Scientific journal of veterinary medicine*, 1, 131–136 (in Ukrainian).
- Ogata, D., & Tsuchida, T. (2019). Systemic Immunotherapy for Advanced Cutaneous Squamous Cell Carcinoma. *Current Treatment Options in Oncology*, 20(4), 30. DOI: 10.1007/s11864-019-0629-2.
- Pang, P., Fang, H., Wu, H., Wang, S., Liu, M., Jin, S., Qi, Z., Li, Z., Liu, F., & Sun, C. (2021). Specificity protein 1/microRNA-92b forms a feedback loop promoting the migration and invasion of head and neck squamous cell carcinoma. *Bioengineered*, 12(2), 11397–11409. DOI: 10.1080/21655979.2021.2008698.
- Pestili de Almeida, E. M., Piché, C., Sirois, J., & Doré, M. (2001). Expression of cyclo-oxygenase-2 in naturally occurring squamous cell carcinomas in dogs. *Journal of histochemistry and cytochemistry*, 49(7), 867–875. DOI: 10.1177/002215540104900707.
- Petersen, E. T., Ahmed, S. R., Chen, L., Silapunt, S., & Migden, M. R. (2019). Review of systemic agents in the treatment of advanced cutaneous squamous cell carcinoma. *Future Oncology*, 15(27), 3171–3184. DOI: 10.2217/fon-2019-0158.
- Ramos, S. C., Dias-Pereira, P., Luís, A.L., MacFarlane, M., & Santos, A. A. (2024). Electrochemotherapy in dogs and cats-A review. *Veterinary and Comparative Oncology*, 22(3), 311–321. DOI: 10.1111/vco.12980.
- Ribero, S., Stucci, L. S., Daniels, G. A., & Borradori, L. (2017). Drug therapy of advanced cutaneous squamous cell carcinoma: is there any evidence? *Current Opinion In Oncology*, 29(2), 129–135. DOI: 10.1097/CCO.0000000000000359.
- Russak, O. M., Verganti, S., & Berlato, D. (2022). Strontium 90 plesiotherapy for the treatment of eyelid squamous cell carcinoma in eight cats. *Journal of Fe-*

- line Medicine and Surgery, 24(6), 524–529. DOI: 10.1177/1098612X211038141.
- Shuleshko, O., Zhorina, L., Oliyar, A., Lieshchova, M., & Lebedev, D. (2023). Morfologichna kharakterystyka novoutvorenj molochnoji zalozy v dekoratyvnykh shhuriv [Morphological characteristics of neoplasms of the mammary gland in decorative rats]. Agrarian Bulletin Black Sea Littoral, 107, 14–22. DOI: 10.37000/abbsl.2023.107.02 (in Ukrainian).
- Sözmen, M., Devrim, A. K., Sudağdan, M., Kabak, Y. B., & Yıldırım, F. (2021). Expression of angiogenic growth factors in canine squamous cell cancers. Biotechnic & histochemistry, 96(6), 450–459. DOI: 10.1080/10520295.2020.1818826.
- Spugnini, E. P., & Baldi, A. (2019). Electrochemotherapy in Veterinary Oncology: State-of-the-Art and Perspectives. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 49(5), 967–979. DOI: 10.1016/j.cvsm.2019.04.006.
- Teske, E., & Rutteman, G. R. (2005). Oral squamous cell carcinoma in a cat. Tijdschr Diergeneeskde, 130(24), 764–766.
- Webb, J. L., Burns, R. E., Brown, H. M., LeRoy, B. E., & Kosarek, C. E. (2009). Squamous cell carcinoma. Compendium: continuing education for veterinarians, 31(3), E9. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19412903>.
- Willcox, J. L., Marks, S. L., Ueda, Y., & Skorupski, K. A. (2019). Clinical features and outcome of dermal squamous cell carcinoma in 193 dogs (1987–2017). Veterinary And Comparative Oncology, 17(2), 130–138. DOI: 10.1111/vco.12461.
- Yang, Y., Go, D. M., Jung, J. H., Seo, D., Hwang, S. H., Lee, M., Kim, D. Y., & Kim, Y. (2022). Subungual pigmented squamous cell carcinoma in a dog. Journal of Comparative Pathology, 194, 50–53. DOI: 10.1016/j.jcpa.2022.03.010.
- Zon, G., Ivanovskaya, L., & Doby, M. (2013). Rezultaty diagnostyky pukhlyn sobak v m. Sumy [Results of diagnostics tumours of dogs in Sumy city]. Bulletin of Sumy National Agrarian University, 9(33), 171–174 (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11720
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.995:636.92

Natural resistance of the rabbit organism under the influence of *Eimeria* spp. pathogens

M. P. Prus, Y. V. Duda✉

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 17.01.2025
Received in revised form
17.02.2025
Accepted 18.02.2025

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.
Tel.: +38-067-781-54-69
E-mail: dudajulia1976@gmail.com

Prus, M. P., & Duda, Y. V. (2025). Natural resistance of the rabbit organism under the influence of *Eimeria* spp. pathogens. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 145–153. doi: 10.32718/nvlvet11720

Immunity in parasitic diseases has several specific features determined by the interactions within the parasite-host system. The host's immune response can be characterized primarily by changes in the cellular composition of the blood, the overall level of immunoglobulins, and alterations in their qualitative composition. This study aimed to investigate rabbits' cellular and humoral immunity factors under the influence of *Eimeria* spp. pathogens. The study was conducted on male rabbits aged 3–5 months with varying levels of infestation by *Eimeria* spp.: *Eimeria magna*, *E. media*, *E. perforans*, and *E. stiedae* (low level – $\Pi = 1838.89 \pm 1114.68$ oocysts per 1 g of feces, medium level – $\Pi = 39787.50 \pm 13422.34$ oocysts per 1 g of feces, and high level – $\Pi = 88578.57 \pm 17776.32$ oocysts per 1 g of feces). It was established that the parasitism of *Eimeria* spp. in the organism of rabbits, compared to healthy animals, led to changes in the leukogram of rabbit blood, manifested as leukocytosis (by 1.21 times, 1.26 times, 1.28 times, $P < 0.001$), absolute lymphocytosis (by 1.22 times, 1.28 times, 1.28 times, $P < 0.001$), eosinophilia (by 1.67 times, 1.85 times, and 2.04 times, $P < 0.001$), and basophilia (by 1.83 times, 2.33 times, 2.83 times, $P < 0.01–0.001$), which, in our opinion, indicates an inflammatory process in the animal's body. A significant ($P < 0.01–0.001$) increase in the levels of B-lymphocytes (by 1.57 times, 1.71 times, 1.96 times) and T-lymphocytes (by 1.24 times, 1.29 times, 1.26 times), due to T-helpers and T-active cells, against the background of a decrease in the number of T-suppressors and phagocytic activity of neutrophils (by 3.82 %, 5.91 %, 6.92 %, $P < 0.05–0.001$), may indicate stimulation of the immune system by antigens and the chronic phase of the disease. In the blood of rabbits infected with *Eimeria* spp. pathogens, there was a significantly higher content of IgA (1.78 times, 1.85 times, 1.97 times, $P < 0.001$), IgG (1.42 times, 1.65 times, and 1.70 times, $P < 0.001$), and circulating immune complexes (CIC) levels, against the background of lower levels of BASC, LASC (by 1.26 times, 1.36 times, and 1.49 times, $P < 0.001$), and KASC. These changes in humoral defense factors suggest the progression of an inflammatory process caused by *Eimeria* parasitism, the severity of which correlated with the intensity of the invasion.

Key words: *Eimeria* spp., leukogram, FAN, T- and B-lymphocytes, IgA, IgG, IgM, CIC, BASC, LASC, KASC, rabbits.

Природна резистентність організму кролів за впливу збудників *Eimeria* spp.

М. П. Прус, Ю. В. Дуда✉

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Імунітет за паразитарних хвороб має ряд особливостей, які обумовлені взаємовідносинами в системі паразит–хазяїн. Імунна відповідь хазяїна може характеризуватися насамперед зміною клітинного складу крові, загальним рівнем імуноглобулінів та зміною їх якісного складу. Мета роботи полягала у вивченні факторів клітинного та гуморального імунітету організму кролів за впливу збудників *Eimeria* spp. Для дослідження використовували кролів-самців 3–5-місячного віку з різним рівнем інвазованості *Eimeria* spp.: *Eimeria magna*, *E. media*, *E. perforans*, *E. stiedae* (низький рівень – $\Pi = 1838,89 \pm 1114,68$ ооцист в 1 г фекалій, середній рівень – $\Pi = 39787,50 \pm 13422,34$ ооцист в 1 г фекалій та високий рівень – $\Pi = 88578,57 \pm 17776,32$ ооцист в 1 г фекалій). Встановлено, що за паразитування асоціації збудників *Eimeria* spp. в організмі хворих кролів, порівняно зі здоровими, відбуваються зміни

гематологічних показників, які проявились лейкоцитозом (в 1,21 раза, 1,26 раза, 1,28 раза, $P < 0,001$ відповідно до інтенсивності інвазії), абсолютним лімфоцитозом (в 1,22 раза, 1,28 раза, 1,28 раза, $P < 0,001$), еозинофілією (в 1,67 раза, 1,85 раза та 2,04 раза, $P < 0,001$), базофілією (в 1,83 раза, 2,33 раза, 2,83 раза, $P < 0,01-0,001$), що, на нашу думку, свідчить про наявність запального процесу в організмі тварин. Вірогідне ($P < 0,01-0,001$) збільшення рівня В-лімфоцитів (в 1,57 раза, 1,71 раза, 1,96 раза) та Т-лімфоцитів (в 1,24 раза, 1,29 раза, 1,26 раза), за рахунок Т-хелперів і Т-активних, на тлі зниження кількості Т-супресорів і показників фагоцитарної активності нейтрофілів (на 3,82 %, на 5,91 %, на 6,92 %, $P < 0,05-0,001$) може свідчити про стимуляцію імунної системи антигенами та хронічну фазу захворювання. У крові кролів, уражених збудниками *Eimeria* spp., суттєво високий вміст IgA (1,78 рази, в 1,85 раза, в 1,97 раза, $P < 0,001$), IgG (в 1,42 раза, в 1,65 раза і в 1,70 раза, $P < 0,001$) і рівнів ЦІК на тлі низьких БАСК, ЛАСК (в 1,26 раза, 1,36 раза та 1,49 раза, $P < 0,001$), КАСК. Такі зміни показників гуморальних факторів захисту дозволяють припустити прогресування запального процесу, викликаного паразитуванням еймерій, ступінь вираженості якого взаємопов'язаний з рівнем інтенсивності інвазії.

Ключові слова: *Eimeria* spp., гематологічні показники, фагоцитарна активність нейтрофілів, Т- і В-лімфоцити, IgA, IgG, IgM, ЦІК, БАСК, ЛАСК, КАСК, кролі.

Вступ

В останні роки вченим вдалося розшифрувати деякі механізми маніпуляцій гомеостазом та імунітетом хазяїна з боку паразитів. Імунна відповідь хазяїна за паразитозів може характеризуватися насамперед зміною клітинного складу крові, загальним рівнем імуноглобулінів та зміною їх якісного складу (Duda & Prus, 2019; Duda et al., 2019; Kruchynenko, 2023; Prus et al., 2022; Bohach & Bohach, 2024).

Дослідження щодо розкриття механізмів патогенного впливу еймерій на імунну систему організму кролів проводили Т. В. Медведская та А. І. Ятусевич. Науковцями встановлено значне підвищення бактеріцидної активності сироватки крові вже на третю добу після зараження, а також і на 7, 12 і 17-у добу хвороби. Лізоцимна активність сироватки крові дещо знижувалася на 7–17-у добу і становила 8,48–12,30 %. Фагоцитарна активність нейтрофілів перебувала в межах 19,3–22,0 % й істотно не відрізнялася від контролю, але за даними інших авторів – цей показник у хворих кролів був нижчим на 38,49 % (Galimova et al., 2011).

Галімовою В. З. та співавторами встановлено, що збудники роду *Eimeria* негативно впливають на показники клітинної ланки імунітету кролів (Galimova et al., 2011). Так, кількість лімфоцитів поступалася значенню контролю на 42,21 %, кількість Т-Е-РОК-лімфоцитів – на 31,57 %, кількість активних Т-лімфоцитів – на 23,24 %. У крові хворих кролів рівень циркулюючих імунних комплексів був вищим за контрольні показники майже в 5 разів, що, на думку дослідників, вказує на розвиток запальних процесів в організмі тварин. У крові кролів, хворих на еймеріоз і інфекційний стоматит, знижується концентрація IgG на 36,95 %, збільшується вміст IgM і IgA в 3,4 раза порівняно з контрольною групою (Galimova et al., 2011).

Вченими визначено, що за трикратного введення з двотижневим інтервалом зростаючих доз споруваних ооцист *Eimeria intestinalis* первинне інвазування кролів продукує високоефективний імунітет до наступного зараження (Drouet-Viard et al., 1997; Renaux et al., 2003).

В. С. Сумцов та інші з'ясували вплив імунізації на морфологічний склад крові кролів і встановили істотне підвищення кількості лейкоцитів після ентерального введення їм корпускулярного антигену з молоком від $5,10 \pm 0,29$ до $10,6 \pm 0,31$ тис. При цьому в лейко-

грамі крові у разі імунізації спостерігалось вірогідне збільшення кількості лімфоцитів від $66,7 \pm 1,49$ % до $71,3 \pm 1,2$ % на фоні зменшення кількості нейтрофілів (Sumtsov et al., 1990).

Мета дослідження

Мета роботи полягала у вивченні факторів клітинного та гуморального імунітету організму кролів за впливу збудників *Eimeria* spp.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальна частина роботи виконана впродовж 2018–2020 рр. в ТОВ “Олбест” Дніпропетровської області, де збалансований раціон годівлі та кліткове утримання тварин на базі всіх зоогігієнічних вимог.

Для дослідження використовували кролів-самців каліфорнійської породи віком 3–5 місяців, відібраних за принципом аналогів. Рівень ураженості кролів збудниками еймеріозу досліджували за допомогою камери МакМастера (McMaster slide) (Cringoli et al., 2004). Тварини були поділені на чотири групи: контрольна (здорові тварини) та три дослідні (хворі на еймеріоз тварини) з різним рівнем інтенсивності інвазії (ІІ): І – низький рівень (ІІ = $1838,89 \pm 1114,68$ ооцист в 1 г фекалій), ІІ – середній рівень (ІІ = $39787,50 \pm 13422,34$ ооцист в 1 г фекалій) та ІІІ – високий рівень (ІІ = $88578,57 \pm 17776,32$ ооцист в 1 г фекалій). Ооцисти роду *Eimeria* ідентифікували за морфологічними характеристиками (форма, довжина, ширина, колір ооцисти, наявності чи відсутності мікропіле, остаточного тіла в ооцисті і спороцисті, полярної гранули, а також довжина перебігу препатентного і патентного періодів) (El-Shahawi et al., 2011; Elshahawy & El-goniemy, 2018).

Кількість еритроцитів та лейкоцитів підраховували за допомогою камери Горяєва. Лейкограму виводили шляхом підрахунку лейкоцитів у мазках крові кролів, пофарбованих за методом Романовського-Гімза (Vlizlo et al., 2012).

Загальну кількість Т-лімфоцитів визначали методом спонтанного розеткоутворення з еритроцитами барана (Zhang et al., 2021). Визначення кількості В-лімфоцитів проводили методом комплементарного розеткоутворення. Число О-клітин підраховували відніманням від 100 % суми загальної кількості Т-лімфоцитів та В-лімфоцитів. Результати реакцій оці-

нювали шляхом підрахунку під мікроскопом 200 лімфоцитів. За розетку рахували лімфоцит, що приєднав 3 і більше еритроцитів.

Рівень IgA (імуноглобулін А), IgG (імуноглобулін G), IgM (імуноглобулін М) одержували методом дискретного осадження за М. Костиною (1983).

Визначення ФАН (фагоцитарна активності нейтрофілів) здійснювали з додаванням стандартизованого до 2 млрд/мл завису добової культури *E. coli* 055K59 № 3912/41 (Lapovets et al., 2008; Vlizlo et al., 2012). БАСК (бактерицидна активність сироватки крові) проводили за методом О. В. Смірної та Т. А. Кузьміної за відношенням мікробної тест-культури *E. coli* 055K59№3912/41 (Maslyanko et al., 2001). ЛАСК (лізоцимна активність сироватки крові) визначали нефелометричним методом за В. Г. Дорофейчуком за відношенням до мікробної тест-культури *Micrococcus luteus* ATCC9341. За титром комплементу оцінювали КАСК (комплементарна активність сироватки) (Lapovets et al., 2008). Визначення ЦІК (рівень циркулюючих імунних комплексів) проводили в 3,5 % та 7,0 % розчині поліетиленгліколю методом диференційованої преципітації (Franci et al., 1996).

При роботі з тваринами дотримувалися положень статті 26 Закону України № 5456-VI від 16.10.2012 р. “Про захист тварин від жорстокого поводження”, “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, схвалених на Першому національному конгресі з біоетики, вимог Європейської конвенції “Про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілях” (European convention, 1986), декларації “Про гуманне ставлення до тварин” (Universal Declaration, 2007).

Статистичну обробку експериментальних результатів для визначення біометричних показників (сере-

дньоарифметичні величини (М) та їх похибки (m) розраховували з використанням програми Microsoft Excel-16.

Результати та їх обговорення

Паразити в організмі тварин призводять до формування в організмі хазяїна імунопатологічних реакцій, значення яких в патогенезі може перебільшувати безпосередню дію самих паразитів (Georgieva et al., 2008; Shapovalova et al., 2021). Ще до клінічних проявів захворювання в організмі тварини відбуваються значні зміни гомеостазу. Патологічний процес переважно носить локальний характер і супроводжується змінами біохімічних та морфологічних показників крові (Shtrykuli & Dzhus, 2011). Найбільші відхилення у складі крові спостерігаються під час гострої фази інвазії (Mykhailiutenko, 2024). Зарубіжні дослідження підтверджують ці спостереження. Наприклад, у роботі Wilson та співавтори розглядаються імунопатологічні реакції, що виникають у відповідь на гелмінтні інвазії, та їх вплив на організм хазяїна (Wilson et al., 2007). Також дослідження Tallima з іншими вченими аналізує роль імунної відповіді за паразитарних інфекцій і підкреслює її значення в патогенезі захворювань (Tallima & El Ridi, 2017). Крім того, Liu та співавтори вивчали зміни в біохімічних та морфологічних показниках крові тварин під час паразитарних інвазій, виявивши значні відхилення під час гострої фази інвазії (Liu et al., 2017).

За паразитування асоціації збудників *Eimeria spp.* (*Eimeria stiedae*, *E. magna*, *E. perforans*, *E. media*) встановлено, що в організмі кролів відбуваються зміни морфологічних показників крові (рис. 1).

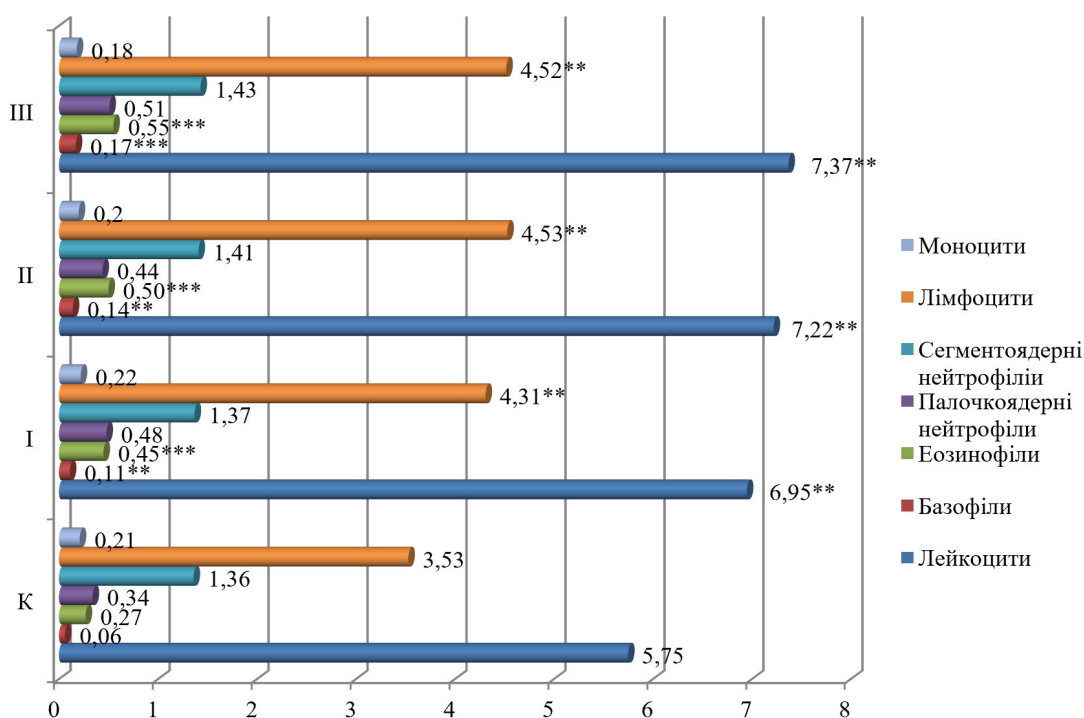


Рис. 1. Морфологічні показники крові кролів за впливу збудників *Eimeria spp.* за різної інтенсивності інвазії (II)
Примітка: *P < 0,05, ** P < 0,01, *** P < 0,001 – порівняно зі здоровими тваринами

Як видно із [рис. 1](#), виявлено достовірно ($P < 0,01$) більшу кількість лейкоцитів у крові кролів першої (в 1,21 раза), другої (1,26 раза) та третьої (1,28 раза) дослідних груп порівняно з контролем. Незалежно від II, у крові заражених збудниками *Eimeria spp.* кролів виявили абсолютний лімфоцитоз ($P < 0,01$): перша дослідна група (в 1,22 раза), друга дослідна група (1,28 раза) і третя дослідна група (1,28 раза) порівняно з контрольною групою тварин. Показником можливої наявності паразитів в організмі тварин чи людини є еозинофілія ([Loboiko et al., 2020](#); [Dovhii et al., 2023](#)). Так, у крові всіх тварин дослідних груп (I, II та III), порівняно із аналогічним показником крові тварин контрольної групи, кількість еозинофілів достовірно більша відповідно в 1,67 раза, 1,85 раза та 2,04 раза ($P < 0,001$). Щодо базофілів – виявлено схожу закономірність, зокрема у крові тварин дослідних груп їх кількість достовірно ($P < 0,01-0,001$) зросла, порівняно з контролем, в 1,83 раза, 2,33 раза, 2,83 раза відповідно у I, II, III груп.

Таким чином, у крові кролів, заражених збудниками *Eimeria spp.*, спостерігали абсолютний лейкоцитоз, лімфоцитоз, еозинофілію та базофілію. Наші дослідження збігаються з результатами досліджень Л. О. Франчук і І. М. Дубини ([Franchuk, 2015](#)), які стверджують, що за еймеріозної інвазії у кролів відбувалося збільшення кількості лейкоцитів і еозинофілів. Разом з тим, за отриманими власними даними, лейкограма хворих кролів характеризувалась абсолютним лімфоцитозом, базофілією, на тлі відносної сегментоядерної нейтропенії. Подібні результати отримали В. С. Сумцов та інші дослідники, які виявили значне зростання кількості лейкоцитів і лімфоцитів при одночасному зменшенні кількості нейтрофілів після ентерального введення корпускулярного еймеріозного антигену з молоком ([Sumtsov et al., 1990](#)).

Збудник *Eimeria spp.* впливає не тільки на морфологічні показники крові, а й на показники клітинного імунітету крові кролів, про що свідчили результати досліджень ([рис. 2](#)).

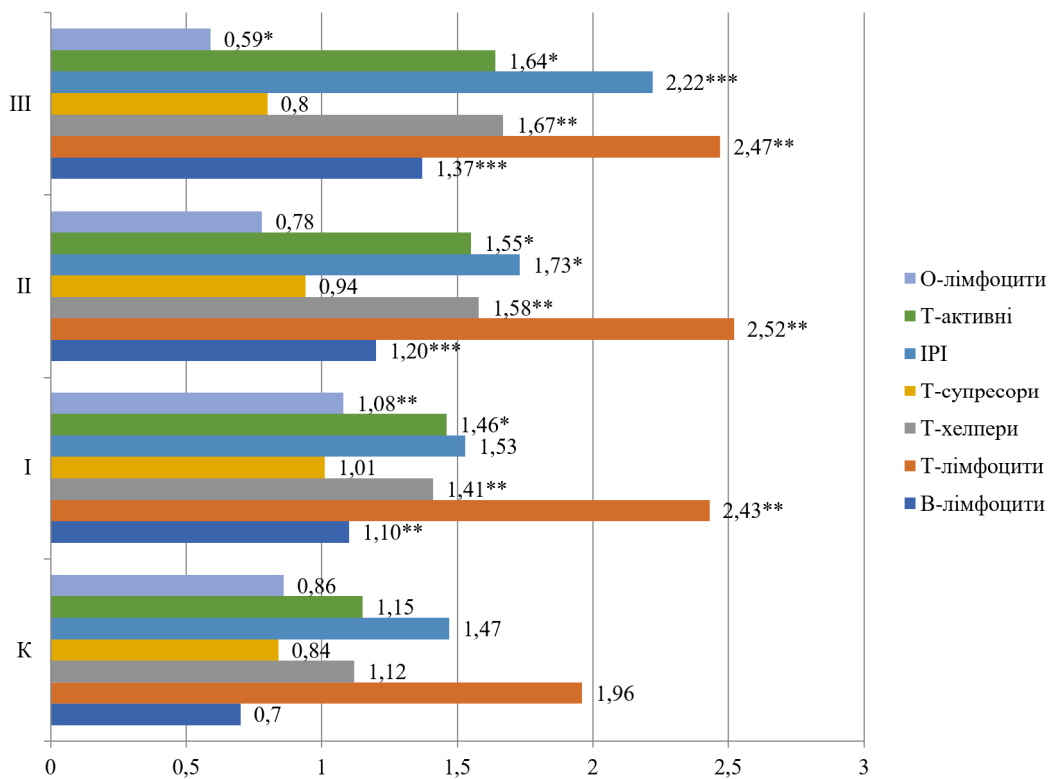


Рис. 2. Зміни показників імунокомпетентних клітин крові кролів за впливу збудників *Eimeria spp.* за різної II, Г/л
Примітка: * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$ – порівняно зі здоровими тваринами

Встановлено, що у крові хворих на еймеріоз кролів виявили вірогідно ($P < 0,01-0,001$) більшу кількість В-лімфоцитів (в 1,57 раза, 1,71 раза, 1,96 раза) та Т-лімфоцитів (в 1,24 раза, 1,29 раза, 1,26 раза) відповідно у тварин I, II, III дослідних груп порівняно з цим показником крові тварин контрольної групи. На нашу думку, зміни в кількісному складі популяцій Т- і В-лімфоцитів у крові кролів дослідних груп, порівняно із контролем, відбулась за впливу екзогенних антигенів, які виділяються та надходять в організм хазяїна в процесі метаболізму збудників *Eimeria spp.* Отримані нами результати узгоджуються з дослідженнями

М. Pakandl та інших, які також зафіксували зростання кількості Т- і В-лімфоцитів у період загострення еймеріозу ([Pakandl et al., 2008](#)).

Дані, відображені на [рис. 2](#), свідчать, що у крові тварин, вражених збудниками *Eimeria spp.*, (I, II, III груп), порівняно із контролем, вірогідно ($P < 0,01$) вища абсолютна кількість Т-хелперів (в 1,26 раза, 1,41 раза, 1,49 раза) відповідно. Подібно, але з нижчою достовірністю ($P < 0,05$), змінюється кількість Т-активних лімфоцитів (в 1,27 раза, 1,35 раза, 1,43 раза). Згідно з дослідженнями С.Н. Yun та інших вчених, CD8+ Т-клітини постійно контактують з епітеліаль-

ними клітинами, ураженими еймеріями, що свідчить про їхню цитотоксичну активність, спрямовану проти цих паразитів (Yun et al., 2000). Аналогічні дані встановили S. Renaux та співавтори, які спостерігали значне збільшення відсотка CD8⁺ лімфоцитів у кишечнику після первинної інфекції *E. intestinalis*, що свідчить про активацію клітинного імунітету на місці інфекції (Renaux et al., 2003). Окрім цього, у крові кролів з високою інтенсивністю інвазії відсоткова кількість Т-супресорів була нижчою на 6,94 % ($P < 0,01$), ніж у тварин контрольної групи. Внаслідок такого перерозподілу популяції Т-клітин у крові кролів II і III дослідних груп зріс ІРІ на 17,69 % ($P < 0,05$) і на 51,02 % ($P < 0,001$), порівняно з аналогічним показником крові здорових тварин. Збільшення рівня Т-хелперів і Т-активних лімфоцитів, на фоні зниження кількості Т-супресорів, як відомо (Chen et al., 2023), може свідчити про стимуляційний ефект імунної системи антигенами, які виділяються збудниками роду *Eimeria*. Отримані нами результати не узгоджуються з даними В. З. Галімової та співавторів, які виявили, що

у кролів, хворих на еймеріоз та інфекційний стоматит, кількість лімфоцитів була нижчою за контрольні показники на 42,21 %, кількість Т-Е-РОК-лімфоцитів – на 31,57 %, а активних Т-лімфоцитів – на 23,24 % (Galimova et al., 2011). Відмінності у змінах клітинної ланки імунітету кролів, ймовірно, зумовлені тим, що науковці для дослідження використовували тварин, одночасно уражених збудниками еймеріозу та інфекційного стоматиту.

Окрім змін у складі популяцій Т- і В-лімфоцитів, у крові кролів дослідних груп, порівняно з контролем, ми встановили відхилення і в показниках фагоцитозу (табл. 1). Фагоцитоз важливий не лише для знищення патогенів, а й для багатьох клітинних процесів. Професійні фагоцити відіграють ключову роль у вродженому та адаптивному імунітеті, нейтралізуючи мікроорганізми та презентуючи антигени лімфоцитам. Універсальність нейтрофілів забезпечується їхніми рецепторами, що розпізнають широкий спектр чужорідних і ендогенних лігандів (Miller et al., 2010).

Таблиця 1

Показники фагоцитарної активності нейтрофілів крові кролів за впливу асоціації збудників *Eimeria spp.* за різної інтенсивності інвазії ($M \pm m$)

Групи тварин		Фагоцитарна активність, %	ФІ, од.	ФЧ, од.
Контрольна група n = 32		46,59 $\pm$ 1,10	8,44 $\pm$ 0,20	3,90 $\pm$ 0,08
Дослідні групи	I (n = 36)	42,77 $\pm$ 1,04*	8,27 $\pm$ 0,23	3,51 $\pm$ 0,08**
	II (n = 32)	40,68 $\pm$ 1,02***	8,66 $\pm$ 0,23	3,49 $\pm$ 0,07***
	III (n = 28)	39,67 $\pm$ 1,24***	8,87 $\pm$ 0,23	3,47 $\pm$ 0,07***

Примітка: * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$ – порівняно зі здоровими тваринами

За результатами наших досліджень, наведених у табл. 1, встановлено достовірно нижчий показник фагоцитарної активності нейтрофілів крові хворих кролів, зокрема на 3,82 %, $P < 0,05$ – у тварин з низькою інтенсивністю інвазії, на 5,91%, $P < 0,001$ – у тварин з середньою II і на 6,92 %, $P < 0,001$ – у тварин з високою III, порівняно з даним показником кролів контрольної групи. Досліджуючи поглинальну здатність нейтрофілів (ФЧ) крові дослідних тварин I, II та III груп, встановили достовірно нижче його значення на 10,00 %, ($P < 0,01$), 10,51%, ($P < 0,001$) та 11,03%, ($P < 0,001$) відповідно, порівняно з контрольними показниками. Зниження показників фагоцитозу нейтрофілів, як відомо, вказує на хронізацію запального процесу. Разом з тим, не виявлено статистичних відмінностей показників фагоцитарного індексу (ФІ) нейтрофілів крові кролів контрольної і дослідних груп.

Отже, паразитування асоціації збудників *Eimeria spp.* призвело до змін морфологічних показників крові кролів, які проявились лейкоцитозом, абсолютним лімфоцитозом, еозинофілією, базофілією, що, на нашу думку, свідчать про наявність запального процесу в організмі тварин. Як відомо, збільшення рівня В-лімфоцитів, Т-хелперів і Т-активних на тлі зниження кількості Т-супресорів і показників фагоцитарної активності нейтрофілів може свідчити про стимуляцію імунної системи антигенами та тотальне хронічне запалення.

Визначення рівня вмісту антитіл у крові тварин служить важливою диференційно-діагностичною і прогностичною ознакою, оскільки рівень того чи іншого класу імуноглобулінів залежить не тільки від інвазійного агента, а й від індивідуальних особливостей організму хазяїна, його загальної резистентності, віку (Miller et al., 2010; Smith et al., 2012). Дослідження, проведене Л. М. Johnson та співавторами, продемонструвало, що індивідуальні генетичні особливості овець впливають на продукцію IgA у відповідь на паразитарну інвазію, що свідчить про важливість генетичних факторів у формуванні імунної відповіді (Johnson et al., 2015). Залежно від стадії інвазійного процесу змінюється рівень і тип синтезованих антитіл (Popov et al., 2010; Duda & Prus, 2019). Так, паразитування збудників роду *Eimeria* призводить до порушення синтезу окремих класів імуноглобулінів в організмі кролів (рис. 3).

У крові всіх хворих на еймеріоз кролів, незалежно від інтенсивності інвазії, виявляли достовірно ($P < 0,001$) вищий вміст IgA, зокрема в 1,78 раза у крові тварин першої дослідної групи, в 1,85 раза – другої дослідної групи і в 1,97 раза – третьої дослідної групи, порівняно з тваринами контрольної групи. Подібні зміни реєструвались і з вмістом IgG, рівень якого у крові тварин I, II і III дослідних груп був достовірно ($P < 0,001$) вищим, порівняно з контролем, в 1,42 рази, в 1,65 рази і в 1,70 рази, відповідно. При цьому рівень імуноглобулінів класу М статистично не відрізнявся

від показників здорових тварин. Отже, суттєво високий вміст IgG на фоні незмінного рівня IgM свідчить про хронічну фазу захворювання.

Eimeria spp. негативно впливають на показники неспецифічної резистентності гуморальної ланки імунного статусу, причому найбільшою мірою зміни стосуються величини лізоцимної активності сироватки крові кролів (табл. 2). Лізоцим є важливою складо-

вою вродженої імунної системи та основним секреторним продуктом макрофагів, що забезпечує протимікробну та імуномодулюючу дію, яка впливає на активність макрофагів (Farthmann & Schöffel, 1998).

Виявлено, що ЛАСК тварин дослідних груп зі зростаючим рівнем інтенсивності інвазії була достовірно ($P < 0,001$) нижчою в 1,26 раза, 1,36 раза та 1,49 раза відповідно, порівняно із контролем.

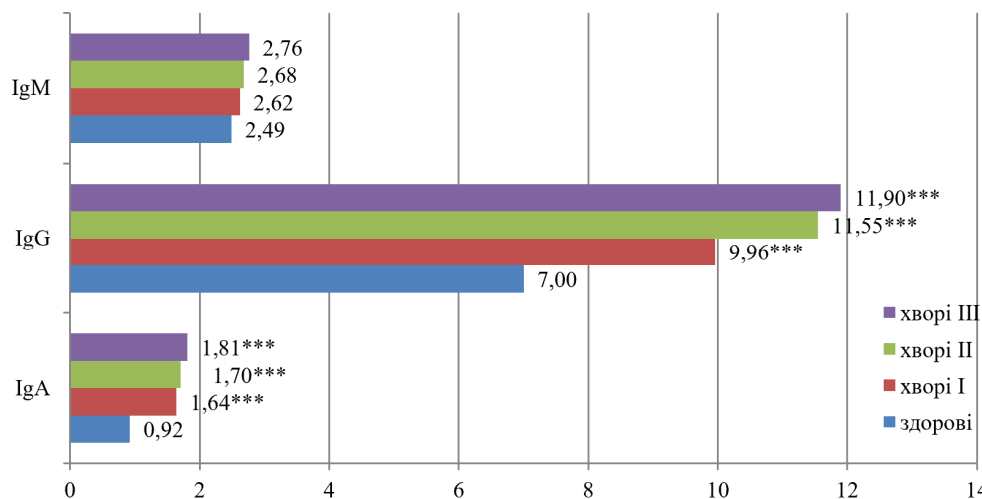


Рис. 3. Вміст IgA, IgG, IgM в крові кролів за впливу асоціації збудників *Eimeria* spp. за різної інтенсивності інвазії, мг/мл

Примітка: *** $P < 0,001$ – порівняно зі здоровими тваринами

Таблиця 2

Бактерицидна, лізоцимна та комплементарна активність сироватки крові кролів за впливу асоціації збудників *Eimeria* spp. за різної інтенсивності інвазії ($M \pm m$)

Групи тварин		БАСК, %	ЛАСК, %	КАСК, ум.од.
Контрольна, n = 32		33,62 ± 1,23	20,62 ± 0,74	0,079 ± 0,005
Дослідні	I (n = 36)	30,04 ± 1,30	16,40 ± 0,85***	0,076 ± 0,006
	II (n = 32)	28,67 ± 1,46*	15,12 ± 0,61***	0,062 ± 0,006*
	III (n = 28)	27,82 ± 1,46**	13,81 ± 1,10***	0,057 ± 0,006**

Примітка: * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$ – порівняно зі здоровими тваринами

Величина БАСК у кролів першої дослідної групи залишалась майже на рівні контролю, тимчасом як у кролів другої і третьої дослідних груп вона була достовірно нижчою відповідно на 4,95 % ($P < 0,05$) і 5,80 % ($P < 0,01$) порівняно із контролем. Подібні зміни виявили і з КАСК тварин з середньою та високою інтенсивністю інвазії, що була достовірно нижчою, порівняно з кролями контрольної групи, на 21,52 % ($P < 0,05$) та 27,85 % ($P < 0,01$) відповідно. Отже, наші дані дозволяють стверджувати про зниження неспецифічної резистентності організму кролів (гуморальної ланки) за несприятливої дії збудників роду *Eimeria*.

Дослідження щодо розкриття механізмів патогенного впливу еймерій на імунну систему організму кролів проводились Т. В. Медведскою та А. І. Ятусевичем. Науковцями встановлено зниження лізоцимної

активності та значне підвищення бактерицидної активності сироватки крові на фоні незмінної фагоцитарної активності. За даними інших авторів, як і за нашими дослідженнями, показник фагоцитарної активності у хворих кролів знижувався (Galimova et al., 2011). Нами також визначено, що паразитування асоціації збудників *Eimeria magna*, *E. media*, *E. perforans*, *E. stiedae* призвело до змін з боку імунологічних показників – високим вмістом IgA, IgG і рівнем ЦІК на тлі низьких БАСК, ЛАСК, КАСК. Схожі зміни факторів неспецифічного імунітету в інвазованих кролів виявляли інші дослідники.

Вивчення функціонального стану імунної системи свідчить, що рівень ЦІК у крові кролів змінювався залежно від рівня інвазованості еймеріями тварин (рис. 4).

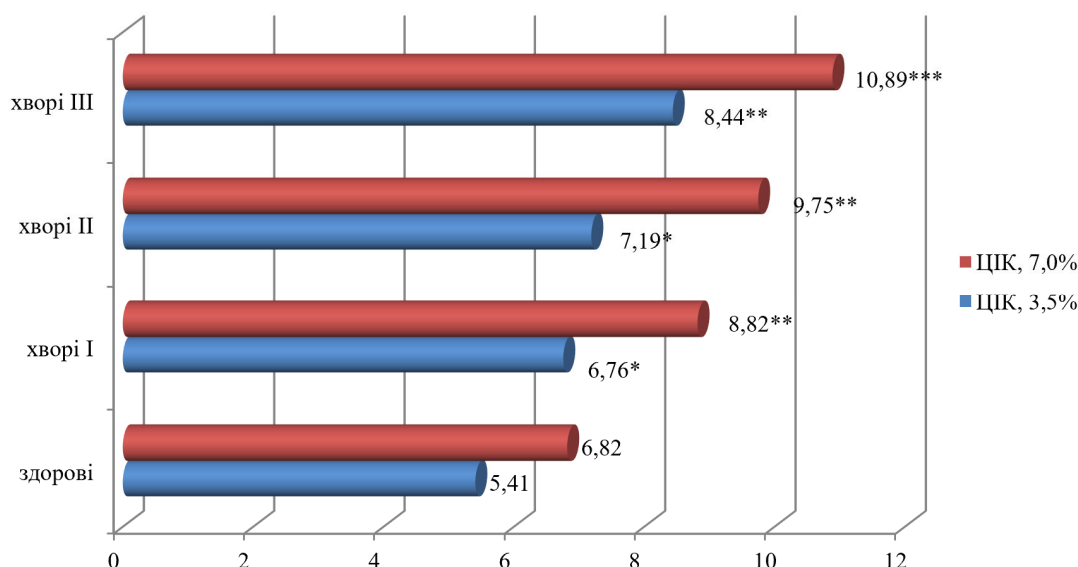


Рис. 4. Рівень циркулюючих імунних комплексів у крові кролів за впливу асоціації збудників *Eimeria* spp. за різної інтенсивності інвазії, ум. од.

Примітка: * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$ – порівняно зі здоровими тваринами

Встановлено статистично достовірне підвищення рівня середніх ЦІК у сироватці крові кролів I, II і III дослідних груп щодо контролю, зокрема: в 1,25 раза ($P < 0,05$), 1,33 раза ($P < 0,05$) та 1,56 раза ($P < 0,01$) відповідно. Як відомо, середньомолекулярна фракція є найбільш токсичною, оскільки вона може проходити через судинну стінку і відкладатися у тканинах, спричинюючи запалення (Krushevskiy & Stezhka, 2009). Разом з тим і рівень дрібних ЦІК у крові кролів дослідних груп за впливу асоціації збудників *Eimeria* spp. був теж достовірно вищим, а саме: в 1,29 раза ($P < 0,01$), 1,43 раза ($P < 0,01$) та 1,60 раза ($P < 0,001$) відповідно у тварин I, II і III груп щодо контрольної групи. Високі значення рівня ЦІК, на нашу думку, свідчать про те, що у хворих кролів зберігаються порушення з боку імунного гомеостазу, що може бути несприятливим у плані прогресування запального процесу та розвитку ускладнень. За даними В.З. Галімової та співавторів, у крові кролів, хворих на еймеріоз та інфекційний стоматит, збільшується вміст IgM і IgA в 3,4 раза, але знижується концентрація IgG на 36,95 % порівняно з контролем, рівень циркулюючих імунних комплексів був вищим за контрольні показники майже в 5 разів, що, на думку дослідників, вказує на розвиток запальних процесів в організмі тварин (Galimova et al., 2011).

Таким чином, встановлено, що за паразитування асоціації збудників *Eimeria magna*, *E. media*, *E. perforans*, *E. stiedae* в організмі кролів, порівняно зі здоровими тваринами, високий вміст в їх крові IgA, IgG і рівнів ЦІК на тлі низьких БАСК, ЛАСК, КАСК. Можливо, такі зміни у показниках гуморальних факторів захисту обумовлені прогресуванням запального процесу, викликаного паразитуванням еймерій, ступінь вираженості якого взаємопов'язаний з рівнем інтенсивності інвазії.

Висновки

Встановлено, що за паразитування асоціації збудників *Eimeria magna*, *E. media*, *E. perforans*, *E. stiedae* в організмі кролів, порівняно зі здоровими, спостерігали зміни морфологічних показників крові, які проявились лейкоцитозом, абсолютним лімфоцитозом, еозинофілією, базофілією, що свідчить про наявність запального процесу в організмі тварин. Збільшення рівня В-лімфоцитів, Т-хелперів і Т-активних на тлі зниження кількості Т-супресорів і показників фагоцитарної активності нейтрофілів може вказувати на стимуляцію імунної системи антигенами та хронічну фазу захворювання.

У крові кролів, уражених збудниками *Eimeria* spp., виявили суттєво високий вміст IgA, IgG на фоні незмінного рівня IgM та високі рівні ЦІК на тлі низьких БАСК, ЛАСК, КАСК. Такі зміни в показниках гуморальних факторів захисту свідчать про можливе прогресування запального процесу, вираженість якого безпосередньо залежить від рівня інтенсивності інвазії.

Перспективи подальших досліджень. Наукова робота в подальшому буде спрямована на вивчення різних схем лікування кролів, хворих на еймеріоз.

Відомості про конфлікт інтересів

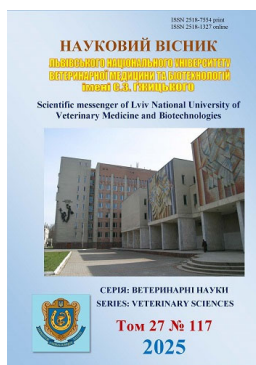
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bohach, O. M., & Bohach, M. V. (2024). Vplyv eimeriostatykiv na morfolohichni pokaznyky krovi porosiat za zmishanoho perebihu izosporozu i kryptosporidyozu. *Scientific Progress & Innovations*, 27(3), 70–74. DOI: 10.31210/spi2024.27.03.11 (in Ukrainian).
- Chen, X. D., Xie, J., Wei, Y., Yu, J. F., Cao, Y., Xiao, L., Wu, X. J., Mao, C. J., Kang, R. M., & Ye, Y. G.

- (2023). Immune modulation of Th1/Th2/Treg/Th17/Th9/Th21 cells in rabbits infected with *Eimeria stiedai*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 13, 1230689. DOI: 10.3389/fcimb.2023.1230689.
- Cringoli, G., Rinaldi, L., Veneziano, V., Capelli, G., & Scala, A. (2004). The influence of flotation solution, sample dilution, and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the fecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. *Veterinary Parasitology*, 123(1-2), 121–131. DOI: 10.1016/j.vetpar.2004.05.021.
- Dovhii, Y. Y., Berezovskyi, A. V., Prus, P. M., Zghozinska, O. A., & Bezditko, L. V. (2023). Efficiency of tansy tincture against ectoparasites in animals. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, 1(60), 33–38. DOI: 10.32782/bsnau.vet.2023.1.6 (in Ukrainian).
- Drouet-Viard, F., Coudert, P., & Licois, D. (1997). Vaccination against *Eimeria magna* coccidiosis using spray dispersion of precocious line oocysts in the nest box. *Veterinary Parasitology*, 70(1/3), 61–66. DOI: 10.1016/s0304-4017(96)01134-x.
- Duda, Y. V. (2019). Nespetsyfichna rezystentnist orhanizmu kroliv za vplyvu asotsiatsii zbudnykiv *Treponema cuniculi* ta *Eimeria* sp. *Veterynariia, tekhnolohii tvarynyystva ta pryrodokorystuvannia*, 4, 50–54. DOI: 10.31890/vtp.2019.04.10 (in Ukrainian).
- Duda, Y. V., & Prus, M. P. (2019). Riven bilkiv i imunoglobuliniv u krovi kroliv za pasaluroznoi invazii. *Veternarna medytsyna*, 105, 91–95. DOI: 10.36016/VM-2019-105-18 (in Ukrainian).
- Duda, Y., Shevchik, R., & Kuneva, L. (2019). The effect of cysticercosis invasion on the cellular immunity of rabbits. *Scientific Horizons*, 81(8), 36–41. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-81-8-36-41.
- El-Shahawi, G., El-Fayomi, H. M., & Abdel-Haleem, H. (2011). Coccidiosis of domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Egypt: light microscopic study. *Parasitology Research*, 110, 251–258. DOI: 10.1007/s00436-011-2479-0.
- Elshahawy, I., & Elgoniemy, A. (2018). An epidemiological study on endoparasites of domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Egypt with special reference to their health impact. *Sains Malaysiana*, 47(1), 9–18. DOI: 10.17576/jsm-2018-4701-02.
- Farthmann, E. H., & Schöffel, U. (1998). Epidemiology and pathophysiology of intraabdominal infections (IAI). *Infection*, 26(5), 329–334. DOI: 10.1007/BF02962266.
- Franchuk, L. O. (2015). Eimerioz kroliv (poshyrennia, patohenez, likuvannia) (avtoref. kand. vet. nauk). *Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy, Kyiv* (in Ukrainian).
- Franci, O., Amici, A., Margarit, R., Merendino, N., & Piccolella, E. (1996). Influence of thermal and dietary stress on the immune response of rabbits. *Journal of Animal Science*, 74(7), 1523. DOI: 10.2527/1996.7471523x.
- Galimova, V. Z., Asabullina, I. I., & Galiullina, A. M. (2011). Hematological, biochemical and immunological indices of rabbit blood during epilepsy in association with infectious stomatitis. *Theory and practice of combating parasitic diseases: proceedings of a scientific conference*, 12, 124–126.
- Georgieva, T. M., Georgiev, I. P., Iliev, Y., Petrov, V. S., Vachkov, A., Kanelov, I., Zapryanova, D., Pavlova, A. I., & Eckersall, D. (2008). Blood serum concentrations of total proteins and main protein fractions in weaning rabbits experimentally infected with *E. coli*. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 159(8-9), 431–436. URL: <https://eprints.gla.ac.uk/36046>.
- Johnson, L. M., Roberts, K. J., & Thompson, G. H. (2015). Genetic factors influencing IgA production in sheep during parasitic infection. *International Journal of Parasitology*, 47(1), 89–95. DOI: 10.1016/j.ijpara.2015.08.009.
- Korchan, L. M., Kulinich, S. M., Pelenyo, R. A., & Mykhailiutenko, S. M. (2023). Asotsiatyvni invazii kroliv u hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine & Biotechnologies Series: Veterinary Sciences*, 25(109), 125–129. DOI: 10.32718/nvlvet10919 (in Ukrainian).
- Kruchynenko, O. (2023). Parasitic diseases of rabbits (distribution, diagnosis, and treatment). *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(111), 54–61. DOI: 10.32718/nvlvet11109 (in Ukrainian).
- Krushevskiy, V. A., & Stezhka, V. A. (2009). Spivvidnoshennia vmistu rozmiru tsyrkuliuiuchykh imunnykh kompleksiv u syrovattsi krovi pry eksperymentalnomu, toksychnomu, pylovomu ta toksychno-pylovomu bronkhiti u shchuriv. *Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*, 1(17), 64–72 (in Ukrainian).
- Lapovets, L. Ye., Lutsyk, B. D., Lebed, H. B., & Akimova, V. M. (2008). *Posibnyk z laboratornoi imunolohii*. Lviv (in Ukrainian).
- Liu, Q., Yong, L., Xiaoli, C., Jianbing, P., Jun, Z., & Xiaolei, L. (2017). Hematological and biochemical changes in experimental rabbits infected with *Toxoplasma gondii*. *Experimental Parasitology*, 177, 48–53. DOI: 10.1016/j.exppara.2017.04.002.
- Loboiko, Y., Barylo, Y., & Barylo, B. (2020). Otsinka preparativ hrupy makrotsyklichnykh laktoniv za ektoparazytoziv koropa. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22(98), 16–21. DOI: 10.32718/nvlvet9803 (in Ukrainian).
- Maslyanko, R. P., Oleksyuk, I. I., & Padovsky, A. I. (2001). *Metodychni rekomendatsii dlia otsinky ta kontroliu imunnoho statusu tvaryn*. Lviv (in Ukrainian).
- Miller, R. S., Davis, L. E., & Clark, P. R. (2010). Serum IgM levels as predictors of health status in swine. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 133(2–4), 267–273. DOI: 10.1016/j.vetimm.2009.07.011.
- Mykhailiutenko, E. (2024). Morphological indicators of nutria blood during trichurotic invasion. *Scientific Progress & Innovations*, 27(2), 95–98. DOI: 10.31210/spi2024.27.02.16 (in Ukrainian).
- Pakandl, M., Hlášková, L., Poplštejn, M., Nevečeřalová, M., Vodička, T., Salát, J., & Mucksová, J. (2008).

- Immune response to rabbit coccidiosis: A comparison between infections with *Eimeria flavescens* and *E. intestinalis*. *Folia Parasitologica*, 55, 1–6. DOI: 10.14411/fp.2008.001.
- Popov, B., Dobрева, Z., Georgieva, S., & Stanilova, S. (2010). Enhancement of anti-KLH IgG antibody production in rabbits after treatment with *Haberlea rhodopensis* extract. *Trakia Journal of Sciences*, 8, 92–97. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20103340172>.
- Prus, M., Duda, Y., Koreyba, L., Borisevich, B., & Lisova, V. (2022). Seasonal and age dynamics of passalurosis invasion of rabbits and pathological and histological changes in this nematodosis. *Scientific Horizons*, 25(11), 9–19. DOI: 10.48077/scihor.25(11).2022.9-19.
- Renaux, S., Quéré, P., Buzoni-Gatel, D., Sewald, B., Le Vern, Y., Coudert, P., & Drouet-Viard, F. (2003). Dynamics and responsiveness of T-lymphocytes in secondary lymphoid organs of rabbits developing immunity to *Eimeria intestinalis*. *Veterinary Parasitology*, 110(3–4), 181–195. DOI: 10.1016/s0304-4017(02)00305-9.
- Shapovalova, O. V., Soloshenko, E. M., Yarmak, T. P., & Shevchenko, Z. M. (2021). Rezultaty imunolohichnykh doslidzhen na helmintozy u patsientiv z likarskoiu khvoroboiu ta alerhichnym dermatytom, 121–123. URL: <https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/25623/1/121-123.pdf> (in Ukrainian).
- Shtrykuli, N. S., & Dzhus, P. P. (2011). Morfolohichni, biokhimichni ta tsytohenetychni pokaznyky klityn krovi i kistkovoho mozku laboratornykh myshei, infikovanykh zbudnykamy krovoparazytarnykh khvorob konei. NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho, 13(2-1(48)), 298–302. (in Ukrainian).
- Smith, A. B., Jones, C. D., & Williams, E. F. (2012). Age-related variations in immunoglobulin levels in cattle. *Journal of Veterinary Immunology*, 45(3), 123–130.
- Sumtsov, V. S., Sentyurin, V. V., Manzhos, A. F., & Kolometsky, A. P. (1990). Potential for the development of environmentally safe means to combat ejmeriozoa of rabbits. *Veterinary medicine. Economic, social and environmental problems: papers from the conference proceedings*, 59.
- Tallima, H., & El Ridi, R. (2017). Immunopathology and immunomodulation in schistosomiasis and fascioliasis: Common and unique mechanisms. *Parasites & Vectors*, 10(1), 1–12.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynytstvi ta veterynarnii medytsyni. Lviv: Spolom (in Ukrainian).
- Wilson, M. S., Mentink-Kane, M. M., Pesce, J. T., Ramalingam, T. R., Thompson, R., & Wynn, T. A. (2007). Immunopathology of schistosomiasis. *Immunology and Cell Biology*, 85(2), 148–154. DOI: 10.1038/sj.icb.7100014.
- Yun, C. H., Lillehoj, H. S., & Lillehoj, E. P. (2000). Intestinal immune responses to coccidiosis. *Developmental and Comparative Immunology*, 24(2-3), 303–324. DOI: 10.1016/S0145-305X(99)00080-4.
- Zhang, Y., Liu, Q., Yang, S., & Liao, Q. (2021). CD58 Immunobiology at a Glance. *Frontiers in Immunology*, 12. DOI: 10.3389/fimmu.2021.705260.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11721
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 631.223:636.4:[615.28:615.322]

Use of herbal preparations for the sanitation of animal premises

S. B. Peredera[✉], V. I. Pohrebniak, A. M. Khyh, N. S. Shcherbakova

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Article info

Received 20.01.2025
Received in revised form
24.02.2025
Accepted 25.02.2025

Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.
Tel.: +38-066-560-32-14
E-mail: 13peredera@ukr.net

Peredera, S. B., Pohrebniak, V. I., Khyh, A. M., & Shcherbakova, N. S. (2025). Use of herbal preparations for the sanitation of animal premises. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 154–157. doi: 10.32718/nvlvet11721

Preventive disinfection is the basis of biosecurity measures in livestock enterprises. Disinfection during animal husbandry and production of products “from field to table” guarantees the receipt of high-quality and safe livestock products. Disinfection (sanitation) measures of livestock premises are the main direction of prevention and control of infectious diseases of animals. Chemicals used during disinfection negatively affect the environment and pollute it. The main factors that can cause various infectious diseases of animals and reduce the quality and safety of food products are the presence of opportunistic microflora in livestock premises. If there is a large amount of it, microbial stress may occur, and subsequently the onset of an infectious process. To prevent this, it is necessary to carry out timely sanitation of livestock premises in the presence of animals using aerosols of non-toxic various disinfectants. Currently, the most promising disinfectants for obtaining organic livestock products are the use of plant-based sanitizing agents. The presented studies provide the results of the introduction of a sanitizing phytopreparation into the production of animal products, namely in pig farms, in comparison with the commercial disinfectant BTS Plus. Two sections of fattening piglets served as controls: in one of them water was sprayed, and in the other section only mechanical cleaning was carried out. According to the results of the studies, it was found that two sanitizing agents used in the form of low-dispersion aerosols at the rate of 150 ml per 1 m² had a good bactericidal effect. After 24 hours of exposure, the level of bacterial contamination was reduced by almost two times and *E. coli* was not detected. In the control sections, a gradual increase in bacterial contamination was noted.

Key words: sanitation, herbal medicine, bacterial contamination, sanitary indicator microorganisms.

Застосування рослинних препаратів для санації тваринницьких приміщень

С. Б. Передера[✉], В. І. Погребняк, А. М. Хиль, Н. С. Щербакова

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Профілактична дезінфекція є основою заходів з біобезпеки у тваринницьких підприємствах. Проведення дезінфекції під час вирощування тварин та отримання продукції “Від лану до столу” гарантує отримання високоякісної та безпечної продукції тваринництва. Заходи з дезінфекції (санації) тваринницьких приміщень є основним напрямком профілактики та боротьби з інфекційними хворобами тварин. Хімічні речовини, що застосовуються під час проведення дезінфекції, негативно впливають на довкілля та забруднюють його. Серед основних факторів, що можуть викликати різноманітні інфекційні захворювання тварин та знижувати якість і безпечність харчової продукції, є наявність у тваринницьких приміщеннях умовно-патогенної мікрофлори. За наявності її у великій кількості може виникати мікробний стрес, а в подальшому – інфекційний процес. Для запобігання зазначеному необхідно своєчасно проводити санацію тваринницьких приміщень у присутності тварин із застосуванням аерозолів нетоксичних різноманітних дезінфектантів. На сьогодні найбільш перспективними дезінфектантами для отримання органічної продукції тваринництва є застосування сануючих засобів на рослинній основі. За підсумками досліджень надані результати впровадження у виробництво тваринної продукції, а саме у фермерських господарствах з вирощування свиней, сануючого фітопрепарату порівняно з комерційним дезінфікуючим засобом БТС Плюс. Як контроль – дві секції поросят на відгодівлі: в одній з них розпилювали воду, а в іншій секції проводилась тільки механічна очистка. За результатами досліджень встановлено, що два сануючі препарати, які

застосовувалися у вигляді низькодисперсних аерозолів з розрахунку 150 мл на 1 м², мали добрий бактерицидний ефект. За експозиції 24 години рівень бактеріального забруднення був знижений майже у два рази, *E. coli* не виявлялася. У контрольних секціях спостерігалось поступове зростання бактеріального забруднення.

Ключові слова: санація, фітопрепарат, бактеріальне забруднення, санітарно показові мікроорганізми.

Вступ

Комплекс заходів з біобезпеки у фермерських господарствах повинен бути спрямованим на підтримання епідеміологічного благополуччя та захист інтересів вітчизняного виробника, що є основою соціального та економічного благополуччя України (Bashchenko et al., 2017; Nesterenko, 2024).

Зазначений комплекс заходів з біобезпеки спрямований на підвищення рівня продовольчої безпеки держави. Він базується на основі виробництва якісних та безпечних продуктів харчування “Від лану до столу”, тобто безпосередньо до споживача (Kovalenko et al., 2013; Fotina et al., 2014; Ljasota & Sokolova, 2018).

Основним завданням науковців щодо отримання якісної та безпечної продукції свиначства є удосконалення ветеринарно-санітарних заходів, спрямованих на підтримання епідеміологічного благополуччя серед тварин.

Заходи з біобезпеки можна поділити на специфічні та неспецифічні (загальні). До специфічних заходів можна зарахувати профілактичне щеплення тварин, а до неспецифічних – загальногосподарські, ветеринарно-санітарні та зоотехнічні заходи.

До основних ветеринарно-санітарних заходів належать підтримання параметрів мікроклімату у тваринницьких приміщеннях, повноцінна та якісна годівля тварин, дезінфекція, дератизація, дезінсекція та утилізація гноівки.

Заходи з дезінфекції (санації) тваринницьких приміщень є основним напрямком профілактики та боротьби з інфекційними хворобами тварин. Хімічні речовини, що застосовуються під час проведення дезінфекції, справляють негативний вплив на довкілля.

Під впливом антропогенних факторів патогени, що викликають різноманітні інфекційні процеси, постійно піддаються мутаційним змінам, унаслідок чого в них виявляються нові властивості. Наприклад, з'являються нові штами, які стійкі до дезінфектантів.

Проведення дезінфекційних заходів у тваринництві є як один з основних заходів, спрямованих на руйнування епізоотичного ланцюга, оскільки дезінфекційні засоби негативно діють на різноманітні патогени та запобігають їх накопиченню. За правильного застосування дезінфекційних засобів лікарі ветеринарної медицини можуть контролювати та впливати на стан епізоотичного процесу (Kovalenko & Nedosiekov, 2011; Fotina et al., 2014; Ljasota & Sokolova, 2018; Slaston, 2022).

Для дезінфекції ветеринарних підконтрольних об'єктів наявна невелика кількість дезінфекційних засобів, що є безпечними у присутності тварин та птиці і є екологічно безпечними (Kovalenko & Nedosiekov, 2011; Fotina et al., 2014; Ljasota & Sokolova, 2018; Slaston, 2022).

Технології промислового утримання великої кількості тварин спричиняють значне накопичення умовно-патогенної мікрофлори в приміщеннях, що може викликати мікробний стрес та призводити до спалаху інфекційних захворювань серед тварин.

У низці фермерських господарств санація тваринницьких приміщень часто здійснюється під час технологічних розривів, коли змінюється поголів'я тварин, або під час спалаху інфекційних процесів.

Застосування рослинних препаратів з бактерицидними властивостями є перспективним напрямом у розробці заходів для санації тваринницьких приміщень. Вони можуть застосовуватися як альтернатива хімічним речовинам, які є токсичними та забруднюють довкілля (Mehalinska et al., 2004; Stadnytska et al., 2011; Kovalenko et al., 2013; Ljasota & Sokolova, 2018; Khyl & Peredera, 2023).

Мета дослідження

Вивчення дезінфекційних (сануючих) властивостей дезінфекційного засобу на рослинній основі у присутності тварин.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились в умовах фермерських господарств, де утримуються від 10 до 100 гол. свиней, зокрема в Полтавській області Кременчуцького району, а також навчально-наукової лабораторії кафедри інфекційної патології ПДАУ та на базі Регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області.

Дослідження проводились у приміщеннях, де утримувались свині на відгодівлі. В досліді були поросята на відгодівлі, чотири секції по 10 голів вагою 30–40 кг. Дезінфекцію здійснювали спрямованими низько дисперсними аерозолями, з дотриманням усіх норм біоетики. Аерозольну дезінфекцію рослинним фітопрепаратом та дезінфекційним засобом БТС Плюс проводили відповідно до закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження”, 2006 № 3447 у редакції від 08.08.2021 та за етичними принципами Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та наукових цілей (Страсбург, 18 березня 1986 р.)

Об'єкти дослідження: дезінфектант на рослинній основі. До складу дослідженого фітопрепарату входить мучниця звичайна, корінь калгану, листя груші Листопадової, кристалічний бішофіт, спирт етиловий ректифікований, вода дистильована.

Для визначення ефективності бактерицидної дії фітопрепарату його наносили на поверхні стін за допомогою розпилювача у вигляді низькодисперсного аерозолі з розрахунку 150 мл/м². Як контроль застосовували дезінфікуючий засіб БТС Плюс та водопрото-

відну воду відповідно. Четверта секція також слугувала контролем. Вона не оброблялася розчинами, але механічна очистка поверхонь проводилася. Механічна очистка підлоги та годівниць проводилася кожен день. Контроль бактеріального забруднення поверхонь здійснювався через 24, 48, 72 та 168 годин після обробки поверхонь.

Контроль якості дезінфекції здійснювали за наявністю санітарно-показових мікроорганізмів (*E. coli* та *S. aureus*) за загальноприйнятою методикою (Yakubchak et al., 2005; Kovalenko & Nedosiekov, 2011; Kovalenko et al., 2013).

Результати та їх обговорення

Під час проведення досліду протягом 168 годин (сім діб) у тварин не було виявлено ніяких змін у поведінці та клінічному стані.

Таблиця 1

Ефективність сануючої дії ($M \pm m$, $n = 10$)

Показники		Експозиція (год)				
		До дезінфекції	24	48	72	168
Фітопрепарат	Мікробне забруднення (КУО од.млн/м ²)	45632 ± 0,4	21384 ± 0,35	24276 ± 0,42	35354 ± 0,37	44738 ± 0,3
	Ефективність знезараження, %	-	53.3	46.8	22.5	2
БТС Плюс	Мікробне забруднення (КУО од.млн/м ²)	45368 ± 0,27	21835 ± 0,4	23958 ± 0,5	36987 ± 0,36	43925 ± 0,48
	Ефективність знезараження, %	-	51.9	47.2	18.5	3.2
Вода водопровідна	Мікробне забруднення (КУО од.млн/м ²)	45683 ± 0,33	45753 ± 0,29	46958 ± 0,38	49359 ± 0,4	53284 ± 0,2
	% збільшення мікробного забруднення	-	100.2 (+ 0.2)	102.8 (+2.8)	108.05 (+8.05)	116.6 (+16.6)
Секція не оброблялась	Мікробне забруднення (КУО од.млн/м ²)	45725 ± 0,21	45893 ± 0,32	46926 ± 0,33	49892 ± 0,4	53581 ± 0,26
	% збільшення мікробного забруднення	-	100.4 (+0.4)	102.6 (+2.6)	109.1 (+9.1)	117.2 (+17.2)

Таблиця 2

Наявність росту *S. aureus* та *E. coli* ($M \pm m$, $n = 10$)

Препарат	Експозиція (год)	Наявність росту мікроорганізмів (КУО од.млн/ см ²)			
		<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>	
		Стіни	Міжстанкові перегородки	Стіни	Міжстанкові перегородки
Фітопрепарат	4	-	-	-	-
	24	+	+	-	-
БТС Плюс	4	-	-	-	-
	24	+	+	-	-
Вода водопровідна	4	+	+	+	+
	24	+	+	+	+
Секція не оброблялась	24	+	+	+	+
	24	+	+	+	+

Примітка: “-” ріст колоній відсутній; “±” ріст колоній в деяких пробах

За результатами досліджень можна зазначити, що дезінфікуючий засіб, створений на базі рослинних компонентів, має добру зволожуючу властивість, що здійснює позитивний вплив на його бактерицидні властивості. Всім відомо, чим нижчий поверхневий натяг розчину, тим краще він прилипає до поверхні, що обробляється, та проникає у її глибину. Розробле-

ний фітопрепарат також має залишковий бактерицидний ефект, оскільки на поверхні утворюється бактерицидна плівка. Окрім того, процес санації тваринницьких приміщень фітопрепаратом є безпечним для тварин, екологічним для довкілля.

Після використання досліджуваних дезінфектантів рівень бактеріального забруднення був знижений приблизно у два рази за експозиції 24 години порівняно з рівнем до дезінфекції. У подальшому він поступово став відновлюватися і на сьому добу спостережень майже досяг початкового рівня. Що стосується контрольних секцій, то рівень бактеріального забруднення з початку експерименту поступово збільшувався. На сьому добу спостережень він збільшився майже на 17 % (табл. 1).

Варто зазначити, що росту колоній кишкової палички не було виявлено протягом 24 годин в усіх відібраних пробах. Що стосується іншого санітарно-показового мікроорганізму, золотистого стафілококу, то у перші чотири години також не спостерігалось його росту в усіх відібраних пробах, але на 24 годину було виявлено наявність колоній збудника в досліджуваних пробах (табл. 2).

Висновки

Фітопрепарат, до складу якого входить мучниця звичайна, корінь калгану, листя груші Листопадової, кристалічний бішофіт, спирт етиловий ректифікований, вода дистильована, має добрий сануючий ефект у присутності тварин. Він знижує бактеріальне забруднення поверхонь у два рази.

Фітопрепарат та комерційний дезінфекційний засіб БТС Плюс мають майже однакові дезінфекційні властивості у присутності тварин.

Фітопрепарат має на оброблених поверхнях залишковий бактерицидний ефект, безпечний для тварин, та не забруднює довкілля.

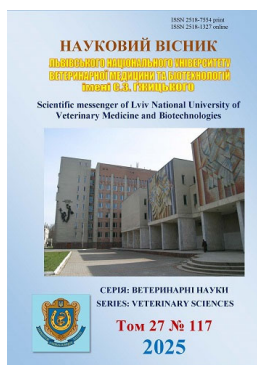
Перспективи подальших досліджень. Розробити технологічну схему профілактичної дезінфекції із застосуванням рослинного фітопрепарату у різних тваринницьких приміщеннях за наявності тварин. Вивчити його вплив на збереження поголів'я та якості і безпечність отриманої продукції.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Bashchenko, M. I., Stehni, B. T., Herilovych, A. P., & Baranovskyi, D. I. (2017). Problemy i perspektyvy rozvytku standartiv biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu u veterynarii medytsyni ta biotekhnolohii. *Veterynarna medytsyna*. Kharkiv, 103, 8–12. URL: <https://www.jvm.kharkov.ua/sbornik/103/1-1.pdf> (in Ukrainian).
- Fotina, H. A., Berezovskyi, A. V., & Fotina, T. I. (2014). Zastosuvannia novykh dezinfektantiv v systemi derzhavnoho veterynarnoho kontroliu ta ohliadu. *Metodychni rekomendatsii. Zatv. NMR DKVM Ukrainy*, pr. №1 vid 25.12. 2014 r. (in Ukrainian).
- Khil A.M. (2022) The prospect of using plant-based disinfectants in vivariums for keeping animals. *Colloquium-Journal*, 35(158), 4–6. DOI: 10.24412/2520-6990-2022-35158-4-6.
- Khyl, A., & Peredera, S. (2023). Investigation of antibacterial activity of tinctures from leaves of *Pyrus communis* of Noyabrskaya variety, *Arctostaphylos adans*, rhizomes of *Potentilla erecta* and *Poltava Bischofite*. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(112), 131–134. DOI: 10.32718/nvlvet11221.
- Kovalenko, V. L., & Nedosiekov, V. V. (2011). *Metodychni pidkhody shchodo kontroliu dezinfikuiuchykh zasobiv dlia veterynarnoi medytsyny: monohrafiia*. Kyiv (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. L., Zasiakin, D. A., Nedosiekov, V. V., Nychyk, S. A., & Hnatenko, A. V. (2013) *Rozrobka i kontrol dezinfikuiuchoho zasobu. Monohrafiia*. Kyiv: TOV NVP “Interservis” (in Ukrainian).
- Ljasota, V., & Sokolova, L. (2018). Dezinfektsiini zasoby, suchasna kharakterystyka ta bezpechnist pry zastosuvanni u tvarynnytstvi. *Scientific Journal of Veterinary Medicine*, 2, 87–99 URL: <https://nvvm.btsau.edu.ua/en/content/disinfectants-modern-characteristics-and-safety-use-animal-husbandry> (in Ukrainian).
- Mehalinska, H. P. Iliencko, K. P., & Zheltovska, N. U. (2004). Litychna, antybakterialna ta tsytostatychna aktyvnist lektyniv deiakykh likarskykh rosllyn. *Pryrodnychi nauky na mezhi stolit : mat-ly nauk.-prakt. konf.*, 23–25 ber. 2004. *Nizhyn*, 64–65 (in Ukrainian).
- Nesterenko, O. (2024). Aspects of biosafety and biosecurity in poultry. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(114), 27–32. DOI: 10.32718/nvlvet11405.
- Obladnannia dlia dezinfektsii tvarynnytskykh prymishchen: vymushena neobkhdnist chy harantiia zdorovia tvaryn? Veb-sajt [Elektronnyi resurs]. URL: <https://a7d.com.ua/tvarinnictvo/30816-obladnannya%20dlyadeznfekcyi-tvarinnickih-primschen-vimushena-neobkhdnst-chi-garantya-zdorovyatvarin.html> (in Ukrainian).
- Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia: Zakon Ukrainy № 4017-IX vid 10.10.2024. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR)*, 2006, № 27, st.230. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (in Ukrainian).
- Slaston, D. (2022). Production research of experimental disinfectant “Sukhodes”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(106), 43–48. DOI: 10.32718/nvlvet10607.
- Stadnytska, N. Ye., Komarovska-Porokhniavets, O. Z., Kishchak, Kh. Ya., Mykoliv, O. B., Lytvyn, B. Ya., Konechna, R. T., & Novikov, V. P. (2011). Roslyny z protymikrobnymy vlastyvostiamy. *Visnyk Nacional'nogo universytetu «L'vivs'ka politehnika»*, 700, 111–116. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/651341a9-f45d-4504-a3ce-bafe4a9235fa/content> (in Ukrainian).
- Yakubchak, O. M., Khomenko, V. I., & Kovalenko, V. L. (2005). *Rekomendatsii shchodo sanitarno-mikrobiolohichnoho doslidzhennia zmyviv z poverkhon test-obiektiv ta obiektiv veterynarnoho sposterezhennia i kontroliu: metodychni rekomendatsii*. Kyiv (in Ukrainian).
- Zazharskyi, V. V., Brygadyrenko, V. V., Boyko, O. O., Bilan, M. V., & Zazharska, N. M. (2024). Antibacterial and anthelmintic activities of *Xanthium strumarium* (Asteraceae) extracts. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(1), 129–133. DOI: 10.15421/022419.
- Zazharskyi, V. V., Davydenko, P. O., Kulishenko, O. M., Borovik, I. V., Zazharska, N. M., & Brygadyrenko, V. V. (2020). Antibacteri-al and fungicidal activities of ethanol extracts of 38 species of plants. *Biosystems Diversity*, 28(3), 281–289. DOI: 10.15421/012037.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11722
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.04/.2.09:616-001.4:618.14-002

Research on the microflora of cattle and deer during the development of wounds, abscesses and endometritis

I. O. Chemerovska✉

Bila Tserkva National Agricultural University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 21.01.2025
Received in revised form
24.02.2025
Accepted 25.02.2025

Bila Tserkva National Agricultural
University, Soborna sq., 8/1,
Bila Tserkva, 09111, Ukraine.
Tel.: +38-068-015-24-78
E-mail: chemerovska.i.o@ukr.net

Chemerovska, I. O. (2025). Research on the microflora of cattle and deer during the development of wounds, abscesses and endometritis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 158–165. doi: 10.32718/nvlvet11722

To date, pathogenic and opportunistic microorganisms are common. From the biological material collected from the site of abscess development, the predominant microflora were in cattle: *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. epidermidis*, *Bac. subtilis*, *Staph. intermedius*, *Staph. aureus*, *Streptococcus spp.*, *Staph. haemolyticus*, *Staph. eguorum*, *Staph. cohnii*, *Staph. felis*, *Corinebacterium xerosis*, *Kocuria rhizophia*, *Enterobacter spp.*: *Micrococcus luteus*, *Staph. epidermidis*, *Bac. megaterium*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*. From the biological material collected from the site of wound development, the predominant microflora were in cattle: *Bac. megaterium*, *Acinetobacter spp.* 17.65 %, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas spp.*: *Staph. epidermidis*, *Staphylococcus spp.*, *Micrococcus luteus*, *Streptococcus spp.*, *Staph. aureus*, *Bac. subtilis*, *Proteus spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. simulans*, *Staph. intermedius*, *Staph. sciuri*, *Acinetobacter spp.*, *Pseudomonas spp.* The predominant microflora of the biological material collected during the development of endometritis were in cattle: *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. aureus*, *Staph. chromogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. haemolyticus*, *Staph. gallinarium*, *Staph. simulans*, *Staph. eguorum*, *Streptococcus spp.* From the results obtained, it can be concluded that in cattle we most often identified *Micrococcus luteus* – 15.39 % and *Enterococcus faecalis* – 13.46 % in the study of endometritis, *Micrococcus luteus* – 23.53 %, *Staphylococcus spp.* – 23.53 %, but for the study of abscesses of *Micrococcus luteus* – 20 %, *Escherichia coli* – 13.33 % of deer for the study of wounds of *Escherichia coli* – 21.05 %, *Staph. aureus* – 15.79 % of wounds, and abscesses of *Staph. aureus* – 31.81 %, *Escherichia coli* – 27.27 %.

Key words: microorganisms, cattle, deer, wounds, endometritis, abscess, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*.

Дослідження мікрофлори великої рогатої худоби та оленів за розвитку ран, абсцесів та ендометритів

I. О. Чемеровська✉

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

На сьогоднішній день поширені патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми. Із біологічного матеріалу відібраного з місця розвитку абсцесу переважальною мікрофлорою були у великої рогатої худоби: *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. epidermidis*, *Bac. subtilis*, *Staph. intermedius*, *Staph. aureus*, *Streptococcus spp.*, *Staph. haemolyticus*, *Staph. eguorum*, *Staph. cohnii*, *Staph. felis*, *Corinebacterium xerosis*, *Kocuria rhizophia*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas spp.*; у оленів: *Micrococcus luteus*, *Staph. epidermidis*, *Bac. megaterium*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*. Із біологічного матеріалу відібраного з місця розвитку ран переважальною мікрофлорою були у ВРХ: *Bac. megaterium*, *Acinetobacter spp.*, 17,65 %, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas spp.*, *Proteus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Micrococcus luteus*; у оленів: *Staph. epidermidis*, *Staphylococcus spp.*, *Micrococcus luteus*, *Streptococcus spp.*, *Staph. aureus*, *Bac. subtilis*, *Pro-*

teus spp., *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. simulans*, *Staph. intermedius*, *Staph. sciuri*, *Acinetobacter* spp., *Pseudomonas* spp. Із біологічного матеріалу відібраного за розвитку ендометриту переважалою мікрофлорою були у ВРХ: *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. aureus*, *Staph. chromogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. haemolyticus*, *Staph. gallinarum*, *Staph. simulans*, *Staph. equorum*, *Streptococcus* spp., *Pseudomonas* spp. З одержаних результатів можна зробити висновок, що від ВРХ найчастіше ми ідентифікували при дослідженні ендометритів *Micrococcus luteus* – 15,39 % та *Enterococcus faecalis* – 13,46 %, мікробіологічні дослідження ран *Micrococcus luteus* – 23,53 %, *Staphylococcus* spp. – 23,53 %, а от за дослідження абсцесів *Micrococcus luteus* – 20 %, *Escherichia coli* – 13,33 % від оленів за дослідження ран *Escherichia coli* – 21,05 %, *Staph. aureus* – 15,79 % за пан, та абсцесів *Staph. aureus* – 31,81 %, *Escherichia coli* – 27,27 %.

Ключові слова: мікроорганізми, велика рогата худоба, олені, рани, ендометрит, абсцес, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*.

Вступ

Мікроорганізми поширені по всій земній кулі, вони є важливою ланкою у переробці поживних речовин в усіх екосистемах. За сприятливих для них умов умовно-патогенні та патогенні бактерії можуть вражати тварин, людей і викликати інфекційні процеси (рани, абсцеси, ендометрит тощо).

Бактеріальні інфекції викликають серйозне занепокоєння для глобальної галузі охорони здоров'я тварин. Аеробні або факультативні бактеріальні збудники, такі як *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas* spp., *Escherichia coli*, *Enterococci* spp., є найпоширенішими збудниками (Roy et al., 2017; Puca et al., 2021). Уповільнений процес загоєння ран призводить до формування хронічного перебігу (Kadam et al., 2019). А це збільшує фінансові витрати, оскільки вимагає тривалого лікування. Зазвичай антибіотики та антисептики широкого спектру дії часто використовуються для лікування тварин та призводять до зниження економічної ефективності (Norman et al., 2016; Gueltzow et al., 2018) за розвитку тваринництва. Використання антибіотиків широкого спектру дії є головним фактором появи резистентних бактерій і патогенів з множинною лікарською стійкістю, зокрема за наявності ран (Corsini et al., 2020). Крім того, рани розглядаються як резервуари для передачі стійких бактерій людям за тісного контакту (Li et al., 2018; Wee et al., 2020) з тваринами.

Окрім вище згаданих захворювань, у тварин часто лікарі ветеринарної медицини виявляють абсцеси – запалення, яке виникає внаслідок інфекції в тканинах, що може бути наслідком укусів комах, травм або інфекційних захворювань, які часто супроводжуються набряком, почервонінням і болем. Автори (Hullahalli et al., 2021) зазначають, що абсцес – це бактеріальна інфекція, яка виникає внаслідок потрапляння у пошкоджені тканини бактерій. Найчастіше за розвитку абсцесів ізолюють такі збудники: *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* (Siqueira et al., 2020). Це свідчить, що інфекційні процеси у тварин у наш час є поширеною проблемою, оскільки мікроорганізми, які викликають дану проблему, теж розповсюджені. Вони можуть набувати стійкості до антибіотиків, що негативно впливає на подальше лікування.

Окрім ран і абсцесів, поширеним захворюванням у самок є розвиток ендометритів, які характеризуються розвитком запалення верхньої слизової оболонки матки – ендометрія, а за ускладнень – заповненням порожнини матки гнійним ексудатом. Захворювання

розвивається під час лютеїнової фази і прогестерон відіграє ключову роль для встановлення інфекції висхідними умовно-патогенними бактеріями. Збудником, який найчастіше виділяють з піометри матки, є *Escherichia coli* (Broshkov et al., 2023). Із захворюванням пов'язаний широкий спектр клінічних ознак, які у важких випадках можуть становити загрозу для життя. Також виділяється за розвитку піометри у тварин *Staphylococcus aureus*, який є одним із основних збудників, що мешкає на тілі тварини, і за сприятливих умов цей мікроорганізм може стати патогеном та викликати локалізовані або системні інфекції (Siqueira et al., 2020).

Таким чином, велика кількість бактерій відіграє ключову роль у розвитку інфекційних процесів в організмі тварин. Вони можуть потрапляти в макроорганізм через різні шляхи, такі як контакт з інфікованими тваринами, через харчові продукти або навколишнє середовище, за травмування тощо. Після проникнення мікроорганізми починають розмножуватися та взаємодіяти з організмом господаря, що часто призводить до розвитку інфекційного процесу. Одні бактерії можуть викликати широкий спектр захворювань, від шкірних інфекцій до сепсису. Інші бактерії виділяють токсини, які пошкоджують тканини і органи тварини, чим сприяють розповсюдженню інфекції. Застосування антибіотиків з метою знищення патогенів призвело до розвитку стійких форм мікроорганізмів, які здатні швидко поширюватися не лише серед тварин, а й серед людей.

Мета дослідження

Виділення, ідентифікація та порівняння патогенної мікрофлори з біологічного матеріалу за інфекційних ендометритів, ран та абсцесів у великої рогатої худоби і оленів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження були виконані на базі навчально-наукової лабораторії молекулярної діагностики та науково-дослідної лабораторії мікробіологічних методів дослідження, кафедри мікробіології та вірусології ФВМ Білоцерківського національного аграрного університету, м. Біла Церква, та науково-дослідного бактеріологічного відділу Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДЛДВСЕ), м. Київ. Усі маніпуляції з тваринами виконувалися з урахуванням Закону України "Про захист тварин від жорстокого

поводження”. Робота обмежувалася відбором біологічного матеріалу від живих тварин під час проведення діагностичних та лікувальних заходів в умовах роботи ветеринарних клінік ФВМ Білоцерківського національного аграрного університету, на мисливських угіддях та фермах. Відбір біологічного матеріалу виконували до початку лікування тварин протимікробними препаратами. Усі процедури з тваринами виконувалися з використанням засобів індивідуального захисту. Зразки відправлялися до лабораторії протягом 2 годин у транспортному контейнері, сумці-холодильнику, з метою забезпечення стабільності відібраного біологічного матеріалу і зведення до мінімуму впливу різних чинників, що можуть змінити їхній склад.

Біологічний матеріал доставляли від кожної тварини в окремих добре закритих транспортних пробірках. Усі зразки були пронумеровані, вказували вид, стать, кличку, клініку або ж господарство, де був відібраний матеріал. На кожну тварину, в якій відбирали біологічний матеріал, було складено супровідний лист, в якому зазначали вид біоматеріалу, вид тварини, термін перебігу хвороби, чи було проведено попереднє лікування тощо. Відбір зразків матеріалу та оформлення супровідних документів проводили згідно з “Правилами відбору зразків патологічного матеріалу, крові, кормів, води та пересилання їх для дослідження” № 15–14/111 від 15 квітня 1997 р. (Державний Департамент ветеринарної медицини, 1997) та наказу № 490 “Про порядок відбору зразків та їх перевезення (пересилання) до уповноважених лабораторій для цілей державного контролю” та форми акта відбору зразків.

За період проведеного моніторингу різних інфекційних патологій у великої рогатої худоби (n = 114) виділяли та досліджували мікрофлору за розвитку: ендометритів (n = 52), ран різної етіології (n = 17), абсцесів (n = 45).

Також за період моніторингу різних інфекційних патологій в оленів (n = 60) дослідили патогенні ізоляти, отримані з ран (n = 38) та абсцесів (n = 22). Зазначимо, що у даного виду тварин протягом дослідного періоду розвитку ендометритів не виявляли.

Відбір матеріалу з інфекційних гнійних ран проводили під час оперативного втручання, первинної хірургічної обробки ран або під час перев’язки. Екссудат з абсцесів відбирали у стерильну ємкість, із вогнища ураження тканин, об’ємом 1–1,5 мл. Якщо у пацієнта був дренаж, гнійно-запальний матеріал відбирали у стерильну пробірку об’ємом 1–2 мл.

Посів досліджених проб мікроорганізмів проводили на кров’яний м’ясо-пептонний агар. Вивчили морфологічні та тинкторіальні властивості отриманих колоній, із яких виготовляли препарати-мазки і фарбували їх за методом Грама. Розподіляли бактерії на грампозитивні (коки, бацили, кластридії) та грамнегативні (сальмонели, *E. coli*, псевдомонади) із подальшим застосуванням API-тесту (виробник компанії bioMérieux, Франція). Це класифікація бактерій, заснована на біохімічних тестах, які дозволяють швидко ідентифікувати виділені ізоляти за розвитку інфекційних процесів у тварин. Ця система розроблена спеціально для швидкої ідентифікації клінічно значущих

бактерій. Ми використовували системи для специфічної ідентифікації і для диференціації між представниками грамнегативної бактеріальної родини Enterobacteriaceae (API-20E) та специфічну для грампозитивних бактерій, включаючи види стафілококів, *Micrococcus*, види та споріднені організми (API-Staph.). Бактеріальну суспензію використовували для регідrataції кожної з лунок і смугінкубування. Під час інкубації обмін речовин викликав зміни кольору в лунках (тубах) спонтанно або за додавання реагентів (згідно з інструкцією до набору).

Дослідження проведено відповідно до принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Official Journal of the European Union L276/33, 2010), а також відповідно до Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” від 28.03.2006 р. № 27, ст. 230, наказу МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р., відповідно до “Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах” та схвалено Етичним комітетом Білоцерківського НАУ (висновок № 10/14 від 16.08.22 р., протокол № 14). Матеріали статті можуть бути опубліковані.

Результати дослідження

Проведеними дослідженнями встановлено, що з біологічного матеріалу за ендометритом виділялися такі ізоляти: *Micrococcus luteus* – 15,39 % та *Enterococcus faecalis* – 13,46 %. Дещо менший відсоток було виділено та ідентифіковано *Staph. aureus* – 9,61 %, *Staph. chromogenes* – 9,61 %. Окрім того, найменший відсоток від ВРХ нами було виділено *Pseudomonas aeruginosa* (7,69 %), *Staph. haemolyticus* (5,77 %) та *Staph. gallinarium* (5,77 %). Найменший відсоток припадав на патогени – *Staph. simulans* (3,85 %), *Staph. eguorum* (3,85 %), *Streptococcus spp.* (3,85%) та *Pseudomonas spp.* (3,85 %) (рис. 1).

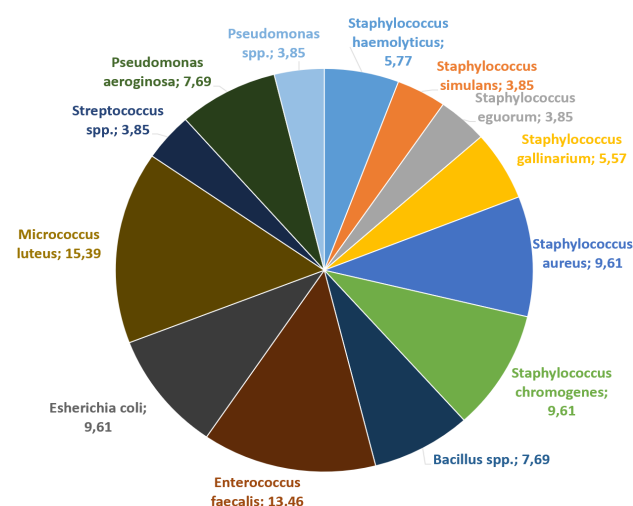


Рис. 1. Виділені ізоляти за ендометритів у великої рогатої худоби, %

Таким чином, найчастіше серед дослідженої ВРХ (n = 52) викликали розвиток ендометриту патогени

коки, зокрема найбільший відсоток припадав на *Micrococcus luteus* та *Enterococcus faecalis*.

За період дослідження проведення досліду нами було встановлено, що серед інфікованих ран у ВРХ найчастіше виявлялися колоті, рвані та комбіновані ($n = 17$). Під час мікробіологічних досліджень було виявлено, що найбільш розповсюдженими мікроорганізмами у ранах різного походження є *Staphylococcus* spp. – 23,53 % і *Micrococcus luteus* – 23,53 % (рис. 2).

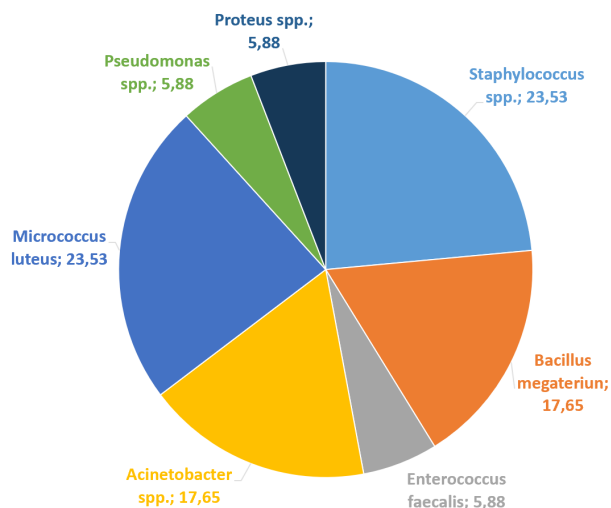


Рис. 2. Виділені ізоляти за розвитку ран різного походження у великої рогатої худоби, %

Крім того, нами було виділено та ідентифіковано *Bac. megaterium* – 17,65 %, *Acinetobacter* spp. – 17,65 %, а найменше було виділено *Enterococcus faecalis* – 5,88 %, *Pseudomonas* spp. – 5,88 % та *Proteus* spp. – 5,88 %.

Також за період досліджень нами було проведено дослідження мікрофлори із біологічного матеріалу, відібраного за розвитку абсцесів (рис. 3) у великої рогатої худоби ($n = 45$). Встановлено, що найчастіше причиною патології були виділені *Micrococcus luteus* – 20 %, *Escherichia coli* – 13,33 % та *Enterococcus faecalis* – 11,11 % (рис. 3).

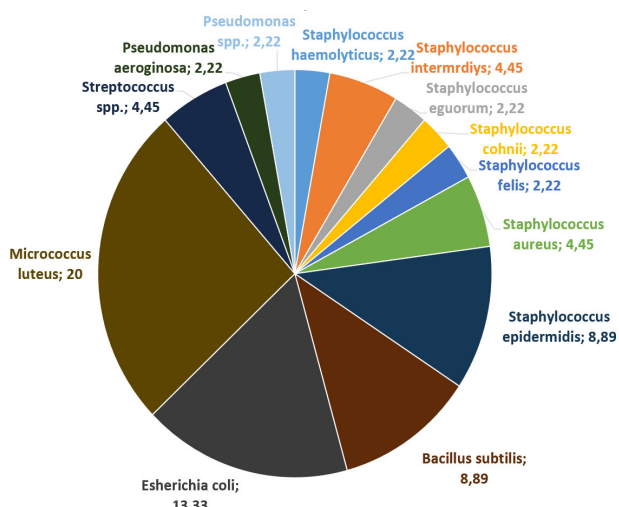


Рис. 3. Виділені ізоляти за розвитку абсцесів у великої рогатої худоби, %

Окрім того, були виділені та ідентифіковані *Staph. epidermidis* – 8,89 %, *Bac. subtilis* – 8,89 %, *Staph. intermedius* – 4,45 %, *Staph. aureus* – 4,45 %, *Streptococcus* spp. – 4,45 %. Менший відсоток припадав на ідентифіковані *Staph. haemolyticus* – 2,22 %, *Staph. equorum* – 2,22 %, *Staph. cohnii* – 2,22 %, *Staph. felis* – 2,22 %, *Corinebacterium xerosis* – 2,22 %, *Kocuria rhizophia* – 2,22 %, *Enterobacter* spp. – 2,22 %, *Pseudomonas aeruginosa* – 2,22 %, *Pseudomonas* spp. – 2,22 %. Зазначимо, що грампозитивні, коагулазонегативні представники бактеріального роду *Staphylococcus*: *Staph. equorum* та *Staph. cohnii* виявляли від ВРХ віком понад 4 років, яким час від часу за розвитку певних патологій (мастит, абсцес), зазвичай застосовували антибіотики широкого спектру дії. А мікроорганізм *Staph. felis* виділяється від котів, а не від ВРХ. Ймовірно ця бактерія потрапила до ВРХ від котів, які були в господарстві. Зокрема, повідомлень про виділення *Kocuria rhizophia* (рис. 4) від ВРХ в Україні, згідно з дослідженими літературними джерелами, не виявляли.

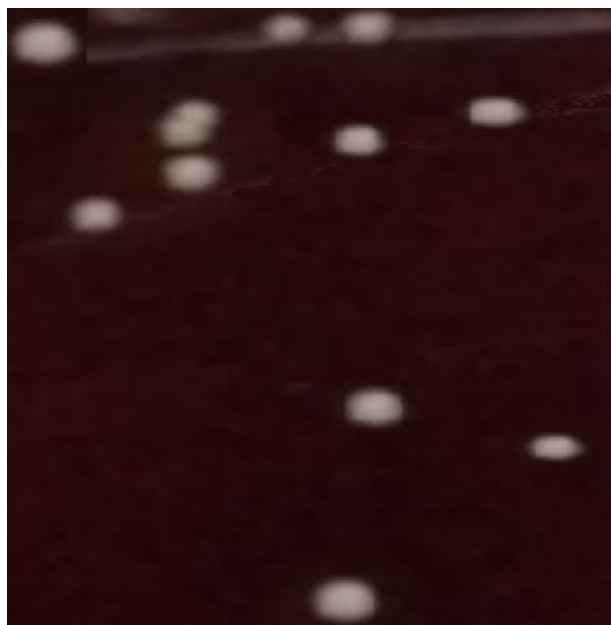


Рис. 4. Ріст ізолята *Kocuria rhizophia* на кров'яному МПА, виділеного від ВРХ за розвитку абсцесу

Таким чином, за інфекційної патології (абсцесів, ендометритів та ран) у великої рогатої худоби (рис. 5) найбільш поширеними виявилися збудники *Micrococcus luteus* за ендометритів 15,39 %, ран 23,53 %, абсцесів 20 %, *Enterococcus faecalis* ендометритів 13,46 %, абсцесів 11,11 %.

Зокрема, *Escherichia coli* найчастіше виділялася при абсцесах у ВРХ – 13,33 %.

Від оленів ($n = 60$) нами було досліджено біологічний матеріал, відібраний із ран різного походження та абсцесів (рис. 6).



Рис. 5. Інфекційні патології у великої рогатої худоби

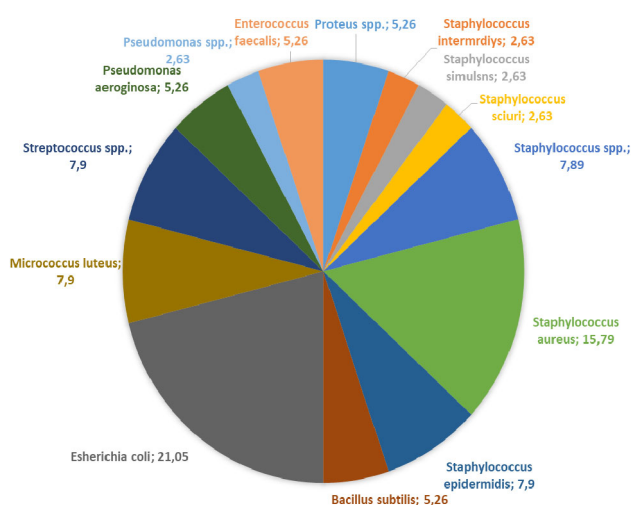


Рис. 6. Виділені ізоляти за утворення ран різного походження в оленів, %

Мікробіологічними дослідженнями встановлено, що при дослідженні біологічного матеріалу з ран найчастіше виділялися *Escherichia coli* – 21,05 %, *Staph. aureus* – 15,79 %, дещо менше *Staph. epidermidis* – 7,90 %, *Staphylococcus spp.* – 7,90 %, *Micrococcus luteus* – 7,90 %, *Streptococcus spp.* – 7,90 %. Ще менший відсоток був у *Bac. subtilis* – 5,26 %, *Proteus spp.* – 5,26 %, *Enterococcus faecalis* – 5,26 %, *Pseudomonas aeruginosa* – 5,26 %. Найменший відсоток мали ізоляти *Staph. simulans* – 2,63 %, *Staph. intermedius* – 2,63 %, *Staph. sciuri* – 2,63 %, *Pseudomonas spp.* – 2,63 %. Зауважимо, що умовно-патогенний ізоляти коагулазонегативні *Staph. sciuri* виявилися негемолітичними і видова ідентифікація була підтверджена за допомогою стандартизованої системи API STAPH (ID 88,4 %). Ізоляти мали негативні результати за проведення тесту на активність коагулази і гіалуронідази. Активність факторів вірулентності досліджували за допомогою пробіркового тесту з плазмою кроля.

За дослідження абсцесів у оленів найбільше виділявся *Staph. aureus* – 31,81 %, *Escherichia coli* – 27,27 %, менший відсоток виділяли *Staphylococcus spp.* – 9,09 %, *Streptococcus spp.* – 9,09 %, *Pseudomonas aeruginosa* – 9,09 % (рис. 7).

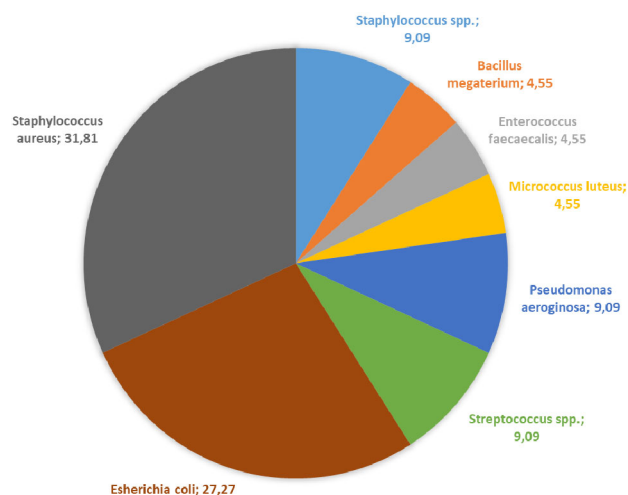


Рис. 7. Виділені ізоляти за абсцесів у оленів, %

Найменший відсоток у біологічному матеріалі від оленів виділяли *Enterococcus faecalis* – 4,55 %, *Micrococcus luteus* – 4,55 %, *Bac. megaterium* – 4,55 %

Отже, за інфекційної патології (рис. 8) в оленів найбільш поширені були збудники розвитку інфекційних процесів *Escherichia coli* – 21,05 %, *Staph. aureus* – 15,79 % за ран та абсцесів *Staph. aureus* – 31,81 %, *Escherichia coli* – 27,27 %.

Таким чином, спільними мікроорганізмами, які виділялися від ВРХ та оленів, були: *Escherichia coli*, *Staph. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. epidermidis*, *Proteus spp.*, *Staph. intermedius*.



Рис. 8. Інфекційні патології в оленів

Обговорення

Бактерії поширені у матці великої рогатої худоби після пологів, а інвазія та ріст бактерій в ендометрії спричиняють післяпологове захворювання матки ендометрит – це запалення ендометрію, яке призводить до безпліддя або низької репродуктивної системи молочних корів через порушення функції матки та яєчників (Gugliandolo et al., 2020; Sheybani et al., 2021). В даний час серйозною світовою економічною проблемою, з якою стикаються господарства великої рогатої худоби є поширення патогенних мікроорганізмів за розвитку інфекційних процесів (Jiang et al., 2021). Дослідження інших авторів (Raheel et al., 2020; Umar et al., 2021) показали, що від 80 % до 90 % ендометриту викликано патогенною інфекцією, яка характеризується гниттям, вологістю та червонувато-коричневими виділеннями з матки, що супроводжується лихоманкою – *Escherichia coli*, поширена грам-позитивна бактерія, вважається основним мікроорганізмом, пов'язаним з ендометритом (Genís et al., 2016; Das et al., 2018).

За результатами наших досліджень ендометриту у великої рогатої худоби були ідентифіковані такі збудники: *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. aureus* *Staph. chromogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. haemolyticus*, *Staph. gallinarium*, *Staph. simulans*, *Staph. eguorum*, *Streptococcus* spp., *Pseudomonas* spp.

При дослідженні ран різної етіології у великої рогатої худоби різні автори (Romero et al., 2018; Boonstra et al., 2020) ідентифікують найчастіше *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* та *E. coli*. Наші дослідження виявили, що переважно виділялися з біологічного матеріалу при ранах *Staphylococcus* spp., *Bac. megaterium*, *Micrococcus luteus*, та *Micrococcus luteus*.

Абсцеси у великої рогатої худоби виникають як ускладнення проникаючих ран. Автори (Cheng et al., 2020) зазначають, що причиною даного інфекційного процесу є проникнення мікроорганізмів у глибші шари тканин (*Corinebacterium necrophorum*, стафіло-

коків, стрептококів, клостридій). Результати наших досліджень виявили, що за абсцесів частіше виділяються *Micrococcus luteus*, *E. coli*, *Enterococcus faecalis*.

Автори (Beims et al., 2016) зазначають, що збудник *E. coli* часто ідентифікується при дослідженні біологічного матеріалу, отриманого від оленів. Але наші дослідження свідчать, що не одна *E. coli* виділяється при інфекційних патологіях у оленів (*Staph. epidermidis*, *Micrococcus luteus*, *Micrococcus luteus*, *Bac. megaterium*).

Висновки

Із біологічного матеріалу, відібраного з місця розвитку абсцесу, переважаючою мікрофлорою були у ВРХ: *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. epidermidis*, *Bac. subtilis*, *Staph. intermedius*, *Staph. aureus*, *Streptococcus* spp., *Staph. haemolyticus*, *Staph. eguorum*, *Staph. cohnii*, *Staph. felis*, *Corinebacterium xerosis*, *Kocuria rhizophia*, *Enterobacter* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas* spp.; у оленів: *Micrococcus luteus*, *Staph. epidermidis*, *Bac. megaterium*, *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*.

Із біологічного матеріалу, відібраного з місця розвитку ран, переважаючою мікрофлорою були у ВРХ: *Bac. megaterium*, *Acinetobacter* spp., *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., *Staphylococcus* spp., *Micrococcus luteus*; у оленів: *Staph. epidermidis*, *Staphylococcus* spp., *Micrococcus luteus*, *Streptococcus* spp., *Staph. aureus*, *Bac. subtilis*, *Proteus* spp., *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. simulans*, *Staph. intermedius*, *Staph. sciuri*, *Acinetobacter* spp., *Pseudomonas* spp.

Із біологічного матеріалу, відібраного за розвитку ендометриту, переважаючою мікрофлорою були у ВРХ: *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Staph. aureus*, *Staph. chromogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staph. haemolyticus*, *Staph. gallinarium*, *Staph. simulans*, *Staph. eguorum*, *Streptococcus* spp., *Pseudomonas* spp.

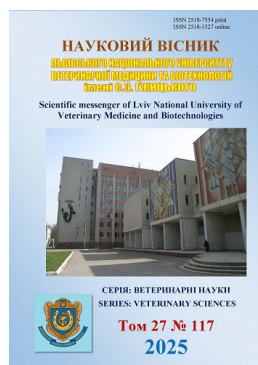
Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Al-Hayawi, A. (2022). The multiplex PCR assay detection of *Staphylococcus sciuri* antibiotic resistance, *mecA* gene, and the inhibitory effect of root exudate of *Nigella sativa* (black seeds) treated with magnetized water. *Journal of medicine and life*, 15(2), 228–233. DOI: 10.25122/jml-2021-0280.
- Beims, H., Overmann, A., Fulde, M., Steinert, M., & Bergmann, S. (2016). Isolation of *Staphylococcus sciuri* from horse skin infection. *Open veterinary journal*, 6(3), 242–246. DOI: 10.4314/ovj.v6i3.14.
- Boonstra, M. B., Spijkerman, D. C. M., Voor In 't Holt, A. F., van der Laan, R. J., Bode, L. G. M., van Vianen, W., Klaassen, C. H. W., Vos, M. C., & Severin, J. A. (2020). An outbreak of ST307 extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing *Klebsiella pneumoniae* in a rehabilitation center: An unusual source and route of transmission. *Infection control and hospital epidemiology*, 41(1), 31–36. DOI: 10.1017/ice.2019.304.
- Broshkov, M. M., & Kyrychenko, V. V. (2023). Dynamics of progesterone, estradiol, cortisol, triiodothyronine and indicators of adaptive immunity concentrations in female dogs during estrus. *Journal of Biometry Studies*, 3(1), 2–11. DOI: 10.29329/JofBS.2023.501.02.
- Cheng, J., Zhang, J., Han, B., Barkema, H. W., Cobo, E. R., Kastelic, J. P., Zhou, M., Shi, Y., Wang, J., Yang, R., & Gao, J. (2020). *Klebsiella pneumoniae* isolated from bovine mastitis is cytopathogenic for bovine mammary epithelial cells. *Journal of dairy science*, 103(4), 3493–3504. DOI: 10.3168/jds.2019-17458.
- Corsini, C. M., Silva, V. O., Carvalho, O. V., Sepúlveda, R. V., Valente, F. R., Moreira, M. V., Silva, A. F., & Borges, A. (2020). Emergence of multidrug-resistant bacteria isolated from surgical site infection in dogs and cats. *Arq. Med. Vet.*, 9(72), 1213–1220. DOI: 10.1590/1678-4162-10978.
- Das, D. H., Panda, S. K., Jena, B. H., & Sahoo, A. K. (2018). Economic impact of subclinical and clinical mastitis in Odisha, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(3), 3651–3654. DOI: 10.20546/ijemas.2018.703.422.
- Genís, S., Bach, À., Fàbregas, F., & Arís, A. (2016). Potential of lactic acid bacteria at regulating *Escherichia coli* infection and inflammation of bovine endometrium. *Theriogenology*, 85(4), 625–637. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2015.09.054.
- Guelzow, M., Khalilpour, P., Kolbe, K., & Zoellner, Y. (2018). Budget impact of antimicrobial wound dressings in the treatment of venous leg ulcers in the German outpatient care sector: a budget impact analysis. *Journal of market access & health policy*, 6(1), 1527654. DOI: 10.1080/20016689.2018.1527654.
- Gugliandolo, E., Fusco, R., Licata, P., Peritore, A. F., D'amico, R., Cordaro, M., Siracusa, R., Cuzzocrea, S., & Crupi, R. (2020). Protective Effect of Hydroxytyrosol on LPS-Induced Inflammation and Oxidative Stress in Bovine Endometrial Epithelial Cell Line. *Veterinary sciences*, 7(4), 161. DOI: 10.3390/vetsci7040161.
- Hullahalli, K., Pritchard, J. R., & Waldor, M. K. (2021). Refined Quantification of Infection Bottlenecks and Pathogen Dissemination with STAMPR. *mSystems*, 6(4), e0088721. DOI: 10.1128/mSystems.00887-21.
- Jiang, K., Yang, J., Xue, G., Dai, A., & Wu, H. (2021). Fisetin Ameliorates the Inflammation and Oxidative Stress in Lipopolysaccharide-Induced Endometritis. *Journal of inflammation research*, 14, 2963–2978. DOI: 10.2147/JIR.S314130.
- Kadam, S., Nadkarni, S., Lele, J., Sakhalkar, S., Mokashi, P., & Kaushik, K. S. (2019). Bioengineered Platforms for Chronic Wound Infection Studies: How Can We Make Them More Human-Relevant?. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 7, 418. DOI: 10.3389/fbioe.2019.00418.
- Kalińska, A., Jaworski, S., Wierzbicki, M., & Gołębiewski, M. (2019). Silver and Copper Nanoparticles-An Alternative in Future Mastitis Treatment and Prevention?. *International journal of molecular sciences*, 20(7), 1672. DOI: 10.3390/ijms20071672.
- Kern, W. V., & Rieg, S. (2020). Burden of bacterial bloodstream infection-a brief update on epidemiology and significance of multidrug-resistant pathogens. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 26(2), 151–157. DOI: 10.1016/j.cmi.2019.10.031.
- Kyrychenko, V. (2023). Poshyrennia dysfunktsii reproduktyvnoi systemy u suk zalezno vid viku, rozmiru, umov utrymannia TA sezonu roku. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*, 109, 110–116. DOI: 10.37000/abbsl.2023.109.17 (in Ukrainian).
- Li, J., Cao, J., Zhu, Y. G., Chen, Q. L., Shen, F., Wu, Y., Xu, S., Fan, H., Da, G., Huang, R. J., Wang, J., de Jesus, A. L., Morawska, L., Chan, C. K., Peccia, J., & Yao, M. (2018). Global Survey of Antibiotic Resistance Genes in Air. *Environmental science & technology*, 52(19), 10975–10984. DOI: 10.1021/acs.est.8b02204.
- Nemeghaire, S., Argudín, M. A., Feßler, A. T., Hauschild, T., Schwarz, S., & Butaye, P. (2014). The ecological importance of the *Staphylococcus sciuri* species group as a reservoir for resistance and virulence genes. *Veterinary microbiology*, 171(3-4), 342–356. DOI: 10.1016/j.vetmic.2014.02.005.
- Norman, R. E., Gibb, M., Dyer, A., Prentice, J., Yelland, S., Cheng, Q., Lazzarini, P. A., Carville, K., Innes-Walker, K., Finlayson, K., Edwards, H., Burn, E., & Graves, N. (2016). Improved wound management at lower cost: a sensible goal for Australia. *International wound journal*, 13(3), 303–316. DOI: 10.1111/iwj.12538.
- Puca, V., Marulli, R. Z., Grande, R., Vitale, I., Niro, A., Molinaro, G., Prezioso, S., Muraro, R., & Di Giovanni, P. (2021). Microbial Species Isolated from Infected Wounds and Antimicrobial Resistance Analysis: Data Emerging from a Three-Years Retrospective Study. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 10(10), 1162. DOI: 10.3390/antibiotics10101162.
- Raheel, I. A. E. R., Hassan, W. H., Salem, S. S. R., & Salam, H. S. H. (2020). Biofilm forming potentiality

- of *Escherichia coli* isolated from bovine endometritis and their antibiotic resistance profiles. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 7(3), 442–451. DOI: 10.5455/javar.2020.g440.
- Romero, J., Benavides, E., & Meza, C. (2018). Assessing Financial Impacts of Subclinical Mastitis on Colombian Dairy Farms. *Frontiers in veterinary science*, 5, 273. DOI: 10.3389/fvets.2018.00273.
- Roy, S., Ahmed, M. U., Uddin, B. M. M., Ratan, Z. A., Rajawat, M., Mehta, V., & Zaman, S. B. (2017). Evaluation of antibiotic susceptibility in wound infections: A pilot study from Bangladesh. *F1000Research*, 6, 2103. DOI: 10.12688/f1000research.12887.1.
- Sheybani, N., Bakhtiarizadeh, M. R., & Salehi, A. (2021). An integrated analysis of mRNAs, lncRNAs, and miRNAs based on weighted gene co-expression network analysis involved in bovine endometritis. *Scientific reports*, 11(1), 18050. DOI: 10.1038/s41598-021-97319-y.
- Siqueira, L. C., Favaretto, B., Moraes, B. T., de Freitas, V. O., Bicalho, R. C., Horn, R. C., Bassuino, D. M., & Wolkmer, P. (2020). Bovine Endometritis and the Inflammatory Peripheral Cholinergic System. *Applied biochemistry and biotechnology*, 190(4), 1242–1256. DOI: 10.1007/s12010-019-03157-0.
- Umar, T., Yin, B., Umer, S., Ma, X., Jiang, K., Umar, Z., Akhtar, M., Shaukat, A., & Deng, G. (2021). MicroRNA: Could It Play a Role in Bovine Endometritis?. *Inflammation*, 44(5), 1683–1695. DOI: 10.1007/s10753-021-01458-3.
- Wee, B. A., Muloi, D. M., & van Bunnik, B. A. D. (2020). Quantifying the transmission of antimicrobial resistance at the human and livestock interface with genomics. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 26(12), 1612–1616. DOI: 10.1016/j.cmi.2020.09.019.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11723
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.941:616-006:636.8

Clinical characteristics of mammary gland neoplasms in cats

V. I. Maksymovych[✉], A. R. Mysak

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

Article info

Received 24.01.2025
Received in revised form
24.02.2025
Accepted 25.02.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-097-290-41-51
E-mail: maksym_vet@ukr.net

Maksymovych, V. I., & Mysak, A. R. (2025). Clinical characteristics of mammary gland neoplasms in cats. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 166–178. doi: 10.32718/nvlvet11723

Mammary tumors are one of the most common neoplasms in both cats and dogs, but the degree of malignancy of such neoplasms is higher in cats. Mammary neoplasms (MN) are recorded in cats of different ages and breeds. Today, domestic science does not pay enough attention to the study of MN neoplasias in cats according to clinical and morphological criteria, since incomplete research on sick animals is performed. Single domestic studies, partially, sometimes contradictory, reflect the current state of incomplete diagnostics of the incidence of neoplasia in cats, in particular according to the TNM classification criteria. It should be understood that sick animals with cancer need to undergo a wide range of studies, including preoperative examination, laboratory and additional methods, as well as morphological assessment of neoplasms according to the TNM classification. The purpose of the research was to establish the frequency of spread of cancer diseases in cats in the city of Lviv and the suburban area of the regional center, to find out the nosological structure of mammary tumors depending on breed, age and reproductive status, as well as to study the clinical and morphological characteristics of various forms of neoplasia according to the international clinical TNM classification. The object of the research were cats with mammary tumors ($n = 144$) of different breeds, aged from 1 to 18 years, who were admitted (in the period from 2019 to 2024) to the clinic of the Department of Surgery, the Vet Center of the Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv and Veterinary Medicine and veterinary clinics of the city of Lviv ("Vetplus", "Sonovet", "Vetclinic of Dr. Markevych"). According to the results of the studies, the largest number of cats with cancer was occupied by mammary gland tumors (47.4 %), the second and third places were occupied by tumors of the head and abdominal organs, which accounted for 16.1 % and 15.1 %, respectively. Most often, cats were diagnosed with mammary gland adenocarcinoma (95.1 %), which indicates a clear predominance of malignant neoplasms, and only 4.9 % of neoplasms were benign, in particular proliferative mastopathy, intraductal papilloma, and adenoma. It was found that the cranial (36.8 %) and caudal (38.5 %) abdominal glands were most often affected, while the left and right mammary glands were affected with almost the same frequency. 24 animals (16.7 %) were found with stage I tumor process, respectively 53 (36.8 %) with stage II, 50 (34.7 %) with stage III, and 17 (11.8 %) with stage IV tumor development. The use of additional research methods, such as general and biochemical blood tests, ultrasound examination of the abdominal cavity, and radiography of the chest cavity, is important for establishing the clinical condition of the animal and making a final diagnosis.

Key words: cats, neoplasia, mammary gland, TNM classification, general and biochemical blood test, ultrasound and X-ray examination.

Клінічна характеристика новоутворень молочної залози у кішок

В. І. Максимович[✉], А. Р. Мисак

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

Пухлини молочної залози є одними з найбільш поширених новоутворень як у котів, так і собак, але ступінь злоякісності таких неоплазій більший у кішок. Неоплазії молочної залози (МЗ) реєструються у кішок різного віку та порід. На сьогодні у вітчизняній

науці не приділяється достатньої уваги вивченню неоплазій МЗ у кішок за клінічними та морфологічними критеріями, оскільки виконується неповне дослідження хворих тварин. Поодинокі вітчизняні дослідження частково, інколи суперечливо, відображають поточний стан неповної діагностики захворюваності кішок на неоплазії, зокрема і за критеріями TNM класифікації. Варто розуміти, що хворим тваринам з онкологічною хворобою необхідно проводити широкий спектр досліджень, включаючи передопераційне обстеження, лабораторні та додаткові методи, а також морфологічну оцінку новоутворень згідно з TNM класифікацією. Метою досліджень було встановити частоту поширення онкологічних захворювань кішок в м. Львові та в приміській зоні обласного центру, з'ясувати нозологічну структуру пухлин молочної залози залежно від породи, віку та репродуктивного статусу, а також вивчити клініко-морфологічну характеристику різних форм неоплазій згідно з міжнародною клінічною TNM класифікацією. Об'єктом досліджень були кішки з новоутвореннями молочних залоз ($n = 144$) різних порід, віком від 1 до 18 років, які поступали (в період з 2019 до 2024 року) в клініку кафедри хірургії, Вет Центру ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького та ветеринарні клініки міста Львова ("Ветплос", "Соновет", "Ветклініка доктора Маркевича"). За результатами досліджень встановлено, що у кішок з онкологічною хворобою найбільшу кількість займали пухлини молочних залоз (47,4 %), друге і третє місце – пухлини ділянки голови та органів черевної порожнини, які складали 16,1 %, і 15,1 % відповідно. Найчастіше у кішок діагностували аденокарциному молочної залози (95,1 %), що свідчить про явну перевагу злоякісних новоутворень, і лише у 4,9 % новоутворення були доброякісними, зокрема проліферативна мастопатія, інтрадуктальна папілома та аденома. З'ясовано, що найчастіше уражень зазнавали краніальна (36,8 %) і каудальна (38,5 %) черевні залози, при тому ліві та праві молочні пакети уражались майже з однаковою частотою. Було виявлено 24 тварини (16,7 %) з I стадією пухлинного процесу, відповідно 53 (36,8 %) – з II, 50 (34,7 %) – з III та 17 (11,8 %) з IV стадіями розвитку новоутворення. Використання додаткових методів дослідження, таких як загальний і біохімічний аналізи крові, ультразвукове дослідження органів черевної порожнини та рентгенографія органів грудної порожнини, є важливим для встановлення клінічного стану тварини і постановки остаточного діагнозу.

Ключові слова: кішки, неоплазія, молочна залоза, TNM класифікація, загальний та біохімічний аналіз крові, ультразвукове та рентгенологічне дослідження.

Вступ

Пухлини молочної залози у кішок складають приблизно 11 % новоутворень від усіх неоплазій, що трапляються у них. Такі пухлини найчастіше є злоякісними і мають несприятливий прогноз через високу ймовірність місцевого рецидиву та метастазування (Hughes & Dobson, 2012). Відповідно до досліджень Morris J. (2013), новоутворення молочної залози (МЗ) складають 17 % від пухлин, що реєструються у кішок, і 85–95 % таких неоплазій є злоякісними. Варто зазначити, що онкологічна хвороба є ключовою причиною смерті домашніх тварин, зокрема і кішок.

Більшість пухлин у домашніх тварин мають значну подібність до раку людини з точки зору мутацій, біологічної поведінки, патологічних симптомів та встановлених факторів ризику (Vascellari et al., 2009).

Захворюваність кішок на неоплазії МЗ становить один випадок на 4000 (Castelo-Branco et al., 2020). У котів (коцурів) пухлини молочної залози трапляються рідко. Найпоширенішою доброякісною пухлиною є фіброаденоматозна гіперплазія МЗ (гіперпластична/диспластична зміна), яка пов'язана з гормональним дисбалансом (Torrigiani et al., 2022). У кішок пухлини МЗ зазвичай є злоякісними карциномами. У більшості випадків це прості монофазні карциноми, тому їх додаткове фенотипування не потребується (Sammarco et al., 2020).

Етіологія пухлин молочної залози у кішок залишається недостатньо вивченою, однак Sorenmo et al. (2013) вважали, що деякі фактори вказують на певні ризики їх розвитку, а саме: вік, порода, репродуктивний статус, зокрема вплив естрогену чи прогестерону.

Дослідженнями показано (Maksymovych & Mysak, 2024), що значна частина кішок (78,6 %) з новоутвореннями МЗ були некастровані, а частка стерилізованих становила 21,4 %. Безпородні тварини склали 91,9 % від загальної кількості і мали найбільшу поширеність у Львівському регіоні. Інші породи, зокрема британські, шотландські, канадські сфінкси, сіамські та перські коти, склали лише 8,1 %.

Оцінка загального стану хворої тварини ґрунтується на результатах фізикального обстеження, проте основними (найбільш важливими) за встановлення діагнозу є патогномонічні симптоми, встановлені за місцем локалізації патологічного процесу. Зокрема огляд молочних залоз з обох боків з метою визначення кількості уражених залоз, розміру пухлини, її розташування і консистенції, ознаки виразки пухлини та фіксації до прилеглих тканин, а також наявність віддалених метастазів (Seixas et al., 2008; Manuali et al., 2020). Новоутворення молочної залози з віддаленими метастазами частіше є більш характерними для собак порівняно з кішками. Пальпація підшкірних твердих вузликів або утворень в одній або кількох залозах може свідчити про пухлину молочної залози (Overley et al., 2005). Sorenmo et al. (2013) вказували, що при дослідженні кішок з первинною пухлиною МЗ, особливо після проведеної мастектомії, ретельне клінічне дослідження решти молочних залоз є обов'язковим, оскільки з первинної пухлини можуть поширюватися нові вогнища.

Незважаючи на те, що біопсія та гістологічні дослідження вважаються золотим стандартом у визначенні форми раку, клінічна оцінка, лабораторні дослідження крові, ультразвукова та рентгендіагностика є необхідними, особливо за хірургічного втручання (Castelo-Branco et al., 2020).

У 1974 році Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) опубліковано першу "Міжнародну гістологічну класифікацію пухлин домашніх тварин", до якої були включені неоплазії та дисплазії молочної залози. Система класифікації пухлин МЗ у тварин заснована на статтях про злоякісні новоутворення собак, опублікованих у Veterinary Pathology (Ferreira et al., 2023). Модифікована система клінічного визначення стадій пухлин встановлена ВООЗ на основі оригінальної системи, опублікованої Owen (1980), використана до пухлин молочних залоз кішок, окрім саркоми (Owen, 1980; Sorenmo et al., 2013).

Відомо (Martin de las Mulas & Reymundo, 2000; Shafiee et al., 2016), що пухлини МЗ тварин, зокрема

кішок, відповідають багатьом критеріям новоутворень людини. Схожість етіології, патогенезу, клінічної картини та морфології пухлин МЗ у котів та людини обумовлює використання тварин як моделей для вивчення неоплазійного процесу та дає підставу для застосування основних принципів їх класифікації. Зарубіжні дослідники поряд із гістологічною (Misdorp et al., 1999) застосовують патоморфологічну класифікацію пухлин МЗ собак і кішок Shafiee et al. (2016) та удосконалену класифікацію Joshi et al. (2012). Згідно з гістологічною класифікацією (Misdorp et al., 1999), елементи патологічного процесу оцінюються комплексно, оскільки базуються на клінічному, рентгенологічному, ультрасонографічному дослідженнях тварин, що проводяться до лікування, а також гістологічного дослідження видаленої пухлини після хірургічного втручання. Згідно з патоморфологічною класифікацією, пухлини молочної залози у кішок поділяються на 4 типи: злоякісні, доброякісні, некласифіковані та гіперплазія або дисплазія МЗ (Misdorp et al., 1999).

Вочевидь, відсутність єдиної класифікації пухлин, наявність різноманітних оцінок та певні розбіжності в діагностиці та прогнозі вказують на важливість проведення більш ретельних як клінічних, так і наукових досліджень новоутворень МЗ у кішок. Важливо також підкреслити актуальність цього питання для вітчизняної ветеринарної медицини, адже вивчення клінічних та морфологічних особливостей пухлин молочних залоз кішок в умовах географічних популяцій України становить як науковий, так і практичний інтерес.

Мета дослідження

Вивчити клініко-морфологічні характеристики різних форм неоплазій молочної залози у кішок згідно з міжнародною TNM класифікацією пухлин, оцінити функціональний стан внутрішніх органів за результатами аналізу крові, а також ультразвукового та рентгенологічного досліджень.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для досліджень були кішки з пухлинами та пухлиноподібними захворюваннями МЗ (n = 144) різних порід, віком від 1 до 18 років, які поступали (в період з 2019 до 2024 року) в клініку кафедри хірургії та Вет Центру ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького, ветеринарні клініки міста Львова (“Ветплюс”, “Соновет”, “Ветклініка доктора Маркевича”).

Дослідження онкологічно хворих кішок здійснювали згідно з критеріями клінічної TNM класифікації пухлин (Owen, 1980). Були проведені клінічні дослідження тварин, зокрема загального стану, огляд і пальпація молочних залоз, інструментальні дослідження (ультразвукове (УЗД), рентгенографія, лабораторні дослідження крові (морфологічні та біохімічні), а також гістологічне дослідження пухлин, отриманих після хірургічної резекції.

Дослідження крові проводили з використанням ветеринарного гематологічного аналізатора Element HT5 (Heska, США) та автоматичного біохімічного експрес-аналізатора DRI-CHEM NX500 (FUJIFILM,

Японія), який працює з використанням слайдів (FUJIFILM, Японія) за принципом “сухої хімії”.

Кров для досліджень відбирали з латеральної підшкірної вени (vena cephalica) передньої правої чи лівої кінцівки та медіальної вени сафена (vena safena medialis), використовуючи голки розміром G21 (0,8×40 мм), або внутрішньовенного катетера у стерильні вакуумні пробірки VACUETTE (2 мл, Австрія) з антикоагулянтом K3 EDTA та пробірки VACUSERA (5 мл, Туреччина) без антикоагулянта. Для контролю відбирали кров (за згодою власників) від клінічно здорових кішок (n = 10), які надходили в клініку для проведення вакцинації.

У крові підраховували кількість еритроцитів (RBC), визначали вміст гемоглобіну (Hb), гематокритну величину (PCV/Ht), середній об'єм еритроцита (MCV), середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH), середню концентрацію гемоглобіну в еритроцитах (MCHC), ширину розподілу еритроцитів за об'ємом (RDW), відносну ширину розподілу еритроцитів за об'ємом (RDW-SD), кількість лейкоцитів (WBC), кількість тромбоцитів (PLT), середній об'єм тромбоцитів (MPV), ширину розподілу тромбоцитів за об'ємом (PDV). Виводили лейкограму із диференціувальним підрахунком різних форм лейкоцитів (еозинофіли, базофіли, нейтрофіли, моноцити, лімфоцити).

Для отримання сироватки крові пробірки центрифугували при 3000 об/хв протягом 10 хв. У сироватці крові визначали вміст загального протеїну, альбумінів, загального білірубіну, глюкози, сечовини, креатиніну, холестерину, вміст загального кальцію, неорганічного фосфору, активність аспартатамінотрансферази (AsAT), аланінамінотрансферази (AlAT), лужної фосфатази (ЛФ) та гамма-глутамілтранспептидази (ГГТП).

Рентгенологічне дослідження проводили на ветеринарному цифровому рентгенівському детекторі VetiPad M1 (MINDRRAY, Китай), 35 cm × 43 cm. Ультразвукове дослідження внутрішніх органів виконували на приладі ESAOTE MyLab 40 (ESAOTE, Італія), використовуючи мультисистотний лінійний та конвексний датчики при частоті 5,0–7,5 МГц.

При роботі з дослідними тваринами дотримувалися загальних принципів проведення експериментів і всіх біоетичних вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідницьких та інших наукових цілей (Страсбург, 1986), а також Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” (Yevropeiska konventsiiia..., 1986; Zakon Ukrayiny “Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennya”, 2006).

Результати та їх обговорення

Дослідженнями встановили, що із 304 онкологічно хворих кішок, яким проводилися діагностично-лікувальні заходи 144 тварини (47,4 %) склали кішки з новоутвореннями молочних залоз (табл. 1). Друге і третє місце займали тварини з пухлинами в ділянці голови (середнього вуха, порожнини носа та рота) та органів черевної порожнини (шлунка, нирок, селезінки та кишечника), які склали 16,1 %, і 15,1 % відпо-

відно, що вказує на перевагу кількості випадків уражень МЗ у кішок (табл. 1).

Таблиця 1

Структура онкологічних хвороб у кішок (2019–2024 рр.)

Локалізація неоплазій	Кількість тварин	%
Молочна залоза	144	47,4
Шкіра	34	11,2
Органи черевної порожнини	46	15,1
Голова	49	16,1
Кінцівки, хребет	14	4,6
Зовнішні статеві органи	-	-
Грудна порожнина	17	5,6
Всього тварин із новоутвореннями	304	100

Поміж пухлин, що локалізувалися в ділянці голови, найчастіше були неоплазії церумінальних залоз (8,2 %), пухлини ротової (4,6 %) та носової (3,3 %) порожнин. З органів черевної порожнини реєструвалися новоутворення кишечника (9,2 %), селезінки (3,2 %), нирок (2,0 %) та шлунка (0,7 %). Пухлинні ураження шкіри у котів діагностовано у 11,2 % випадків. Останні локалізувалися у ділянці холки (5,3%), крижового відділу (3,6 %), рідше в боковій грудної стінки (2,3 %). З пухлин органів грудної порожнини реєстрували новоутворення трахеї (2,0 %), середостіння (1,6 %), діафрагми (1,3 %) та первинний рак легень (0,7 %). Найменше хворих тварин було з онкологічними ураженнями кінцівок та хребта (4,6 %), з них здебільшого новоутвори локалізувалися в ділянці пальців (2,6 %) та грудного відділу хребта (2 %).

За результатами клінічного обстеження з використанням критеріїв клінічної TNM класифікації пухлин, нами досліджено 144 кішки з неоплазіями МЗ. Визначали частоту та локалізацію неопластичних уражень МЗ у кішок та встановили клінічні ознаки характерні для пухлинного росту, клінічну стадію пухлини, анатомічне розташування, поширення і прогресування неоплазії.

При первинному обстеженні 144 кішок у них виявили 174 пухлин, які у 107 (74,3 %) випадках класифіковано як поодинокі, а у 37 (25,7 %) ураження були множинними. Варто зазначити, що ліві та праві МЗ уражалися приблизно з однаковою частотою, при цьому пухлини частіше локалізувалися в окремих пакетах з одного боку і рідше білатерально.

Найчастіше уражень зазнавали краніальна (36,8 %) і каудальна (38,5 %) молочні червні залози, тобто 3-я і 4-а пари (табл. 2). Значно рідше новоутворення локалізувалися у каудальній грудній (2-й парі) і краніальній грудній (1-й парі) молочній залозі, що складало 14,4 % і 10,3 % відповідно.

Як свідчать результати досліджень, новоутворення у кішок можуть виникати в будь-якій молочній залозі, проте найчастіше реєструються в черевному пакеті. Для таких пухлин характерний інвазивний ріст із поширенням в інші молочні залози, іпсилатеральні регіонарні лімфатичні вузли та інші органи (Misdorp et al., 1999; Gimenez et al., 2010).

Для планування підходу до лікування та прогнозування у тварин з онкологічною хворобою важливо встановити ступінь місцевої інвазії неоплазії МЗ та наявність або відсутність віддалених метастазів. Для визначення стадії пухлин у домашніх тварин використовується система TNM класифікації неоплазій (Gimenez et al., 2010; Morris, 2013).

Таблиця 2

Частота та локалізація неоплазій молочної залози у кішок

Пакети молочної залози	Праві		Ліві	
	Частота ураження	%	Частота ураження	%
I – краніальна грудна залоза	10	5,7	8	4,6
II – каудальна грудна залоза	14	8,0	11	6,3
III – краніальна черевна залоза	31	17,8	33	19,0
IV – каудальна черевна залоза	35	20,1	32	18,4
Разом	90	51,7	84	48,3
		174		

Відповідно до рекомендації ВООЗ щодо нозологічної стандартизації неоплазій у клінічній онкології, зважаючи на значний поліморфізм спонтанних новоутворень, опис пухлин проводили за клінічною характеристикою та анатомічною локалізацією (Owen, 1980).

За зовнішнього огляду і пальпації молочних залоз хворих кішок виявляли, що спонтанні новоутворення за формою округлі, за розміром – від малої горошини (0,5–1 см) до понад 6 см в діаметрі (табл. 3).

Використовуючи критерії клінічної TNM класифікації новоутворень, онкологічно хворі кішки поділяли за чотирма категоріями, кожна із яких відповідала клінічній стадії пухлини, встановленій за розмірами та ознаками поширення пухлинного процесу. Перша стадія раку вважається курабельною (виліковною): пухлина невеликого розміру, високодиференційована, лімфовузли не уражені і відсутні віддалені метастази в грудну порожнину. Другий ступінь характеризується розміром пухлини від 1 до 3 см, фіксованістю до шкіри, можуть бути виявлені поодинокі метастази в регіонарних лімфовузлах. При третій стадії онкологічна хвороба розвинена, неоплазія виходить за межі органу, може спостерігатися двостороннє ураження лімфовузлів та характеризується фіксованістю у навколишніх тканинах. Особливістю раку молочної залози четвертої стадії є наявність віддалених метастазувань у грудну порожнину та інші органи.

За результатами первинного обстеження кішок на момент звернення у клініку, було виділено 24 тварини або 16,7 % з I стадією розвитку пухлинного процесу, відповідно 53 (36,8 %) – з II, 50 (34,7 %) – з III та 17 (11,8 %) з – IV стадіями розвитку новоутворення (табл. 3).

Таблиця 3

Характеристика неоплазій молочної залози кішок за системою TNM класифікації

Стадія пухлини	T	N	M	Кількість тварин	%
1	T1a(24)	N0(22), N1a(2)	M0	24	16,7
2	T1a(12), T16(8), T16,в(5) T2a(8), T26(12), T26,в(8)	N1a(13), N16(12) N0(9), N1a(19)	M0	53	36,8
3	T16,в(2), T26,в(6) T3a(6), T36(11), T36,в(25)	N16(7), N26(1) N1a(14), N16(28)	M0	50	34,7
4	T36,в(17)	N16(13), N26(4)	M1(17)	17	11,8

Примітка: T0 – первинну пухлину не виявлено; T1 – пухлина не більше ніж 1 см; T2 – пухлина величиною 1–3 см; T3 – пухлина понад 3 см в найбільшому вимірі; а – не фіксована, б – фіксована до шкіри, в – фіксована до м'яза; N0 – метастази в регіональних лімфовузлах не виявлено; N1 – клінічно виявлені ураження регіональних лімфовузлів з одного боку; N2 – клінічно виявлені ураження регіональних лімфовузлів з двох боків; а – уражені лімфовузли не фіксовані у навколишній клітковині; б – уражені лімфовузли фіксовані у навколишній клітковині і нерухомі; M0 – немає ознак віддалених метастазів; M1 – виявлено віддалені метастази; (n) – кількість тварин, у яких встановлено зміни за показниками TNM

Завдяки зовнішній локалізації пухлини M3 є доступні до їх ретельного дослідження, що є вирішальним не лише при постановці первинного діагнозу, а й використовується для аналізу клінічного перебігу онкологічної хвороби.

При клінічному дослідженні встановлено, що новоутворення M3 при пальпації в більшості випадків не болючі, вузлуваті, щільно-еластичної, рідше м'якої консистенції, з гладкою або горбистою поверхнею. Новоутворення розміром до 2 см (у найбільшому вимірі) зазвичай розміщувались в товщі паренхіми і були добре відмежованими (рис. 1).



Рис. 1. Пухлинне ураження II каудальної грудної залози у кішки 9 років, нестерилізована (T26N0aM0)

Пухлини більших розмірів (від 2 до 5 см) захоплювали частину органа, виділялися чіткими контурами, при тому зберігали рухливість (рис. 2). При розмірах пухлини понад 5 см встановлено фіксованість пухлин у навколишніх тканинах і зростання зі шкірою (рис. 3, 4). Часто при новоутвореннях більших розмірів виявляли виразки та нориці (рис. 2, 3).

Також траплялися множинні новоутворення молочних залоз, які характеризувались максимальною фіксованістю у навколишніх тканинах та зростанням зі шкірою.

Зазвичай пухлинні ураження молочної залози були округлої або еліпсоподібної форми, розміром від малої горошини діаметром 0,5 см до величини з куряче яйце.



Рис. 2. Пухлинне ураження II каудальної грудної залози у кішки 10 років, стерилізована (T26вN16M0)



Рис. 3. Множинні новоутворення IV каудальної черевної та II каудальної грудної залози у кішки 12 років, нестерилізована (T36N1aM1)

У випадках множинних давніх пухлин характерною їх ознакою було зростання з розташованими глибше тканинами та ураження регіональних лімфатичних вузлів В період загострення неопластичних процесів на поверхнях пухлин, особливо великих за розмірами, утворювалися нориці та гнійні виразки (рис. 2, 3). В результаті розпаду пухлинної тканини і наявності некротичних процесів виявляли непрозорі виділення досить неприємного (іхторозного) запаху (рис. 5).



Рис. 4. Пухлинне утворення I краніальної грудної залози у кішки 12 років, нестерилізована (T36N1aM0)



Рис. 5. Некроз пухлинної тканини у кішки 9 років, нестерилізована (T36N16M0)



Рис. 6. Множинні кісто карциноми молочної залози у кішки 10 років, нестерилізована (T36N1aM0)

Особливої уваги при дослідженні кішок заслугоували новоутворення МЗ, що характеризувалися кістозними утвореннями з внутрішнім розміщенням пухлин (кістокарценоми) (рис. 6, 7). Такі неоплазії найчастіше реєструвалися у тварин, яким часто застосовувалися препарати для запобігання вагітності. У більшості випадків пухлини були множинними і рідше поодинокими.

У 68 кішок (47,2 %) рухливість пухлини була обмежена як фіксацією до шкіри, так і поширенням у навколишні тканини. Зокрема, локалізація пухлин у краніальній (I) та каудальній (II) грудних молочних

залозах характеризувалася інвазією пухлинного процесу в апоневроз і грудні м'язи, а у випадку новоутворень у краніальній і каудальній залозах (III і IV відповідно) – інфільтрацією в апоневроз і прямий м'яз живота. Дослідженнями підтверджено, що таке поширення характерне для тварин зі слабо розвинутою жировою тканиною в ділянці черевної стінки. Наявність жирової тканини товщиною понад 0,5 см певною мірою є перешкодою для інвазії пухлини в м'язову тканину або їх апоневрози. Це, безумовно, важливий фактор, який значно збільшує операбельність і створює можливість застосування радикальних заходів під час мастектомії.



Рис. 7. Множинні кісто карциноми молочної залози у кішки 13 років, нестерилізована (T36N16M1)

Важливим показником інвазії пухлини в тканини і відповідно III стадії прогресії пухлин були ураження регіонарних лімфатичних вузлів. Тому при клінічному дослідженні, враховуючи особливості лімфообігу молочної залози, першочергову увагу приділяли паховим та поверхневим паховим лімфатичним вузлам. Результати досліджень показали, що з 77 кішок з пухлиною I та II стадії, у 65 (45,1 %) регіонарні лімфатичні вузли не пальпувалися, що свідчить про відсутність реакції на патологічний процес. Лише у 12 (8,3 %) кішок з неоплазіями МЗ лімфатичні вузли з боку пухлинного ураження були дещо збільшеними (до 1,5 см у діаметрі), проте безболісні, рухомі, неухильнені та гладенькі на поверхні.

У 67 (46,5 %) тварин з III і IV стадіями пухлинного процесу зміни в лімфатичних вузлах були більш вираженими, хоча не спостерігалася болючість чи підвищення місцевої температури шкіри, вони були розміром до 3 см, щільні та мали горбисту поверхню. У 28 (19,4 %) кішок рухливість лімфатичних вузлів була збережена, а у 39 (27,1 %) – суттєво утрудненою через фіксацію та приростання їх у навколишні тканини.

У зв'язку з віддаленим метастазуванням неоплазій МЗ у кішок необхідно досліджувати стернальні, пахові та пахові лімфатичні вузли. При цьому звертати увагу на їх розмір, консистенцію, а також за допомогою аспіраційної тонкоголкової біопсії відібрати матеріал для цитологічного дослідження на предмет підтвердження або виключення пухлинної інфільтрації (Sorenmo et al., 2013). Нами тонкоголкова біопсія

лімфовузлів не проводилась, проте виконували післяопераційно гістологічне дослідження біоптатів.

Таким чином, застосовуючи критерії TNM класифікації, встановлено 137 випадків злоякісних та 7 доброякісних неоплазій МЗ на момент первинного огляду та виявлені ознаки пухлинного росту, тобто розвиток онкологічної хвороби.

Аналіз результатів проведеного клінічного дослідження показав, що у кішок з неоплазіями молочної залози постановка діагнозу та його диференціація є складною через різноманітність патологій МЗ та специфічність їх прояву. У таких випадках необхідне проведення низки лабораторних та додаткових інструментальних досліджень для отримання більш повної та об'єктивної інформації щодо характеру патологічного процесу і верифікації захворювання. [Morris \(2013\)](#) та [Castelo-Branco P. S et al. \(2020\)](#) наголошують, що для виявлення віддалених метастазів необхідно проводити рентгенологічне дослідження органів грудної порожнини в трьох проекціях і ультразвукове дослідження органів черевної порожнини. Також рекомендується виконання комп'ютерної томографії з розширеним зображенням, що дозволяє виявляти або виключати віддалені метастази, зокрема в легеневій тканині ([Morris, 2013; Castelo-Branco et al., 2020](#)).

У доступній на сьогодні вітчизняній літературі недостатньо інформації щодо застосування рентгенологічних та ультразвукових методів діагностики та їх інформативності у розпізнаванні патологій, в тому числі злоякісних неоплазій МЗ у кішок. Тому на етапі передопераційного клінічного обстеження та під час лікування нами проводилися рентгенологічне та ультразвукове дослідження, результати яких були детально проаналізовані.

Встановлені, за результатом рентгенологічного та ультразвукового досліджень, структурні зміни в ураженій пухлинним процесом тканині молочної залози є документальним підтвердженням і вагомим аргументом для інтерпретації різних клінічних проявів неоплазій та їх диференціальної діагностики.

Результати, отримані нами під час рентгенологічного дослідження, дозволили моніторувати патологічний стан і динаміку пухлинного процесу.

У 24 тварин з I стадією пухлини МЗ, отримані результати рентгенологічних досліджень були не інформативними, оскільки ознаки пухлинного ураження на рентгенограмах були недостатньо чіткими, сумнівними або відсутніми (рис. 8). Водночас ідентифікувати первинне новоутворення, зокрема його розміри, форму та зв'язок з навколишніми тканинами вдалося на основі рентгенограм, проведених у 120 кішок, з II, III та IV стадії пухлинного процесу за клінічними критеріями TNM класифікації. При цьому вже на первинному обстеженні у 7 кішок було виявлено метастази в органи грудної порожнини (рис. 9).

При аналізі рентгенограм хворих кішок за неоплазій МЗ була встановлена найбільш типова рентгенологічна картина як при місцевому розташуванні пухлини, так і при метастазуванні у віддалені органи. У кішок з неоплазією МЗ у грудній порожнині візуалізували одностороннє лобарне затемнення, яке займає частину лівої долі легень (рис. 10).

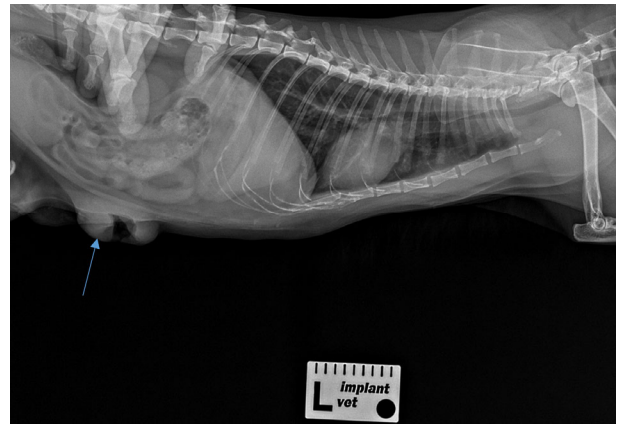


Рис. 8. Рентгенографічне зображення грудної порожнини кішки. Новоутворенням IV – каудальної черевної залози, метастазування відсутнє (зображення цифрової рентгенограми). Кішка Ася, метис, 10 років, нестерилізована

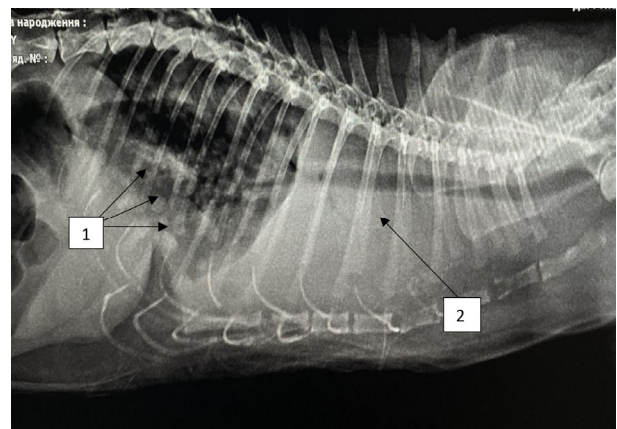


Рис. 9. Рентгенограма грудної порожнини кішки із метастазами. 1 – множинні метастази в грудній порожнині; 2 – вільна рідина (випіт) в грудній порожнині. Кішка Матільда, метис, 11 років, стерилізована



Рис. 10. Рентгенограма грудної порожнини кішки. Лобарне затемнення лівої долі легень в каудальній ділянці. Кішка Маська, метис, 17 років, нестерилізована

Згідно з аналізом рентгенограм локальних патологічних процесів, отримані зображення відображають клінічні прояви новоутворення, а виявлені при цьому структурні зміни дають об'єктивну інформацію про характер новоутворення. Дослідження рентгенограм показало, що характер структурних змін у значної кількості тварин дозволяє візуалізувати як експансив-

ні, так і інвазивні ознаки пухлинного росту. За повідомленнями [Millanta et al. \(2002\)](#), респіраторний дистрес-синдром (задишка, ціаноз слизових оболонок) і плевральний випіт, викликаний дифузними легеневи-ми метастазами, є частими клінічними симптомами обширного ураження легень. Симптоми респіраторного дистрес-синдрому були встановлені нами у 6 тварин, що склало 4,2 % від хворих на неоплазії МЗ кішок.

Виявлення характерних клінічних симптомів, зокрема дистрес-синдрому може свідчити про можливе метастазування первинної пухлини МЗ у внутрішні органи, що є прямим показанням до проведення рентгенографії органів грудної та черевної порожнин, скелета. Враховуючи, що пухлини молочної залози найчастіше метастазують у легені, перевагу надавали рентгенографії грудної клітки (пряма і бічна проекції).

Результати рентгенологічного дослідження та його інформативність в розпізнаванні патологій МЗ є важливим у комплексній діагностиці неоплазій МЗ у кішок. Водночас відсутність чіткого рентгенологічного підтвердження неоплазії МЗ у кішок при встановленні передопераційного діагнозу вимагає виконання інших досліджень, одним із яких є ультразвукова діагностика (УЗД).

Безперечно, інформативність УЗД захворювань молочної залози ґрунтується на знанні візуального зображення тканин у здорових тварин. Тому нами проведена ультразвукова візуалізація за різних фізіологічних станів також у кішок зі здоровою МЗ. Встановлено, що в інтактних невагітних самок молочної залози слабо розвинені, і на УЗД вони мають гіпоехогенну товщину менше ніж 2,0 мм. У вагітних кішок тканина молочної залози є більш гіперехогенною порівняно з нестимульованою залозою, у яких вона дрібнозернистої ехотекстури ([Payan-Carreira & Martins-Bessa, 2008](#)).

Під час ультразвукового дослідження молочних залоз у кішок віком до 4 років ми виявляли ехогенні прояви дифузного фіброаденоматозу (фіброзно-кістозної мастопатії). [Marino et al. \(2021\)](#) вказують, що фіброаденоматозні зміни (FAC) молочної залози у кішок являють собою доброякісну, асоційовану з прогестероном фіброзно-гландулярну проліферацію однієї або кількох молочних залоз, яка може виникнути у інтактних самок під час статевого дозрівання, вагітності або псевдовагітності або у самок і самців будь-якого віку під час лікування прогестинами.

Оцінка ехографічних зображень новоутворень МЗ у досліджених нами кішок та їх аналіз показав, що ріст новоутворення є експансивним, або інвазивним щодо навколишніх тканин. Лише у 7 (4,9 %) кішок такий ріст був експансивним, а у решти 137 (95,1 %) інвазивним або спостерігали обидва типи росту. Перший тип є типовою ознакою доброякісних пухлин, тимчасом як обидва типи росту виявляються при злоякісних пухлинах. Зокрема, інтерпретація ехографічних зображень, наведених на рисунках 11 і 12, свідчить про те, що встановлена структурна атиповість паренхіми молочної залози і навколишніх тканин у

цих випадках є підтвердженням злоякісного новоутворення.

Найбільш характерними особливостями ехографічного зображення при інвазивних пухлинах були поверхневі запальні зміни, потовщення шкіри на фоні розширених лімфатичних судин, пухлини зі зниженою ехогенністю, вираженою інтранодулярною васкуляризацією та кальцинованими вогнищами з нечіткими контурами та неоднорідними ехогенними структурами, некротичний розпад пухлини, при якому спостерігається дистальне підсилення та акустичні тіні ([рис. 11](#)). Великі вузли з чіткими, рівномірними контурами, вираженою васкуляризацією і акустичними тінями зображені на тлі потовщеної шкіри і зміненої підшкірної клітковини ([рис. 12](#)).



Рис. 11. Ехограма злоякісної пухлини МЗ із інфільтруючим типом росту у кішки, 7 років, нестерилізована



Рис. 12. Ехограма злоякісної пухлини МЗ у кішки із інфільтруючим типом росту, 11 років, стерилізована

На [рисунку 13](#) візуалізується уражений, збільшений лімфовузол розміром 19×24 мм у кішки з ІІ стадією новоутворення молочної залози.

При доброякісних новоутвореннях ехогенна структура навколишніх тканин зазвичай не змінена ([рис. 14](#)). Сама пухлина мала овальну, рідше неправильну форму, гладку і чіткі контури, гіпоехогенну і часто однорідну внутрішню структуру. Причиною неоднорідності зазвичай є гіперехогенна кальцифікація, рідше – лінійні фіброзні включення. Доброякісні ураження можуть спричиняти акустичні ефекти, такі як дистальне ехопосилення і рідко – латеральні ехогенні тіні.

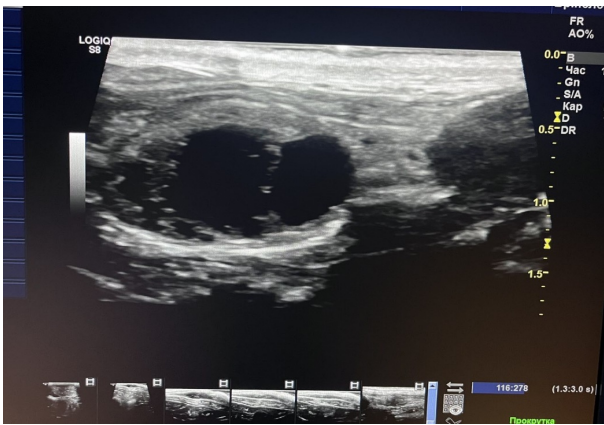


Рис. 13. Ехограма лімфовузла з метастазами в товщі тканин у кішки за неоплазією МЗ, 9 років, нестерилізована



Рис. 14. Ехограма кістоаденоми МЗ у кішки з експансивним типом росту, 7 років, стерилізована

Отже, варто зазначити, що найбільш типовими ехографічними ознаками злоякісного новоутворення МЗ при ультразвуковому дослідженні є: наявність структурних змін у навколишніх тканинах, неправильна форма новоутворення, неоднорідні та нечіткі контури, загальний гіпоехогенний фон пухлини, неоднорідна внутрішня ехоструктура, наявність внутрішньовузлової васкуляризації, відсутність або послаблення акустичних ефектів, дистальне послаблення ехосигналу (наявність дистальної акустичної тіні характерна для випадків некрозу пухлини).

Для дослідження функціонального стану внутрішніх органів за неоплазією МЗ необхідно проводити загальне та біохімічне дослідження крові, аналіз сечі, визначати концентрацію тироксину (Т4) (Sorenmo et al., 2013), досліджувати коагуляційний профіль, зокрема при підозрі на запальну карциному МЗ (Seixas et al., 2011).

Ми поставили завдання провести оцінку функціонального стану внутрішніх органів та виявити можливість глибини патологічних змін, що можуть бути спричинені онкологічною хворобою, а також наявність супутніх захворювань (поліморбідність) за результатами загальноклінічного та біохімічного аналізу крові у кішок за неоплазією МЗ.

Нами було сформовано дві групи тварин: перша включала 10 клінічно здорових кішок і друга – 21

кішку з пухлинними ураженнями молочних залоз II і III стадій.

Не встановлено вірогідної різниці за кількістю еритроцитів, вмістом гемоглобіну та гематокритної величини між кішками з неоплазією МЗ і здоровими тваринами, лише у однієї (4,8 %) тварини з новоутворенням вміст гемоглобіну був зниженим (табл. 4).

Відповідно з проведеними дослідженнями встановлено, що кількість лейкоцитів між хворими і здоровими кішками не відрізнялася вірогідно. Водночас у 19 % кішок з пухлинами МЗ виявлено лейкоцитоз (>20,0 Г/л; табл. 4). Лейкоцитоз у частини хворих кішок може вказувати на реактивне їх продукування у кровотворних органах через наявність пухлин та розвитку паранеопластичного синдрому, який проявляється ознаками запалення пухлини.

Встановлено, що кількість тромбоцитів у хворих кішок становила в середньому $205,6 \pm 15,85$ Г/л і була вірогідно нижчою ($P < 0,001$) порівняно з клінічно здоровими тваринами (табл. 4). Тромбоцитопенія у хворих кішок, очевидно, є результатом розвитку дисемінованого внутрішньосудинного згортання крові, а також імуноопосередкованим їх руйнуванням. Не виключено, що причина зниження кількості тромбоцитів є результатом пухлинної інфільтрації та метастазування у кістковий мозок.

Кількість паличкоядерних та сегментоядерних нейтрофілів не відрізнялася між собою у групах хворих і здорових тварин, однак у 14,2 % кішок за неоплазією МЗ встановлено зрушення ядра вліво, а у 33,3 % – вправо. На нашу думку, це пов'язано з запальними процесами в організмі хворих кішок внаслідок розвитку онкологічної хвороби. Obeagu E. & Obeagu G. (2024) дослідили, що нейтрофіли мають потенціал для прояву як пропухлинних, так і протипухлинних ефектів, їх точна роль залежить від мікрооточення пухлини та імунного середовища. Нейтрофіли також можуть взаємодіяти з іншими імунними клітинами та цитокінами в мікрооточенні пухлини (Obeagu & Obeagu, 2024).

У групі хворих кішок встановлено вірогідне збільшення кількості еозинофілів ($P < 0,01$; табл. 4). Еозинофілію реєстрували у 33,3 % хворих кішок. Еозинофілія може виникати внаслідок посиленої секреції їх у кістковому мозку, а також при злоякісних новоутвореннях. Poncin et al. (2021) встановили, що еозинофіли залучаються до місця пухлини через подразники еотаксини та молекули, що вивільняються некротичними пухлинними клітинами, такими як HMGB1 (англ. High mobility group box 1; білок, що кодується однойменним геном). При пухлинах молочних залоз еозинофіли можуть мати як пухлинну, так і протипухлинну активність, опосередковану кількома механізмами.

У 71,4 % кішок була знижена кількість лімфоцитів ($21,9 \% \pm 3,07$) порівняно зі здоровими тваринами, а показник вірогідності становив $P < 0,05$. Лімфоцитопенія, ймовірно, пов'язана з пригніченням імунної системи внаслідок онкологічної хвороби.

Беручи до уваги показники загального аналізу крові, можна констатувати, що такі зміни крові є типовими для злоякісних новоутворень, зокрема МЗ у кішок.

Таблиця 4

Показники еритро-, лейко- та тромбоцитопоезу у кішок за неоплазій МЗ

Показники	Одиниці виміру	Біометричний показник	Здорові кішки (n = 10)	Кішки з неоплазіями МЗ (n = 21)
Еритроцити (RBC)	Т/л	Lim M ± m	6,5–10,5 8,4 ± 0,42	6,6–11,2 9,4 ± 0,28
Гемоглобін (Hb)	г/л	Lim M ± m	119,0–156,0 135,0 ± 3,46	74,0–167,0 136,0 ± 4,82
Гематокрит (HCT)	%	Lim M ± m	35,3–44,9 40,2 ± 0,90	23,0–45,5 38,0 ± 1,24
Лейкоцити (WBC)	Г/л	Lim M ± m	8,0–12,6 9,6 ± 0,46	2,5–45,5 12,9 ± 2,22
Тромбоцити (Plt)	г/л	Lim M ± m	313,0–466,0 383,8 ± 14,94	92,0–303,0 205,6 ± 15,85***
Лейкограма				
Еозинофіли (Eos)	%	Lim M ± m	1–5 2,8 ± 0,35	1–27 8,8 ± 1,39**
Паличкоядерні нейтрофіли	%	Lim M ± m	1–4 2,2 ± 0,38	1–10 3,2 ± 0,59
Сегментоядерні нейтрофіли (Gn)	%	Lim M ± m	56–69 60,3 ± 1,26	43–86 63,9 ± 3,15
Лімфоцити (Lymph)	%	Lim M ± m	24–38 32,6 ± 1,40	2–49 21,9 ± 3,07*
Моноцити (Mon)	%	Lim M ± m	1–3 1,6 ± 0,22	1–4 2,2 ± 0,20

Примітки: Р: * – < 0,05; ** – < 0,01; *** – < 0,001

Kurban & Günay Uçmak (2024) сформували 2 групи кішок і не встановили вірогідної різниці у кількості тромбоцитів, які у групі хворих тварин становили $298,3 \pm 43,86$ Г/л, а у здорових – $272 \pm 18,0$ Г/л. Однак у кішок з новоутвореннями збільшувались кількість лейкоцитів ($15,16 \pm 2,02$ Г/л) щодо контрольної групи ($8,30 \pm 0,53$ Г/л). Показники кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну та гематокритної величини перебували в межах фізіологічних коливань та були наближеними до отриманих нами результатів досліджень (Kurban & Günay Uçmak, 2024).

За виконання біохімічного аналізу крові основну увагу приділяли показникам, які характеризують функціональний стан печінки та нирок. Печінка відіграє основну роль в обміні речовин і енергії, детоксикації ендогенних і екзогенних токсинів. Печінка швидше за інші органи реагує на зовнішні та внутрішні негативні чинники і часто першою втягується у патологічний процес за різних захворювань. Нирки виконують видільну функцію, виводячи з організму кінцеві метаболіти та підтримують гомеостаз в організмі, а також беруть участь у катаболізмі багатьох гормонів.

Вміст загального білка в сироватці крові кішок з онкологічною хворобою був вірогідно ($P < 0,05$) вищим на 10,7 % порівняно зі здоровими тваринами (табл. 5). Підвищення вмісту загального білка нами встановлено у 42,8 % хворих кішок. За пухлинних захворювань у кров надходять специфічні білки (HER2, *англ.* Human epidermal growth factor receptor 2, рецептор епідермального фактору росту тип 2; p53, *англ.* Protein 53, білок 53), які синтезуються пухлинними клітинами, що й спричиняє розвиток гіперпротеїнемії.

Показники вмісту альбумінів та концентрація загального білірубіну не різнилася між хворими і клінічно здоровими кішками (табл. 5). Отже, у кішок за неоплазій МЗ не порушується альбумінсинтезування та пігментотворююча функція печінки.

Активність аланінамінотрансферази (АЛАТ) та аспартатамінотрансферази (АсАТ) вірогідно не відрізнялися між групою хворих і клінічно здорових тварин (табл. 5). Проте у 14,3 % хворих кішок активність АЛАТ була підвищеною, що, очевидно, пов'язано із пошкодженням гепатоцитів, як результат інтоксикації за розвитку онкологічної хвороби.

Не встановлено вірогідної різниці між хворими на неоплазію МЗ і клінічно здоровими кішками в активності ЛФ і ГГТП у сироватці крові (табл. 5). Отже, у кішок за неоплазій МЗ не пошкоджуються внутрішньо- та позапечінкові жовчні шляхи. У хворих кішок також не порушується вуглеводний обмін, оскільки концентрація глюкози у них не відрізнялася від клінічно здорових тварин (табл. 5).

Як показали результати наших досліджень, концентрація сечовини у сироватці крові була підвищеною у 19,0 % випадків (табл. 5). Проте вірогідної різниці між групою хворих і клінічно здорових тварин не встановлено.

У кішок з новоутвореннями МЗ концентрація креатиніну була вірогідно вищою щодо здорових ($P < 0,01$), і у 9,5 % кішок показники перевищували верхню межу фізіологічних коливань (табл. 5). Підвищена концентрація сечовини та креатиніну в сироватці крові у частини кішок за неоплазій МЗ може вказувати на порушення ниркової екскреції.

Таблиця 5

Біохімічні показники сироватки крові у кішок за неоплазій МЗ

Показники	Одиниці виміру	Біометричний показник	Здорові коти (n = 10)	Кішки з неоплазіями МЗ (n = 21)
Загальний білок	г/л	Lim M ± m	58,8–75,6 67,5 ± 1,73	45,3–94,0 75,34 ± 2,08*
Альбумін	г/л	Lim M ± m	32,5–39,2 35,9 ± 0,75	27,1–43,5 35,6 ± 1,04
Білірубін загальний	мкмоль/л	Lim M ± m	1,4–3,2 2,1 ± 0,19	0,6–3,1 1,8 ± 0,6
Аланінамінотрансфераза (АлАТ)	од/л	Lim M ± m	42,0–61,2 52,1 ± 1,97	20,3–187,4 63,8 ± 8,20
Аспартатамінотрансфераза (АсАТ)	од/л	Lim M ± m	10,5–34,2 24,1 ± 2,46	4,0–85,1 31,5 ± 3,86
Лужна фосфатаза (ЛФ)	од/л	Lim M ± m	36,0–62,5 47,8 ± 2,65	13,6–179,7 49,4 ± 10,79
Гамма- глутамілтрансфераза (ГГТП)	Од/л	Lim M ± m	1,3–2,3 1,91 ± 0,10	0,3–3,2 2,1 ± 0,14
Глюкоза	ммоль/л	Lim M ± m	4,8–6,8 6,1 ± 0,17	2,9–12,3 6,0 ± 0,53
Сечовина	ммоль/л	Lim M ± m	5,9–9,8 7,6 ± 0,37	4,8–13,2 8,8 ± 0,64
Креатинін	мкмоль/л	Lim M ± m	82,9–103,9 90,8 ± 2,29	70,0–169,9 112,9 ± 5,14**
Холестерин	ммоль/л	Lim M ± m	4,2–6,4 5,6 ± 0,21	2,4–7,4 4,4 ± 0,29*
Кальцій загальний (Ca)	ммоль/л	Lim M ± m	2,1–2,4 2,3 ± 0,02	2,0–3,6 2,4 ± 0,07
Фосфор неорганічний (P)	ммоль/л	Lim M ± m	1,1–2,2 1,7 ± 0,12	1,0–2,4 1,4 ± 0,07

Примітки: Р: * – < 0,05; ** – < 0,01; *** – < 0,001

Нами виявлено, що вміст холестерину у хворих кішок був вірогідно ($P < 0,05$) нижчим порівняно з клінічно здоровими (табл. 5), а гіпохолестеролемія встановлена у 21,4 % тварин за неоплазій МЗ. Зменшення вмісту холестерину, очевидно, пов'язано з втратою апетиту та зі зменшеним споживанням жирів, а також розвитком ракової кахексії. Важко оцінити остаточну причину зменшення рівня холестерину у крові, оскільки інші показники не вказували на критичний стан у кішок, що потребує подальших досліджень.

Вміст загального кальцію та неорганічного фосфору у групі хворих кішок не відрізнявся від клінічно здорових (табл. 5). Отже, мінеральний обмін у кішок за неоплазій МЗ не порушується.

Таким чином, діагностичний етап дослідження кішок з онкологічними захворюваннями, зокрема і з неоплазіями МЗ, повинен ґрунтуватися не лише на результатах клінічного обстеження та патоморфологічній верифікації пухлини, а й на аналізі показників крові (загальний, біохімічний), ультразвуковому та рентгенологічному дослідженні з метою оцінки загального стану тварини, а також підтвердження або виключення супутніх захворювань. Комплексна діагностика дозволить діагностувати супутні захворювання непухлинного характеру і вказувати на поліморбідність патології за онкологічної хвороби, зокрема неоплазій МЗ.

Висновки

1. Новоутворення молочної залози діагностовано у 47,4 % кішок з неоплазіями, що займає перше місце

серед 304 тварин з онкопатологіями. На другому місці були пухлини ділянки голови і на третьому – новоутворення черевної порожнини (16,1 % та 15,1 % відповідно).

2. Основним місцем локалізації неоплазій МЗ у кішок були краніальна (36,8 %) і каудальна (38,5 %) черевні залози, тобто 3-я і 4-а пари молочних залоз. Ліві та праві молочні залози уражалися з однаковою частотою.

3. Серед 144 кішок виявлено 24 тварини (16,7 %) з I стадією розвитку пухлинного процесу, відповідно 53 (36,8 %) – з II, 50 (34,7 %) – з III та 17 (11,8 %) з – IV стадіями розвитку новоутворення.

4. При проведенні зовнішнього огляду і пальпації молочних залоз хворих кішок встановлено, що новоутворення мали округлу або еліпсоподібну форму, розміром від малої горошини діаметром 0,5 см до величини курячого яйця. У випадках множинних чи за давнини пухлин характерною їх ознакою було зростання з розташованими глибше тканинами та ураження регіональних лімфатичних вузлів В період загострення онкологічних процесів на поверхнях новоутворень, особливо великих за розмірами, виникали нориці та гнійні виразки. Внаслідок розпаду пухлинної тканини та наявності некротичних процесів спостерігалися непрозорі виділення з досить неприємним (іхорозним) запахом. За доброякісних новоутворень МЗ у кішок вони були м'якшими при пальпації, не фіксованими у навколишніх тканинах, лімфатичні вузли не уражалися та не відбувалося розпаду пухлинної тканини, тому нориць чи виразок не спостерігалось.

5. Віддалені метастази були виявлені у грудній порожнині семи кішок (4,9 %) з неоплазіями МЗ на первинному прийомі після проведення рентгенографії, що вказує на важливість її проведення. При клінічному дослідженні встановлено, що новоутворення МЗ при пальпації в більшості випадків не болючі, вузлуваті, щільно-еластичної, рідше м'якої консистенції, з гладкою або горбистою поверхнею. Новоутворення розміром до 2 см (у найбільшому вимірі) зазвичай розміщувались в товщі паренхіми і були добре відмежованими.

6. При ультразвуковому дослідженні найбільш характерними ехографічними ознаками новоутворення МЗ злоякісного характеру є наявність структурних змін у прилеглих тканинах, неправильна форма новоутвору, неоднорідні та нечіткі контури, загальний гіпоехогенний фон пухлини, внутрішня ехоструктура неоднорідна, наявність внутрішньовузлової васкуляризації, відсутність чи послаблення акустичних ефектів, дистальне послаблення ехосигналу.

7. У хворих кішок при виконанні морфологічного аналізу крові встановлено зниження кількості тромбоцитів ($P < 0,001$) та лімфоцитів ($P < 0,05$), підвищення кількості еозинофілів ($P < 0,01$) щодо клінічно здорових тварин.

8. При біохімічному аналізі крові встановлено підвищення вмісту загального білка ($P < 0,05$), останній був підвищений у 42,8 % тварин. У хворих кішок зростала концентрація креатиніну на 20 % ($P < 0,01$) та був знижений вміст холестерину в сироватці крові ($P < 0,05$).

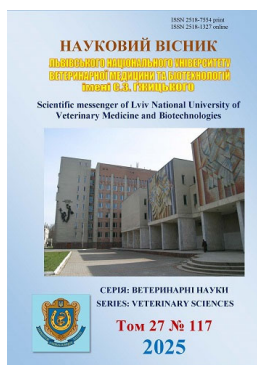
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Castelo-Branco, P. S., Gutfilen-Schlesinger, G., Sena, P., Gutfilen-Schlesinger, G., Souza, S. A., & Gutfilen, B. (2020). Detection of mammary adenocarcinoma metastases in a cat through ^{99m}Tc -thymine scintigraphy. *Veterinaria México OA*, 7(2). DOI: 10.22201/fmvz.24486760e.2020.2.718.
- Ferreira, T., Gama, A., Seixas, F., Faustino-Rocha, A. I., Lopes, C., Gaspar, V. M., Mano, J. F., Medeiros, R., & Oliveira, P. A. (2023). Mammary Glands of Women, Female Dogs and Female Rats: Similarities and Differences to Be Considered in Breast Cancer Research. *Veterinary sciences*, 10(6), 379. DOI: 10.3390/vetsci10060379.
- Giménez, F., Hecht, S., Craig, L. E., & Legendre, A. M. (2010). Early detection, aggressive therapy: optimizing the management of feline mammary masses. *Journal of feline medicine and surgery*, 12(3), 214–224. DOI: 10.1016/j.jfms.2010.01.004.
- Hughes, K., & Dobson, J. M. (2012). Prognostic histopathological and molecular markers in feline mammary neoplasia. *Veterinary journal (London, England: 1997)*, 194(1), 19–26. DOI: 10.1016/j.tvjl.2012.05.008.
- Joshi, S. K., Bhadauria, R. S., & Diwaker, A. K. (2012). Introduction to Neoplasm: “Tumor Classification”. *Joshi and Jadon IJARPB*, 2(2), 227–263.
- Kurban, I., & Günay Uçmak, Z. (2024). Evaluation of Erythrocytes Indices, Platelet Indices and Complete Blood Count in Feline Mammary Carcinomas. *Kocatepe Veterinary Journal*, 17(3), 176–182. DOI: 10.30607/kvj.1479289.
- Maksymovych, V., & Mysak, A. (2024). Expansion of the process of the mammary glands of cats in the conditions of the city of Lviv and the suburban zone of the regional center. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(114), 184–189. DOI: 10.32718/nvlvet11427.
- Manuali, E., Forte, C., Vichi, G., Genovese, D. A., Mancini, D., De Leo, A. A. P., Cavicchioli, L., Pierucci, P., & Zappulli, V. (2020). Tumours in European Shorthair cats: a retrospective study of 680 cases. *Journal of feline medicine and surgery*, 22(12), 1095–1102. DOI: 10.1177/1098612X20905035.
- Marino, G., Pugliese, M., Pecchia, F., Garufi, G., Lupo, V., Di Giorgio, S., & Sfacteria, A. (2021). Conservative treatments for feline fibroadenomatous changes of the mammary gland. *Open Veterinary Journal*, 11(4), 680–685. DOI: 10.5455/OVJ.2021.v11.i4.19.
- Martin de las Mulas, J., & Reymundo, C. (2000). Animal models of human breast carcinoma: canine and feline neoplasms. *Rev. Oncologia*. 2000, 2(6), 274–281. DOI: 10.1007/BF02979590.
- Millanta, F., Lazzeri, G., Mazzei, M., Vannozzi, I., & Poli, A. (2002). MIB-1 labeling index in feline dysplastic and neoplastic mammary lesions and its relationship with postsurgical prognosis. *Veterinary pathology*, 39(1), 120–126. DOI: 10.1354/vp.39-1-120.
- Misdorp, W., Else, R. W., Hellmén, E., & Lipscomb, T. P. (1999). *Histological Classification of Mammary Tumors of the Dog and the Cat*. 2nd ed.; Armed Forces Institute of Pathology in cooperation with the American Registry of Pathology and The World Health Organization Collaborating Center for Worldwide Reference on Comparative Oncology, VII, 58.
- Morris, J. (2013). Mammary tumours in the cat: size matters, so early intervention saves lives. *Journal of feline medicine and surgery*, 15(5), 391–400. DOI: 10.1177/1098612X13483237.
- Obeagu, E. I., & Obeagu, G. U. (2024). Exploring neutrophil functionality in breast cancer progression: A review. *Medicine*, 103(13), e37654. DOI: 10.1097/MD.00000000000037654.
- Oriekhova, Kh. V. (2024). Patomorfologichna veryfikatsiia riznykh typiv limfosarkom u kotiv. Kvalifikatsiina naukova pratsia na pravakh rukopysu. Lvivskyi natsionalnyi universytet veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Lviv (in Ukrainian).
- Overley, B., Shofer, F. S., Goldschmidt, M. H., Sherer, D., & Sorenmo, K. U. (2005). Association between ovariectomy and feline mammary carcinoma. *Journal of veterinary internal medicine*, 19(4), 560–563. DOI: 10.1892/0891-6640(2005)19[560:aboafm]2.0.co;2.

- Owen, L. N., World Health Organization. Veterinary Public Health Unit & WHO Collaborating Center for Comparative Oncology. (1980). TNM Classification of Tumours in Domestic Animals/ edited by L.N. Owen. World Health Organization. URL: <https://iris.who.int/handle/10665/68618>.
- Payan-Carreira, R., & Martins-Bessa, A. C. (2008). Ultrasonographic assessment of the feline mammary gland. *Journal of feline medicine and surgery*, 10(5), 466–471. DOI: 10.1016/j.jfms.2008.03.006.
- Poncin, A., Onesti, C. E., Josse, C., Boulet, D., Thiry, J., Bours, V., & Jerusalem, G. (2021). Immunity and Breast Cancer: Focus on Eosinophils. *Biomedicines*, 9(9), 1087. DOI: 10.3390/biomedicines9091087.
- Sammarco, A., Finesso, G., Zanetti, R., Ferro, S., Rasotto, R., Caliani, D., Goldschmidt, M. H., Orvieto, E., Castagnaro, M., Cavicchioli, L., & Zappulli, V. (2020). Biphasic Feline Mammary Carcinomas Including Carcinoma and Malignant Myoepithelioma. *Veterinary pathology*, 57(3), 377–387. DOI: 10.1177/0300985820908792.
- Seixas, F., Palmeira, C., Pires, M. A., & Lopes, C. (2008). Are complex carcinoma of the feline mammary gland and other invasive mammary carcinoma identical tumours? Comparison of clinicopathologic features, DNA ploidy and follow up. *Research in veterinary science*, 84 (3), 428–433. DOI: 10.1016/j.rvsc.2007.06.005.
- Seixas, F., Palmeira, C., Pires, M. A., Bento, M. J., & Lopes, C. (2011). Grade is an independent prognostic factor for feline mammary carcinomas: a clinicopathological and survival analysis. *Veterinary journal* (London, England : 1997), 187(1), 65–71. DOI: 10.1016/j.tvjl.2009.10.030.
- Shafiee, R., Javanbakh, J., Atyabi, N., Kheradmand, P., Kheradmand, D., Bahrami, A., Daraei, H., & Khadivar, F. (2016). Retraction Note to: Diagnosis, classification and grading of canine mammary tumours as a model to study human breast cancer: an Clinico-Cytohistopathological study with environmental factors influencing public health and medicine. *Cancer cell international*, 16, 83. DOI: 10.1186/s12935-016-0358-6.
- Shafiee, R., Javanbakh, J., Atyabi, N., Bahrami, A., Kheradmand, D., Safaei, R., Khadivar, F., & Hosseini, E. (2016). Retraction Note: Comparative value of clinical, cytological, and histopathological features in feline mammary gland tumors; an experimental model for the study of human breast cancer. *Diagnostic pathology*, 11(1), 116. DOI: 10.1186/s13000-016-0574-3.
- Sorenmo, K., Worley, D., & Goldschmidt, M. (2013). Tumors of the mammary gland. *Withrow and MacEwen's Small Animal Clinical Oncology* (Fifth Edition), 538–556. DOI: 10.1016/B978-1-4377-2362-5.00027-X.
- Torrigiani, F., Moccia, V., Brunetti, B., Millanta, F., Valdivia, G., Peña, L., Cavicchioli, L., & Zappulli, V. (2022). Mammary Fibroadenoma in Cats: A Matter of Classification. *Veterinary sciences*, 9(6), 253. DOI: 10.3390/vetsci9060253.
- Vascellari, M., Baioni, E., Ru, G., Carminato, A., & Mutinelli, F. (2009). Animal tumour registry of two provinces in northern Italy: incidence of spontaneous tumours in dogs and cats. *BMC veterinary research*, 5, 39. DOI: 10.1186/1746-6148-5-39.
- Vlizlo, V. V., Slivins'ka, L. H., Maksymovych, I. A., & Len'o, M. I. (2024). Laboratorna diahnostyka u veterynarniy medytsyni (dovidnyk): vydannya tret'ye, zi zminamy i dopovnennyamy. Lviv (in Ukrainian).
- Yevropeiska konventsiiia pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia doslidnykh ta inshykh naukovykh tsilei (1986). Rada Yevropy. URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/card/994_137 (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy «Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennya». Verkhovna Rada Ukrainy; Zakon № 3447- IV vid 21.02.2006. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3447-15> (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11724
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.2.09:577.122:615.3

Correction of protein metabolism in cows using nanoaquachelates taking into account vegetative regulation

M. M. Ilchyshyn¹, I. A. Hryshchuk¹, B. V. Gutyj², I. V. Kalinin¹, A. V. Hryshchuk³, O. V. Zhurenko¹,
V. I. Karpovskiy¹✉

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

³Luhansk Taras Shevchenko National University, Lubny, Ukraine

Article info

Received 27.01.2025

Received in revised form

27.02.2025

Accepted 28.02.2025

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.
Tel.: +38-098-423-96-07
E-mail: karpovskiy@meta.ua

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

Luhansk Taras Shevchenko
National University,
Koval Str., 3, Lubny, Ukraine.

Ilchyshyn, M. M., Hryshchuk, I. A., Gutyj, B. V., Kalinin, I. V., Hryshchuk, A. V., Zhurenko, O. V., & Karpovskiy, V. I. (2025). Correction of protein metabolism in cows using nanoaquachelates taking into account vegetative regulation. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 179–184. doi: 10.32718/nvlvet11724

Improvement of protein metabolism in cows will contribute to better body weight gain and ensure sustainable milk production. The experimental groups of cows were formed by means of a variational pulse oscillometric study, which resulted in the formation of three groups: normotonic, vagotonic, sympathotonic, each of which was divided into 2 groups: control and experimental. The experimental group during lactation for 30 days is fed a nanopreparation of trace elements Mg, Zn, Ge and Fe, in a dose of 10 ml per day with the content (mg/day): Mg – 50 mg/day, Zn – 50 mg/day, Ge – 10 µg/day and Fe – 20 mg/day, the results were evaluated by biochemical blood test. In the experimental group of normotonics, the content of total protein was 6.78 % lower than in the control group ($P < 0.01$), but the content of albumin was 14.56 % higher than in the control group ($P < 0.001$). In the group of vagotonics, total protein did not change significantly between control and study, but the albumin content increased by 17 % in the study group compared to the control group ($P < 0.01$). In sympathotonics in the blood of cows of the experimental group, an increase in the level of total protein by 3 % was found, which was provided by albumin, which was 16 % higher in the experimental group of cows ($P < 0.01$), while the control group was characterized by a higher content of globulins by 7 % ($P < 0.01$). It was found that due to the increased metabolism of structural proteins in the experimental group of animals, the level of glucose in the blood of cows decreased by 26 % ($P < 0.001$), vagotonics by 21 % ($P < 0.05$) and sympathotonics by 11 % ($P < 0.05$), respectively, compared to the control groups that did not receive food additives. It has been established that, depending on the tone of the autonomic nervous system, the increase in protein metabolism in cows has different efficacy. The prospect of further research is the use of nanoaquachelates with adjusted doses in accordance with the individual characteristics of animals and the evaluation of further efficacy.

Key words: proteins, ruminants, autonomic nervous system, food additives, blood.

Корекція білкового обміну у корів за допомогою наноаквахелатів із врахування вегетативної регуляції

М. М. Ільчишин¹, І. А. Грищук¹, Б. В. Гутий², І. В. Калінін¹, А. В. Грищук³, О. В. Журенко¹,
В. І. Карповський¹✉

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

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

³Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Лубни, Полтавська обл., Україна

Поліпшення білкового обміну у корів сприятиме кращому зростанню маси тіла тварини та забезпечить сталу молочну продуктивність. Дослідні групи корів формувалися за допомогою варіаційно-пульсометричного дослідження в результаті чого було сформовано три групи: нормотоніки, ваготоніки, симпатотоніки, кожна з яких була розділена на 2 групи – контрольну та дослідну. Дослідні групи у період лактації протягом 30 днів випоюють нанопрепарат мікроелементів Mg, Zn, Ge та Fe у дозі 10 мл на добу з вмістом (мг/добу): Mg – 50 мг/добу, Zn – 50 мг/добу, Ge – 10 мг/добу та Fe – 20 мг/добу, результати оцінювали за допомогою біохімічного аналізу крові. У дослідній групі нормотоніків вміст загального білка на 6,78 % менший щодо контрольної групи ($P < 0,01$), проте більше альбумінів на 14,56 % щодо контрольної групи ($P < 0,001$). У групі ваготоніків загальний білок між контролем і дослідом не мав значних змін, натомість у дослідній групі збільшився вміст альбумінів на 17 % щодо контрольної групи ($P < 0,01$). У симпатотоніків у крові корів дослідної групи встановлено підвищення рівня загального білка на 3 %, що забезпечувалося за рахунок саме альбумінів, яких більше у дослідній групі корів на 16 % ($P < 0,01$), при цьому контрольна група характеризувалася більшим вмістом глобулінів на 7 % ($P < 0,01$). Виявлено, що за рахунок того, що зростає обмін саме структурних протеїнів у дослідних груп тварин, зменшувався рівень глюкози у крові корів відповідно в нормотоніків на 26 % ($P < 0,001$), ваготоніків на 21 % ($P < 0,05$) та у симпатотоніків на 11 % ($P < 0,05$) щодо контрольних груп, яким не застосовували харчові добавки. Встановлено, що залежно від тону автономної нервової системи підвищення білкового обміну у корів має різну ефективність, перспектива подальшого дослідження полягає у застосуванні наноаквхелатів зі скорегованими дозами відповідно до індивідуальних особливостей тварин та оцінки подальшої ефективності.

Ключові слова: протеїни, жуйні, автономна нервова система, харчові добавки, кров.

Вступ

Білковий обмін у молочному скотарстві дуже важливий, оскільки від нього залежить продуктивність тварини як у виробництві молока, так і наборі маси тіла. У корів регуляція засвоюваності і синтезу необхідного білка багатостадійний процес. За наявності багатокамерного шлунку обробка корму та формування білкового субстрату виконується не лише за рахунок власних травних соків, а й завдяки значним колоніям мікроорганізмів, без яких нормальний процес травлення неможливий. Тому розробка методів у поліпшенні білкового обміну корів досить трудомісткий процес (Cattaneo et al., 2021; Silva et al., 2021). Але розробка харчових добавок у підвищенні синтезу білка для сталої продуктивності корів є обов'язковою. Оскільки нехтування цього питання спричинює погіршеного білкового обміну в лактаційний період і організм тварини за нестачі білкового компоненту починає використовувати білок з тканин, що у подальшому призводить до зменшення маси тіла корів і їхньої продуктивності, яку потім важко відновити. Ще одним прикладом негативного наслідку нестачі білка можна навести у період сухостою. Під час даного етапу технологічного процесу відбуваються процеси відновлення структури молочної залози, що забезпечує збереження продуктивності корів, також організм починає накопичувати поживні речовини та набирати м'язову масу. Тому відсутність нормального білкового обміну може мати тяжкі наслідки як для тварини, так і власника підприємства (Bergen, 2021; Sebezshko et al., 2021).

Вирішення даного питання забезпечує формування збалансованого раціону, але варто враховувати, як це відобразиться на організмі тварини, особливо на мікроорганізмах у рубці. Внесення значної кількості сирого протеїну не завжди має добрий результат. В більшості випадків засвоюваність білків не має значних результатів. Спричинено це тим, що додатково внесені протеїни в раціон годівлі погано перетравлюються в травному тракті, та засвоюваністю в організмі тварини (Džermeikaitė et al., 2025). Крім того, надмірне надходження білків у організм корів матиме також і негативний вплив на обмін речовин. Варто враховувати необхідність збільшення вмісту вуглеводів у кормах тварин, оскільки встановлена залежність рівня

протеїнів із вуглеводами. Тому використання додаткових протеїнових добавок стає причиною корегування раціону та долучення додаткового вмісту вуглеводів (Dorji et al., 2021; Boyko et al., 2021).

Альтернативним напрямком по покращенню білкового обміну у організмі корів стало застосування мінеральних добавок та нанопрепаратів. Особливості даного методу полягають у використанні незначної кількості мінеральних речовин для підвищення продуктивності тварин із меншою витратою часу і фінансів у господарстві. Варто відмітити, що застосування цих кормових добавок виконується масово одночасно для всього поголів'я корів без урахування індивідуальних особливостей їхнього організму. Тому під час вивчення ефективності застосування нового раціону результати можуть мати значні відмінності. Тому не врахування цих параметрів стає причиною меншої результативності при використанні різних кормових добавок (Guarnido-Lopez et al., 2022; Fontoura et al., 2022).

При розгляді систем організму тварини, що корегують обмін речовин, варто звернути увагу на відділ периферичної нервової системи, а саме автономну нервову систему, яка значною мірою впливає на підтримання гомеостазу. Ця нервова система постійно корегує метаболічні процеси організму, особливо її роль проявляється під час дії на організм тварини стресового фактору. За цього негативного чинника відбувається під дією відділу автономної нервової системи симпатичної нервової системи мобілізація та розщеплення поживних речовин для насичення організму необхідною енергією (Zsombok et al., 2024; Valenti et al., 2024). Після закінчення дії стресу активніше починає працювати парасимпатична нервова система, яка підвищує процеси синтезу резервних речовин для нової відповіді на негативні чинники. Враховуючи при цьому індивідуальні особливості організму тварин, активність симпатичної і парасимпатичної нервової системи у кожній тварини різна, а тому процеси обміну речовин будуть протікати з різною інтенсивністю, особливо в стресовий період та після його закінчення. Задавання тваринам харчових добавок без урахування цих показників стане причиною отримання менш результативних даних (Ren et al., 2024; Yulbarsova, 2025).

Мета дослідження

Мета даного дослідження полягає в оцінці ефективності впливу нанопрепарату на білковий обмін у корів з урахування індивідуальних особливостей корів, таких як тонус автономної нервової системи.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконувалися на базі молочнотоварної ферми ТОВ “Молочні ріки” (село Сокаль Шептицького району Львівської області) у 2024 році. Дослідні групи корів формували за допомогою варіаційно-пульсометричного дослідження із встановленням тону автономної нервової системи на підставі статистичного обрахунку отриманих даних. Сформовані три групи тварин симпатотоніки, ваготоніки та нормотоніки, були розділені на дві групи контрольна і дослідна група в результаті чого було утворено 6 груп по п'ять корів. Дослідній групі тварин з різним тонусом автономної нервової системи в період лактації протягом 30 діб випоюють нанопрепарат мікроелементів Mg, Zn, Ge та Fe у дозі 10 мл на добу з вмістом (мг/добу): Mg – 50 мг/добу, Zn – 50 мг/добу, Ge – 10 мг/добу та Fe – 20 мг/добу. Результати ефективності використаної харчової добавки оцінювалися за рахунок комплексного біохімічного дослідження. Для біохімічного дослідження використовували сироватку крові, яку отримали після відстоювання проб крові у термостаті за температури 37 °С. Для визначення загального білка, глобулінів, альбумінів та глюкози застосовували тест-систему від ТОВ “Лабораторія Гранум” м. Харків та спектрофотометр LabLine-010 (Австрія). Статистичний аналіз виконували за допомогою програми Microsoft Excel.

Результати та обговорення

За лабораторними дослідженнями крові корів було встановлено біохімічні показники, такі як вміст загального білка, глобулінів, альбумінів та глюкози зі збалансованим впливом симпатичної і парасимпатичної нервової системи (табл. 1).

Таблиця 1

Показники вмісту білка та глюкози дослідної групи нормотоніків із задаванням препарату та без застосування ($M \pm m$, $n = 5$)

Показники	Контрольна група	Дослідна група
Загальний білок	86,65 $\pm$ 1,22	80,78 $\pm$ 0,49*
Глобуліни	48,53 $\pm$ 1,17	37,10 $\pm$ 0,44**
Альбуміни	38,13 $\pm$ 0,15	43,68 $\pm$ 0,83**
Глюкоза	2,40 $\pm$ 0,09	1,78 $\pm$ 0,14*

Примітка: * $P < 0,01$, ** $P < 0,001$ – щодо даних контрольної групи нормотоніків

За аналізу показників вмісту білка у крові корів контрольної та дослідної групи, якій задавали препарат наноаквахелатів, було встановлено, що дослідна група нормотоніків мала менший вміст загального білка на 6,78 % щодо контрольної групи ($P < 0,01$).

Проте зазначається, що у дослідної групи нормотоніків більший вміст саме альбумінів на 14,56 % щодо контрольної групи ($P < 0,001$). А група тварин, яким не застосовували харчову добавку, мали більший показник вмісту глобулінів на 30,8 % ($P < 0,001$). Також внаслідок зростання кількості білків, які використовуються для розвитку організму корів, а саме альбумінів виявлено зменшення вмісту глюкози, що інтенсивно використовується, про що свідчить менший вміст її у крові дослідної групи тварин на 26 % щодо контрольної групи ($P < 0,001$).

За лабораторними дослідженнями крові корів було встановлено біохімічні показники, такі як вміст загального білка, глобулінів, альбумінів та глюкози із перевагою впливу парасимпатичної нервової системи (табл. 2).

Таблиця 2

Показники вмісту білка та глюкози дослідної групи ваготоніків із задаванням препарату та без застосування ($M \pm m$, $n = 5$)

Показники	Контрольна група	Дослідна група
Загальний білок	81,58 $\pm$ 0,73	82,68 $\pm$ 0,35
Глобуліни	47,20 $\pm$ 0,56	42,40 $\pm$ 0,88**
Альбуміни	34,38 $\pm$ 1,23	40,28 $\pm$ 0,77**
Глюкоза	2,68 $\pm$ 0,14	2,13 $\pm$ 0,14*

Примітка: * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$ – щодо даних контрольної групи ваготоніків

Порівнюючи результати біохімічного дослідження корів тварин ваго тоніків, встановлено, що загальний білок між дослідною і контрольною групами мав незначну відмінність у вмісті в крові. Проте спостерігаються суттєві зміни у білкових фракціях між групами корів. Так, вміст глобулінів у контрольної групи тварин був на 11 % більший порівняно з дослідною групою корів ($P < 0,01$). Показники альбумінів у крові корів, які споживали кормову добавку наноаквахелатів, були більшими на 17 % щодо контрольної групи ($P < 0,01$). Також за рахунок зростання концентрації альбумінів, що свідчить про збільшення інтенсивної їх обміну, пропорційно зменшується рівень глюкози у крові, відповідно до чого дослідна група мала менші показники на 21 % на відміну від контрольної групи корів ($P < 0,05$).

Показники вмісту білка та глюкози дослідної групи симпатотоніків із задаванням препарату та без застосування наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Показники вмісту білка та глюкози дослідної групи симпатотоніків із задаванням препарату та без застосування ($M \pm m$, $n = 5$)

Показники	Контрольна група	Дослідна група
Загальний білок	76,52 $\pm$ 0,36	78,85 $\pm$ 0,50*
Глобуліни	44,50 $\pm$ 0,47	41,7 $\pm$ 0,44*
Альбуміни	32,03 $\pm$ 0,54	37,15 $\pm$ 0,94*
Глюкоза	2,77 $\pm$ 0,09	2,48 $\pm$ 0,09*

Примітка: * $P < 0,01$ – щодо даних контрольної групи симпатотоніків

Аналізуючи отримані дані щодо біохімічного аналізу крові корів дослідної групи симпатотоніків було встановлено підвищення рівня загального білка на 3 % щодо контролю ($P < 0,01$). Також варто зазначити, що зростання показників білка у тварин забезпечувався за рахунок саме альбумінів, яких більше у дослідної групи корів на 16 % ($P < 0,01$). При цьому контрольна група характеризувалася більшим вмістом глобулінів, що становило на 7 % ($P < 0,01$) порівняно з дослідною групою. Прослідковується закономірність зменшення рівня глюкози у крові корів при зростанні обміну білків, а саме за рахунок альбумінів, що в результаті відображається в меншому показнику в дослідної групи корів на 11 % порівняно з контролем ($P < 0,05$).

Білковий обмін – дуже важливий компонент сталої продуктивності організму корів в період лактації. Засвоюваність білка тісно пов'язана з такими факторами, як раціон годівлі, стан мікроорганізмів у рубці, метаболічними процесами в тілі тварини та впливу корегувальних систем, що відіграють роль у підтриманні гомеостазу (Vus & Kozenko, 2019; Kraikivska et al., 2023; Mykhailutenko et al., 2025). Важливість сталої рівня білка в організмі корів сприяє сталій молочній продуктивності та зростанню маси тіла. Також встановлено залежність рівня білка та вмісту вуглеводів, що стає причиною врахування не тільки рівня протеїнів у раціоні, а й енергетичних речовин, оскільки для синтезу і розщеплення будь-яких органічних сполук в організмі потрібна певна кількість енергії. Тому розробка варіантів вирішення поліпшення білкового обміну має багато перемінних факторів (Franco et al., 2021; Liu et al., 2021; Lozynskyi et al., 2023; Slobodian et al., 2024).

Першими спробами поліпшення показників білкового обміну були пов'язані з корекцією раціону тварин та долучення до нього сирого протеїну. За даними Silva T. A та Palma, M. N., підвищення рівня протеїну в раціоні корів має незначне поліпшення азотистого балансу в їх організмі. Даний метод не є досить ефективним з точки зору його універсальності. Використання сирого протеїну найкраще реалізується у господарствах з тропічним кліматом, де в раціоні тварин переважає значний рівень клітковини. В інших кліматичних зонах даний метод буде менш ефективним та матиме більш затратні результати на придбання корів. Варто зазначити, що при використанні даних змін у раціоні тварини не враховувалися особливості їхнього метаболічного обміну. При оцінці за нашим методом ефективність виявилася кращою (Silva et al., 2021; Palma et al., 2023).

Згідно з дослідженнями Yanza Y. та Giorgino A., запропонована альтернатива поліпшення білкового обміну замість використання сирого протеїну, було приділено увагу використанню харчових добавок рослинного походження, що включали у себе тимол з ваніліном або екстракцію таніну. Згідно з оцінкою результативності використання даних дієтичних добавок було встановлено, що збільшилася ферментація споживаного корму у рубці та синтез мікробного білка. Також було встановлено більш ефективне засвоєння перетравлюваного білка в кишечнику тва-

рин. Це своєю чергою мало відображення у збільшенні рівня протеїнів в організмі корів. Проте даний метод хоч і мав позитивний вплив на білковий обмін, у відображених результатах показник похибки даних був у нижній граничній межі. Причиною цього стало, найімовірніше, неврахування процесів обміну речовин у самих тварин, що відбиралися у дослід. Аналізуючи наші результати, прослідковується закономірність у різній ефективності використаної харчової добавки для поліпшення білкового обміну, що є більш точним при оцінці впливу на організм тварини (Yanza et al., 2021; Giorgino et al., 2023).

Azis I. та Mion B. досліджували ефективність використання мінеральних добавок на метаболічні показники у організмі тварин. Було встановлено, що використання мінеральних преміксів є досить ефективним засобом у стабілізації засвоюваності поживних речовин та стабілізації енергетичного балансу. Особливо це стосувалося підприємств, що мали складнощі у збалансуванні раціону тварин за причини відсутності нормального надходження кормів. Незважаючи на результативність використаних преміксів, критерії відбору тварин та оцінка стану обміну організму в тілі корів перед задаванням добавок була незначною, що в результаті відобразилося у розбіжностях вихідних даних серед тварин у дослідних групах. В нашому випадку завдяки розподілу корів відповідно до їх індивідуальних особливостей обміну речовин ефективність підвищення білкового обміну була різною, що свідчить про важливість врахування цих параметрів при формуванні дослідних груп (Mion et al., 2023; Azis et al., 2024).

Проаналізувавши роботи інших вчених щодо поліпшення білкового обміну та порівнявши відповідно до наших результатів, встановлено певні відмінності. Залежно від методу для підвищення засвоюваності протеїну в організмі корів результативність була різноманітна. Результативнішими були харчові добавки на основі мінеральних речовин та вітамінів, трохи менш результативні виявилися премікси рослинного походження. Варто зазначити, що у більшості випадків оцінка обміну речовин у тварин згідно з їх індивідуальними особливостями не має значного поширення при формуванні дослідних груп тварин. Згідно з нашими результатами, при використанні харчових добавок у корів попередньо розподілених відповідно до їх індивідуальних особливостей спостерігається значна різниця в ефективності поліпшення білкового обміну. Тому попередня оцінка тварин, які мають різну активність автономної нервової системи, є необхідним фактором для більш ефективної оцінки результатів застосування харчових добавок.

Висновки

Визначено, що у корів з нормотонією показники загального білка були забезпечені у дослідної групи завдяки більшій частці альбумінів, а у контрольної групи переважна більшість білка у крові становила саме значна кількість глобулінів, при цьому рівень глюкози у дослідної групи був менший порівняно з контрольною. Тварини із ваготонією та симпатотоні-

єю мали приріст загального білка при використанні харчової добавки наноаквахелатів, що забезпечувалося завдяки підвищенню рівня альбумінів, це свідчить про більш активні процеси синтезу протеїнів у їх організмі, що підтверджувалося більш активним використанням вуглеводів, на фоні чого зменшився загальний рівень глюкози в крові.

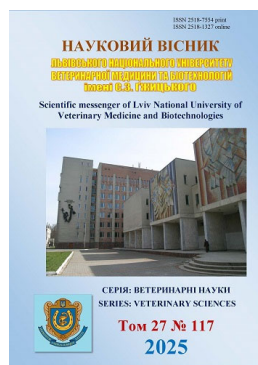
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Azis, I. U., Astuti, A., & Agus, A. (2024, February). Mineral premix effects on digestible nutrient consumption and energy balance in cows. In AIP Conference Proceedings, 2957, 060066. DOI: 10.1063/5.0186345.
- Bergen, W. G. (2021). Amino Acids in Beef Cattle Nutrition and Production. *Advances in experimental medicine and biology*, 1285, 29–42. DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1_3.
- Boyko, T. V., Chaunina, E. A., Buzmakova, N. A., & Zharikova, E. A. (2021). Biologically active additives for cows as a factor in the production of environmentally friendly products in animal husbandry. In IOP conference series: earth and environmental science, 624, 012063. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012063.
- Cattaneo, L., Lopreato, V., Piccioli-Cappelli, F., Trevisi, E., & Minuti, A. (2021). Plasma albumin-to-globulin ratio before dry-off as a possible index of inflammatory status and performance in the subsequent lactation in dairy cows. *Journal of dairy science*, 104(7), 8228–8242. DOI: 10.3168/jds.2020-19944.
- Dorji, J., MacLeod, I. M., Chamberlain, A. J., Vander Jagt, C. J., Ho, P. N., Khansefid, M., Mason, B. A., Prowse-Wilkins, C. P., Marett, L. C., Wales, W. J., Cocks, B. G., Pryce, J. E., & Daetwyler, H. D. (2021). Mitochondrial protein gene expression and the oxidative phosphorylation pathway associated with feed efficiency and energy balance in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 104(1), 575–587. DOI: 10.3168/jds.2020-18503.
- Džermeikaitė, K., Krištolaitytė, J., Sutkevičienė, N., Vilkonienė, T., Vaičiulienė, G., Rekešiūtė, A., Girdauskaitė, A., Arlauskaitė, S., Bajcsy, Á. C., & Antanaitis, R. (2025). Relationships Among In-Line Milk Fat-to-Protein Ratio, Metabolic Profile, and Inflammatory Biomarkers During Early Stage of Lactation in Dairy Cows. *Veterinary sciences*, 12(2), 187. DOI: 10.3390/vetsci12020187.
- Fontoura, A. B. P., Javaid, A., Sáinz de la Maza-Escolà, V., Salandy, N. S., Fubini, S. L., Grilli, E., & McFadden, J. W. (2022). Heat stress develops with increased total-tract gut permeability, and dietary organic acid and pure botanical supplementation partly restores lactation performance in Holstein dairy cows. *Journal of dairy science*, 105(9), 7842–7860. DOI: 10.3168/jds.2022-21820.
- Franco, M. O., Detmann, E., Batista, E. D., Rufino, L. M. A., Paulino, M. F., & Valadares Filho, S. C. (2021). Nutritional performance and metabolic characteristics of cattle fed tropical forages with protein and starch supplementation. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 93(3), e20190487. DOI: 10.1590/0001-3765202120190487.
- Giorgino, A., Raspa, F., Valle, E., Bergero, D., Cavallini, D., Gariglio, M., Bongiorno, V., Bussone, G., Bergagna, S., Cimino, F., Dellepiane, L., Mancin, G., Paratte, R., Maza-Escolà, V. S., & Forte, C. (2023). Effect of Dietary Organic Acids and Botanicals on Metabolic Status and Milk Parameters in Mid-Late Lactating Goats. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(5), 797. DOI: 10.3390/ani13050797.
- Guarnido-Lopez, P., Ortigues-Marty, I., Salis, L., Chantelauze, C., Bes, A., Nozière, P., & Cantalapiedra-Hijar, G. (2022). Protein metabolism, body composition and oxygen consumption in young bulls divergent in residual feed intake offered two contrasting forage-based diets. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 16(7), 100558. DOI: 10.1016/j.animal.2022.100558.
- Kraikivska, H., Guttyj, B., Hunchak, A., Hunchak, V., Horalskyi, L., Sokulskyi, I., Martyschuk, T., Khariv, I., Slobodiuk, N., Demus, N., & Vus, U. (2023). Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 171–175. DOI: 10.32718/nvlvet-a9928.
- Liu, E., Hanigan, M. D., & VandeHaar, M. J. (2021). Importance of considering body weight change in response to dietary protein deficiency in lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 104(11), 11567–11579. DOI: 10.3168/jds.2020-19566.
- Lozynskyi, I., Guttyj, B., Ivashkiv, R., Ilchysyn, M., Martyschuk, T., Todoriuk, V., Dashkovskyi, O., Magrelo, N., Sus, H., 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.
- Mion, B., Ogilvie, L., Van Winters, B., Spricigo, J. F. W., Anan, S., Duplessis, M., McBride, B. W., LeBlanc, S. J., Steele, M. A., & Ribeiro, E. S. (2023). Effects of replacing inorganic salts of trace minerals with organic trace minerals in the pre- and postpartum diets on mineral status, antioxidant biomarkers, and health of dairy cows. *Journal of animal science*, 101, skad041. DOI: 10.1093/jas/skad041.
- Mykhailiutenko, S. M., Kuzmenko, L. M., Guttyj, B. V., & Mykhailiutenko, Y. E. (2025). Seasonal fluctuations in individual milk parameters in free-range cows. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 8(1), 85–89. DOI: 10.32718/ujvas8-1.12.
- Palma, M. N., Reis, W. L., Rodrigues, J. P., Silva, T. E., Franco, M. O., Rennó, L. N., & Detmann, E. (2023). Strategies of energy supplementation for cattle fed tropical forage and infrequently supplemented with

- protein. *Animal Feed Science and Technology*, 297, 115599. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2023.115599.
- Ren, W., Hua, M., Cao, F., & Zeng, W. (2024). The Sympathetic-Immune Milieu in Metabolic Health and Diseases: Insights from Pancreas, Liver, Intestine, and Adipose Tissues. *Advanced science (Weinheim, Baden-Wurttemberg, Germany)*, 11(8), e2306128. DOI: 10.1002/advs.202306128.
- Sebezhko, O. I., Mayer, R. V., Tarasenko, E. I., Marenkov, V. G., & Garth, V. V. (2021). Protein status of holshtinized black and white cattle. In *BIO Web of Conferences*, 36, 06023). DOI: 10.1051/bioconf/20213606023.
- Silva, T. A., Quigley, S. P., Kidd, L. J., Anderson, S. T., McLennan, S. R., & Poppi, D. P. (2021). Effect of a high crude protein content diet during energy restriction and re-alimentation on animal performance, skeletal growth and metabolism of bone tissue in two genotypes of cattle. *Plos one*, 16(2), e0247718. DOI: 10.1371/journal.pone.0247718.
- Slobodian, S., Gutyj, B., Sachuk, R., Martyshuk, T., Holovach, P., Vus, U., Kalyn, B., Khariv, I., Slobodiuk, N., Prysiazniuk, V., Androniak, V., & Reznichenko, M. (2024). The effect of the liposomal drug “Lipointersil” on the antioxidant status of the body of bulls under heavy metal loading. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(116), 134–141. DOI: 10.32718/nvlvet11620.
- Valenti, V. E., Vanderlei, L. C. M., & Godoy, M. F. (2024). Understanding the role of the autonomic nervous system in health and disease. *Frontiers in neuroscience*, 18, 1446832. DOI: 10.3389/fnins.2024.1446832.
- Vus, U., & Kozenko, O. (2019). Dynamics of changes in protein metabolism rates in cows depending on the season of the year and the location of the farm. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21(93), 164–168. DOI: 10.32718/nvlvet9329.
- Yanza, Y. R., Fitri, A., Suwignyo, B., Hidayatik, N., Kumalasari, N. R., Irawan, A., & Jayanegara, A. (2021). The utilisation of tannin extract as a dietary additive in ruminant nutrition: A meta-analysis. *Animals*, 11(11), 3317. DOI: 10.3390/ani11113317.
- Yulbarsova, S. M. (2025). Autonomic Nervous System (Sympathetic, Parasympathetic). *Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research*, 12(02), 486–490. URL: <https://www.eijmr.org/index.php/eijmr/article/view/2686>.
- Zsombok, A., Desmoulins, L. D., & Derbenev, A. V. (2024). Sympathetic circuits regulating hepatic glucose metabolism: where we stand. *Physiological reviews*, 104(1), 85–101. DOI: 10.1152/physrev.00005.2023.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11725
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.7:616.99:595.132:616.41

Changes in hematological parameters in dogs with gastrointestinal nematode doses

A. Kitichenko¹, V. Melnychuk^{1,2✉}

¹Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

²Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 27.01.2025

Received in revised form
27.02.2025

Accepted 28.02.2025

Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.
Tel.: +38-066-674-78-09
E-mail: melnychuk86@gmail.com

Institute of Veterinary Medicine of
the National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine,
Donetska Str., 30, Kyiv,
03151, Ukraine.

Kitichenko, A., & Melnychuk, V. (2025). Changes in hematological parameters in dogs with gastrointestinal nematode doses. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 185–190. doi: 10.32718/nvlvet11725

Despite the fact that the close relationship between humans and dogs and their role as companion animals bring many benefits, they also pose a risk to public health due to the possibility of infection of humans with dangerous pathogens of zoonoses. Helminthic invasions in dogs can cause pathophysiological changes, which are accompanied by changes in their hematological parameters. Knowledge of these changes is especially important for understanding the pathogenesis of the disease and prescribing the necessary treatment. The aim of the research was to determine the effect of pathogens of nematodes of the digestive tract, namely toxocariasis and trichuriasis, on the hematological parameters of infested dogs. The research was conducted in the conditions of the private veterinary clinic "Dovira" (Kharkiv) and the laboratory of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise of the Poltava State Agrarian University (Poltava). Three groups of animals were formed, one of which was a control (clinically healthy dogs) and two experimental. The first experimental group included animals spontaneously infected with the toxocariasis pathogen, and the second group included animals spontaneously infected with the trichuriasis pathogen. The content of hemoglobin, the number of erythrocytes, leukocytes, platelets, hematocrit, and ESR were determined in the blood of dogs. The conducted studies in the blood of dogs with toxocariasis revealed a decrease in hemoglobin content by 13.9 %, a decrease in the number of erythrocytes by 12.1 %, a decrease in the hematocrit by 14.4 %, and an increase in the number of leukocytes by 34.9 % compared to similar indicators in clinically healthy animals. When studying the hematological parameters of dogs with trichuriasis, more severe changes were found, which are associated with the fact that the pathogen is a hematophage, and which were accompanied by a decrease in hemoglobin content by 17.5 %, the number of erythrocytes by 24.2 %, the hematocrit index by 18.5 %, an increase in the ESR index by 43.8 %, as well as an increase in the number of leukocytes by 40.9 % compared to similar indicators in clinically healthy animals. The data obtained allow us to take into account changes in the hematological parameters of dogs with toxocariasis and trichuriasis invasion for the correction of therapeutic measures and a more comprehensive and effective prescription of treatment.

Key words: parasitology, dogs, nematodes of the digestive tract, hematological parameters.

Зміни гематологічних показників у собак за нематодозів травного тракту

A. С. Кітіченко¹, В. В. Мельничук^{1,2✉}

¹Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

²Інститут ветеринарної медицини НААН України, м. Київ, Україна

Незважаючи на те, що тісний зв'язок між людьми та собаками та їх роль, як тварин-компаньйонів, приносять багато переваг, вони також становлять ризик для здоров'я населення через можливість зараження людей небезпечними збудниками зооантропонозів. Гельмінтозні інвазії у собак можуть спричинити патологічні зміни, які супроводжуються змінами в їх гематоло-

гічних показниках. Знання цих змін особливо важливо для розуміння патогенезу захворювання та призначення необхідного лікування. Метою досліджень було встановити вплив збудників нематодозів травного тракту, а саме токсокарозу та трихуризу на гематологічні показники інвазованих собак. Дослідження проводили в умовах приватної ветеринарної клініки “Довіра” (м. Харків) та лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету (м. Полтава). Було сформовано три групи тварин, з яких одна – контрольна (клінічно здорові собаки) та дві дослідні. До першої дослідної групи віднесені тварини спонтанно інвазовані збудником токсокарозу, а до другої – спонтанно інвазовані збудником трихуризу. В крові собак визначали вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, показники гематокриту та ШОЕ. Проведеними дослідженнями в крові собак за токсокарозу встановлено зниження вмісту гемоглобіну на 13,9 %, кількості еритроцитів на 12,1 %, показника гематокриту на 14,4 %, а також збільшення кількості лейкоцитів на 34,9 % порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових тварин. При дослідженні гематологічних показників собак за трихуризу встановлено більш тяжкі зміни, що пов'язані з тим, що збудник є гематофагом, і які супроводжувалися зниженням вмісту гемоглобіну на 17,5 %, кількості еритроцитів на 24,2 %, показника гематокриту на 18,5 %, зростанням показника ШОЕ на 43,8 %, а також збільшенням кількості лейкоцитів на 40,9 % порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових тварин. Отримані дані дозволяють враховувати зміни в гематологічних показниках собак за токсокарозою та трихуризою для корекції лікувальних заходів та більш комплексного і ефективного призначення лікування.

Ключові слова: паразитологія, собаки, нематодози травного тракту, гематологічні показники.

Вступ

Шлунково-кишкові нематоди собак є одними з найбільш частих збудників інвазійних захворювань, з якими стикаються ветеринарні фахівці в різних країнах світу (Yacob et al., 2007; Ngui et al., 2014; Raza et al., 2018; Drake & Carey, 2019). Також окремі види гельмінтів у собак є зооантропонозними, тобто вони негативно впливають на здоров'я людини (Curi et al., 2017; Öge et al., 2017; Jovanovic et al., 2024; Yirsa et al., 2024).

Паразито-хазяїнні відносини за нематодозів травного тракту собак супроводжуються появою клінічних ознак, особливо у молодяку і які характеризуються, переважно, кишковими розладами і гастроентеритами. Водночас, у дорослих тварин, нематодози можуть перебігати без клінічних ознак, внаслідок формування вікового імунітету (Fox, 1997; Schmidt et al., 2016; Aref et al., 2018; Cervone et al., 2024).

Однак, незважаючи на клінічну картину захворювання, гельмінтозні захворювання у собак можуть спричинити патофізіологічні зміни, включаючи запалення, окислювальний стрес, зміни метаболізму білку, ліпідів та заліза, функції підшлункової залози, які пов'язані з активацією імунної системи. Доведено, що імунна система для захисту хазяїна від інвазії може вивільняти токсичні агенти, які призводять до стану окислювального стресу (Sloss et al., 1994; Peake & Suzuki, 2004).

Було встановлено, що в крові собак інвазованих нематодами *Ancylostoma caninum* і *Toxascaris* spp. відбувалися зміни, які характеризувалися зниженням еритроцитів ($P < 0,01$), нормоцитарною гіпохромною анемією (Qadir et al., 2011). Також дослідниками було виявлено, що тяжкість змін у гематологічних показниках собак інвазованих *Ancylostoma* spp. залежить від показників інтенсивності інвазії. Основними змінами були анемія, тромбоцитопенія та еозинофілія у 43,5 %, 47,2 % та 19,4 % тварин за показників інтенсивності інвазії 1–500 яєць/г, 501–1000 яєць/г, понад 1000 яєць/г відповідно (Ferraz et al., 2023).

Асоціація нематод *T. vulpis* і *T. canis* негативно впливала на гематологічні показники хворих собак, які супроводжувалися ознаками анемії (еритроцитопенія, анемія, зниження MCV і MCH, гематокриту), запалення та алергізації (лейкоцитоз, базофілія та

еозинофілія, підвищення α -1, α -2 і β -глобулінів), дефіциту білка (протеїнемія, альбумінемія), порушення функції печінки (підвищення вмісту холестерину і загального білірубіну, активності АЛТ, АСТ, α -амілази, ГГТ і лужної фосфатази) (Saichenko et al., 2021).

За кишкових гельмінтозів у собак, викликаних паразитуванням нематод видів *Ancylostoma caninum*, *T. canis* та *T. vulpis*, відбуваються негативні зміни в гематологічних показниках хворих тварин, а саме: зниження вмісту гемоглобіну, кількості еритроцитів, гематокриту, а також еозинофілія, моноцитоз і лейкоцитоз (Qadir et al., 2011; Audu, 2024).

Отже, наукова література свідчить, що нематодози травного тракту собак негативно впливають на їх гематологічні показники. Водночас, різні фактори, такі як вид паразитів, показники інтенсивності інвазії, вік тварин, тощо можуть мати різний вплив на показники крові інвазованих тварин.

Мета дослідження

Метою досліджень було встановити вплив збудників нематодозів травного тракту, а саме токсокарозу та трихуризу на гематологічні показники інвазованих собак.

Матеріал і методи досліджень

Роботу виконували впродовж 2024–2025 рр. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету та умовах приватної ветеринарної клініки “Довіра” (м. Харків).

Для встановлення гематологічних змін у досліді використовували 18 собак змішаних порід віком від 6 міс. до 2 років, які належали мешканцям м. Харкова. З них були сформовані три групи тварин по 6 голів у кожній: контрольна (клінічно здорові собаки) та дві дослідні. До першої дослідної групи віднесені тварини спонтанно інвазовані збудником токсокарозу, а до другої – спонтанно інвазовані збудником трихуризу.

Визначення гематологічних показників проводили за загальноприйнятими методами (Vlizlo et al., 2012). Кількість еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів, вміст гемоглобіну, величину гематокриту визначали

за допомогою автоматичного аналізатора «BC-30s» (Виробник *Mindray*, Rsnfq); ШОЕ визначали за методом Панченкова.

Математичний аналіз отриманих даних проводили з використанням пакета прикладних програм Microsoft “EXCEL” шляхом визначення середнього арифметичного (М), стандартного відхилення (SD) та рівня вірогідності (p) з використанням методики однофакторного дисперсійного аналізу, використовуючи критерій Фішера.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями в крові собак інвазованих збудником токсокарозу встановлено зниження вмісту гемоглобіну на 13,9 % ($120,2 \pm 15,0$ г/л, $P < 0,05$ відносно клінічно здорових тварин – $139,7 \pm 10,9$ г/л) (рис. 1), кількості еритроцитів на 12,1 % ($5,8 \pm 0,6$ Т/л, $P < 0,05$ відносно клінічно здорових тварин – $6,6 \pm 0,6$ Т/л) (рис. 2), показника гематокриту на 14,4 % ($42,2 \pm 4,4$ %, $P < 0,05$ відносно клінічно

здорових тварин – $40,2 \pm 4,3$ %) (рис. 3), а також збільшення кількості лейкоцитів на 34,9 % ($11,2 \pm 1,9$ Г/л, $P < 0,01$ відносно клінічно здорових тварин – $8,3 \pm 1,3$ Г/л) (рис. 4).

При дослідженні гематологічних показників собак, інвазованих збудником трихуридозу встановлено більш тяжкі зміни, що пов'язані з тим, що збудник є гематофаг, і які супроводжувалися зниженням вмісту гемоглобіну на 17,5 % ($115,2 \pm 14,3$ г/л, $P < 0,01$) (рис. 1), кількості еритроцитів на 24,2 % ($5,0 \pm 0,8$ Т/л, $P < 0,05$) (рис. 2), показника гематокриту на 18,5 % ($40,2 \pm 4,3$ %, $P < 0,01$) (рис. 3), зростанням показника ШОЕ на 43,8 % ($19,7 \pm 5,4$ мм/год, $P < 0,05$ відносно клінічно здорових тварин – $13,7 \pm 2,0$ мм/год) (рис. 5), а також збільшенням кількості лейкоцитів на 40,9 % ($11,7 \pm 2,0$ Г/л, $P < 0,01$) (рис. 4) порівняно з аналогічними показниками у клінічно здорових тварин.

Разом з тим, показники кількості тромбоцитів у дослідних і контрольних групах собак знаходилися у фізіологічних межах за коливань від $228,2 \pm 49,6$ до $331,5 \pm 106,3$ Г/л (рис. 6).

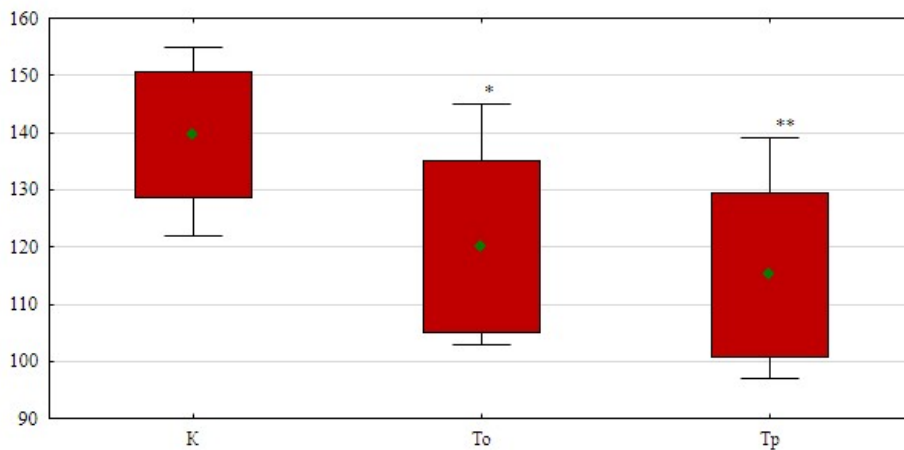


Рис. 1. Показники вмісту гемоглобіну в крові собак: К – клінічно здорові; То – інвазовані токсокарами; Тр – інвазовані трихуридами;
* – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

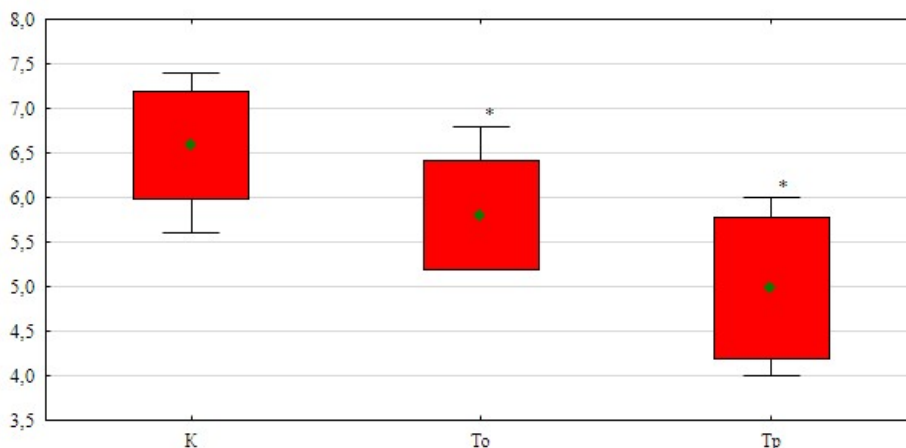


Рис. 2. Показники кількості еритроцитів в крові собак: К – клінічно здорові; То – інвазовані токсокарами; Тр – інвазовані трихуридами;
* – $P < 0,05$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

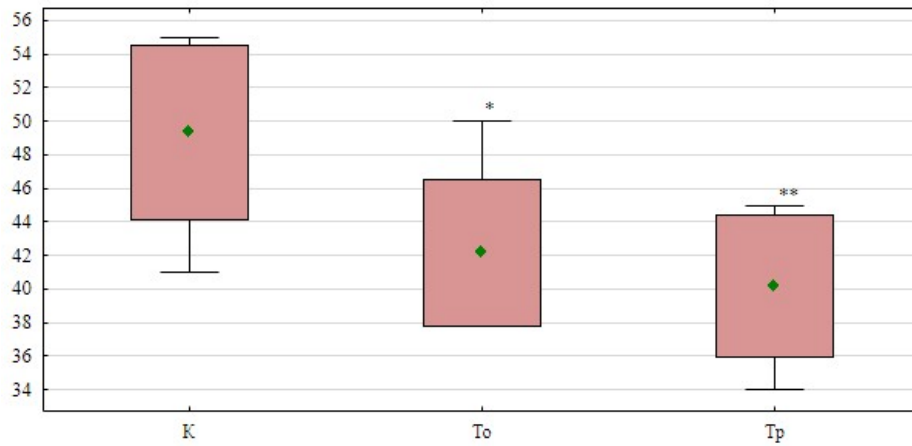


Рис. 3. Показники гематокриту в крові собак: К – клінічно здорові; То – інвазовані токсокарами; Тр –інвазовані трихурисами;
* – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

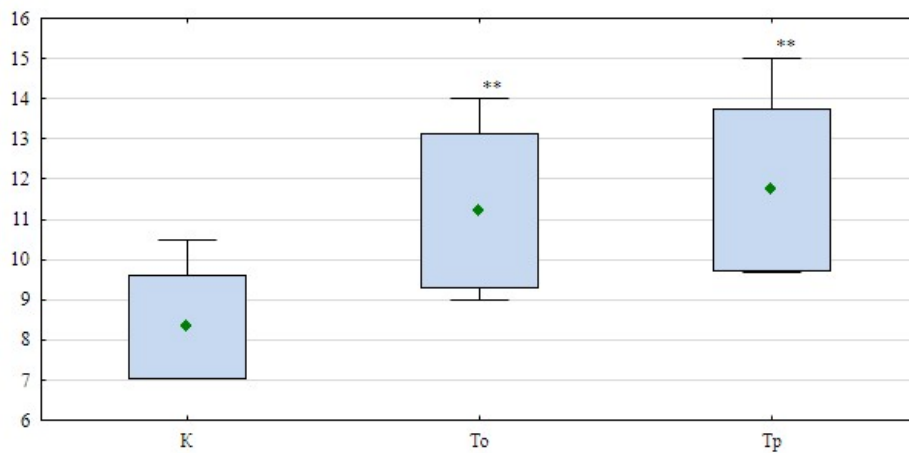


Рис. 4. Показники кількості лейкоцитів в крові собак: К – клінічно здорові; То – інвазовані токсокарами; Тр –інвазовані трихурисами;
** – $P < 0,01$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

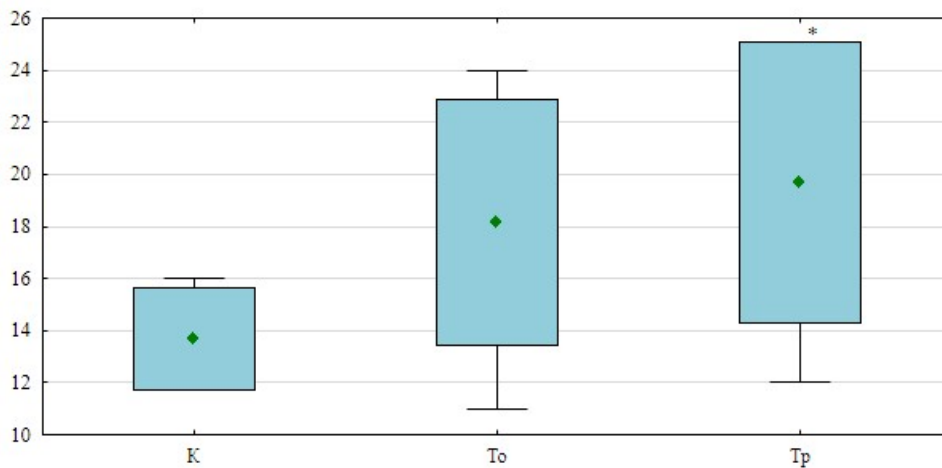


Рис. 5. Показники ШОЕ в крові собак: К – клінічно здорові; То – інвазовані токсокарами; Тр –інвазовані трихурисами;
* – $P < 0,05$ – відносно показників у клінічно здорових тварин

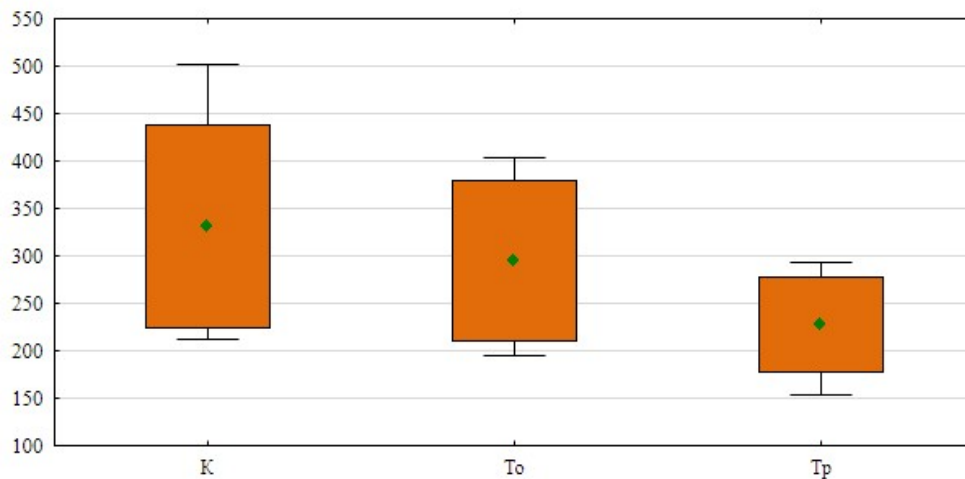


Рис. 6. Показники кількості тромбоцитів в крові собак: К – клінічно здорові; То – інвазовані токсокарами; Тр – інвазовані трихуридами

Науковці доводять, що у патогенезі гельмінтозів важлива роль відводиться механічним ушкодженням у період міграції та локалізації паразитів, розвитку алергічних реакцій та порушень діяльності травного тракту (Peake & Suzuki, 2004; Van Wyk et al., 2014; Wyszomolek et al., 2020; Ferraz et al., 2023). Однак досі не в повній мірі з'ясовані особливості впливу тих чи інших збудників нематодозів травного тракту на гематологічні показники собак. Тому, метою досліджень було встановити вплив збудників токсокарозу та трихуридозу на гематологічні показники інвазованих собак.

Проведеними дослідженнями встановлено, що за токсокарозу собак за показниками їх крові встановлено розвиток анемії, про що свідчить зниження вмісту гемоглобіну (на 13,9 %, $P < 0,05$), показника гематокриту (на 14,4 %, $P < 0,05$), кількості еритроцитів (на 12,1 %, $P < 0,05$). За трихуридозу в собак прояв анемії був більш виражений і характеризувався зниженням вмісту гемоглобіну (на 17,5 %, $P < 0,01$), показника гематокриту (на 18,5 %, $P < 0,01$), кількості еритроцитів (на 24,2 %, $P < 0,05$) та зростанням ШОЕ (на 43,8 %, $P < 0,05$). Це пов'язане на нашу думку, яка узгоджується з думкою інших авторів, з наслідками впливу паразитів, їх трофічної дії, особливо за паразитування трихуридів, які є гематофагами, а також токсичним впливом метаболітів нематод на еритропоєз (Qadir et al., 2011; Saichenko et al., 2021).

Одночасно в крові хворих на токсокароз і трихуридоз собак виявлено лейкоцитоз (на 34,9 та 40,9 %, $P < 0,01$ відповідно). Ці зміни, згідно наукової літератури, свідчать про запальний процес, що відбувається в місці локалізації нематод, а саме в кишечнику, що є проявом їх механічної дії (Shamsi et al., 2018; Miglio et al., 2020).

Отримані дані дозволяють враховувати зміни в гематологічних показниках собак за токсокарозою та трихуридозною інвазією для корекції лікувальних заходів та більш комплексного і ефективного призначення лікування.

Висновки

За токсокарозу та трихуридозу в крові собак відбуваються зміни, які характеризуються розвитком анемії та запальних явищ. Паразитування токсокар в організмі собак призводило до зниження в їх крові вмісту гемоглобіну (на 13,9 %, $P < 0,05$), показника гематокриту (на 14,4 %, $P < 0,05$), еритропенії (на 12,1 %, $P < 0,05$), а також лейкоцитозу (на 34,9 %, $P < 0,01$). Паразитування трихуридів в організмі собак призводило до зниження в їх крові вмісту гемоглобіну (на 17,5 %, $P < 0,01$), показника гематокриту (на 18,5 %, $P < 0,01$), зростання ШОЕ (на 43,8 %, $P < 0,05$), еритропенії (на 24,2 %, $P < 0,05$), а також лейкоцитозу (на 40,9 %, $P < 0,01$).

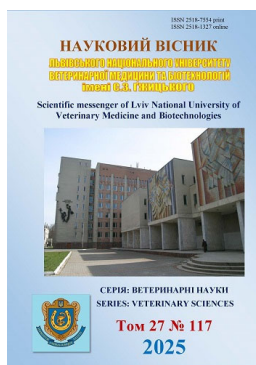
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Aref, N. M., Sayed, A. S., Diab, A. K., & Mohammed, M. M. (2018). Prospective study of clinical and epidemiological trends of intestinal nematodes infection in dogs in Upper Egypt. (2018). Assiut Veterinary Medical Journal, 64(157), 60–73. DOI: 10.21608/avmj.2018.168912.
- Audu, Y. (2024). Prevalence of gastrointestinal nematodes of dogs and associated hematological changes in Gombe State, Nigeria. Research Square. DOI: 10.21203/rs.3.rs-4852349/v1.
- Cervone, M., Hugonnard, M., Bourdoiseau, G., Chabanne, L., Krafft, E., & Cadore, J.-L. (2024). Clinical and diagnostic findings in dogs infected with *Trichuris vulpis*: A retrospective study. Veterinary Sciences, 11(7), 306. DOI: 10.3390/vetsci11070306.
- Curi, N. H. A., Paschoal, A. M. O., Massara, R. L., Santos, H. A., Guimarães, M. P., Passamani, M., & Chiarello, A. G. (2016). Risk factors for gastrointestinal parasite infections of dogs living around protected areas of the Atlantic Forest: implications for human and wildlife

- health. *Brazilian Journal of Biology*, 77(2), 388–395. DOI: 10.1590/1519-6984.19515.
- Drake, J., & Carey, T. (2019). Seasonality and changing prevalence of common canine gastrointestinal nematodes in the USA. *Parasites & Vectors*, 12(1). DOI: 10.1186/s13071-019-3701-7.
- Ferraz, A., Ongaratto, R. F., Barwaldt, E. T., Capella, G. A., Foster, I. B., Dallmann, P. R. J., Ribeiro, C. M., Moreira, T. F. B., Schuch, L. F. D., Cunha, R. C., Nobre, M. O., & Nizoli, L. Q. (2023). Hematological parameters of dogs infected by *Ancylostoma* spp. *Scire Salutis*, 13(1), 44–48.
- Fox, M. T. (1997). Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments. *Veterinary Parasitology*, 72(3–4), 285–308. DOI: 10.1016/s0304-4017(97)00102-7.
- Jovanovic, N. M., Bisenic, O., Nenadovic, K., Bogunovic, D., Rajkovic, M., Maletic, M., Mirilovic, M., & Ilic, T. (2024). Gastrointestinal parasites in owned dogs in Serbia: Prevalence and risk factors. *Animals*, 14(10), 1463. DOI: 10.3390/ani14101463.
- Miglio, A., Gavazza, A., Siepi, D., Bagaglia, F., Misia, A., & Antognoni, M. T. (2020). Hematological and biochemical reference intervals for 5 adult hunting dog breeds using a blood donor database. *Animals*, 10(7), 1212. DOI: 10.3390/ani10071212.
- Ngui, R., Lee, S., Yap, N., Tan, T., Aidil, R., Chua, K., Aziz, S., Sulaiman, W., Ahmad, A., Mahmud, R., & Lian, Y. (2014). Gastrointestinal parasites in rural dogs and cats in Selangor and Pahang states in Peninsular Malaysia. *Acta Parasitologica*, 59(4), 737–744. DOI: 10.2478/s11686-014-0306-3.
- Oge, H., Oge, S., Ozbakis, G., & Gurcan, I. S. (2017). Helminth infections by coprological examination in sheep-dogs and their zoonotic importance. *Turkish Journal of Parasitology*, 41(1), 22–27. DOI: 10.5152/tpd.2017.5123.
- Peake, J., & Suzuki, K. (2004). Neutrophil activation, antioxidant supplements and exercise-induced oxidative stress. *Exercise Immunology Review*, 10, 129–141. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15633591>.
- Qadir, S., Dixit, A. K., Dixit, P., & Sharma, R. L. (2010). Intestinal helminths induce haematological changes in dogs from Jabalpur, India. *Journal of Helminthology*, 85(4), 401–403. DOI: 10.1017/s0022149x10000726.
- Raza, A., Rand, J., Qamar, A. G., Jabbar, A., & Kopp, S. (2018). Gastrointestinal parasites in shelter dogs: occurrence, pathology, treatment and risk to shelter workers. *Animals*, 8(7), 108. DOI: 10.3390/ani8070108.
- Saichenko, I. V., Antipov, A. A., Bakhur, T. I., Bezditko, L. V., & Shmayun, S. S. (2021). Co-infection of *Trichuris vulpis* and *Toxocara canis* in different aged dogs: Influence on the haematological indices. *Biosystems Diversity*, 29(2), 129–134. DOI: 10.15421/012117.
- Schmidt, E. M. S., Tvarijonaviute, A., Martinez-Subiela, S., Cerón, J. J., & Eckersall, P. D. (2016). Changes in biochemical analytes in female dogs with subclinical *Ancylostoma* spp. infection. *BMC Veterinary Research*, 12(1). DOI: 10.1186/s12917-016-0833-2.
- Shamsi, S., Loukopoulos, P., McSpadden, K., Baker, S., & Jenkins, D. (2018). Preliminary report of histopathology associated with infection with tongue worms in Australian dogs and cattle. *Parasitology International*, 67(5), 597–600. DOI: 10.1016/j.parint.2018.05.011.
- Sloss, M. W., Kemp, R. L., & Zajac, A. M. (1994). *Veterinary Clinical Parasitology*; Wiley–Blackwell: Hoboken.
- Van Wyk, I. C., Goddard, A., De C. Bronsvort, B. M., Coetzer, J. A. W., Handel, I. G., Hanotte, O., Jennings, A., Lesosky, M., Kiara, H., Thumbi, S. M., Toye, P., Woolhouse, M. W., & Penzhorn, B. L. (2013). The impact of co-infections on the haematological profile of East African Short-horn Zebu calves. *Parasitology*, 141(3), 374–388. DOI: 10.1017/s0031182013001625.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvi ta veterynarii medytsyni [Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine]. Spolom, Lviv (in Ukrainian).
- Wysmolek, M. E., Dobrzyński, A., Długosz, E., Czopowicz, M., Wiśniewski, M., Jurka, P., & Klockiewicz, M. (2020). Hematological and biochemical changes in dogs naturally infected with *Dirofilaria repens*. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. DOI: 10.3389/fvets.2020.00590.
- Yacob, H. T., Ayele, T., Fikru, R., & Basu, A. K. (2007). Gastrointestinal nematodes in dogs from Debre Zeit, Ethiopia. *Veterinary Parasitology*, 148(2), 144–148. DOI: 10.1016/j.vetpar.2007.06.007.
- Yirsa, T., Bihone, A., Teshager, G., Muktar, Y., & Berihun, A. (2025). Prevalence of gastrointestinal nematode parasites of dogs and associated risk factors in Gondar town, Northwest Ethiopia. *Heliyon*, 11(2), e41174. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e41174.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11726
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.5.09: 616-099:611

Morphological changes in the internal organs of laying hens during chronic poisoning with the neonicotinoid “Aktara 25 WG”

V. B. Dukhnytskyi¹, L. P. Goralskyi^{2✉}, V. M. Sokoliuk³, B. V. Gutyj⁴, N. L. Kolesnik³, V. S. Pykaliuk⁵

¹National University of life and environmental sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

³Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

⁴Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

⁵Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Article info

Received 30.01.2025

Received in revised form

03.03.2025

Accepted 04.03.2025

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.

Zhytomyr Ivan Franko State
University, V. Berdychivska Str., 40,
Zhytomyr, 10002, Ukraine.
Tel.: +38-098-878-58-66
E-mail: goralskyi@ukr.net

Polissia National University,
Staryj Boulevard, 7, Zhytomyr,
10002, Ukraine.

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

Lesya Ukrainka Volyn National
University, Voli Avenue, 13,
Lutsk, 43025, Ukraine.

Dukhnytskyi, V. B., Goralskyi, L. P., Sokoliuk, V. M., Gutyj, B. V., Kolesnik, N. L., & Pykaliuk, V. S. (2025). Morphological changes in the internal organs of laying hens during chronic poisoning with the neonicotinoid “Aktara 25 WG”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 191–203. doi: 10.32718/nvlvet11726

Neonicotinoids are a new class of synthetic insecticides developed based on nicotine's structure to protect many crops from harmful insects. The article presents the results of studies of morphological changes in the organs of laying hens during chronic experimental poisoning with a neonicotinoid - Aktara 25 WG. Chronic poisoning with Aktara 25 WG was reproduced by feeding compound feed treated with this drug in doses calculated in mg of active ingredient per 1 kg of body weight. The birds of the first group served as controls and received compound feed without additives. Chickens of the first experimental group were fed compound feed containing the drug Aktara 25 WG at a dose of 360 mg/kg b.w., and chickens of the second experimental group consumed compound feed containing 180 mg/kg b.w. of the drug Aktara 25 WG. It was found that feeding laying hens with feed containing Aktara 25 WG in different doses for 30 days leads to an increase in the spleen mass coefficient, a decrease in the heart and liver mass coefficients. Feeding feed with Aktara 25 WG caused a reduction in the relative mass coefficient of the liver and the muscular part of the stomach in laying hens of the experimental groups, the results of which significantly correlate with the absolute mass indicators of the corresponding organs and are direct evidence of the toxic effect of the insecticide “Aktara 25 WG” on the animal body, where the digestive organs react first of all. In the chickens of the first experimental group, dystrophic-necrobiotic changes are observed in the liver, round-cell infiltration of the portal tracts; in the kidneys – dystrophic-necrobiotic changes in the epithelial cells of the renal tubules; in the myocardium – granular dystrophy of cardiomyocytes, capillary hyperemia, stasis and edema of the stroma; in the brain – pericellular edema; in the stomach – mucous dystrophy, desquamation of the mucosal epithelium, decrease in lymphocytes in lymphoid structures, atrophy of the epithelium of glandular structures; in the small intestine – hyperemia and necrosis of the apical part of the villi, round cell infiltration in the crypt area; in the colon – proliferation of cellular elements of the connective tissue between the crypts.

Key words: laying hens, Aktara, internal organs, absolute mass, relative mass, microscopic structure; pathological changes.

Морфологічні зміни у внутрішніх органах курей-несучок за хронічного отруєння неонікотинідом “Актара 25 WG”

В. Б. Духницький¹, Л. П. Горальський^{2✉}, В. М. Соколюк³, Б. В. Гутий⁴, Н. Л. Колеснік³, В. С. Пикалюк⁵

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

²Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, Україна

³Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

⁴Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

⁵Волинський національний університет імені Л. Українки, м. Луцьк, Україна

Неонікотиніоїди – це новий клас синтетичних інсектицидів, які були розроблені на основі структури нікотину для захисту ряду культур від шкідливих комах. У статті наведені результати досліджень, морфологічних змін в органах курей-несучок за хронічного експериментального отруєння неонікотиніоїдом – Актарою 25 WG. Хронічне отруєння Актарою 25 WG відтворювали згодовуванням комбікорму, обробленого цим препаратом у дозах, які вираховували у мг діючої речовини на 1 кг маси тіла. Птиця першої групи слугувала контролем і отримувала комбікорм без добавок. Курям I дослідної групи згодовували комбікорм, що містив препарат Актара 25 WG в дозі 360 мг/кг м. т., а кури другої дослідної групи споживали комбікорм, в якому містилося 180 мг/кг м. т. препарату Актара 25 WG. Встановлено, що згодовування курям-несучкам корму, який містить Актару 25 WG у різних дозах упродовж 30 діб, призводить до збільшення коефіцієнту маси селезінки, зниження коефіцієнтів маси серця й печінки. Згодовування корму з Актарою 25 WG спричинило у курей-несучок дослідних груп зменшення коефіцієнту відносної маси печінки та м'язової частини шлунка, результати яких суттєво корелюють з показниками абсолютної маси відповідних органів і є прямим свідченням токсичної дії на організм тварин інсектициду “Актара 25 WG”, де у першу чергу реагують органи травлення. У курей першої дослідної групи у печінки спостерігається дистрофічно-некробіотичні зміни, круглоклітинна інфільтрація порталних трактів; у нирках – дистрофічно-некробіотичні зміни епітеліоцитів ниркових каналців; у міокарді – зерниста дистрофія кардіоміоцитів, повнокрів'я капілярів, стаз та набряк стромы; у мозку – перичелюлярні набряки; у шлунку – слизова дистрофія, десквамація епітелію слизової оболонки, зменшення лімфоцитів у лімфоїдних структурах, атрофія епітелію залозистих структур; у тонкому кишечнику – гіперемія та некроз апікальної частини ворсинок, круглоклітинна інфільтрація у ділянці крипт; у товстій кишці – розмноження клітинних елементів сполучної тканини між криптами.

Ключові слова: кури-несучки, Актара, внутрішні органи, абсолютна маса, відносна маса, мікроскопічна будова; патолого-анатомічні зміни.

Вступ

На організм людини і тварин постійно діють різноманітні антропогенні чинники довкілля, які призводять до порушення морфофункціонального стану організму, і як наслідок до виникнення захворювань різноманітного генезу (Gutyj et al., 2019; Kraikivska et al., 2023; Smychok et al., 2023; Ostapyuk et al., 2023; 2024).

Одним із антропогенних чинників, які спричиняють токсичну дію на організм, є застосування у сільському господарстві різноманітних біологічних речовин та хімічних препаратів, які дають можливість суттєво скоротити затрати праці, підвищити продуктивність та урожайність сільськогосподарських культур, і, як правило, знизити собівартість сільськогосподарської продукції (Prodanchuk et al., 2001).

Відомо, що усі живі організми та його клітини, унаслідок токсичної дії хімічних речовин, володіють подразливістю (здатністю відповідати на впливи зовнішнього середовища) або порушенням їх стану (змінюючи своєї структури) (Bazaka et al., 2018). У результаті постійного застосування таких речовин, в організмі людини і тварин відбувається пристосування (біологічна адаптація) до таких умов середовища, що виражається у перебудові зовнішніх та внутрішніх особливостей організму.

Зміни структури і функції організму (біологічні реакції) на клітинному та органному рівнях у відповідь на різноманітні впливи, проявляються неоднозначно. Тому, для дослідження впливу токсичної дії на організм людини і тварин, унаслідок застосування у сільському господарстві неонікотиніоїдів використовують різноманітні методи досліджень: токсикологічні, гематологічні, ветеринарно-санітарні, морфологічні тощо (Malynyn et al., 2002; Bazaka et al., 2014; Horalskyi et al., 2023).

Сьогодні у ветеринарній токсикології, для з'ясування впливу на організм токсичних речовин

важливе значення мають патоморфологічні дослідження, які дають можливість з'ясувати перебіг біологічної реакції організму на дію токсичних речовин (Hotsulia et al., 2021).

Тому дослідження морфофункціонального стану організму в умовах впливу на нього різноманітних чинників довкілля є актуальним питанням.

Неонікотиніоїди – це новий клас синтетичних інсектицидів, які були розроблені на основі структури нікотину для захисту ряду культур від шкідливих комах (Li et al., 2011). Спектр діючих речовин і препаративних форм виготовлених на їх основі достатньо широкий. З часу розробки в 1980 рр. та впровадження в 1990 рр. вони набули великої популярності і нині становлять більше чверті ринку пестицидів (Bass et al., 2015; Hladik et al., 2018). Зокрема, в “Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні” вказані наступні інсектициди з діючими речовинами-неонікотиніоїдами: тіаметоксам, імідаклоприд, тіаклоприд, клотіанідин, ацетаміприд (Sekun, 2012).

Підтвердженням широкої популярності неонікотиніоїдів, є значне поширення та виявлення сполук цієї групи в різних середовищах довкілля, таких як ґрунт (Huseth & Groves, 2014), вода (Schaaafsma et al., 2015). Крім того, залишкові кількості неонікотиніоїдів були виявлені в організмі бджіл (Blacquière et al., 2012), ракоподібних (Butcherine et al., 2019) птахів (Hamid et al., 2017).

Препарати на основі неонікотиніоїдів належать до 2 і 3 класів небезпеки (середньо - та малотоксичні сполуки) для ссавців та 1 класу небезпеки (високотоксичні) для бджіл. Хімічна структура молекул і різна чутливість ссавців і комах зумовлюють вибірковість токсичної дії препаратів на основі неонікотиніоїдів. Електродонорна група неонікотиніоїдів погано зв'язується з постсинаптичними нікотиноточливими рецепторами ссавців і добре зв'язується з відповідними рецепторами комах.

Токсикологічними дослідженнями встановлено, що неонікотиніди збільшують окислювальний стрес і впливають на репродуктивний розвиток у мишей (Wang et al., 2018), на поведінку та фізіологічні функції медоносних бджіл (Pisa et al., 2021), а у сублетальних дозах спричиняють хронічну токсичність у ссавців (Hafeza et al., 2016). Дослідженнями, проведеними у гуманній медицині, були виявлені неонікотиніди та їх метаболіти в сечі, сироватці крові та інших біологічних зразках людей з різних країн світу (Dzerzhynskyi et al., 2013; Zhang et al., 2019), що засвідчує про їх загрозу здоров'ю (Xiao et al., 2022).

Для встановлення патогенезу та оцінки важкості патології, яка розвивається в організмі курей-несучок за хронічного отруєння Актарою 25 WG, окрім клінічних та гематологічних важливе значення мають морфологічні дослідження.

Мета дослідження

Метою роботи було вивчити морфологічні зміни у внутрішніх органах курей-несучок за хронічного отруєння Актарою 25 WG (тіаметоксамом).

Матеріал і методи досліджень

Робота виконувалась на кафедрі фармакології, паразитології і тропічної ветеринарії Національного університету біоресурсів і природокористування України. Експериментальні дослідження на тваринах проводили відповідно до методичних рекомендацій “Токсикологічний контроль нових засобів захисту тварин” (Kosenko et al., 1997), а також до існуючих документів, які регламентують організацію робіт з використанням експериментальних тварин і дотримання принципів “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях” (Страсбург, 1986) та ст. 26 Закону України № 5456-VI від 16.10.2012. “Про захист тварин від жорстокого поводження”.

Птицю контрольної та дослідних груп утримували у віварії факультету ветеринарної медицини НУБіП України згідно з діючими “Санітарними правилами щодо устрою, обладнання та утримання експериментально-біологічних клінік (віваріїв)” за температури 18–20 °C та відносної вологості повітря 50–55 %. Годували повнораціонним комбікормом, за стандартною схемою згідно з нормами для курей яєчного напрямку. Птиця мала вільний доступ до води.

Об'єктом дослідження був препарат Актара 25 WG, що містить 25 % тіаметоксаму.

Визначення токсичної дії Актари 25 WG проводили на курях-несучках, масою тіла на початку досліді 1049 ± 50 г, віком 150 діб. Хронічне отруєння Актарою 25 WG відтворювали згодовуванням комбікорму, обробленого цим препаратом у дозах, які вираховували у мг діючої речовини (ДР) на 1 кг маси тіла. Птиця першої групи слугувала контролем (К) і отримувала комбікорм без добавок. Курям І дослідної групи (А1) згодовували комбікорм, що містив препарат Актара 25 WG в дозі 360 мг/кг м. т., а кури другої дослідної

групи (А2) споживали комбікорм, в якому містилося 180 мг/кг м. т. препарату Актара 25 WG.

Під час проведення досліджень щодо визначення токсичності Актари 25 WG застосовували методику, викладену у виданні “Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів” (Kotsyumbas, 2005). Тривалість періоду згодовування корму із Актарою становила 30 діб.

В кінці досліду курей піддавали евтаназії та проводили патологоанатомічний розтин курей-несучок дослідних і контрольної (n = 7) груп методом часткової евісцерації та здійснювали патоморфологічні дослідження внутрішніх органів і тканин птиці (Zon et al., 2009).

За проведення патологоанатомічного розтину видаляли печінку, селезінку, легені, серце, м'язову та залозисту частину шлунку. Ступінь токсичності оцінювали під час макроскопічного дослідження внутрішніх органів в кінці експерименту та за змінами коефіцієнтів маси печінки, селезінки, легень, нирок, серця, залозистої та м'язової частин шлунку.

Абсолютну масу органів визначали шляхом зважування, відносну масу обчислювали шляхом відношення абсолютної маси органу до маси тіла птиці, помноживши на 100%.

Для гістологічних досліджень, відбирали шматочки матеріалу цих органів та фіксували їх у 10–12 % водному розчині нейтрального формаліну, зневоднювали у спиртах висхідної концентрації та заливали у парафін. Зрізи товщиною до 10 мкм, після депарафінації, фарбували гематоксиліном Караці та еозином а також за методом Нісля (Horalskyi et al., 2019).

Виготовлені гістологічні препарати досліджували під мікроскопом *Micros MCX100LED* (Австрія) за збільшення 50–1000 х.

Назви морфологічних структур органів і тканин подані у відповідності з Міжнародною ветеринарною анатомічною номенклатурою (Khomych, 2005).

Обробку цифрових даних проведена варіаційно-статистичними методами на персональному комп'ютері з використанням програми “Microsoft Excel”. При цьому визначали середню арифметичну (M) і статистичну помилку середньої арифметичної (m), вірогідність різниці між середніми арифметичними двох варіаційних рядів за критерієм вірогідності (p) й таблицями Стюдента. Різницю між двома величинами вважали достовірними при $P \leq 0,05; 0,01; 0,001$.

Результати та їх обговорення

За результатами патологоанатомічного розтину забитих курей-несучок дослідної групи за прижиттєвого тривалого впливу на їх організм інтексицидту “Актара 25 WG” спостерігали крововиливи у печінці та забарвлення її у темно-вишневий колір, жовчний міхур був переповнений жовчю. У грудно-черевній порожнині виявляли неоднорідне забарвлення легень, розширення серця, крапкові крововиливи на слизовій оболонці залозистого шлунка та кишечника та кровонаповнення судин усього організму. У деяких курей-несучок спостерігали здуття тонкого кишечника.

Важливим морфологічним критерієм розвитку та морфо-функціонального стану органів і тканин у тварин є органометричні дослідження. Саме такі дослідження дають можливість з'ясувати та встановити кількісні характеристики організму тварин на органічному, тканинному рівнях у процесі онто- та філогенетичного розвитку тварин та за дії на організм тварин різних чинників довкілля тощо.

При цьому, важливим показником фізіологічного стану організму тварин є дослідження абсолютної та відносної маси органів та систем, що має важливе значення у клінічній, профілактичній медицині тощо, такі дослідження є достовірними та використовуються у токсикології для оцінки стану внутрішніх органів. Результати досліджень свідчать, що показники АМ та ВМ мають пряму залежність від віку, виду, породи тварин та значно змінюються за розвитку патологічних процесів і є важливими показниками, які відображають ступінь впливу на організм різних токсикантів.

За результатами наших досліджень, курей-несучок першої дослідної групи, через 30 діб після згодовування їм корму з Актарою 25 WG спостерігали тенденцію до зниження АМ серця, печінки та достовірне ($p \leq 0,05$) у 1,24 рази м'язової частини шлунка. Абсолютна маса легенів та залозистої частини шлунка порівняно з контролем, мала тенденцію до збільшення, а селезінки – достовірно ($P \leq 0,05$) у 1,39 рази зростала (табл. 1).

У тварин другої дослідної групи на кінець досліду, АМ органів також змінювалась. Так порівняно з контролем та тваринами першої дослідної групи АМ серця достовірно ($P \leq 0,05$) зростала у 1,36 та у 1,34 рази відповідно. Абсолютна маса легенів порівняно з контролем та першою дослідною групою мала тенденцію до зростання. Абсолютна маса селезінки курей другої дослідної групи змінювалась неоднозначно: порівняно з контролем мала тенденцію до зростання, а з тваринами першої дослідної групи достовірно ($P \leq 0,05$) зменшилась у 1,2 рази. Абсолютна маса печінки та м'язової частини шлунка у курей другої дослідної групи була достовірно ($P \leq 0,05$) меншою, порівняно таким показником у тварин контрольної та першої дослідної групи (табл. 1).

Відносна маса органів має пряму залежність від маси тіла тварин та АМ органів, абсолютні показники яких змінюються у процесі онтогенетичного розвитку, у умовах експерименту, досліду, за дії на організм антропогенних чинників довкілля, розвитку патологічних процесів тощо.

За результатами наших досліджень, зміни АМ досліджуваних органів у курей-несучок дослідних груп тварин, за тривалого впливу на їх організм інтексициду “Актара 25 WG”, порівняно з контрольною групою тварин, суттєво відображаються на показниках відносної маси органів, яка є індикатором морфо-функціональних змін у внутрішніх органах та характеризує ступінь розвитку інтоксикації (Horalskyi et al., 2017; Goralskyi et al., 2020; Varkholiak et al., 2022).

Так, у курей-несучок обох дослідних груп, відносна маса серця, легенів, селезінки, залозистої частини шлунка, порівняно порівняно з контрольною групою курей, майже не змінювалась. Проте ВМ печінки та м'язової частини шлунка була достовірно ($P \leq 0,05$) меншою, особливо у тварин другої дослідної групи порівняно з контролем, відповідно печінки у 1,47 рази та м'язової частини шлунка у 1,4 рази (табл. 1; рис. 2) та значно корелювала з відповідними показниками їх АМ (рис. 1). Це є прямим свідченням, що зміни ВМ органів у курей дослідних груп, унаслідок токсичної дії на їх організм інтексициду “Актара 25 WG”, відбуваються за рахунок зменшення АМ органів.

Такі морфометричні показники АМ та ВМ органів, у курей-несучок дослідних груп, є переконливим свідченням, що на токсичну дію інтексициду “Актара 25 WG” при застосуванні його з кормом, у першу чергу реагують органи травлення, ВМ яких суттєво змінюється і є чутливим показником, який відображає морфо-функціональний стан організму та характеризує ступінь розвитку інтоксикації.

За результатами гістологічних досліджень у печінці курей-несучок, яким згодовували з кормом препарат Актара 25 WG у дозі 1/10 DL50 при фарбуванні гісто-препаратів гематоксиліном та еозином спостерігали зміни, які проявлялись омутнінням цитоплазми гепатоцитів та неоднорідне (місцями просвітлена) її забарвлення, контури майже усіх гепатоцитів були розмиті. У наслідок таких змін гепатоцитів, на тлі тривалого впливу на організм курей інтексициду “Актара 25 WG” відбувалась деформація печінкових трубочок та закриття їх просвіту (рис. 4). Центральна вена печінкових часточок та їх синусоїдні капіляри у центролобулярній ділянці часточки були розширеними. У просвіті синусоїдів виявляли, переважно округлої форми, купферівські клітини. Спостерігали гіперплазію купферівських клітин. Ядра деяких гепатоцитів були зменшеними у розмірах з численними зернятками хроматину – гіперхромні, в інших гепатоцитах – візовані (рис. 3).

Таблиця 1

Абсолютна та відносна маси внутрішніх органів курей-несучок за тривалого згодовування корму з Актарою 25 WG ($M \pm m$, $n = 7$)

Назва органу	Групи тварин					
	Контрольна		Перша дослідна		Друга дослідна	
	АМ (г)	ВМ (%)	АМ (г)	ВМ (%)	АМ (г)	ВМ (%)
Серце	8,51 $\pm$ 0,01	0,65 $\pm$ 0,01	8,38 $\pm$ 0,05	0,63 $\pm$ 0,05	6,25 $\pm$ 0,05	0,50 $\pm$ 0,03*
Легені	7,73 $\pm$ 0,01	0,59 $\pm$ 0,01	8,78 $\pm$ 0,05	0,66 $\pm$ 0,07	8,25 $\pm$ 0,05	0,58 $\pm$ 0,04
Селезінка	2,49 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,01	3,46 $\pm$ 0,05	0,26 $\pm$ 0,01*	2,87 $\pm$ 0,05	0,23 $\pm$ 0,01*
Печінка	36,68 $\pm$ 0,01	2,8 $\pm$ 0,08	35,11 $\pm$ 0,05	2,64 $\pm$ 0,02	23,75 $\pm$ 0,05	1,9 $\pm$ 0,08*
Залозиста частина шлунка	6,68 $\pm$ 0,01	0,51 $\pm$ 0,01	6,78 $\pm$ 0,05	0,51 $\pm$ 0,02	6,25 $\pm$ 0,05	0,5 $\pm$ 0,07
М'язова частина шлунка	36,81 $\pm$ 0,01	2,81 $\pm$ 0,42	29,79 $\pm$ 0,05	2,24 $\pm$ 0,11	25,12 $\pm$ 0,05	2,01 $\pm$ 0,08

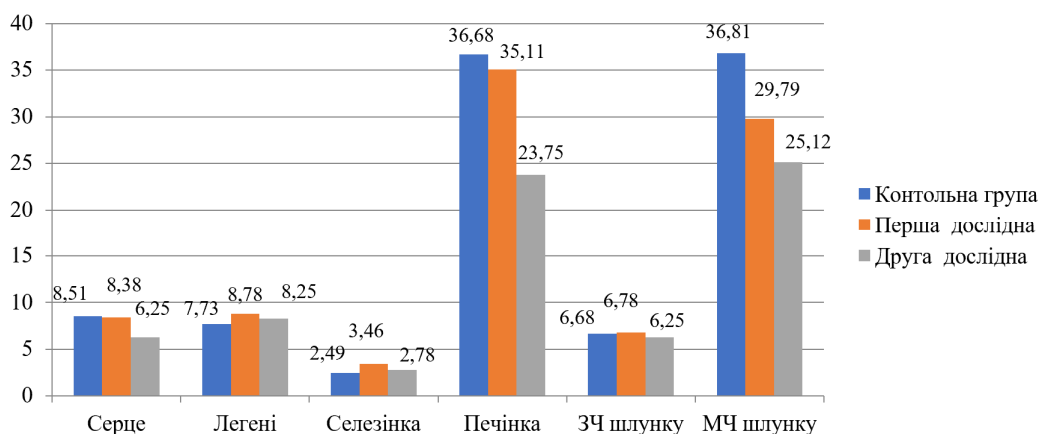


Рис. 1. Абсолютна маса внутрішніх органів курей-несучок за тривалого згодовування корму з Актарою 25 WG ($M \pm m$, $n = 7$)

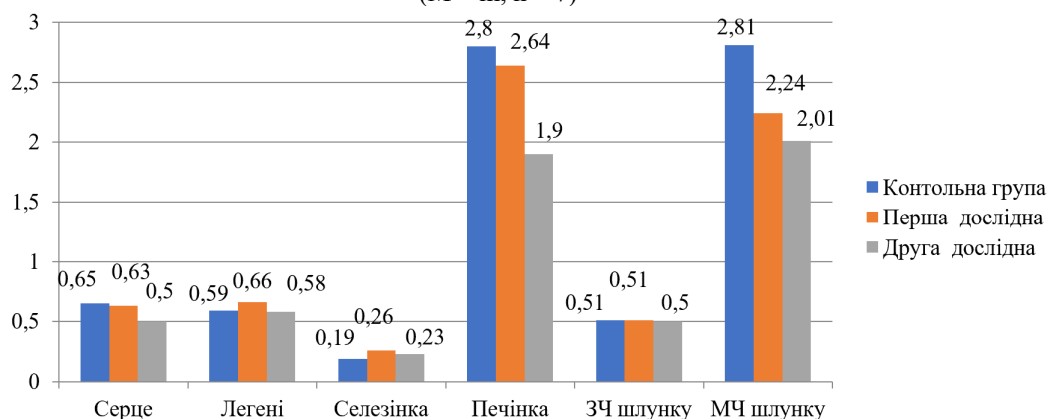


Рис. 2. Відносна маса внутрішніх органів курей-несучок за тривалого згодовування корму з Актарою 25 WG ($M \pm m$, $n = 7$)

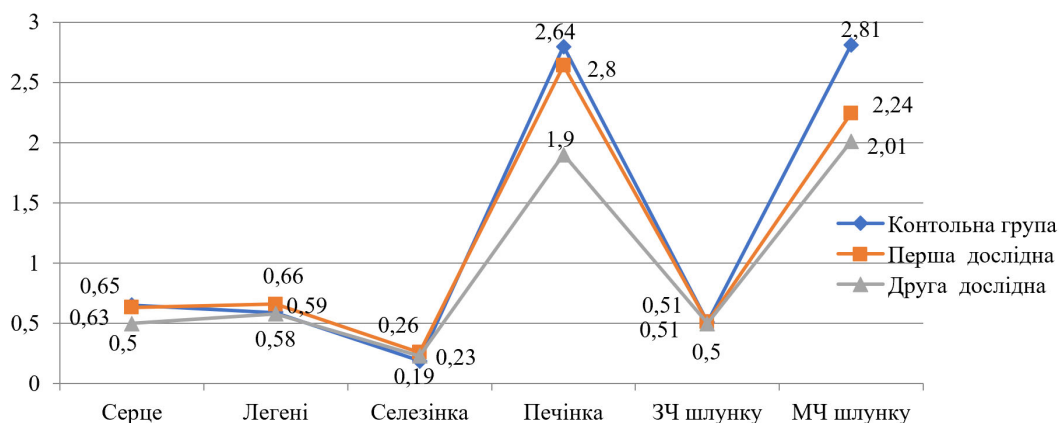


Рис. 3. Відносна маса внутрішніх органів курей-несучок за тривалого згодовування корму з Актарою 25 WG ($M \pm m$, $n = 7$)

Внаслідок тривалої дії або токсичності введених хімічних препаратів, метаболіти яких можуть відкладатись на стінках судин та стимулювати проліферацію клітинних елементів, внаслідок чого розвивається інфільтрація інтерстиціальної тканини печінки, що підтверджено нашими гістологічними дослідженнями. Так за результатами аналізу гістопрепаратів, портальний тракт та міжчасточкова сполучна тканина паренхіми печінки курей-несучок, унаслідок дії на їх організм інтексициду “Актара 25 WG” були інфільовані клітинними елементами, просвіти вен розширені та

переповненні форменими елементами крові. У ділянці триад виявляли формування осередків лімфоїдно-гістіоцитарних інфільтратів (рис. 5).

У нирках курей-несучок даної групи, за результатами гістологічних досліджень, судині клубочки ниркових тілець переважно були округлої та видовженої форми, з деформованою капсулою та розширенням просвітів судинних сплетінь із потовщенням базальної мембрани капілярів. Інтерстицій навколо ниркових клубочків помірно набряклий, місцями інфільтрований клітинними елементами (рис. 6).

Просвіт окремих ниркових каналців звужений за рахунок набухання нефротелію, у інших – розширений що, ймовірно, зумовлено підвищеним навантаженням на реабсорбційну функцію нирок. Часто виявляли нечіткість контурів клітин нефротелію, цитоплазма яких переважно просвітлена, набубнявіла. У окремих ниркових каналцях, унаслідок значного набубнявіння та просвітлення цитоплазми нефротелію, збережені ядра були зміщені на периферію цитоплазми. Контури клітин розмиті, кайма фрагментована. У окремих клітинах ядра перебували у стані лізису, інші – каріореक्सису. У дистальних ниркових каналцях спостерігали набубнявіння та зернистість ци-

топлазми клітин епітеліоцитів зі зміщенням ядер на периферію та явищами каріолізису.

За результатами гістологічних досліджень серця курей-несучок першої дослідної групи, у епікарді та ендокарді змін не виявлено. Проте у середній оболонці (міокарді) спостерігали дисциркуляторні порушення, які супроводжувались зростанням проникності судин. Ендотеліальні клітини були набубнявілі, цитоплазма їх вакуолізована, ядра у окремих клітинах перебували у стані лізису. На тлі гіперемії та сладж-феномену еритроцитів в інтерстиції між м'язовими волокнами спостерігали накопичення транссудату. М'язові волокна місцями набубнявілі, значно розширені, у стані зернистої дистрофії (рис. 7).

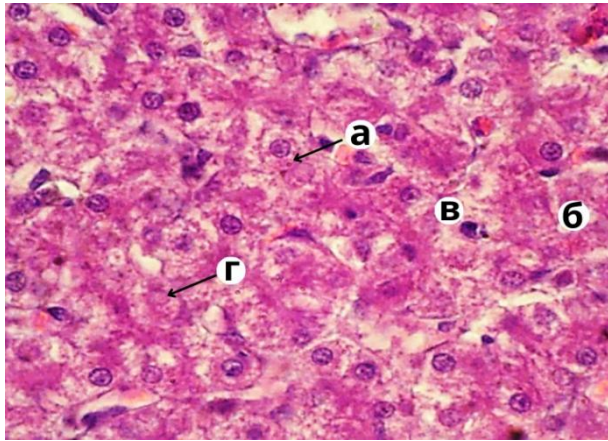


Рис. 4. Фрагмент мікроскопічної будови часточки печінки курки першої дослідної групи: а – зерниста дистрофія гепатоцитів; б – некробіоз гепатоцитів; в – деформація печінкових трубочок; г – каріолізис. Гематоксилін та еозин. х 600

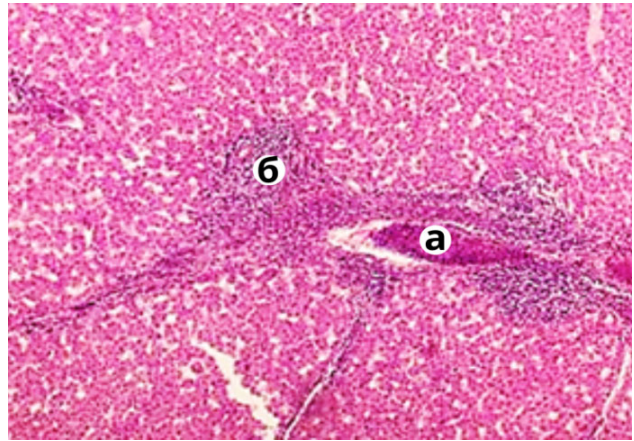


Рис. 5. Фрагмент мікроскопічної будови печінки курки першої дослідної групи: а – розширена, переповнена клітинами крові вена; б – круглоклітинна інфільтрація портального тракту. Гематоксилін та еозин. х 280

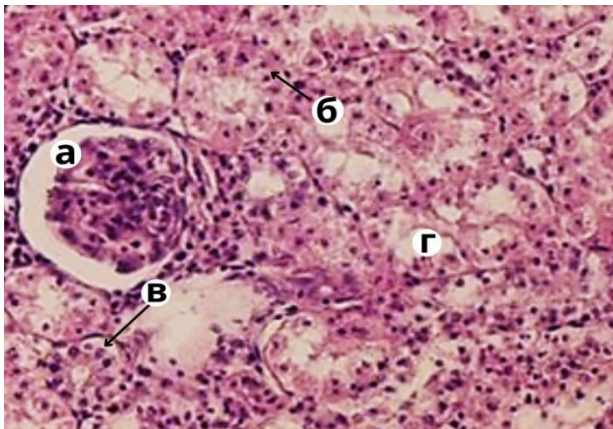


Рис. 6. Фрагмент мікроскопічної будови нирки курки першої дослідної групи: а – розширення капсули ниркового тільця; б – зерниста дистрофія епітеліоцитів звивистого каналця; в – відокремлення від базальної мембрани епітеліоцитів звивистого каналця; г – руйнування епітеліоцитів звивистого каналця. Гематоксилін Караці та еозин, х 200

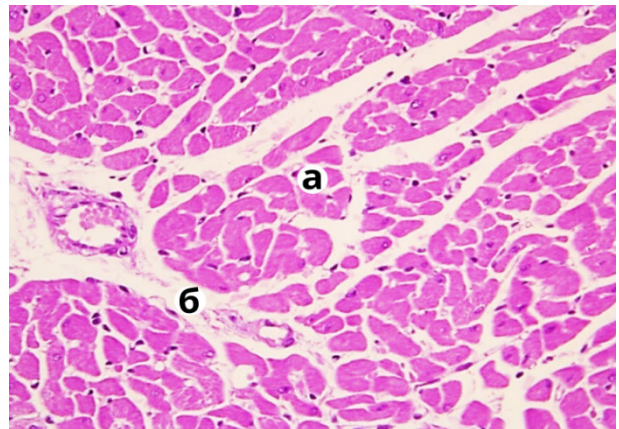


Рис. 7. Мікроскопічна будова міокарду серця курки першої дослідної групи: а – м'язові волокна на поперечному зрізі; б – транссудат між пучками м'язових волокон. Гематоксилін Караці та еозин, х 400

У головному мозку відбувались порушення гемодинаміки у вигляді повнокрів'я капілярів, стазу, що зумовило розвиток набряку органа, що характеризувався утворенням периваскулярних та перицелюляр-

них просвітів. Такі зміни, порівняно з гіпоталамічною ділянкою, значно краще були виражені у молекулярному шарі півкуль великого мозку, мозочку та довгастому мозку. Також спостерігали розпушення субпе-

ндимної тканини, що виражалось утворенням кисто-подібних пустот, вип'ячувань епітелію спендими та супроводжувалось порушенням структур гліальних елементів і найбільше розміщених поблизу мікросудин.

Цитоархітектоніка нейронів була не однотипною: виявляли нейрони з чітко оконтурованою нейролемою, з помірно забарвленою нейроплазмою та округлим, розміщеним в центрі клітини ядром та деформовані нервові клітини, з інтенсивно забарвленою нейроплазмою. Часто спостерігали пікноформні, неправильної форми нейрони, що вказувало на їх зношення та відмирання. Контури інших нейронів були ледь помітними, а їх нейроплазма просвітлена, ядра зсунуті на периферію клітини і часто мали розмиті контури (рис. 8).

Значні гістологічні зміни виявляли і в шлунково-кишковому тракті. Так, у просвіті залозистої частини шлунка виявлялась помітна кількість клітинного дет-

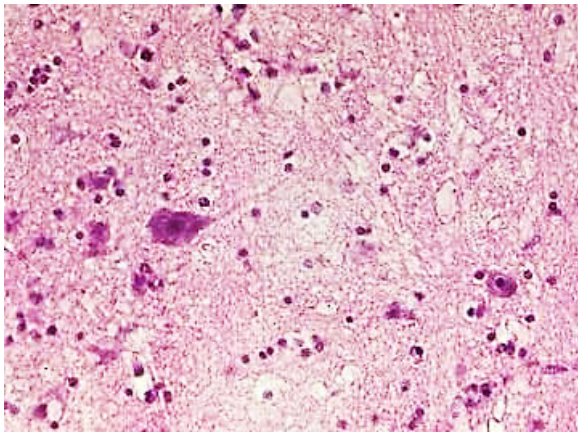


Рис. 8. Фрагмент мікроскопічної будови головного мозку курки першої дослідної групи: а – набряк навколо клітини глії; б – пікноформний нейрон. Гематоксилін Караці та еозин, х 500

У м'язовій частині шлунка встановлено інфільтрацію клітинними елементами сполучної тканини між шлунковими ямочками, а також між дном шлункових ямочок та м'язовою пластинкою слизової оболонки. Остання була просочена трансудатом. Реєстрували набряк і в підслизовій основі (рис. 10). Крім того, у м'язовій оболонці було встановлено наявність осередків набряку різних розмірів і форми.

Слизова оболонка дванадцятипалої кишки набрякла, помірно гіперемійована, з поодинокими розміщеними крапковими крововиливами, вкрита густим світло-коричневим слизом. Виявляли слизисту дистрофію епітелію, некроз та сильне злушення. На поверхні ворсинок епітеліоцити епітеліальної пластинки були відсутні. У слизовій оболонці спостерігали круглоклітинну інфільтрацію. У ділянці крипт, слизова оболонка була набрякла та інфільтрована клітинними елементами (рис. 11).

Частина крипт порожньої кишки була зруйнована. У таких ділянках реєстрували значну кількість фіброblastів, які формували тонкі пучки (рис. 12). Місцями реєструвалась атрофія крипт, внаслідок чого на відно-

риту. Спостерігали зміни структурної організації його слизової та м'язової оболонок, які проявлялись набуханням, виразною слизистою дистрофією та десквамацією епітелію і руйнуванням слизової оболонки. У власній пластинці слизової оболонки в агрегованих імунних структурах у розпушеному стані виявлялись лімфоцити. Відносна кількість та розмір лімфоїдних вузликів була зменшена. Спостерігали порушення структури поверхневих трубчастих залоз власної пластинки слизової оболонки: їх альвеоли сильно розширені, місцями розірвані, збірна порожнина значно розширена (рис. 9). Пухка волокниста сполучна тканина підслизової основи була розширена за рахунок її помірного набряку та інфільтрації великою кількістю лейкоцитів. Альвеоли глибоких залоз розширені, їх епітелій сплюснений, базофільний. М'язова оболонка також помірно набрякла, її клітини перебували в стані зернистої дистрофії.

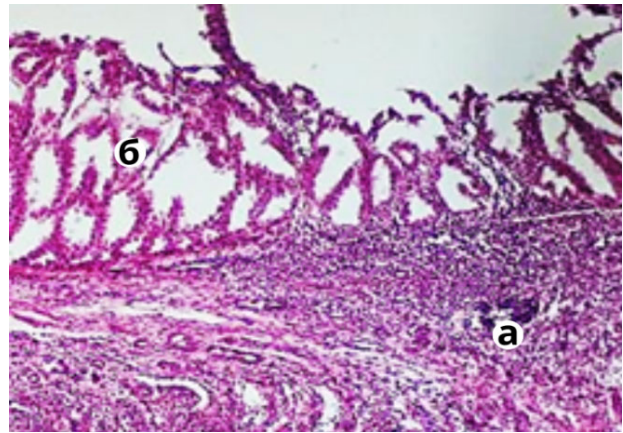


Рис. 9. Фрагмент мікроскопічної будови залозистої частини шлунка курки першої дослідної групи: а – агреговані імунні структури слизової оболонки; б – порушена структура поверхневих трубчастих залоз. Гематоксилін Караці та еозин, х 280

сно невеликих ділянках слизової оболонки порожньої кишки крипти взагалі не виявлялися.

У криптах також реєструвався некроз частини клітин їх епітелію. Некроз клітин в ділянці ворсинок і крипт характеризувався каріорексисом (рис. 13). Гладкі м'язові клітини м'язової пластинки слизової оболонки, як і гладкі м'язові клітини м'язової оболонки, перебували в стані зернистої дистрофії.

У клубовій кишці виявляли набряк підслизової та м'язової пластинки слизової оболонки та виражену гіперплазію келихоподібних клітин з утворенням надмірного слизу. Епітеліоцити апікальної частини ворсинок знаходились у стані дистрофічно-некробіотичних змін та часто піддавались десквамації (рис. 14).

У товстій кишці курей-несучок першої дослідної групи, на відміну від тонкої кишки, руйнування слизової оболонки не реєстрували. Натомість виявляли досить виразне розмноження клітинних елементів молодій сполучній тканині між криптами в їх нижній і середній ділянках та надзвичайно виразне розростання такої ж тканини між дном крипт і м'язовою пластинкою слизової оболонки (рис. 15).

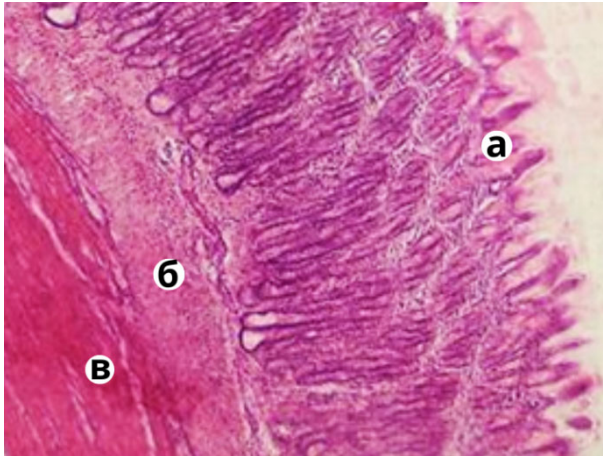


Рис. 10. Мікроскопічна будова м'язової частини шлунка курки першої дослідної групи: а – розростання сполучної тканини між шлунковими ямочками; б – розростання сполучної тканини у підслизовій основі; в – осередок набряку у м'язовій оболонці. Гематоксилін Караці та еозин, х 280

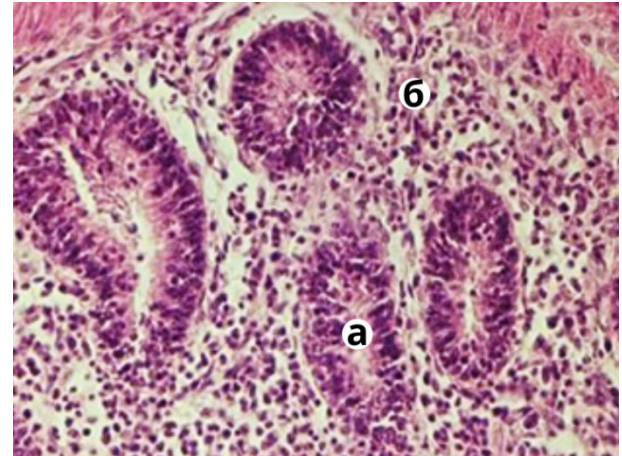


Рис. 11. Зона крипт дванадцятипалої кишки курки першої дослідної групи: а – крипта; б – інфільтрація слизової оболонки лейкоцитами. Гематоксилін Караці та еозин, х 600

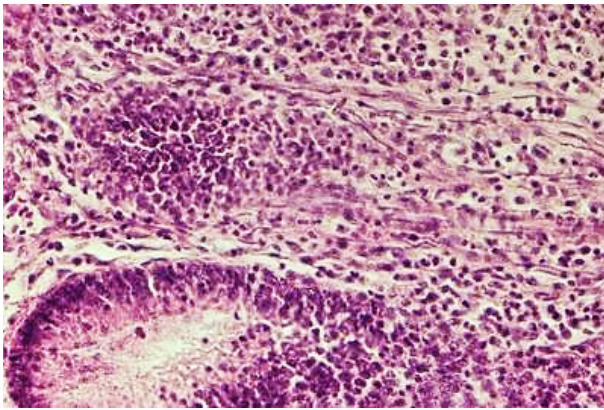


Рис. 12. Зона крипт порожньої кишки курки першої дослідної групи: а – крипта; б – зруйнована крипта. Гематоксилін Караці та еозин, х 600

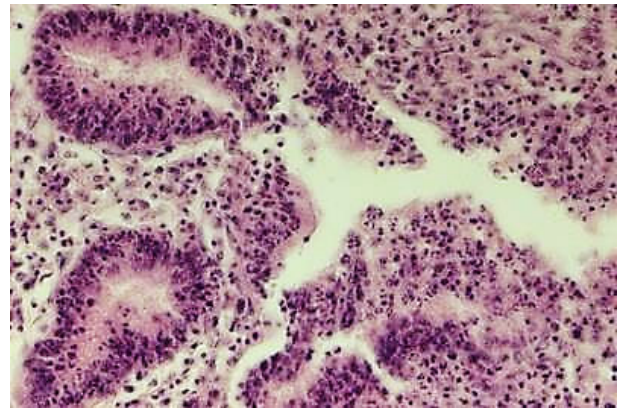


Рис. 13. Зона крипт порожньої кишки курки першої дослідної групи: а – каріорексис епітеліоцитів крипт; б – каріорексис клітин ворсинок. Гематоксилін Караці та еозин, х 600

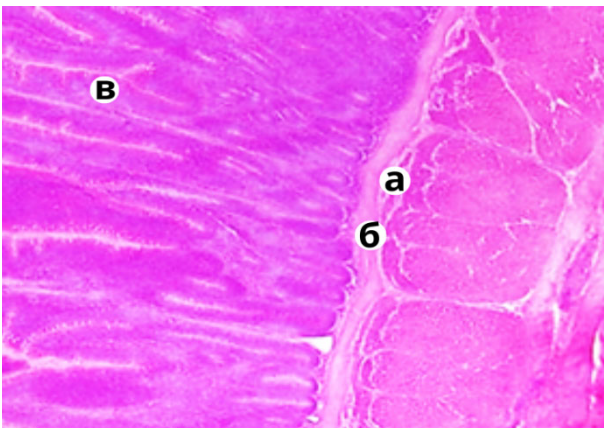


Рис. 14. Мікроскопічна будова клубової кишки курки першої дослідної групи: а – набряк підслизової основи; б – набряк м'язової пластинки; в – гіперплазія келихоподібних клітин. Гематоксилін Караці та еозин, х 200

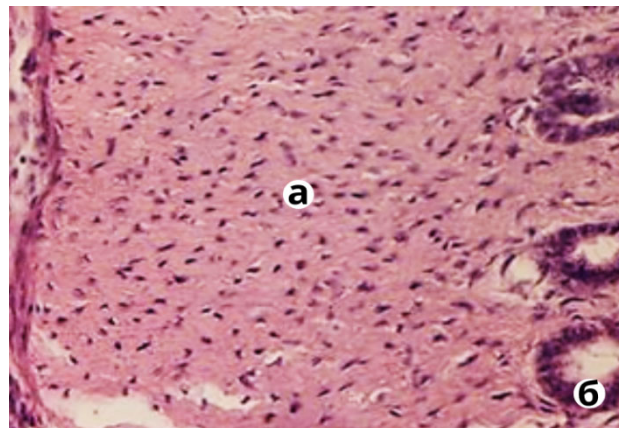


Рис. 15. Мікроскопічна будова сліпої кишки курки першої дослідної групи: а – фібробласти; б – кубічний епітелій у ділянці крипт. Гематоксилін Караці та еозин, х 400

У неоформленій волокнистій сполучній тканині між дном крипти і м'язовою пластинкою слизової оболонки виявлялися численні осередки набряку різних розмірів і форми. Дно крипти і їх середня частина були вкриті кубічним епітелієм. Верхня частина крипти була вкрита переважно плоскими епітеліоцитами.

На нашу думку це свідчило про пригнічення мітотичної активності камбіальних клітин у ділянці дна крипти внаслідок чого загальна кількість епітеліоцитів у кожній крипті зменшувалась, що й примушувало їх витягуватися вздовж крипти. Також у ділянці верхівок крипти реєструвалась атрофія слизової оболонки, внаслідок чого проміжки між криптами зменшувались.

Отже, за умов тривалого (впродовж 30 діб) згодовування з кормом курям-несучкам Актари 25 WG у дозі у дозі 360 мг/кг м. т, в печінці розвивалися дистрофічно-некробіотичні зміни та круглоклітинна інфільтрація портальних трактів; в нирках – дистрофічно-некробіотичні зміни епітелію звивистих каналців; у міокарді повнокрів'я капілярів, стаз і набряк строми міокарду та зерниста дистрофія кардіоміцитів; у мозку – порушення гемодинаміки та перичелюлярні набряки; у шлунку – слизова дистрофія та десквамація епітелію слизової оболонки, зменшення лімфоцитів у лімфоїдних структурах та атрофія епітелію залозистих структур; у тонкому кишечнику – гіперемія та некроз апікальної частини ворсинок і круглоклітинна інфільтрація в ділянці крипти; у товстій кишці – розм-

ноження клітинних елементів молоді сполучної тканини між криптами.

У печінці курей другої дослідної, яким згодовували з кормом препарат Актара 25 WG у дозі 180 мг/кг м. т., відзначали порушення трубчастої будови часточок та їх структури. При тім, гепатоцити були набухлі, цитоплазма просвітлена, слабо абсорбувала барвники. Ядра окремих гепатоцитів округлі, з низьким вмістом хроматину, а в більшості гепатоцитів – лізовані, що вказувало на превалювання некробіотичних процесів (рис. 16). Місцями реєструвались інфільтрація органу лейкоцитами та зерниста дистрофія гепатоцитів.

У нирках курей-несучок другої дослідної груп, яким згодовували з кормом препарат Актара 25 WG у дозі у дозі 180 мг/кг м. т, мікроскопічні зміни ниркових тілець були подібні таким у нирках курей-несучок першої дослідної групи (рис. 17). Епітеліоцити більшості проксимальних відділів каналців були у стані набубнявіння, цитоплазма окремих епітеліоцитів була просвітлена, в інших – мутна. Ядра епітеліальних клітин були зміщені на периферію, що вказувало на розвиток вакуольної дистрофії нефроцитів. Частіше реєструвався лізис ядер та повне руйнування клітин проксимальних каналців. Місцями спостерігали тотальний некроз епітеліоцитів ниркових каналців, злушення та формування безструктурної маси.

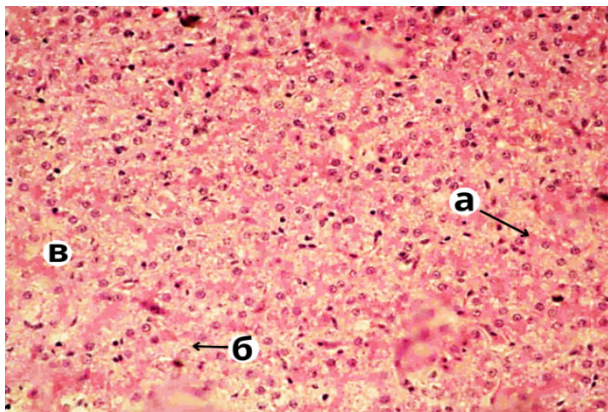


Рис. 16. Мікроскопічна будова печінки курки другої дослідної групи: а – набухлі гепатоцити; б – просвітлена цитоплазма; в – лізис ядер гепатоцитів. Гематоксилін Караці та еозин, х 280

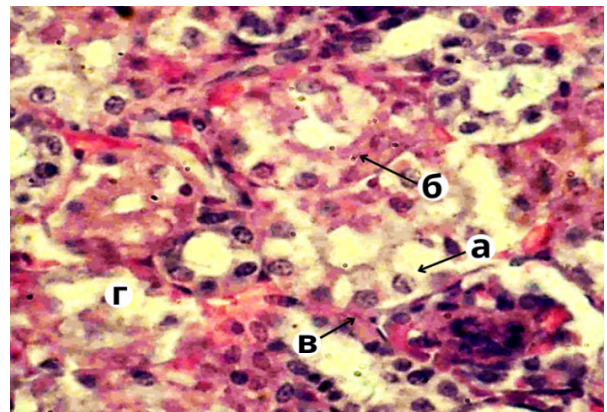


Рис. 17. Фрагмент мікроскопічної будови нирки курки другої дослідної групи: а – вакуольна дистрофія епітеліоцитів ниркового каналця; б – руйнування епітеліоцитів ниркового каналця; в – руйнування базальної мембрани звивистого каналця; г – мікропорожнина.

Гематоксилін Караці та еозин, х 600

У міокарді в переважній більшості курей-несучок, реєстрували розширення та просочування строми трансудатом. Кардіоміоцити втрачали свою посмугованість, дещо набрякли та були у стані білкової дистрофії (рис. 18).

У головному мозку курей другої дослідної групи, як і у курей першої дослідної групи, виявляли дифузний набряк сірої та білої речовин. Крім того, спостерігали виражені набряки навколо клітин глії, а також наявність перичелюлярних набряків навколо частини нервових клітин сірої речовини. Крім того траплялась вакуольна дистрофія нейронів. Цитоплазма містила

різні за величиною, прозорі міхурці, які частіше розміщувались периферично (рис. 19). Клітини набували неправильної круглої форми, здуті, хроматофільна речовина гіалоплазми у навіолоядерній ділянці розплавлена, а в інших клітинах наступав повний хроматоліз.

У шлунково-кишковому тракті курей-несучок другої дослідної групи мікроскопічні зміни були подібні таким як у курей першої дослідної групи, але значно сильніше виражені. Так, у залозистій частині шлунка спостерігали некробіотичні зміни з боку епітеліоцитів епітеліальної пластинки слизової оболонки та набряк

слизової оболонки. Крім того у альвеолах простих трубчастих залоз кубічний епітелій був зруйнований, десквамований та заповнював розширені просвіти простих залоз (рис. 20).

У тонкій кишці виявляли виражену деформацію ворсинок, проліферацію епітелію ворсинок слизової оболонки та надмірне утворення слизистого секрету.

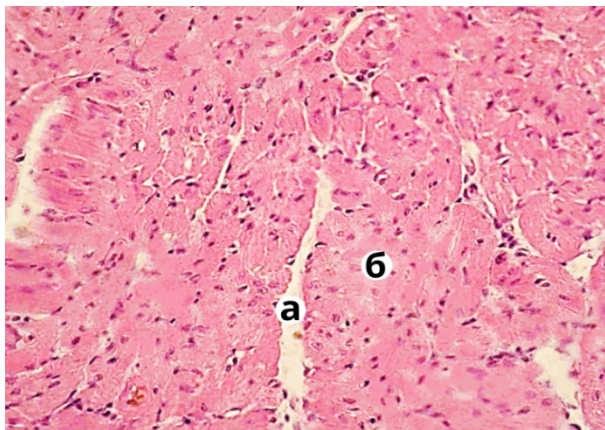


Рис. 18. Мікроскопічна будова міокарду курки другої дослідної групи: а – розпушена та просякнута трансудатом строма; б – неоднорідно забарвлені кардіоміоцити. Гематоксилін Караці та еозин, х 400

Місцями виявляли набряк підслизового шару та некробіоз і десквамацію епітеліоцитів ворсинок. При цьому контури ворсинок погано проглядались, що свідчило про розвиток гострого процесу (рис. 21).

У товстій кишці мікроскопічні зміни також були аналогічними таким, як у курей-несучок першої дослідної групи.

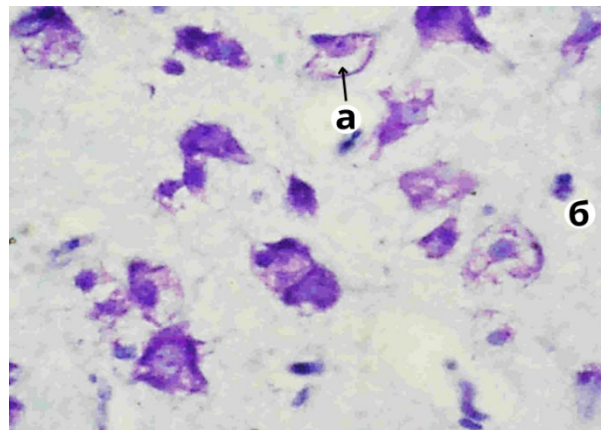


Рис. 19. Мікроскопічна будова головного мозку курки другої дослідної групи: а – вакуольна дистрофія нервової клітини; б – набряк навколо гліальних клітин. Нісль, х 600

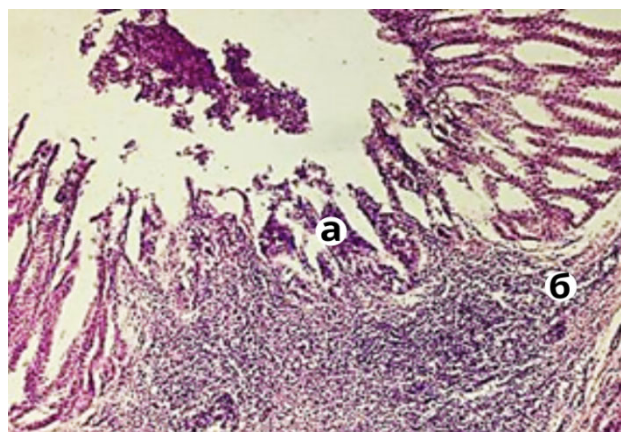


Рис. 20. Мікроскопічна будова залозистої частини шлунка курки другої дослідної групи: а – руйнування альвеол простих трубчастих залоз; б – набряк власної пластинки слизової оболонки. Гематоксилін Караці та еозин, х 280

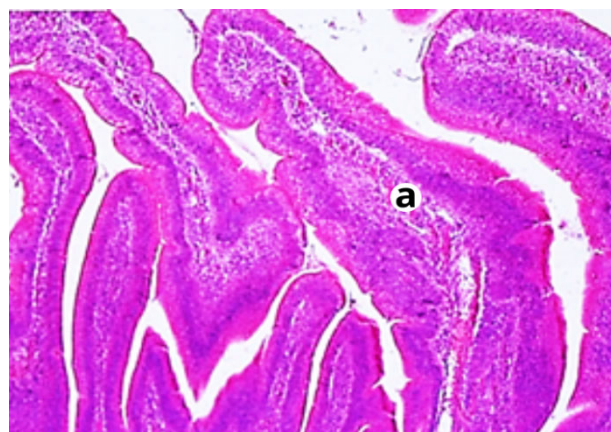


Рис. 21. Мікроскопічна будова порожньої кишки курки другої дослідної групи: а – деформація ворсинок слизової оболонки. Гематоксилін Караці та еозин, х 400

Отже, за введення препарату Актара 25 WG у дозі у дозі 180 мг/кг м. т, у курей розвивались: у печінці та нирках дистрофічно-некробіотичні зміни, у міокарді – гіперемія та набряк, у мозку – перичелюлярний набряк, набухання і вакуольна дистрофія нейронів, що вказувало на нейротоксичну дію препарату. У залозистій частині шлунка некробіотичні зміни з боку епітеліальних клітин слизової оболонки, у тонкому відділі кишок превалювали деформація ворсинок та набряк слизової оболонки.

Висновки

1. У курей-несучок першої дослідної групи спостерігається достовірне зменшення ($P \leq 0,05$) у 1,24

рази м'язової частини шлунка та достовірне ($P \leq 0,05$) збільшення у 1,39 рази зростала селезінки.

У тварин другої дослідної групи порівняно з контролем достовірно ($P \leq 0,05$) зростає у 1,36 АМ серця та у 1,34 рази порівняно з тваринами першої дослідної групи. Абсолютна маса селезінки порівняно з тваринами першої дослідної групи зменшилась ($P \leq 0,05$) у 1,2 рази, печінки та м'язової частини шлунка відповідно у 1,46 та 1,19 рази. Абсолютна маса печінки та м'язової частини шлунка порівняно з тваринами контрольної групи, відповідно зменшилась у печінки у 1,54 та 1,48 рази.

2. Згодовування корму з Актарою 25 WG спричинило у курей-несучок дослідних груп зменшення коефіцієнту відносної маси печінки та м'язової части-

ни шлунка, результати яких суттєво корелюють з показниками АМ відповідних органів і є прямим свідченням токсичної дії на організм тварин інтексициду “Актара 25 WG”, де у першу чергу реагують органи травлення.

3. У курей першої дослідної групи у печінки спостерігається дистрофічно-некробіотичні зміни, круглоклітинна інфільтрація порталних трактів; у нирках – дистрофічно-некробіотичні зміни епітеліоцитів ниркових каналців; у міокарді – зерниста дистрофія кардіоміоцитів, повнокрів’я капілярів, стаз та набряк строми; у мозку – перичелюлярні набряки; у шлунку – слизиста дистрофія, десквамація епітелію слизової оболонки, зменшення лімфоцитів у лімфоїдних структурах, атрофія епітелію залозистих структур; у тонкому кишечнику – гіперемія та некроз апікальної частини ворсинок, круглоклітинна інфільтрація у ділянці крипт; у товстій кишці – розмноження клітинних елементів сполучної тканини між криптами.

4. За введення препарату “Актара 25 WG” у дозі у дозі 180 мг/кг м. т. у печінці та нирках відбувались дистрофічно-некробіотичні зміни, у міокарді – гіперемія та набряк, у мозку – перичелюлярний набряк, набухання та вакуольна дистрофія нейронів, у залозистій частині шлунка некробіотичні зміни епітеліоцитів слизової оболонки, у тонкому відділі кишечника деформація ворсинок та набряк слизової оболонки.

Відомості про конфлікт інтересів

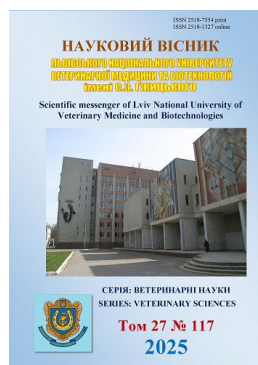
Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Bass, C., Denholm I., Williamson, M., & Nauen, R. (2015). The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 78–87. DOI: 10.1016/j.pestbp.04.004.
- Bazaka, H. Ya., Borysevych, V. B., & Dukhnytskyi, V. B. (2018). Patoloheoanatomichni zminy v orhanakh kurei-nesuchok za khronichnoho otruiennia Mospilanom RP ta Aktaroiiu 25 WG. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriiia “Veterynarna medytsyna yakist i bezpeka produktsii tvarynnystva”*, 285, 20–26. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/8007> (in Ukrainian).
- Bazaka, H. Ya., Dukhnytskyi, V. B., & Ishchenko, V. D. (2014). Hostra toksychnist mospilanu dlia laboratornykh tvaryn. *Bioloheia tvaryn*, 16(3), 9–16. URL: <https://aminbiol.com.ua/20143pdf/1.pdf> (in Ukrainian).
- Bazaka, H. Ya., Dukhnytskyi, V. B., & Ishchenko, V. D. (2014). Hostra toksychnist tiametoksamu u formi preparatu Aktara dlia bilykh myshei. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 13(108), 28–31. URL: <https://nvvm.btsau.edu.ua/uk/content/gostra-toksychnist-tiametoksamu-u-formi-preparatu-aktara-dlya-bilyh-myshey> (in Ukrainian).
- Bazaka, H. Ya., Dukhnytskyi, V. B., & Ishchenko, V. D. (2016). Sposib diahnostryky otruiennia ptytsi neonicotinoidamy: zaiavnyk i patentovlasnyk Natsionalnyi universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. № u201611980, zaiavleno 25.11.2016, opublikovano 10.03.2017, Biul. №5. Patent Ukrainy na korysnu model 114749. MPK G01N33/48 (2006.01) (in Ukrainian).
- Blacquièrè, T., Smagghe, G., van Gestel, C. A., & Mommaerts, V. (2012). Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Eco-toxicology*, 21(4), 973–992. DOI: 10.1007/s10646-012-0863-x.
- Butcherine, P., Benkendorff, K., Kelaher, B., & Barkla, B. J. (2019). The risk of neonicotinoid exposure to shrimp aquaculture. *Chemosphere*, 217, 329–348. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.10.197.
- Dzerzhynskyi, M. E., Vareniuk, I. M., & Pustovalov, A. S. (2013). Measure of LD50 for new pesticides "Neo" and "Antal" in bird. *Ukrainian Journal of Modern Problems of Toxicology*, 3(62), 34–39.
- Goralskyi, L. P., Dunaevska, O. F., Kolesnik, N. L., Sokulskyi, I. M., & Goralska, I. Y. (2020). Cytohistometry of mesenteric lymph nodes of ruminants and horses. *Scientific Horizons*, 07(92), 26–31. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-92-7-26-3126.
- Gutyj, B., Ostapiuk, A., Kachmar, N., Stadnytska, O., Sobolev, O., Binksevych, V., Petryshak, R., Petryshak, O., Kulyaba, O., Naumyuk, A., Nedashkevsky, V., Nedashkevskaya, 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>.
- Hafeza, A. Z., Solimana, A., El-Metwally, K. A., & Ismail, I. M. (2016). Solar parabolic dish Stirling engine system design, simulation, and thermal analysis. *Energy Conversion and Management*, 126, 60–75. DOI: 10.1016/j.enconman.2016.07.067.
- Hamid, A., Yaqub, G., Ahmed, S. R., & Aziz, N. (2017). Assessment of human health risk associated with the presence of pesticides in chicken eggs. *Food Science and Technology*, 3, 378–382. DOI: 10.1590/1678-457X.11616.
- Hladik, M. L., Corsi, S. R., Kolpin, D. W., Baldwin, A. K., Blackwell, B. R., & Cavallin, J. E. (2018). Year-round presence of neonicotinoid insecticides in tributaries to the Great Lakes, USA. *Environmental Pollution*, 235, 1022–1029. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.01.013.
- Horalskyi, L. P., Demus, N. V., Sokulskyi, I. M., & Kolesnik, N. L. (2017). Morphometry of the heart of black and spotted heifers depending on the type of autonomous heart rhythm regulation. *Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 2, 31–36.
- Horalskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2019). Osnovy histolohichnoi tekhniky ta morfofunktsionalnykh metodiv doslidzhennia v normi ta patolohii: navchalnyi posibnyk [Basics of histological technique and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions: teaching. Manual] Zhytomyr, Polissya (in Ukrainian).
- Horalskyi, L. P., Ragulya, M. R., Glukhova, N. M., Sokulskyi, I. M., Kolesnik, N. L., Dunaevska, O. F., Gutyj, B. V., & Goralska, I. Y. (2022). Morphology and specifics of

- morphometry of lungs and myocardium of heart ventricles of cattle, sheep and horses. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(1), 53–59. DOI: 10.15421/022207.
- Horalskyi, L. P., Sokulskyi, I. M., Gutyj, B. V., Goralskaya, I. Y., & Kolesnik, N. L. (2022). Pathogenetic aspects of retroviral infections. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 58–65. DOI: 10.32718/ujvas5-1.10.
- Horalskyi, L. P., Sokulskyi, I. M., Kolesnik, N. L., Radzikhovskiy N. L., Dunaievska O. F., Gutyj, B. V., Pavliuchenko, O. V., & Horalska, I. Y. (2023). Specific features of the morphology of the spinal nodes of homeothermal vertebrate animals in the comparative and anatomical series. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(1), 24–33. DOI: 10.32718/ujvas6-1.04.
- Hotsulia, A. S., Zazharskyi, V. V., Davydenko, P. O., Kulishenko, O. M., Parchenko, V. V., Bushuieva, I. V., Grynychshyn, N. M., Gutyj, B. V., Magrelo, N. V., Prysyaznyuk, V. Y., Sus, H. V., & Vus, U. M. (2021). Experimental simulation of tuberculosis and its features in rabbits under conditions of isoniazid and N'-(2-(5-((theophylline-7-yl) methyl)-4-ethyl)-1,2,4-triazole-3-ylthio)acetyl)isonicotinohydrozide. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (3), 135–140. URL: <https://www.ujecology.com/articles/experimental-simulation-of-tuberculosis-and-its-features-in-rabbits-under-conditions-of-isoniazid-and-n25theophylline7yl-.pdf>.
- Huseth, A. S., & Groves, R. L. (2014). Environmental fate of soil applied neonicotinoid insecticides in an irrigated potato agroecosystem. *PLoS One*, 9(5), e97081. DOI: 10.1371/journal.pone.0097081.
- Khomych, V. T. (2005). *Mizhnarodna anatomichna terminologhiia (latynska, ukrainska, anhliiska)* [International anatomical terminology (Latin, Ukrainian, English)]. Kyiv: Knyha plius (in Ukrainian).
- Kosenko, M. V., Malyk, O. H., Kotsiumbas, I. I., Patereha, I. P., & Chura, D. O. (1997). *Toksykologichnyi kontrol novykh zasobiv zakhystu tvaryn* [Toxicological control of new animal protection products]. Methodical recommendations. Kyiv: Holovne upravlinnia veterynarnoi medytsyny Minsilhosprodu Ukrainy (in Ukrainian).
- Kotsiumbas, I. Ya. (2005). *Doklinichni doslidzhennia veterynarnykh likarskykh zasobiv* [Preclinical studies of veterinary medicinal products]. Lviv: Triada plus (in Ukrainian).
- Kraikivska, H., Gutyj, B., Hunchak, A., Hunchak, V., Horalskyi, L., Sokulskyi, I., Martyshuk, T., Khariv, I., Slobodiuk, N., Demus, N., & Vus, U. (2023). Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 171–175. DOI: 10.32718/nvlvet-a9928.
- Li, Y. L., McAllister, L. T. A., Beauchemin, K. A. He, M. L., McKinnon, J. J., & Yang, W. Z. (2011). Substitution of wheat dried distillers grains with solubles for barley grain or barley silage in feedlot cattle diets: Intake, digestibility, and ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, 89(8), 2491–2501. DOI: 10.2527/jas.2010-3418.
- Malynyn, O. A., Khmelnytskyi, H. A., & Kutsan, A. T. (2002). *Veterynarnaia toksykologhiia*. Korsun-Shechenkovskiy: ChP Maidachenko (in Ukrainian).
- Ostapyyuk, A. Y., Gutyj, B. V., Horalskyi, L. P., Mylostyyvi, R. V., Sokulskyi, I. M., Butsyak, A. A., Popadiuk, S. S., & Leskiv, Kh. Ya. (2023). Effect of milk thistle and silimevit on the functional state and protein synthesizing-function of the liver of laying hens under conditions of cadmium load. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 25(112), 145–150. DOI: 10.32718/nvlvet11224.
- Ostapyyuk, A. Yu., Gutyj, B. V., Leskiv, Kh. Ya., & Shcherbatyi, A. R. (2023). The toxic effect of cadmium on the animal body and its prevention. *Achievements and research prospects in animal husbandry and veterinary medicine : Scientific monograph*. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 93–124. DOI: 10.30525/978-9934-26-316-3-6.
- Ostapyyuk, A., Gutyj, B., Kozenko, O., Dvyluk, I., Shcherbatyi, A., Martyshuk, T., Magrelo, N., Klym, H., Krempa, N., Vus, U., & Vysotskyi, A. (2024). The influence of milk thistle, metiphen, and sylimevit on the protein synthesis function of the liver of laying hens under cadmium load. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 26(115), 57–63. DOI: 10.32718/nvlvet11508.
- Pisa, L., Goulson, D., Yang, E.-C., Gibbons, D., Sánchez-Bayo, F., Mitchell, E., Aebi, A., Sluijs, J., Chris, J. K., MacQuarrie, Giorio, C., Long, E., McField, M., van Lexmond, M. B., & Bonmatin J.-M. (2021). An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 2: impacts on organisms and ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(10), 11749–11797. DOI: 10.1007/s11356-017-0341-3.
- Prodanchuk, M. H., Velykyi, V. I., Kuchak, Yu. A. (2001). *Modelni metodychni pidkhody do toksykologho-hihiienichnoi otsinky nebezpeky ta prohnozu sytuatsiinoho ryzyku shchodo formuvannia asortymentu i obsiahiv zastosuvannia pestytsydiv u silskomu hospodarstvi Ukrainy*. Suchasni problemy toksykologhii, 4, 43–44 (in Ukrainian).
- Schaafsma, W., Zhang, X., van Zomeren, K. C., Jacobs, S., Georgieva, P. B., Wolf, S. A., Kettenmann, H., Janova, H., Saiepour, N., Hanisch, U. K., Meerlo, P., van den Elsen, P. J., Brouwer, N., Boddeke, H. W., & Eggen, B. J. (2015). Long-lasting pro-inflammatory suppression of microglia by LPS-preconditioning is mediated by RelB-dependent epigenetic silencing. *Brain, Behavior, and Immunity*, 48, 205–221. DOI: 10.1016/j.bbi.2015.03.013.
- Sekun, M. P. (2012). *Neonikotynoidy v ahromomu vyrobnystvi* [Neonicotinoids in agricultural production]. *Zakhyst i Karantin Roslyn*, 58, 180–191 (in Ukrainian).
- Smychok, L., Gutyj, B., Sachuk, R., Khalak, V., Ilchysyn, M., Vus, U., Stadnytska, O., Todoriuk, 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.
- Smychok, T., Gutyj, B., Kozenko, O., Todoriuk, V., Martyshuk, T., Kushnir, V., Krempa, N., Vus, U., Rudenko, O., Vozna, O., & Senechyn, V. (2023). The influence of the feed additive “Metisevit” on the activity of the antioxidant defense system of piglets under conditions of nitrate-nitrite load. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 176–181. DOI: 10.32718/nvlvet-a9929.
- Varkholiak, I. S., Gutyj, B. V., Zolototska, O. B., Goralskyi, L. P., Sokulskyi, I. M., Khalak, V. I., Shcherbatyy, A. R., Martyshuk, T. V., & Guta Z. A., (2022). Experimental assessment of the toxicity of a cardiac drug based on a phosphodiesterase-3 inhibitor and ethylmethylhydroxypyridine succinate. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(105), 109–119. DOI: 10.32718/nvlvet10516
- Wang, B., Lucy, K. A., Schuman, J. S., Sigal, I. A., Bilonick, R. A., Lu, C., Liu, J., Grulkowski, I., Nadler, Z., Ishikawa, H., Kagemann, L., Fujimoto, J. G., Wollstein, G. (2018). Tortuous pore path through the glaucomatous lamina cribrosa. *Scientific Reports*, 8(1), 7281. DOI: 10.1038/s41598-018-25645-9.
- Wang, Z., Brooks, B.W., Zeng, E. Y., & You, J. (2019). Comparative mammalian hazards of neonicotinoid insecticides among exposure durations. *Environment International*, 125, 9–24. DOI: 10.1016/j.envint.2019.01.040.
- Xiao, Q., Li, X., Xu, S., Chen, X., Xu, Y., Lu, Y., Liu, L., Lin, L., Ma, H., & Lu, S. (2022). Neonicotinoids in tea leaves and infusions from china: implications for human exposure. *Science of the Total Environment*, 905, 166114. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.166114.
- Zhang, D., Tang, Z., Huang, He., Guolin Z., Cui, C., Weng, Y., Liu, W., Kim, S., Lee, S., Perez-Neut, M., Ding, J., Daniel, C., Hu R., Ye, Z., He., M., Zheng, Y. G., Shuman, H. A., Dai, L., Ren, B., Roeder, R. G., Becker, L., & Zhao, Y. (2019). Metabolic regulation of gene expression by histone lactylation. *Metabolic regulation of gene expression by histone lactylation. Nature*, 574(7779), 575–580. DOI: 10.1038/s41586-019-1678-1.
- Zon, G. A., Skrypka M. V., & Ivanovska, M. V. (2009). *Patolohoanatomichni roztytn tvaryn* [Pathological autopsy of animals]. Donetsk: PP Glazunov R.O. (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11727
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:636.082.2:636.4

The relationship between the level of pig welfare and their health status

N. Yu. Krempa¹✉, O. V. Kozenko¹, B. V. Gutyj¹, I. V. Dvyliuk¹, N. V. Magrelo¹, H. V. Klym¹,
T. V. Martyshuk¹, U. M. Vus¹, A. O. Vysotskyi¹, O. O. Krasnoshchok²

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

²Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Article info

Received 31.01.2025
Received in revised form
03.03.2025
Accepted 04.03.2025

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

Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.

Krempa, N. Yu., Kozenko, O. V., Gutyj, B. V., Dvyliuk, I. V., Magrelo, N. V., Klym, H. V., Martyshuk, T. V., Vus, U. M., Vysotskyi, A. O., & Krasnoshchok, O. O. (2025). The relationship between the level of pig welfare and their health status. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 204–209. doi: 10.32718/nvlvet11727

Multifactorial factors of the conditions of keeping productive animals are associated with indicators of health status and demonstrate a complex cause-and-effect relationship with the level of ensuring their well-being, which is based on the implementation of the principles of the “Five Freedoms”. The aim of the work was to assess and scientifically analyze the relationship between the level of ensuring the well-being of pigs under intensive technology of their cultivation and the dynamics of their morphological, biochemical, and immunological blood parameters, in particular of sows of different physiological periods. In the “Meat Resources” farm, which practices three-phase keeping, a number of studies were conducted indicating the relationship and influence of the conditions of keeping sows grown in this farm and used to replenish the main breeding stock, on indicators of homeostasis and their compliance with physiological norms. It was found that the number of erythrocytes in the blood of sows was within the physiological norm, except for the group of sows of the second half of gestation, during this period a sharp decrease in the number of these cells was observed, which is explained by the physiological load – 4.34 T/l, which is 1.66 less than the lower limit of the physiological norm ($P < 0.001$). A low hematocrit value was found, which in fact in all physiological periods exceeded the lower limit of the physiological norm and was 2.25–6.39 % less than it. Only in sows of the second half of gestation was this indicator closer to the upper limit of the physiological norm, and was 41.5 % ($P < 0.001$). Such data are most likely evidence of the development of anemia, a deficiency of nutrients such as iron, vitamin B12, or folic acid, which can lead to hypotrophy or premature birth of the offspring. As a result of the analysis of protein metabolism of sows of different physiological periods, a clearly pronounced hypoalbuminemia was established, which is diagnosed with the development of thyrotoxicosis, which occurs due to an excess of thyroid hormones in the blood due to various disorders in the thyroid gland, caused by stress, infections or hereditary predisposition. According to the results of the studies, it can be concluded that the technological features of intensive pig farming, due to the influence and sometimes inconsistency with the biological, ethological, or physiological needs of pigs, have a mostly negative effect on the animal organism. Therefore, it is worth considering that a key aspect of the EU Directive setting minimum standards for the protection of pigs is that it prohibits the fixed (tethered) confinement of sows and the use of machines for them, these methods are considered to be some of the most inhumane in the industrial production of livestock products.

Key words: well-being, homeostasis, blood, morphological profile, protein metabolism, immune status.

Взаємозв'язок рівня забезпечення благополуччя свиней та стану їхнього здоров'я

Н. Ю. Кремпа¹✉, О. В. Козенко¹, Б. В. Гутий¹, І. В. Двильюк¹, Н. В. Магрело¹, Г. В. Клим¹,
Т. В. Мартишук¹, У. М. Вус¹, А. О. Висоцький¹, О. О. Краснощок²

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Багатофакторні чинники умов утримання продуктивних тварин пов'язані із показниками стану здоров'я й демонструють складний причинно-наслідковий взаємозв'язок із рівнем забезпечення їхнього благополуччя, що ґрунтуються на виконанні принципів “П'яти свобод”. Метою роботи була оцінка та науковий аналіз взаємозв'язку рівня забезпечення благополуччя свиней при інтенсивній технології їх вирощування та динаміки їх морфологічних, біохімічних та імунологічних показників крові, зокрема свиноматок різних фізіологічних періодів. У господарстві “М'ясні ресурси”, в якому практикують трифазне утримання, проведено низку досліджень, що вказують на взаємозв'язок та вплив умов утримання свиноматок, вирощених в даному господарстві і використаних для поповнення основного маточного поголів'я, на показники гомеостазу та їх відповідності щодо фізіологічних норм. Встановлено, що кількість еритроцитів крові у свиноматок перебувала в межах фізіологічної норми, окрім групи свиноматок другої половини порослості, в цей період виявляли різке зменшення кількості цих клітин, що пояснюється фізіологічним навантаженням – 4,34 Т/л, що на 1,66 менше за нижню межу фізіологічної норми ($P < 0,001$). Виявлено низьку гематокритну величину, яка фактично в усі фізіологічні періоди виходила за нижню межу фізіологічної норми і була на 2,25–6,39 % меншою за неї. Лише у свиноматок другої половини порослості цей показник був ближчим до верхньої межі фізіологічної норми і становив 41,5 % ($P < 0,001$). Такі дані, найімовірніше, є доказом розвитку анемії, дефіциту таких поживних речовин, як залізо, вітамін В12 або фолієва кислота, що може призвести до гіпотрофії або передчасного народження приплоду. В результаті аналізу протеїнового обміну свиноматок різних фізіологічних періодів встановлено чітко виражену гіпоальбумінемію, яку діагностують при розвитку тиреотоксикозу, який виникає через надлишок тиреоїдних гормонів у крові через різні порушення в роботі щитоподібної залози, спричинені стресами, інфекціями чи спадковою схильністю. Згідно з результатами досліджень, можна зробити висновок, що технологічні особливості інтенсивного свиначства в силу впливу та подекуди невідповідності щодо біологічних, етологічних чи фізіологічних потреб свиней мають здебільшого негативний вплив на організм тварин. Отже, варто враховувати, що ключовим аспектом Директиви ЄС, що встановлює мінімальні стандарти захисту свиней в тому, що вона забороняє фіксоване (прив'язне) утримування свиноматок і використання станків для них, ці методи розглядаються як одні найбільш негуманних у промисловому виробництві продукції тваринництва.

Ключові слова: благополуччя, гомеостаз, кров, морфологічний профіль, білковий обмін, імунний статус.

Вступ

Згідно із Законом України “Про ветеринарну медицину”, благополуччя тварин – стан забезпечення фізіологічних та етологічних потреб тварин шляхом створення належних умов для їх розведення, утримання та транспортування, включаючи систематичний догляд, належна годівля, напування та гуманне поводження з тваринами, що виключає страх, біль і страждання, у тому числі під час забою, та забезпечує свободу прояву твариною типової для неї поведінки (Zasiekin et al., 2010; Zakon Ukrainy, 2023). Благополуччя тварин не є терміном, взятим з науки, він виник через стурбованість суспільства щодо утримання тварин і обов'язково має ґрунтуватися на вимогах принципів “П'яти свобод” (Demchuk et al., 2008; Demchuk & Krempa, 2012; Kozii, 2012) та трактуватися з трьох точок зору: фізичного стану тварини (гомеостазу), психічного стану тварини (її відчуття) і природності прояву власної “тваринної” природи (телос) (Demchuk et al., 2006; Zyhmund, 2010; Tarasenko et al., 2014). Із загальнодоступних наукових джерел відомо, що вислів “Благополуччя тварин” означає те, як тварина справляється з умовами, в яких вона живе (Pro zakhyst tvaryn..., 2006; Kosianchuk & Tiutun, 2011; Grushanska & Kostenko, 2017). Належне благополуччя тварин вимагає профілактики хвороб і ветеринарного лікування, відповідного утримання, організації виробництва, годівлі, гуманного поводження і гуманного забою. (Міжнародне епізоотичне бюро; МЕБ).

Особливої уваги суспільства привернула заборона ЄС на використання станків для свиноматок, яка базується на доповіді наукового ветеринарного комітету Європейської комісії (SVC) 1997 року. У доповіді SVC було висвітлено питання використання настільки вузьких станків, що свиноматка не може повернутися, зокрема: “... жодний індивідуальний станок не може

використовуватися, якщо він не дозволяє свиноматці легко розвернутися”. SVC підкреслює, що “Загальний добробут (благополуччя), видається, кращим, коли свиноматки не є обмеженими в русі на період всієї вагітності, їх краще було б утримувати в групах”. Звіт SVC доводить, що порівняно зі свиноматками, які утримуються в групах, в особин зі станковим утриманням слабші кістки і через відсутність фізичних навантажень менш розвинені м'язи, з причини відсутності руху розвивається слабкість серцево-судинної системи і часто виникають інфекції сечових шляхів, пов'язані з недостатнім або відсутнім моціоном. Крім того, виникнення стереотипів, таких як “кусання перекладини”, які є одним з основних показників так званого “поганого добробуту”, часто спостерігається у свиноматок обмежених в станках або на прив'язі.

Актуальність теми: У зв'язку зі збільшенням зацікавленості світової наукової спільноти до питання рівня забезпечення благополуччя тварин існує потреба всебічної оцінки та розширення розуміння особливостей його впливу на організм тварин за інтенсивних технологій їх вирощування в умовах вітчизняних господарств. Відтак, вивчення питання взаємозв'язку забезпечення “доброго” і “поганого” рівня благополуччя, що відображається на сталості внутрішнього середовища та здатності організму здійснювати адекватну імунну відповідь, потребує всебічного наукового аналізу.

Мета дослідження

Метою роботи було вивчити та провести оцінювання взаємозв'язку між умовами забезпечення рівня благополуччя при інтенсивних технологіях утримання свиней та функціональним станом їх організму, зокрема змінами морфологічного складу крові, динаміки

показників білкового обміну та імунологічної здатності організму свиноматок різних фізіологічних періодів. Для досягнення даної мети були поставлені такі завдання: визначити кількість еритроцитів, концентрацію гемоглобіну та гематокритну величину, розрахувати індекси червоної крові: кольоровий показник (КП) та середній об'єм еритроцита (СОЕ), швидкість осідання еритроцитів, вміст загального білка та білкових фракцій, кількість Т- і В-лімфоцитів та їх популяцій.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на базі господарства ТзОВ “М'ясні ресурси”, у якому застосовують трифазний спосіб вирощування свиней. Забір крові для досліджень здійснювали із краніальної порожнистої вени, зранку до годівлі тварин, з дотриманням усіх правил септики та антисептики у свиноматок різних фізіологічних періодів (холості, 1-а та 2-а половина поросності, підсисні). Кров набирали у чисті сухі пробірки із 0,5 % розчином гепарину. В лабораторії кафедри гігієни, санітарії та ЗВП імені М. В. Демчука визначали кількість еритроцитів та концентрацію гемоглобіну визначали за допомогою фотоелектроколориметра, гематокритну величину – методом Тодорова, шляхом центрифугування пробірок з кров'ю при 3000 об/хв впродовж 30 хв, швидкість осідання еритроцитів – методом Панченкова, середній об'єм еритроцита та колірний показник – розрахунковим методом (Levchenko et al., 2010; Vlizlo et al., 2012). Вміст загального білка – рефрактометром RL-2 та білкових фракцій – нефелометричним методом (Andreieva et al., 2004). Визначення кількості Т- і В-лімфоцитів здійснено в умовах лабораторії промислової токсикології ЛНМУ імені Д. Галицького із застосуванням методики з використанням еритроцитарних діагностиків для виявлення популяцій Т-лімфоцитів: Анти- СД3, Анти-СД4, Анти- СД8, Анти- СД16, Анти- СД22. ТОВ НВЛ “Гранум”.

При виконанні досліджень дотримано всіх біоетичних норм стосовно до тварин, що відповідають вимогам Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” від 28.03.2006 р. та “Європейській конвенції на захист хребетних тварин” від 13.11.1987 р., наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 01.03.2012 р. № 249, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 16.03.2012 р. за № 416/20729 про “Порядок проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах”.

Таблиця 1

Морфологічні показники крові свиноматок у різні фізіологічні періоди ($M \pm m$, $n = 8$)

Показники	Од.	Холості свиноматки	Свиноматки 1-ї половини поросності	Свиноматки 2-ї половини поросності	Підсисні свиноматки
Еритроцити	Т/л	$7,94 \pm 0,36$	$7,62 \pm 0,62$	$4,34 \pm 0,35^{***}$	$7,80 \pm 0,33$
Гемоглобін	г/л	$94,53 \pm 5,0$	$41,23 \pm 0,77^{***}$	$41,02 \pm 4,99^{***}$	$107,3 \pm 4,62$
Гематокрит	%	$36,75 \pm 0,75$	$32,61 \pm 0,74$	$41,5 \pm 1,02^{***}$	$36,06 \pm 0,84$
ШОЕ	60 хв	$3,68 \pm 0,42$	$37,66 \pm 9,01^{***}$	$30,25 \pm 6,16^{***}$	$4,50 \pm 0,43$
	24 год	$43,56 \pm 3,92$	$62,44 \pm 2,45^{***}$	$73,25 \pm 1,58^{***}$	$41,68 \pm 3,11$

Примітка: $P < 0,05$ – *; $P < 0,01$ – **; $P < 0,001$ – *** – вірогідна достовірність до групи холостих свиноматок

Результати та їх обговорення

Продовжуючи роботу із вивчення питання оцінки рівня благополуччя свиней в умовах приватного господарства ТзОВ “М'ясні ресурси” (Krempa et al., 2024), нами проведено низку досліджень, що вказують на взаємозв'язок та вплив умов утримання свиноматок різних фізіологічних періодів на динаміку морфологічного, білкового обмінів та імунного захисту організму.

Аналізуючи дані таблиці 1, в якій відображено динаміку морфологічних показників крові, треба зазначити, що кількість еритроцитів у крові свиноматок усіх фізіологічних груп була в межах фізіологічної норми. Виняток становили свиноматки другої половини поросності, у яких цей показник був на 1,66 г/л меншим за нижню межу фізіологічної норми ($P < 0,001$).

Щодо концентрації гемоглобіну, то цей показник лише в холостих та лактуючих свиноматок вкладався в межі фізіологічної норми. У поросних він суттєво зменшився, майже у два рази ($P < 0,001$), і був нижчим за нижню межу фізіологічної норми на 48,77 г/л, що за даного фізіологічного стану прирівнюється до норми. Після опоросів у лактуючих свиноматок цей показник зріс до 107,3 г/л.

Низькою була гематокритна величина, яка фактично в усі фізіологічні періоди виходила за нижню межу фізіологічної норми і була на 2,25–6,39 % меншою за неї. Лише у свиноматок другої половини поросності цей показник був ближчим до верхньої межі фізіологічної норми і становив 41,5 % ($P < 0,001$). Варто зазначити, що гематокрит є відображенням співвідношення об'єму еритроцитів до загального об'єму крові й основними його функціями є оцінка здатності крові переносити кисень, виявлення анемії, захворювань крові, діагностика зневоднення (Zhuravlova & Yankevych, 2015; Makarenko & Radchenko, 2017). Хоча невелике зниження гематокритного показника під час вагітності є нормальним, занадто низький рівень може бути ознакою анемії, гострої або хронічної крововтрати, дефіциту поживних речовин (заліза, вітамінів В₁₂ або фолієвої кислоти), проблем з нирками або хронічних захворювань. Анемія під час вагітності може призвести до значних ускладнень, таких як передчасні пологи, низька вага новонародженого або підвищений ризик ускладнень під час пологів.

Аналізуючи ШОЕ у свиноматок різних фізіологічних груп, бачимо, що через одну годину від початку постановки реакції цей показник набув високого значення у порослих свиноматок, що за сукупності певних обставин (низький показник гематокриту) могло б викликати занепокоєння. Високі значення ШОЕ спостерігаються при порушенні роботи кісткового мозку – анемії, вживанні певних лікарських препаратів, бактеріальній та вірусній інфекції, запальних захворювань нирок і сполучної тканини та судин, захворюванні легень і проявах білкової недостатності та вагітності. У свиноматок першої половини порослості вона була у 4,2 раза ($P < 0,001$), а другої половини – у 3,3 раза вищою від верхньої межі фізіологічної норми ($P < 0,001$). У крові холостих та підсисних свиноматок ШОЕ вкладались у межі фізіологічної норми і становила 3,68 мм та 4,50 мм відповідно. Через 24 год продовжувалась тенденція зростання даного показника і найвищих значень швидкість набула у свиноматок першої та другої половини порослості від 62,44 до 73,25 мм ($P < 0,001$), а в холостих та підсисних свиноматок ШОЕ становила 43,56 та 41,68 мм відповідно.

Вміст загального білка у свиноматок різних фізіологічних станів (табл. 2), відповідав значенням, що вкладались в межі фізіологічної норми, яка коливається від 70 до 85 г/л. Так, у холостих свиноматок вміст загального білка досяг позначки 70,57 г/л і у

свиноматок 1-ї половини порослості був на рівні 75,05 г/л. В наступному фізіологічному періоді виявлено найменший вміст загального білка – 63,73 г/л, що, найімовірніше, пояснюється використанням протеїнового ресурсу на формування та розвиток плодів. Незначне зростання (на 3,08 г/л) цього показника встановили у крові лактуючих свиноматок, що, вкладаючись у межі фізіологічної норми, становило 66,81 г/л.

Відповідно до фізіологічної норми, вміст альбумінів у крові свиней становить 40–44 %. Аналізуючи вміст альбумінової фракції, встановлено, що лише в крові холостих свиноматок кількість альбумінів становила 44,85 % з подальшою тенденцією до зниження. Так, у першій половині порослості вона становила 15,12 % ($P < 0,001$), а в другій – 23,75 % ($P < 0,001$), це фактично у 2–3 рази менше, ніж у попередній період. У лактуючих свиноматок кількість альбумінів хоч і зросла до 38,25 %, проте все ж не сягнула нижньої межі фізіологічної норми. Такі дані вказують на гіпоальбумінемію, яку діагностують при застійній серцевій недостатності та розвитку тиреотоксикозу (клінічного стану, який виникає через надлишок тиреоїдних гормонів у крові через різні порушення в роботі щитоподібної залози, спричинені стресами, інфекціями, спадковою схильністю, що характеризується низьким коефіцієнтом стресостійкості).

Таблиця 2

Вміст загального білка та білкових фракцій крові свиноматок у різні фізіологічні періоди ($M \pm m$, $n = 8$)

Показники	Од.	Холості свиноматки	Свиноматки 1-ї половини порослості	Свиноматки 2-ї половини порослості	Лактуючі свиноматки
Загальний білок	г/л	70,57 $\pm$ 7,22	75,05 $\pm$ 5,25	63,73 $\pm$ 4,00	66,81 $\pm$ 7,34
Альбуміни	%	44,85 $\pm$ 3,68	15,12 $\pm$ 3,09***	23,75 $\pm$ 3,68***	38,25 $\pm$ 5,70
Глобуліни	%	55,13 $\pm$ 3,68	83,27 $\pm$ 3,05***	76,24 $\pm$ 3,68***	61,75 $\pm$ 5,70
α -глобуліни	%	12,71 $\pm$ 2,97	18,85 $\pm$ 4,16	22,15 $\pm$ 3,54**	11,53 $\pm$ 1,74
β -глобуліни	%	18,45 $\pm$ 4,09	15,89 $\pm$ 2,74	19,19 $\pm$ 2,35	26,24 $\pm$ 5,79
γ -глобуліни	%	23,95 $\pm$ 2,11	48,68 $\pm$ 3,24***	34,20 $\pm$ 3,13*	23,98 $\pm$ 0,99

Примітка: $P < 0,05$ –*; $P < 0,01$ –**; $P < 0,001$ –*** – вірогідна достовірність до групи холостих свиноматок

Стосовно показників глобулінової фракції, варто зазначити, що зростання їх кількості відбулось переважно за рахунок γ -глобулінів, адже β -глобулінова фракція у відсотковому значенні перебувала у фізіологічних межах, тимчасом як α -глобулінів було на 2 % менше від нижньої допустимої межі.

У період порослості α -глобулінова фракція зростала до верхнього значення. Після опоросів встановлене різке, майже у два рази, зменшення цієї фракції білка, її вміст становив 11,53 %. Зате γ -глобулінова фракція білка була найбільшою, особливо під час порослості: на початку вона становила 48,68 % ($P < 0,001$) і, дещо знизившись у другій половині порослості – до 34,2 % ($P < 0,05$), все одно перевищувала верхню межу фізіологічної норми на 9,2 %. У холостих і підсисних свиноматок ця фракція була в межах норми, ближче до її верхньої межі, 23,95–23,97 %.

При аналізі рівня клітинного захисту організму свиноматок відтворювального періоду, наведеного в табл. 3, встановлено, що в крові холостих свиноматок вміст Т-лімфоцитів був найбільшим і перевищував верхню межу фізіологічної норми на 3 %. З настанням порослості їх вміст дещо знизився – до 58,00 % ($P < 0,05$), а вже в другій половині порослості та під час лактації, зберігаючи тенденцію до зниження, складав 50,87 % ($P < 0,01$) та 49,12 % ($P < 0,001$), що відповідно вкладалося в межі фізіологічної норми.

У крові свиноматок першої та другої половини порослості встановлено найбільший вміст Т-хелперів, які перебували у межах фізіологічної норми, різниця складала лише 0,5 %. Цей показник мав тенденцію до зниження і в лактуючих. Порівняно з показником у холостих свиноматок він мав тенденцію до зниження – на 8,25 % ($P < 0,001$), проте перебував близько до нижньої межі фізіологічної норми.

Таблиця 3

Імунологічні показники крові свиноматок у різні фізіологічні періоди ($M \pm m$, $n = 8$)

Показники	Од.	Холості свиноматки	Свиноматки 1-ї полов. поросності	Свиноматки 2-ї полов. поросності	Лактуючі свиноматки
Т-лімфоцити	%	60,00 $\pm$ 0,77	58,00 $\pm$ 2,86*	50,87 $\pm$ 1,94**	49,12 $\pm$ 0,78***
Т-хелпери	%	36,62 $\pm$ 0,53	37,00 $\pm$ 2,66	37,5 $\pm$ 1,80	28,37 $\pm$ 1,17***
Т-супресори	%	23,37 $\pm$ 1,06	21,00 $\pm$ 1,93*	18,5 $\pm$ 0,82***	20,75 $\pm$ 0,81*
В-лімфоцити	%	21,37 $\pm$ 0,56	23,62 $\pm$ 1,45**	17,17 $\pm$ 1,00***	17,5 $\pm$ 0,56**
ІРІ	%	1,59 $\pm$ 0,09	1,88 $\pm$ 0,21**	1,79 $\pm$ 0,13*	1,39 $\pm$ 0,10*

Примітка: $P < 0,05$ –*; $P < 0,01$ –**; $P < 0,001$ –*** – вірогідна достовірність до групи холостих свиноматок

Що ж до вмісту Т-супресорів, то найвищим цей показник був у крові холостих свиноматок, що на 2,37 % та 2,62 % відповідно перевищувало показники тварин першої половини поросності та лактуючих. Найнижче його значення виявлено у крові свиноматок другої половини поросності – 17,17 %.

Найбільший вміст В-лімфоцитів встановлено у крові свиноматок першої половини поросності – 23,62 %, що на 2,25 % більше, ніж у крові холостих свиноматок, проте вірогідності не встановлено. З настанням другої половини поросності та лактації нами виявлене зниження вмісту цієї групи лімфоцитів порівняно з холостими свиноматками на 4,2 % ($P < 0,01$) та на 3,87 % ($P < 0,001$) відповідно.

Коефіцієнт відношення Т-хелперів до Т-супресорів (ІРІ), був найменшим у лактуючих свиноматок – 1,39 %, що ближче до верхньої межі фізіологічної норми ($P < 0,05$). Найвищі показники імунорегуляторного індексу встановлено в крові порослих свиноматок: в першій половині поросності на 0,48 % ($P < 0,01$) та на 0,39 % ($P < 0,05$) в другій половині поросності. В крові холостих свиноматок рівень ІРІ був на 0,19 % більшим за верхню фізіологічну межу і становив 1,59 %.

Аналізуючи отримані результати досліджень щодо впливу технології утримання свиноматок за різних фізіологічних станів на динаміку імунних показників, варто зазначити, що показники зазвичай перебували у межах фізіологічної норми.

Висновки

Встановлено, що за використання трифазного способу вирощування рівень технологічного навантаження на організм свиноматок різних фізіологічних періодів призвів до критично низького рівня гематокритної величини, яка фактично в усі фізіологічні періоди виходила за нижню межу фізіологічної норми і відповідала значенням, що коливались у межах від 32,61 до 41,5 %.

При аналізі білкового обміну виявлено дисбаланс співвідношення складових його фракцій, зокрема зменшення альбумінової – гіпоальбумінемія, що, найімовірніше, є причиною розвитку тиреотоксикозу, спричиненого технологічними стресами або спадковою схильністю.

Директиви ЄС, що встановлюють мінімальні стандарти захисту свиней, забороняють фіксоване (прив'язне) утримування свиноматок і використання станків для них, ці методи розглядаються як одні з

найбільш негуманних у промисловому виробництві продукції тваринництва.

Перспективи подальших досліджень. Висвітлення основних аспектів рівня забезпечення благополуччя свиней в умовах господарства, що практикує використання інтенсивних технологій, та його впливу на динаміку гематологічних показників свиней, вимагає проведення низки досліджень із визначення рівня життєздатності народженого ними молодняку, а також якості та безпечності сировини, одержаної від цих свиней.

Подяки

Висловлюємо вдячність власнику приватного господарства ТзОВ “М’ясні ресурси” Тарасу Карабіну за можливість здійснити низку досліджень на базі даного господарства; відповідальному лабораторії промислової токсикології ЛНМУ імені Данила Галицького Оксані Грушці, яка провела серію імунологічних досліджень сироватки крові свиноматок різних фізіологічних періодів.

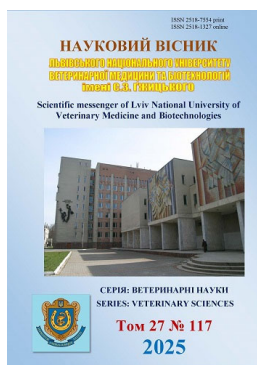
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Andreieva, L. V., Verbytskyi, P. I., & Vishchur, O. I. (2004). Fiziolohe-biokhimichni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvi ta veterynarii medytsyni: Dovidnyk. Lviv (in Ukrainian).
- Bondarenko, V. V., & Hutsol, A. V. (2016). Pokaznyky yakosti svynyny pry zghodovuvanni BVMD Minaktyvit. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii, 2, 15–21. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2016_2_5 (in Ukrainian).
- Chantziaras, I., Dewulf, J., Van Limbergen, T., Klinkenberg, M., Palzer, A., Pineiro, C., Aarestrup Moustsen, V., Niemi, J., Kyriazakis, I., & Maes, D. (2018). Factors associated with specific health, welfare and reproductive performance indicators in pig herds from five EU countries. Preventive veterinary medicine, 159, 106–114. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2018.09.006.
- Demchuk, M. V., Kozenko, O. V., Dvyluk, I. V., & Staiennyi, O. V. (2008). Metodichni vkazivky z kursu «Zahalna veterynarna profilaktyka», rozdil dobrobut tvaryn. LNUVM im. S.Z. Hzhyskoho (in Ukrainian).
- Demchuk, M. V., & Krempa, N. Yu. (2012). Porivnialna dobrobutna otsinka suchasnykh intensyvykh tekhnolo-

- hii vyrobnytstva ta system utrymannia svynei. Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho, 14(3(53)), 347–352. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2012_14_3%282%29_64 (in Ukrainian).
- Demchuk, M. V., Reshetnyk, A. O., Banas, T. V., & Bahachyk, O. H. (2006). Porivnialna dobrobutna otsinka suchasnykh intensyvnykh tekhnolohii vyrobnytstva svynyny. Naukovyi visnyk LNAV im. S. Z. Hzhyskoho, 9(1(29)), 48–55 (in Ukrainian).
- Grushanska, N., & Kostenko, V. (2017). The biochemical indicators of sows' blood at the prevention of mineral metabolic disorders. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 19(82), 71–76. DOI: 10.15421/nvvet8215.
- Kibkalo, D., Borovkov, S., Korenev, N., Borovkova, V., & Popova, K. (2016). Differences of blood peripheral and central venous in pigs. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 18(3(70)), 132–135. DOI: 10.15421/nvvet7031.
- Kosianchuk, N. I., & Tiutun, A. I. (2011). Vplyv deiakykh faktoriv dobrobutu tvaryn na yakist miasa. Naukovyi visnyk LNUVM ta BT im. S. Z. Hzhyskoho, 13(2(48)), 245–249. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2011_13_2%282%29_45 (in Ukrainian).
- Kozii, V. I. (2012). Dobrobut tvaryn (Istorychni, naukovi ta normatyvni aspekty) : Navchalnyi posibnyk. Bila Tserkva (in Ukrainian).
- Krempa, N., Kozenko, O., Gutyj, B., Dvyluk, I., Magrelo, N., Klym, H., Martyshuk, T., Vus, U., & Vysotskyi, A. (2024). Assessment of the level of welfare under modern pig-keeping technologies, taking into account their ethological needs and characteristics. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 26(116), 284–291. DOI: 10.32718/nvvet11641.
- Levchenko, V. I., Holovakha, V. I., & Kondrakhin, I. P. (2010). Metody laboratornoi klinichnoi diahnostryky khvorob tvaryn; za red. V.I. Levchenka. Kyiv : Ahrarna osvita (in Ukrainian).
- Makarenko, T., & Radchenko, O. (2017). Spivvidnoshennia biokhimichnykh pokaznykiv krovi v medychnii praktytsi: kliniko-diahnostychni znachennia. Praktykuiuchy likar, 2, 49–53. URL: <https://plr.com.ua/index.php/journal/article/view/79> (in Ukrainian).
- Melnychuk, V. V., Nazarenko, O. S., & Nazarenko, S. I. (2015). Biokhimichni zminy v syrovatsi krovi svynei khvorykh na trykhuroz. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, 1-2, 124–126. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2015/01/30.pdf> (in Ukrainian).
- Novakovska, V. Yu. (2020). Hematolohichni profil krovi svynei za zghodovuvannia tselulozo-amilolitychnoi dobavky. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva, 1, 125–131. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-125-131 (in Ukrainian).
- Pro zakhyt tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia: Zakon Ukrainy vid 21.02.2006 r. № 3447- IV. Redaktsiia vid 08.08.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (in Ukrainian).
- Renggaman, A., Choi, H. L., Sudiarto, S. I.a, Alasaarela, L., & Nam, O. S. (2015). Development of pig welfare assessment protocol integrating animal-, environment-, and management-based measures. Journal of animal science and technology, 57, 1. DOI: 10.1186/s40781-014-0034-0.
- Tarassenko, L. O., Yasko, V. M., Reshetnichenko, O. P., & Makarikhina, I. V. (2014). Etolohiia. Navchalnyi posibnyk. Odesa: Bondarenko M. O. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/768> (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B., Vishchur, O. I. ta in (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni. Dovidnyk. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy Pro veterynarnu medytsynu (Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 2023, № 8-9, st. 24. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-20#Text> (in Ukrainian).
- Zasiekin, D. A. Kosianchuk, N. I., & Bohachyk, O. H. (2010). Metodychni vkazivky z dystsypliny «Zoohihiiena» Dobrobut tvaryn — zadovilni zooveterynarni pokaznyky ta vysoka yakist svynyny. K. : DDP «EKSPO-DRUK» (in Ukrainian).
- Zhuravlova, L. V., & Yankevych, O. O. (2015). Klinichna hematolohiia. Chastyna 1. Anemii : metod. vkaz. dlia studentiv i likariv-interniv. Kharkiv : KhNMU (in Ukrainian).
- Zyhmund, P. (2010). Utrymannia svynei za novymi vymohamy YeS. Zdorovia produktyvnykh tvaryn, 11, 26–27 (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11728
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.993:616.5.008:636.7

The effect of therapeutic agents on biochemical and hematological blood parameters of dogs suffering from associated forms of mycoses

M. I. Chupryna[✉], I. M. Ivanchenko, R. V. Severyn

DBTU "State Biotechnological University", Kharkiv, Ukraine

Article info

Received 03.02.2025
Received in revised form
03.03.2025
Accepted 04.03.2025

State Biotechnological
University, Akademichna Str., 1,
v. Mala Danylivka, Kharkiv region,
62341, Ukraine.
Tel.: +38-096-473-32-24
E-mail: nickchupryna@gmail.com

Chupryna, M. I., Ivanchenko, I. M., & Severyn, R. V. (2025). The effect of therapeutic agents on biochemical and hematological blood parameters of dogs suffering from associated forms of mycoses. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 26(117), 210–216. doi: 10.32718/nvlvet11728

The chronic course of associated forms of mycoses involves the use of long courses of therapy, which have a proven toxic effect on the animal body. Therefore, a promising direction is the development and demonstration of the effectiveness of new treatment regimens. The article presents the results of studying the influence of therapeutic agents used in the proposed therapy regimens on biochemical and hematological blood parameters of dogs suffering from associated forms of mycoses. The material for the study was 46 dogs aged 2 to 9 years with a confirmed diagnosis of alternariosis and malassezia, and divided according to the principle of analogues into 3 experimental groups (19, 19, and 8 animals, respectively). Biochemical and hematological data were studied on automatic analyzers, which guaranteed the reliability of the results obtained. In the first two groups, blood parameters were within the reference values, and in the third group, animals had inflammatory processes in the liver (the benchmarks were increased biochemical indicators of ALT – 85.5 ± 5.84 , AST – 48.0 ± 7.04 , direct bilirubin – 5.5 ± 1.08 and total bilirubin – 9.5 ± 1.04). Each of the groups was given its own treatment regimen, which included the use of both etiotropic agents (Vetbio Dr.Pets shampoo, SkinGuard spray) and pathogenetic agents – Oclacitinib, Traumeel, Detoxol, and dietary feeding with Specific CDD-HY and Specific CKD feed. To control the course of the disease, blood parameters were monitored on the 10th day of therapy and after recovery. Animals were considered healthy if there were no clinical signs of the disease and with negative results of cultural and cytological studies. After the completion of the treatment course, the values of biochemical and hematological parameters were within the reference values in animals of all three groups. There were no significant differences in the levels of total blood protein and creatinine in the three experimental groups, both before and after the end of treatment. The effectiveness of a particular treatment regimen is evidenced, in particular, by the level of total bilirubin, which in all three groups was within the physiological norm after long-term therapy.

Key words: associated forms of mycosis, hematological indicators, biochemical indicators, malassezia, alternariosis, dogs.

Вплив терапевтичних засобів на біохімічні та гематологічні показники крові собак, хворих на асоційовані форми мікозів

М. І. Чуприна[✉], І. М. Іванченко, Р. В. Северин

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Хронічний перебіг асоційованих форм мікозів передбачає застосування тривалих курсів терапії, що мають доведений токсичний вплив на організм тварин. Тому перспективним напрямком є розробка і доведення ефективності нових схем лікування. У статті наведено результати вивчення впливу терапевтичних засобів, що використовувались у запропонованих нами схемах терапії, на біохімічні та гематологічні показники крові собак, хворих на асоційовані форми мікозів. Матеріалом для дослідження були 46 собак віком від 2 до 9 років з підтвердженим діагнозом на альтернаріоз і маласезіоз та поділених за принципом аналогів на 3 піддослідних групи (по 19, 19 та 8 голів відповідно). Біохімічні та гематологічні дані досліджували на автоматичних аналізато-

рах, що гарантувало достовірність отриманих результатів. У перших двох груп показники крові перебували в межах референтних значень, а в третій групі тварини мали запальні процеси печінки (орієнтирами були підвищені біохімічні показники АЛТ – $85,5 \pm 5,84$, АСТ – $48,0 \pm 7,04$, прямий білірубін – $5,5 \pm 1,08$ та загальний білірубін – $9,5 \pm 1,04$). До кожної з груп були застосовані свої схеми терапії, що включали використання як етіотропних засобів (шампунь Vetbio Dr.Pets, Спрей СкінГард), так і патогенетичних — Оклацитиніб, Траумель, Детоксол і дієтична годівля кормом Specific CDD-HY і Specific CKD. Для контролю за перебігом захворювання моніторинг показників крові виконували на 10 день терапії і після одужання. Здоровими тварин вважали за відсутності клінічних ознак захворювання і з негативним результатом культуральних і цитологічних досліджень. Після завершення курсу лікування значення біохімічних і гематологічних показників перебували в межах референтних значень у тварин всіх трьох груп. За рівнями загального білка крові та креатиніну в трьох дослідних групах не було встановлено суттєвих розбіжностей як до початку, так і після закінчення лікування. Про ефективність цієї чи іншої схеми лікування свідчить, зокрема, рівень загального білірубину, який в усіх трьох групах перебував у межах фізіологічної норми після довготривалої терапії.

Ключові слова: асоційовані форми мікозу, гематологічні показники, біохімічні показники, маласезіоз, альтернаріоз, собаки.

Вступ

Шкірні захворювання є одними з найпоширеніших патологій у собак (Hill et al., 2006; Guillot & Bond, 2020). Вони можуть мати різне походження, бути наслідком алергічних проявів, паразитарних інвазій, інфекційних захворювань (Theelen et al., 2018; Toress et al., 2020; Hobi et al., 2023). Зовнішні прояви дермальних патологій можуть бути схожими, тому постановка точного діагнозу вимагає комплексного підходу (Bond et al., 1995; 2020; Hobi et al., 2022). Аналіз крові дозволяє виявляти системні порушення, які можуть спричиняти і проблеми зі шкірою (Saxena & Srivastava, 2021). Загальний аналіз крові дає змогу діагностувати запальні процеси або анемію, біохімічний аналіз – стан внутрішніх органів та порушення гомеостазу, вказувати на патології нирок, печінки, підшлункової залози тощо. Всебічна ретельна комплексна діагностика може виявитися незамінною при встановленні причин вторинних захворювань шкіри, зокрема інфекційного походження, як от асоційовані дерматомікози (альтернаріоз, маласезіоз тощо) (Choudhury & Marte, 2014; Roman et al., 2016; Lee et al., 2019). Оскільки збудники їх належать до умовно-патогенної флори шкіри, патологічне розмноження мікробів переважно пов'язане з ослабленням опірності організму, тож важливо встановлювати першопричину та фактори, що до того призвели (Sparber & Leibundgut-Landmann, 2017; Fernandes et al., 2023). На підставі результатів допоміжних методів діагностики, таких як гематологічні дослідження та контроль біохімічних маркерів, можливо своєчасно контролювати ефективність та за необхідності, корегувати протоколи і методи лікування, особливо за необхідності довготривалої терапії при дермальних патологіях.

Нами не було виявлено, принаймні серед доступних джерел інформації, даних про вплив терапевтичних засобів, що застосовувалися при дермальних патологіях, спричинених збудниками вторинних мікозів, на гематологічні та біохімічні показники крові собак. Серед окремих поодиноких публікацій – дані авторів (Kudriavtseva & Franchuk-Kryva, 2022) щодо біохімічних досліджень крові собак, які мали ознаки дермальної патології – себорейного дерматиту. При діагностиці захворювання автором було встановлено колонізацію *Malassezia* spp. уражених ділянок шкіри. У досліджених сироватках крові при цьому зареєстровано ознаки гіперферментації з підвищенням вмісту аланінамінотрансферази (на 49,0 % – 71,9 % понаднормо-

во) та посиленням активності лужної фосфатази (на 38,1 % відповідно).

Також показано (Stotska, 2021), що у собак з атопічним дерматитом реєструвалося збільшення кількості лейкоцитів в 1,07 раза, зниження ШОЕ, еритроцитів і вмісту гемоглобіну в крові, що може вказувати на недостатню оксигенацію тканин у тварин з дермальними симптомами.

Загальноприйняті препарати, що застосовують для лікування мікозів у тварин, такі як група кетоконазолу, проявляють гепатотоксичність, що було підтверджено біохімічними і патоморфологічними дослідженнями (Mayer et al., 2008; Macho et al., 2020).

Таким чином, як збудники дермальних захворювань, так і терапевтичні засоби, що можуть нейтралізувати їх згубний вплив, викликають видимі зміни гомеостазу організму тварин. Але ні біохімічні, ні гематологічні показники не використовують як діагностичні. Тож питання залишається мало вивченим і досить складним.

Мета дослідження

Проаналізувати діагностичну та прогностичну цінність допоміжних методів (біохімічного та гематологічного аналізу) при встановленні діагнозу на інфекційні асоційовані захворювання грибкової природи у собак.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на базі амбулаторій ветеринарної медицини у м. Тернопіль та м. Запоріжжі протягом 2022–2024 рр. Матеріалами дослідження були 46 собак віком від 2 до 9 років з клінічними ознаками дерматитів. Після встановлення діагнозу цитологічним та бактеріологічно-культуральним методами, за принципом аналогів було сформовано 3 групи дослідних тварин (по 19, 19 і 8 голів відповідно). У подальшому застосували різні схеми терапії при асоційованих формах альтернаріозу та маласезіозу собак. Вплив терапевтичних засобів оцінювали за біохімічними та гематологічними показниками.

Перед початком терапії, на 10 добу та по її завершенні оцінювали гематологічні й біохімічні показники гомеостазу тварин за допомогою автоматичних аналізаторів HBVET-1 і Fujifilm NX600V.

Повним одужанням тварин вважали припинення будь-яких клінічних проявів хвороби, що також підт-

верджувалося негативними результатами повторних культуральних та цитологічних досліджень.

Результати та їх обговорення

За результатами первинного дослідження крові тварин з ознаками дермальних патологій сформували 3 групи дослідних тварин. Дані первинного біохімічного та гематологічного дослідження наведено в таблиці 1 та 2.

Таблиця 1

Результати загального аналізу крові хворих на асоційовані форми мікозу собак до початку терапії, $M \pm m$

Показники	Перша група n = 19	Друга група n = 19	Третя група n = 8
Гемоглобін (г/л)	154,5 $\pm$ 9,03	152,0 $\pm$ 7,76	153,5 $\pm$ 8,98
Еритроцити ($\times 10^{12}$)	5,8 $\pm$ 0,08	5,8 $\pm$ 0,05	6,1 $\pm$ 0,29
Лейкоцити ($\times 10^9$)	8,3 $\pm$ 0,72	8,2 $\pm$ 0,45	8,8 $\pm$ 0,65
ШОЕ (мм/год)	3,5 $\pm$ 2,01	4,5 $\pm$ 0,82	4,0 $\pm$ 1,7
Еозинофіли (%)	2,0 $\pm$ 0,82	2,0 $\pm$ 0,47	2,0 $\pm$ 0,62
Палочкоядерні (%)	3,0 $\pm$ 1,25	3,0 $\pm$ 0,82	3,5 $\pm$ 1,43
Сегментоядерні (%)	58,0 $\pm$ 1,47	59,0 $\pm$ 1,7	60,5 $\pm$ 2,32
Лімфоцити (%)	26,5 $\pm$ 1,65	26,0 $\pm$ 2,05	27,0 $\pm$ 1,65
Моноцити (%)	3,0 $\pm$ 0,82	3,0 $\pm$ 0,82	3,0 $\pm$ 0,82

Таблиця 2

Результати біохімічного аналізу крові хворих на асоційовані форми мікозу собак до початку терапії, $M \pm m$

Показники	Перша група n = 19	Друга група n = 19	Третя група n = 8
Загальний білок (г/л)	61,0 $\pm$ 4,29	63,5 $\pm$ 4,09	68,0 $\pm$ 5,73
АСТ (од/л)	23,2 $\pm$ 0,33	23,0 $\pm$ 0,29	48,0 $\pm$ 7,04
АЛТ (од/л)	27,7 $\pm$ 0,36	27,1 $\pm$ 0,62	85,5 $\pm$ 5,84
Загальний білірубін (мкмоль/л)	7,0 $\pm$ 0,28	7,0 $\pm$ 0,75	9,5 $\pm$ 1,04
Прямий білірубін (мкмоль/л)	2,5 $\pm$ 0,21	2,4 $\pm$ 0,16	5,5 $\pm$ 1,08
Лужна фосфатаза (од/л) (%)	65,2 $\pm$ 2,9	66,3 $\pm$ 2,57	85,0 $\pm$ 4,25
Креатинін (мкмоль/л) (%)	72,5 $\pm$ 2,05	70,0 $\pm$ 2,05	73,0 $\pm$ 2,45

До початку лікування не спостерігалось суттєвих відмінностей між першою та другою групами за основними показниками. Таким чином, групи були сформовані випадковим розподілом тварин за групами.

До хворих собак першої дослідної групи застосовували такий протокол терапії: дієтичний корм *Specific CDD-HY*; купання лікувальним шампунем *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом кожні 3 дні; протягом першого тижня – препарат оклацитинібу для зменшення свербіжу.

Хворих собак другої дослідної групи лікували за протоколом: дієтичний корм *Specific CDD-HY*; купання шампунем *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом кожні 3 дні; місцево на ураженні ділянки наносити спрей *СкінГард* 2 рази на добу; *Траумель* підшкірно або внутрішньом'язово 1 раз на добу 7 днів, надалі по 3 ін'єкції через 48 год; препарат оклацитинібу для зменшення свербіжу протягом першого тижня.

Тварини, що за біохімічними показниками крові ймовірно мали запальні процеси печінки, виділяли

Перші дві групи сформували з тварин, що не мали відхилень від референтних значень досліджуваних показників. Таких тварин було 38 голів, розділили їх порівну (по 19 голів) для подальшого порівняння ефективності двох різних схем терапії. Варто зазначити, що до даних групи ми зарахували декілька хворих собак, у яких рівень гемоглобіну був дещо нижчим за фізіологічну норму (2 голови в першій групі та 3 – в другій групі).

окремо та сформували з них 3 дослідну групу. Орієнтирами були зміни печінкових маркерів АЛТ – 85,5 $\pm$ 5,84, АСТ – 48,0 $\pm$ 7,04, прямий білірубін – 5,5 $\pm$ 1,08 та загальний білірубін – 9,5 $\pm$ 1,04.

Хворих собак третьої дослідної групи лікували за протоколом: дієтичний корм *Specific CKD*; купання шампунем *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом що 3 дні; спрей *СкінГард* 2 рази на добу на ділянки ураженої шкіри; *Траумель* підшкірно або внутрішньом'язово 1 раз на добу 7 днів і надалі 3 рази через 48 год; *Детоксол* внутрішньом'язово 1 раз на добу 6 днів; для зменшення свербіжу в перший тиждень препарат оклацитинібу.

З метою оцінки ефективності застосованих терапевтичних засобів та, за необхідності, корекції схем на 10 добу терапії проводили повторні гематологічні і біохімічні дослідження тварин усіх трьох груп. Дані наведено у таблиці 3 та 4.

У пацієнтів першої та другої дослідних груп під час терапії ми не спостерігали суттєвих змін і всі показники перебували в межах фізіологічних норм.

Таблиця 3

Результати загального аналізу крові хворих на асоційовані форми мікозу собак на 10 день терапії, $M \pm m$

Показники Ме (25 %; 75 %)	Перша група n = 19	Друга група n = 19	Третя група n = 8
Гемоглобін (г/л)	154,0 $\pm$ 8,98	150,0 $\pm$ 7,79	151,0 $\pm$ 7,73
Еритроцити ($\times 10^{12}$)	5,8 $\pm$ 0,16	5,8 $\pm$ 0,05	5,9 $\pm$ 0,16
Лейкоцити ($\times 10^9$)	8,2 $\pm$ 0,78	8,2 $\pm$ 0,45	8,6 $\pm$ 0,16
ШОЕ (мм/год)	3,5 $\pm$ 1,78	4,0 $\pm$ 0,62	4,0 $\pm$ 1,31
Еозинофіли (%)	2,0 $\pm$ 0,82	2,0 $\pm$ 0,47	2,0 $\pm$ 0,82
Палочкоядерні (%)	2,5 $\pm$ 0,85	2,5 $\pm$ 0,62	3,0 $\pm$ 0,62
Сегментоядерні (%)	59,0 $\pm$ 1,47	58,5 $\pm$ 1,63	59,5 $\pm$ 1,65
Лімфоцити (%)	26,5 $\pm$ 1,43	26,5 $\pm$ 1,65	27,0 $\pm$ 1,25
Моноцити (%)	3,0 $\pm$ 0,62	3,0 $\pm$ 0,82	3,0 $\pm$ 0,82

Таблиця 4

Результати біохімічного аналізу крові хворих на асоційовані форми мікозу собак на 10 день терапії, $M \pm m$

Показники Ме (25 %; 75 %)	Перша група n = 19	Друга група n = 19	Третя група n = 8
Загальний білок (г/л)	62,0 $\pm$ 4,08	64,5 $\pm$ 3,47	66,0 $\pm$ 4,71
АСТ (од/л)	25,2 $\pm$ 1,23	23,0 $\pm$ 0,62	35,0 $\pm$ 2,45
АЛТ (од/л)	28,0 $\pm$ 0,54	27,3 $\pm$ 0,61	46,0 $\pm$ 5,93
Загальний білірубін (мкмоль/л)	7,8 $\pm$ 0,41	7,3 $\pm$ 0,87	7,6 $\pm$ 0,95
Прямий білірубін (мкмоль/л)	2,8 $\pm$ 0,29	2,6 $\pm$ 0,21	3,2 $\pm$ 0,59
Лужна фосфатаза (од/л) (%)	64,5 $\pm$ 1,71	66,7 $\pm$ 2,42	75,0 $\pm$ 5,95
Креатинін (мкмоль/л) (%)	72,0 $\pm$ 1,65	70,5 $\pm$ 1,43	71,0 $\pm$ 2,25

На підставі аналізу середніх біохімічних та гематологічних показників можна стверджувати, що у пацієнтів третьої дослідної групи спостерігалася позитивна динаміка під впливом застосованої терапії. Так, середня кількість сегментоядерних нейтрофілів зменшувалася на 1,6 %, паличкоядерних – на 14,2 %, лейкоцитів – на 2,3 %. Рівень печінкових маркерів також зменшувався до діапазону референтної норми з середніми значеннями по групі: АЛТ – 46,0 $\pm$ 5,93,

АСТ – 35,0 $\pm$ 2,45, прямий білірубін – 3,2 $\pm$ 0,59 та загальний білірубін – 7,6 $\pm$ 0,95. Лужна фосфатаза зменшувалася на 11,8 %.

Після клінічного одужання тварин усіх дослідних груп проводили заключні дослідження крові для підтвердження позитивного ефекту використаних протоколів терапії та відсутності негативного впливу окремих агресивних засобів, з урахуванням досить тривалих термінів їх застосування (табл. 5 та 6).

Таблиця 5

Результати загального аналізу крові собак з асоційованою формою мікозу після одужання, $M \pm m$

Показники Ме (25 %; 75 %)	Перша група n = 19	Друга група n = 19	Третя група n = 9
Гемоглобін (г/л)	153,0 $\pm$ 8,29	157,0 $\pm$ 9,63	156,0 $\pm$ 8,64
Еритроцити ($\times 10^{12}$)	5,8 $\pm$ 0,12	5,8 $\pm$ 0,08	5,9 $\pm$ 0,12
Лейкоцити ($\times 10^9$)	8,2 $\pm$ 0,05	8,1 $\pm$ 0,45	8,2 $\pm$ 0,58
ШОЕ (мм/год)	3,5 $\pm$ 2,62	3,5 $\pm$ 2,16	3,5 $\pm$ 1,93
Еозинофіли (%)	1,0 $\pm$ 0,47	1,0 $\pm$ 0,47	1,0 $\pm$ 0,47
Палочкоядерні (%)	2,5 $\pm$ 0,41	2,0 $\pm$ 0,47	2,3 $\pm$ 0,37
Сегментоядерні (%)	58,0 $\pm$ 2,25	58,0 $\pm$ 1,25	58,5 $\pm$ 1,84
Лімфоцити (%)	27,0 $\pm$ 1,84	27,0 $\pm$ 0,82	27,5 $\pm$ 1,63
Моноцити (%)	3,0 $\pm$ 0,82	3,0 $\pm$ 0,47	3,0 $\pm$ 0,62

Таблиця 6

Результати біохімічного аналізу крові собак з асоційованою формою мікозу після одужання, $M \pm m$

Показники Ме (25 %; 75 %)	Перша група n = 19	Друга група n = 19	Третя група n = 9
Загальний білок (г/л)	63,0 $\pm$ 3,88	65,0 $\pm$ 4,08	66,0 $\pm$ 4,29
АСТ (од/л)	27,6 $\pm$ 2,25	23,1 $\pm$ 0,37	29,0 $\pm$ 2,68
АЛТ (од/л)	29,8 $\pm$ 5,2	27,2 $\pm$ 0,51	31,0 $\pm$ 2,66
Загальний білірубін (мкмоль/л)	8,1 $\pm$ 1,16	7,5 $\pm$ 1,52	7,8 $\pm$ 0,98
Прямий білірубін (мкмоль/л)	3,2 $\pm$ 0,29	2,8 $\pm$ 0,21	3,1 $\pm$ 0,45
Лужна фосфатаза (од/л) (%)	63,5 $\pm$ 3,76	66,4 $\pm$ 2,62	69,2 $\pm$ 3,64
Креатинін (мкмоль/л) (%)	72,0 $\pm$ 1,25	72,0 $\pm$ 1,25	72,0 $\pm$ 4,29

Аналізуючи зміни показників у динаміці за період лікування, варто зазначити, що відбувалися статично значущі зміни рівня еозинофілів та паличкоядерних

нейтрофілів в усіх дослідних групах (рис. 1). При цьому рівень лімфоцитів підвищувався у пацієнтів

першої групи, не змінювався в другій групі та збільшувався в третій групі наприкінці лікування.

Після завершення курсу лікування значення біохімічних і гематологічних показників перебували в межах референтних значень у тварин усіх трьох груп. При цьому в першій групі спостерігалися дещо нижчі середні значення рівня гемоглобіну, лейкоцитів, еозинофілів, паличкоядерних нейтрофілів та дещо вищі значення рівня лімфоцитів, ніж у другій групі. За показниками середніх значень рівень гемоглобіну в другій групі підвищувався на 3,1 %, тимчасом як у першій групі зменшувався на 0,9 %; ШОЕ після ліку-

вання зменшувалася в другій групі на 33,3 %, тимчасом як у першій групі взагалі не змінювалася; рівень паличкоядерних нейтрофілів після лікування в другій групі зменшувалася на 33,3 %, тимчасом як у першій групі – лише на 16,7 %. В третій дослідній групі за показниками середніх значень спостерігалися нижчі значення рівнів гемоглобіну, лейкоцитів, еозинофілів, паличкоядерних нейтрофілів, рівень гемоглобіну підвищувався на 1,6 %; ШОЕ після лікування зменшувалася на 12,5 %; рівень паличкоядерних нейтрофілів після лікування зменшувалася на 34,3 %.

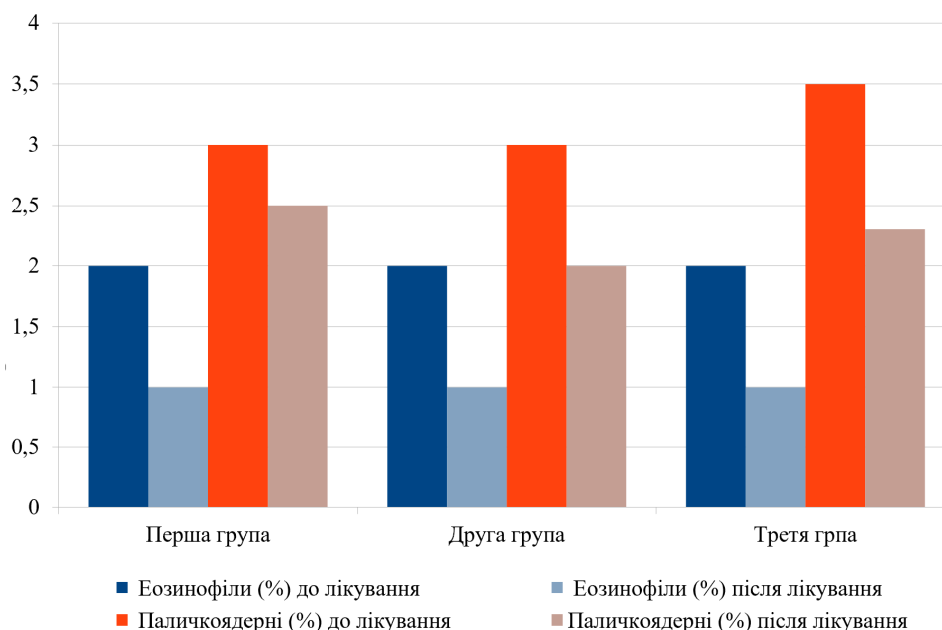


Рис. 1. Середні значення рівнів еозинофілів та паличкоядерних нейтрофілів до та після лікування собак з асоційованими формами мікозу

До початку лікування у деяких хворих собак реєстрували зниження, порівняно з фізіологічною нормою, середніх показників рівня гемоглобіну (на 10,5 % та 15,7 % відповідно по 1 та 2 групах), яке було знівлено під дією терапії. Та й інших порушень нормативних гематологічних показників в результаті проведених лікувальних заходів не зареєстровано.

До початку лікування між першою і другою дослідними групами спостерігали розбіжності у кількості АСТ, АЛТ, загального та непрямого білірубину, які були вищими у першій групі. Після проведеного курсу терапії встановлено, що показники АСТ, АЛТ, загального та прямого білірубину були нижчими у тварин 2 групи порівняно з такими в 1 групі, що свідчило про більшу терапевтичну ефективність протоколу другої групи. Рівень лужної фосфатази після лікування був вищим у другій групі порівняно з першою.

За рівнями загального білка крові та креатиніну в обох дослідних групах не було встановлено суттєвих

розбіжностей як до початку, так і після закінчення лікування. Статистично значущі зміни показників після лікування порівняно з такими до початку лікування виявляли як у 2, так і у 1 групі стосовно загального білка крові, АСТ, АЛТ, загального, прямого та непрямого білірубину.

Про ефективність тієї чи іншої схеми лікування свідчить зокрема рівень загального білірубину (рис. 2). Він мав у групах до початку лікування розбіжності, що були пов'язані лише з варіативністю ознаки. Після закінчення курсу терапії рівень загального білірубину у другій групі був нижчим ($7,5 \pm 1,52$ мкмоль/л) порівняно з таким у тварин першої групи ($8,1 \pm 1,16$ мкмоль/л).

Терапевтичну ефективність протоколу, обраного для собак третьої дослідної групи, оцінювали за рівнем загального білірубину, АСТ, АЛТ, які суттєво знижувалися в результаті лікування до референтних значень (рис. 2, 3).

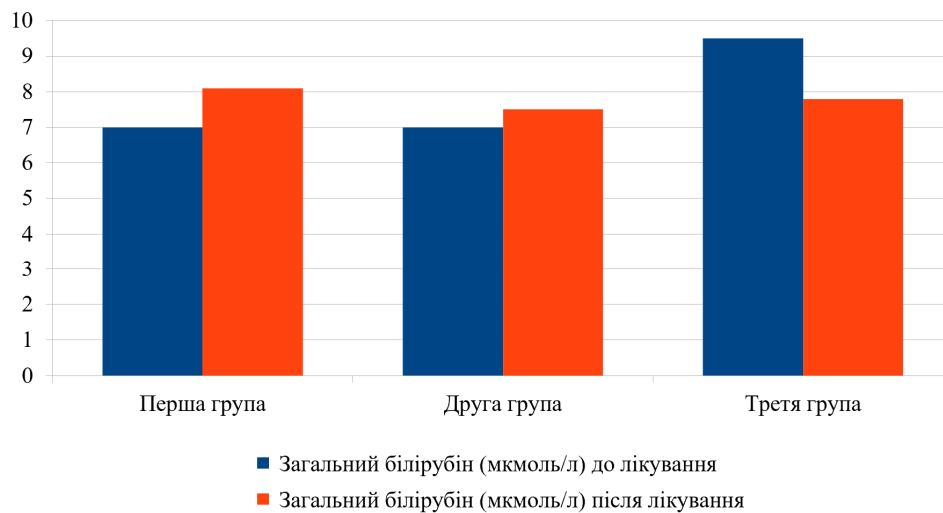


Рис. 2. Середній рівень загального білірубіну (мкмоль/л) до та після лікування собак з асоційованими формами мікозу

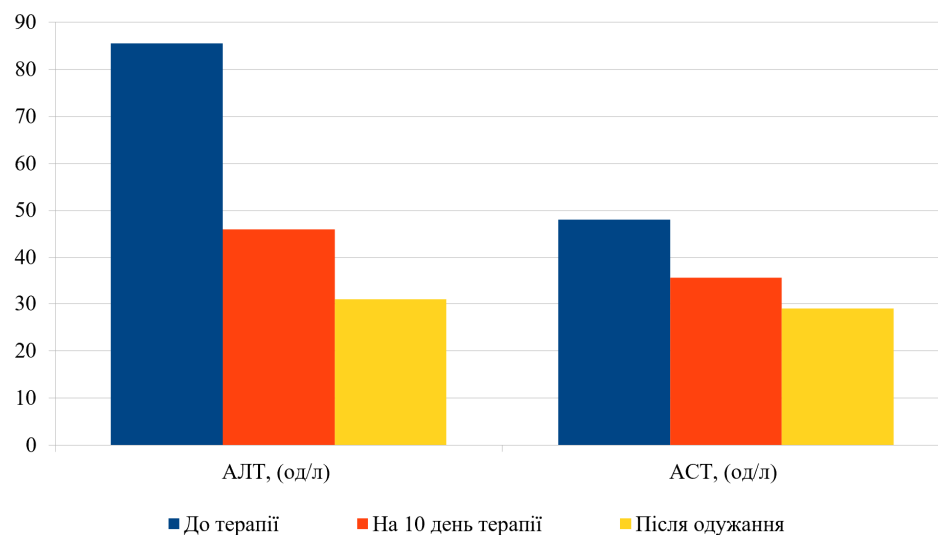


Рис. 3. Середній рівень АСТ, АЛТ до, під час та після лікування собак третьої групи з асоційованими формами мікозу

Висновки

Аналіз біохімічних маркерів та гематологічних показників мав суттєве значення як допоміжний метод діагностики при асоційованих формах мікозів, зокрема альтернаріозу та маласезіозу собак. Біохімічний та гематологічний методи дозволяли своєчасно контролювати ефективність та корегувати за необхідності протоколи лікування при довготривалій терапії дермальних патологій.

Показники рівня АСТ, АЛТ, прямого білірубіну, лужної фосфатази і креатиніну та загальні гематологічні після застосованого лікування залишалися в межах референтних значень для собак усіх дослідних груп, що свідчило про відсутність токсичного впливу обраних терапевтичних засобів навіть за умов їх тривалого використання.

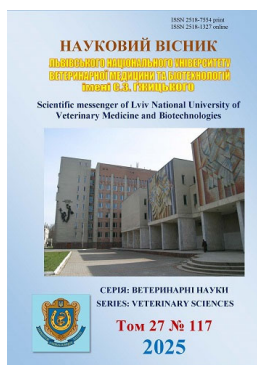
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Bond, R., Morris, D. O., Guillot, J., Bensignor, E. J., Robson, D., Mason, K. V., Kano, R., & Hill, P. B. (2020). Biology, diagnosis and treatment of *Malassezia dermatitis* in dogs and cats: Clinical Consensus Guidelines of the World Association for Veterinary Dermatology. *Veterinary dermatology*, 31(1), 75. DOI: 10.1111/vde.12834.
- Bond, R., Rose, J. F., Ellis, J. W., & Lloyd, D. H. (1995). Comparison of two shampoos for treatment of *Malassezia pachydermatis*-associated seborrheic dermatitis in basset hounds. *The Journal of small animal practice*, 36(3), 99–104. DOI: 10.1111/j.1748-5827.1995.tb02840.x.
- Choudhury, S., & Marte, R. L. (2014). *Malassezia pachydermatis* fungaemia in an adult on posaconazole prophylaxis for acute myeloid leukaemia. *Pathology*, 46(5), 466–467. DOI: 10.1097/PAT.000000000000139.
- Fernandes, C., Casadevall, A., & Gonçalves, T. (2023). Mechanisms of *Alternaria* pathogenesis in animals and

- plants. *FEMS microbiology reviews*, 47(6), fuad061. DOI: 10.1093/femsre/fuad061.
- Guillot, J., & Bond, R. (2020). *Malassezia* Yeasts in Veterinary Dermatology: An Updated Overview. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 10, 79. DOI: 10.3389/fcimb.2020.00079.
- Hill, P. B., Lo, A., Eden, C. A., Huntley, S., Morey, V., Ramsey, S., Richardson, C., Smith, D. J., Sutton, C., Taylor, M. D., Thorpe, E., Tidmarsh, R., & Williams, V. (2006). Survey of the prevalence, diagnosis and treatment of dermatological conditions in small animals in general practice. *The Veterinary record*, 158(16), 533–539. DOI: 10.1136/vr.158.16.533.
- Hobi, S., Barrs, V. R., & Bęczkowski, P. M. (2023). Dermatological Problems of Brachycephalic Dogs. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(12), 2016. DOI: 10.3390/ani13122016.
- Hobi, S., Cafarchia, C., Romano, V., & Barrs, V. R. (2022). *Malassezia*: Zoonotic Implications, Parallels and Differences in Colonization and Disease in Humans and Animals. *Journal of fungi (Basel, Switzerland)*, 8(7), 708. DOI: 10.3390/jof8070708.
- Kudriavtseva, A. D., & Franchuk-Kryva, L. O. (2022). Biokhimichni zminy krovi u sobak za seboreinoho dermatytu. Suchasni problemy veterynarnoi medytsyny za khirurhichnoi ta akusherskoi patolohii: materialy Vseukrainskoi nauk-prakt internet-konf. (m. Odesa, 7 hrudnia 2022 r.). ODAU. Odesa, 34–37 (in Ukrainian).
- Lee, J., Cho, Y. G., Kim, D. S., Choi, S. I., & Lee, H. S. (2019). First Case of Catheter-related *Malassezia pachydermatis* Fungemia in an Adult. *Annals of laboratory medicine*, 39(1), 99–101. DOI: 10.3343/alm.2019.39.1.99.
- Macho, L. P., Center, S. A., Randolph, J. F., Dumars, L. A., Rush, S. E., Cameron, M. K., Lucy, J. M., Hall-Fonte, D. L., McDonough, S. P., Peters-Kennedy, J., Marinoff, J., Harrison, J., Sabatino, B., & Deitz, K. (2020). Clinical, clinicopathologic, and hepatic histopathologic features associated with probable ketoconazole-induced liver injury in dogs: 15 cases (2015–2018). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 256(11), 1245–1256. DOI: 10.2460/javma.256.11.1245.
- Mayer, U. K., Glos, K., Schmid, M., Power, H. T., Bettenay, S. V., & Mueller, R. S. (2008). Adverse effects of ketoconazole in dogs--a retrospective study. *Veterinary dermatology*, 19(4), 199–208. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2008.00675.x.
- Roman, J., Bagla, P., Ren, P., Blanton, L. S., & Berman, M. A. (2016). *Malassezia pachydermatis* fungemia in an adult with multibacillary leprosy. *Medical mycology case reports*, 12, 1–3. DOI: 10.1016/j.mmcr.2016.05.002.
- Saxena, H., & Srivastava, S. (2021). Review on Complete Blood Count Parameters of Animals - A Formidable Aid in Veterinary Disease Diagnosis. *Acta Scientific Veterinary Sciences*, 3.10, 80–96. DOI: 10.31080/asvs.2021.03.0229.
- Sparber, F., & LeibundGut-Landmann, S. (2017). Host Responses to *Malassezia* spp. in the Mammalian Skin. *Frontiers in immunology*, 8, 1614. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01614.
- Stotska, O. (2021). Zahalnyi analiz krovi ta leukoformula sobak za atopichnoho dermatytu. Conference "Modern Methods of Diagnostic, Treatment and Prevention in Veterinary Medicine, 140–141. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/conference/article/view/4537> (in Ukrainian).
- Theelen, B., Cafarchia, C., Gaitanis, G., Bassukas, I. D., Boekhout, T., & Dawson, T. L., Jr (2018). *Malassezia* ecology, pathophysiology, and treatment. *Medical mycology*, 56(suppl_1), S10–S25. DOI: 10.1093/mmy/myx134.
- Torres, M., Pinzón, E. N., Rey, F. M., Martinez, H., Parra Giraldo, C. M., & Celis Ramírez, A. M. (2020). *Galleria mellonella* as a Novelty in vivo Model of Host-Pathogen Interaction for *Malassezia furfur* CBS 1878 and *Malassezia pachydermatis* CBS 1879. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 10, 199. DOI: 10.3389/fcimb.2020.00199.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

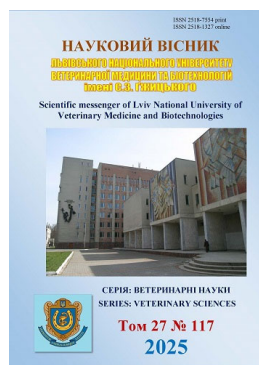
ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet117
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

Зміст

1. Горюк В. В., Кожин В. А. Метаболічні та ендокринні розлади при ожирінні у собак	3
2. Сімонов М. Р., Проніна О. А., Гутий Б. В., Акимішин М. М., Пундяк Т. О. Аналіз проблем безпечності харчових продуктів, експортованих з України на ринок Європейського Союзу в 2024 році	11
3. Кравченко А. І., Левицька В. А. Епізоотологічне дослідження поширеності <i>Aelurostrongylus abstrusus</i> серед домашніх котів .	21
4. Гуральська С. В., Олішевський В. М. Кетоз великої рогатої худоби: причини, наслідки та заходи профілактики	27
5. Сидельов В. В. Порівняльний аналіз реабілітаційного потенціалу собак у притулках за різних типів годівлі	34
6. Химинець П. С., Греля Р. В., Гришук І. А., Гутий Б. В., Карповський В. В., Карповський П. В., Гришук А. В., Журенко О. В., Карповський В. І., Голопура С. І., Тодорюк В. Б. Вплив вегетативної регуляції на гематологічні показники свиней	44
7. Недзвецкий В. С., Яновська О. В., Гуфрій Д. Ф., Шептуха О. А., Масюк Д. М. Цитопротекторні ефекти куркуміну на стан інтестинального бар'єру в моделі ЛПС- індукованого запалення	50
8. Кремпа Н. Ю., Козенко О. В., Гутий Б. В., Двилюк І. В., Магрело Н. В., Клим Г. В., Мартишук Т. В., Вус У. М., Висоцький А. О. Біоетичні аспекти забезпечення благополуччя свиней за інтенсивних технологій їх вирощування	59
9. Бубнов В. М., Кісера Я. В., Мартинів Ю. В. Піодермії у собак (класифікація, патогенез, основні збудники, лікування)	66
10. Висоцький А. О., Гутий Б. В., Козенко О. В., Кремпа Н. Ю., Двилюк І. В., Магрело Н. В., Клим Г. В., Мартишук Т. В., Вус У. М. Проблеми біобезпеки та біозахисту в Україні, які виникають за емергентних інфекцій	74
11. Ракитянський В. М., Єфімов В. Г., Христина О. Д., Пилипчук В. Д., Яновська О. В. Вплив добавки бутирату кальцію на показники крові та продуктивність поросят в період дорошування	80
12. Kuljaba O. V., Stybel V. V., Gufrij D. F., Gutyj B. V., Pykaliuk V. S., Vus U. M., Leskiv Kh. Ya., Pundiak T. O., Martyshuk T. V. The effect of fasciolosis invasion on the protein-synthesizing function of the liver in cows sensitized by atypical mycobacteria and the influence of corrective factors	87
13. Мирончук В. О., Пеленьо Р. А. Адаптація мікрофлори свинарників до дезінфектанту “Sviteco PIP Multi” та антагоністична активність пробіотичних бацил, що містяться у його складі	92
14. Тибінка А. М., Закревська М. В. Вплив типу автономної регуляції на структуру стінки грудної частини стравоходу кроля	100
15. Кот Т., Писанко О. Особливості морфології шлунка риб	108

16.	Коваленко В. Л., Радзиховський М. Л., Рудой О. В., Дрожже Ж. М., Лінійчук Н. В., Гутий Б. В., Андрощук О. О., Гребініченко А. Д. Оцінка токсичного впливу та протівірусної дії біоцидного препарату з використанням штаму парвовірусу і клітинних культур	114
17.	Сімонов М. Р., Влізло В. В., Пундяк Т. О., Гутий Б. В., Слівінська Л. Г., Ковальчук І. І. Зв'язок між концентрацією інсуліноподібного фактору росту і лептину та показниками ліпідного обміну в крові молочних корів за різних фізіологічних періодів	119
18.	Бісюк В. В., Галатюк О. Є., Бегас В. Л., Романишина Т. О., Лахман А. Р. Гематологічні параметри та особливості імунної відповіді за хламідіозу собак	126
19.	Логвінова В. В., Олійр А. В., Кравцова М. В., Перетятко О. В. Плоскоклітинний рак шкіри в собаки (клінічний випадок)	136
20.	Прус М. П., Дуда Ю. В. Природна резистентність організму кролів за впливу збудників <i>Eimeria</i> spp.	145
21.	Передера С. Б., Погребняк В. І., Хиль А. М., Щербакова Н. С. Застосування рослинних препаратів для санації тваринницьких приміщень	154
22.	Чемеровська І. О. Дослідження мікрофлори великої рогатої худоби та оленів за розвитку ран, абсцесів та ендометритів	158
23.	Максимович В. І., Мисак А. Р. Клінічна характеристика новоутворень молочної залози у кішок	166
24.	Ільчишин М. М., Грищук І. А., Гутий Б. В., Калінін І. В., Грищук А. В., Журенко О. В., Карповський В. І. Корекція білкового обміну у корів за допомогою наноаквахелатів із врахування вегетативної регуляції	179
25.	Кітченко А. С., Мельничук В. В. Зміни гематологічних показників у собак за нематодозів травного тракту	185
26.	Духницький В. Б., Горальський Л. П., Соколюк В. М., Гутий Б. В., Колеснік Н. Л., Пикалюк В. С. Морфологічні зміни у внутрішніх органах курей-несучок за хронічного отруєння неонікотинідом “Актара 25 WG”	191
27.	Кремпа Н. Ю., Козенко О. В., Гутий Б. В., Двилюк І. В., Магрело Н. В., Клим Г. В., Мартишук Т. В., Вус У. М., Висоцький А. О., Краснощок О. О. Взаємозв'язок рівня забезпечення благополуччя свиней та стану їхнього здоров'я	204
28.	Чуприна М. І., Іванченко І. М., Северин Р. В. Вплив терапевтичних засобів на біохімічні та гематологічні показники крові собак, хворих на асоційовані форми мікозів	210



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet117
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

Content

1. Horiuk V. V., Kozhyn V. A. Metabolic and endocrine disorders in obesity in dogs	3
2. Simonov M. R., Pronina O. A., Gutyj B. V., Akymyshyn M. M., Pundiak T. O. Analysis of food safety issues in Ukraine exported to the European Union market in 2024	11
3. Kravchenko A., Levytska V. Epizootological study on the prevalence of <i>Aelurostrongylus abstrusus</i> in domestic cats	21
4. Huralska S. V., Olishkevskyi V. M. Ketosis of cattle: causes, consequences and prevention measures	27
5. Sydelov V. V. Comparative analysis of the rehabilitation potential of dogs with different types of feeding	34
6. Khymynets P. S., Grelia R. V., Hryshchuk I. A., Gutyj B. V., Karpovsky V. V., Karpovsky P. V., Hryshchuk A. V., Zhurenko O. V., Karpovsky V. I., Holopura S. I., Todoriuk V. B. Influence of vegetative regulation on hematological parameters of pigs	44
7. Nedzvetsky V. S., Yanovska O. V., Gufrij D. F., Sheptukha O. A., Masiuk D. M. Cytoprotective effects of curcumin on the state of the intestinal barrier in a model of LPS-induced inflammation	50
8. Krempa N. Yu., Kozenko O. V., Gutyj B. V., Dvyluk I. V., Magrelo N. V., Klym H. V., Martyshuk T. V., Vus U. M., Vysotskyi A. O. Bioethical aspects of ensuring the well-being of pigs under intensive farming technologies	59
9. Bubnov V. M., Kiseria Ya. V., Martyniv Yu. V. Pyoderma in dogs (<i>classification, pathogenesis, main pathogens, treatment</i>)	66
10. Vysotskyi A. O., Gutyj B. V., Kozenko O. V., Krempa N. Yu., Dvyluk I. V., Magrelo N. V., Klym H. V., Martyshuk T. V., Vus U. M. Biosafety and biosecurity problems in Ukraine that arise during emergent infections	74
11. Rakytianskyi V. M., Yefimov V. H., Chrystyna O. D., Pylypchuk V. D., Yanovska O. V. Effect of calcium butyrate supplement on blood profile and growth rate in starter pigs	80
12. Kuljaba O. V., Stybel V. V., Gufrij D. F., Gutyj B. V., Pykaliuk V. S., Vus U. M., Leskiv Kh. Ya., Pundiak T. O., Martyshuk T. V. The effect of fasciolosis invasion on the protein-synthesizing function of the liver in cows sensitized by atypical mycobacteria and the influence of corrective factors	87
13. Myronchuk V. O., Peleno R. A. Adaptation of the microflora of pig farms to the disinfectant “Sviteco PIP Multi” and the antagonis- tic activity of the probiotic bacilli contained in its composition	92
14. Tybinka A. M., Zakrevska M. V. Influence of autonomous regulation type on the structure of the thoracic esophageal wall in rabbits	100
15. Kot T., Pysanko O. Peculiarities of the morphology of the fish stomach	108
16. Kovalenko V. L., Radzykhovskiy M. L., Rudoi O. V., Drozhzhe Zh. M., Liniichuk N. V., Gutyj B. V., Androshchuk O. O., Hrebinichenko A. D. Assessment of the toxic effect and antiviral activity of a biocidal product using a parvovirus strain and cell cultures	114

17.	Simonov M. R., Vlizlo V. V., Pundiak T. O., Gutyj B. V., Slivinska L. G., Kovalchuk I. I.	
	The relationship between the concentration of insulin-like growth factor, leptin and lipid metabolism indices in the blood of dairy cows during different physiological periods	119
18.	Bisiuk V. V., Galatiuk O. Ye., Behas V. L., Romanishina T. O., Lakhman A. R.	
	Hematological parameters and immune response characteristics in canine chlamydiosis	126
19.	Logvinova V. V., Oliyar A. V., Kravtsova M. V., Peretyatko O. V.	
	Cutaneous Squamous Cell Carcinoma in a dog (clinical case)	136
20.	Prus M. P., Duda Y. V.	
	Natural resistance of the rabbit organism under the influence of <i>Eimeria</i> spp. pathogens	145
21.	Peredera S. B., Pohrebniak V. I., Khyl A. M., Shcherbakova N. S.	
	Use of herbal preparations for the sanitation of animal premises	154
22.	Chemerovska I. O.	
	Research on the microflora of cattle and deer during the development of wounds, abscesses and endometritis	158
23.	Maksymovych V. I., Mysak A. R.	
	Clinical characteristics of mammary gland neoplasms in cats	166
24.	Ilchyshyn M. M., Hryshchuk I. A., Gutyj B. V., Kalinin I. V., Hryshchuk A. V., Zhurenko O. V., Karpovskiy V. I.	
	Correction of protein metabolism in cows using nanoaquachelates taking into account vegetative regulation	179
25.	Kitichenko A., Melnychuk V.	
	Changes in hematological parameters in dogs with gastrointestinal nematode doses	185
26.	Dukhnytskyi V. B., Goralskyi L. P., Sokoliuk V. M., Gutyj B. V., Kolesnik N. L., Pykaliuk V. S.	
	Morphological changes in the internal organs of laying hens during chronic poisoning with the neonicotinoid “Aktara 25 WG”	191
27.	Krempa N. Yu., Kozenko O. V., Gutyj B. V., Dvyluk I. V., Magrelo N. V., Klym H. V., Martyshuk T. V., Vus U. M., Vysotskyi A. O., Krasnoshchok O. O.	
	The relationship between the level of pig welfare and their health status	204
28.	Chupryna M. I., Ivanchenko I. M., Severyn R. V.	
	The effect of therapeutic agents on biochemical and hematological blood parameters of dogs suffering from associated forms of mycoses	210

**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: ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

SERIES: VETERINARY SCIENCES

Том 27 № 117

Підписано до друку 27.03.2025. Формат 60x84/8
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 27,40
Наклад 300 прим. Зам. № 27/03.

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