



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

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

ISSN 2519–2698 print
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10246
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.5.084

Dynamics of digestive enzyme activity under the influence of different sources of lipids in the diet of chickens

Ya. Ye. Protsaylo, Ya. I. Kyryliv✉

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS of Ukraine, v. Obroshino, Lviv region, Ukraine

Article info

Received 01.04.2025
Received in revised form
01.05.2025
Accepted 02.05.2025

Protsaylo, Ya. Ye., & Kyryliv, Ya. I. (2025). Dynamics of digestive enzyme activity under the influence of different sources of lipids in the diet of chickens. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 27(102), 325–332. doi: 10.32718/nvlvet-a10246

*Institute of Agriculture of
the Carpathian region of
the National Academy of
Agrarian Sciences of Ukraine
Grushevskogo Str., 5, Obroshino,
Pustomytsky District,
Lviv Region, 81115, Ukraine.
Tel.: +38-068-185-63-48
E-mail: kyryliv@ukr.net*

The aim of the research was to study the effectiveness of using fermented water-soluble lipid complex (ELC – essential lipid complex) in the amount of 0.4–1.0 % instead of soybean oil on the growth and development of young replacements of the Loman LSL-classic cross, digestive processes, in particular the activity of proteolytic, amylolytic, lipolytic enzymes and the concentration of amine nitrogen and soluble proteins in the tissues of the liver, pancreas and mucous membranes of the duodenum and glandular ventricle. As a result of the research, it was found that the addition of a fermented water-soluble lipid complex had a positive effect on the growth and development of chickens, in particular, in terms of live weight, chickens of all experimental groups met the requirements of the standard technology for the Loman LSL-classic cross. The use of the lipid complex contributed to better development of reproductive organs, in particular, ovaries by 4.19–11.24 and oviduct by 6.24–14.20 %, and reduced feed consumption during the growing period up to 112 days of age by 7.33 %. Determination of the activity of hydrolytic enzymes, in particular proteolytic, amylolytic and lipolytic enzymes in the tissues of the liver, pancreas and mucous membranes of the duodenum and glandular ventricle indicates the influence of fermented lipid concentrate on their activity. In particular, it was found that in the experimental groups, lipolytic activity was somewhat lower compared to the control group, which received natural soybean oil in the tissue of the pancreas and the mucosa of the duodenum and partially in the mucosa of the glandular ventricle. Proteolytic activity was higher in liver tissue, pancreas and partly in the mucosa of the duodenum and glandular ventricle. Amylolytic activity was higher in the mucosa of the duodenum. The concentration of amine nitrogen and soluble proteins was higher in the experimental groups of chickens. Replacing soybean oil with a fermented water-soluble complex of fatty acids is appropriate and economically beneficial.

Keywords: *replacement young chickens, lipids, hydrolytic enzymes, digestive tract mucous membranes, soluble proteins.*

Динаміка активності травних ферментів за впливу різних джерел ліпідів у раціоні курчат

Я. Є. Процайло, Я. І. Кирилів✉

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААНУ, с. Оброшино, Україна

Метою проведених досліджень було вивчити ефективність використання ферментованого водорозчинного ліпідного комплексу (ELC – essential lipid complex) в кількості 0,4–1,0 % замість соєвої олії, на ріст і розвиток ремонтного молодняка кросу ломан ЛІСЛ-класик, процеси травлення, зокрема активність протеолітичних, амілолітичних, ліполітичних ферментів та концентрацію амінного азоту і розчинних білків у тканинах печінки, підшлункової залози та слизових оболонок 12-типалої кишки і залозистого шлуночка. В результаті досліджень було встановлено, що додавання ферментованого водорозчинного ліпідного комплексу позитивно впливало на ріст і розвиток курчат, зокрема, за живою масою курчата всіх дослідних груп відповідали вимогам стандарту технології для кросу ломан ЛІСЛ-класик. Використання ліпідного комплексу сприяло кращому розвитку репродуктивних органів,

зокрема, яєчників на 4,19–11,24 та яйцепроводу на 6,24–14,20 %, і зниження витрат кормів за період вирощування до 112-денного віку на 7,33 %. Визначення активності гідролітичних ферментів, зокрема протеолітичних, амілолітичних і ліполітичних у тканинах печінки, підшлункової залози та слизових 12-типалої кишки і залозистого шлуночка вказує на вплив ферментованого ліпідного концентрату на їх активність. Зокрема, встановлено, що у дослідних групах ліполітична активність була децю нижча порівняно із контрольною групою, яка отримувала натуральну соєву олію у тканині підшлункової залози та слизовій 12-типалої кишки і частково у слизовій залозистого шлуночка. Протеолітична активність була вища у тканині печінки, підшлункової залози та частково у слизових 12-типалої кишки і залозистого шлуночка. Амілолітична активність була вища у слизовій 12-типалої кишки. Концентрація амінного азоту та розчинних білків була вища у дослідних групах курчат. Заміна соєвої олії на ферментований водорозчинний комплекс жирних кислот доцільна та економічно вигідна.

Ключові слова: ремонтний молодняк курчат, ліпіди, гідролітичні ферменти, слизові травного тракту, розчинні білки, репродуктивні органи.

Вступ

Ефективність вирощування курчат поряд із необхідним рівнем поживних та біологічно активних речовин, залежить від інтенсивності процесів травлення, які відбуваються у тканинах і органах. Розвиток ембріону курчати відбувається у яйці за рахунок поживних і біологічно активних речовин, які воно містить. Тому важливо, щоб інкубаційне яйце містило достатньо поживних та біологічно активних речовин. Саме в ембріональний період розвитку закладаються основи майбутньої продуктивності. У курей в період ембріонального розвитку закладається від 500 до 3600 яйцеклітин, які потенційно формують майбутню продуктивність. Проте максимальна яйцекладка курки за все життя складає біля 1500 яєць. Тобто птахи реалізують свій потенціал наполовину менше ніж утворених ооцитів у яєчнику. Це пов'язано в основному з повноцінністю годівлі та ефективністю процесів травлення. За рахунок підвищення інтенсивності процесів травлення та використання поживних і біологічно активних речовин є можливість максимально використати генетичний та фізіологічний потенціал. Тому важливо створити оптимальні умови для процесів травлення (Kyryliv & Hunchak, 2016; Kyryliv et al., 2018).

У значній мірі ці процеси зв'язані з розвитком травної системи. Тонка кишка новонароджених курчат швидко розвивається, кількість та об'єм ворсинок тонкої кишки збільшується в 5 разів за 7 діб після народження. У птахів абсорбційні епітеліальні клітини слизової оболонки тонкої кишки відповідають за остаточне травлення та всмоктування поживних речовин у курей (He et al., 2022). Швидкий ріст ентероцитів пов'язаний із високою інтенсивністю обміну речовин. Цей процес вимагає додаткового джерела енергії. На сьогодні відомо, що найкращим та доступним джерелом енергії є жири рослинного походження, зокрема, з соняшникової та соєвої олії (Kulyk et al., 2003; Paraskeuas et al., 2016; Ravindran et al., 2016). Проте організм молодняка курчат синтезує недостатньо ферментів ліпази, яка розщеплює ліпіди до жирних кислот (Bauer et al., 2005; Viñado et al., 2020). В зв'язку з цим до раціонів рекомендують додавати екзогенні емульгатори, які компенсують недостачу ліполітичних ферментів (Siyal et al., 2017; Boontiam et al., 2019; Saleh et al., 2020). Природні поверхнево-активні лізофосфоліпіди отримують із гідролізованого соєвого лецитину, який розщеплює фосфоліпіди з вивільненням жирних кислот. Цей механізм є життєво важливим і відбувається природним шляхом під час

перетравлення жиру у птахів. Для покращення цього процесу використовують екзогенні лізофосфоліпіди, що призводить до покращення емульгуючих властивостей та більш ефективного гідролізу жиру (Hasenhuettl, 2008; Zhao & Kim, 2017; Majdolhosseini et al., 2019). Більш високі значення гідрофільно-ліпофільного балансу лізофосфоліпідів порівняно з жовчю та лецитином призводить до значного збільшення утворення менших міцел у кишечнику та більшої площі поверхні ліпідних крапель, що дозволяє панкреатичним ліпазам взаємодіяти ефективніше (Hasenhuettl, 2008). Лізофосфоліпіди також впливають на розвиток білкових каналів у мембрані, шляхом посилення іонного обміну. Зміни в енергії деформації призводить до збільшення кількості та розміру мембранних пор, що прискорює транспортування макромолекул через клітинну мембрану. Обидва механізми сприяють передачі поживних речовин, починаючи від дрібних частинок, таких як іони кальцію, до великих компонентів, таких як полісахариди, які повинні бути розщеплені, щоб засвоїлися, що призводить до вищої поживної біодоступності та кращої продуктивності (Boontiam et al., 2017).

Ліпіди за енергетичним потенціалом перевищують вуглеводи у два рази. Травлення жирів у птиці інтенсивно проходить у тонкому відділі кишечника. Тут відбувається гідроліз триацилгліцеролів та інших ефірів під дією ліпаз і жовчі (Kulyk et al., 2003; Brickett et al., 2007).

Мета досліджень

Метою наших досліджень було вивчити можливість покращення процесів травлення за рахунок використання легкодоступного джерела енергії, зокрема ферментованого водорозчинного концентрату жирних кислот (ELC – essential lipid complex). Адже відомо, що жири які додають до раціону для курчат у вигляді соєвої олії піддаються складним і енергозатратним процесам травлення.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені в умовах фермерського господарства (ФГ) “Захід-птиця”. Для цього було сформовано чотири групи однодобових курчат кросу ломан ЛСЛ-класик по 100 голів у групі. Всі піддослідні групи отримували збалансований за сирим протеїном, енергією, амінокислотами, мінеральними речовинами

та іншими, рекомендованими біологічно активними речовинами.

Різницю в складі раціону складала ліпідні добавки. Зокрема, контрольна група отримувала додатково 0,6-0,5 % соєвої олії до 56-добового віку, а дослідні групи отримували від 0,4 до 1 % ферментованого водорозчинного ліпідного комплексу, який містить у доступному вигляді незамінні жирні кислоти, зокрема II – група 0,5–0,4 %; III – 0,7–0,6 %, IV – 1,0–0,9 %.

У віці 28,56 та 112-діб було проведено забій по 5 курчат із групи з метою взуття зразків для визначення вмісту розчинних білків, амінного азоту, активності гідролітичних ферментів у тканинах печінки, підшлункової залози, слизових 12-типалі кишки та залозистого шлуночка, а у 112-добовому віці визначали масу яєчників, довжину яйцепроводу та вторинних статевих ознак.

Протягом дослідження вівся контроль за збереженням та живою масою курчат від добового до 112-добового віку. Вміст розчинних білків та амінного азоту визначали за методиками описаними у довіднику за редакцією академіка НААН Влізла В. В. Протеїназну активність визначили за методом Кунітца, амілолітичну за методом Смідта-Роя, ліполітичну за методом Тітца (Vlizlo, 2012).

Результати та їх обговорення

В результаті досліджень було встановлено, що додавання ліпідів у вигляді соєвої олії та ферментовано-

го водорозчинного ліпідного комплексу (ELC – essential lipid complex) позитивно впливало на ріст і розвиток курчат. Після 28-діб вирощування курчат їх жива маса складала від 260,2 г у II дослідній групі до 270,6 г, у IV дослідній групі та 264,20 г у контрольній групі. Згідно з вимогами стандарту для кросу ломан ЛСЛ-класик у 28-добовому віці жива маса має складати 249–265 г. У 56 - та 112-добовому віці жива маса у всіх групах піддослідної птиці знаходилася у межах вимоги стандарту (*Lohmann tierzucht GmbH Am Seedeich 9-11|27472*). На заключному етапі вирощування, у 112-добовому віці маса яєчників дослідних груп була вища на 4,19–11,24 %, а довжина яйцепроводу на 14,21 %.

За розвитком вторинних статевих ознак спостерігалася тенденція до збільшення у III дослідній групі. Витрати кормів за весь період вирощування, до 112 добового віку, були нижчі у всіх дослідних групах і складала відповідно у II, III та IV групах 5,21; 5,16 та 5,14 кг порівняно з контрольною групою, тобто на 1,92–3,31 %.

Що стосується впливу ферментованого водорозчинного комплексу на обмінні процеси, зокрема, вмісту розчинних білків у органах і тканинах, які беруть участь у процесах травлення, то вони наведені в наступних таблицях.

В таблиці 1 наведені дані, щодо вмісту розчинних білків у тканинах печінки, підшлункової залози та слизових 12-типалі кишки та залозистого шлуночка у різні вікові періоди.

Таблиця 1

Вміст розчинних білків у тканинах печінки, підшлункової залози та слизових 12-типалі кишки і залозистого шлуночка курчат ($M \pm m, n = 5$)

Вік, діб	Групи			
	I	II	III	IV
	Печінка			
28	8,49 ± 0,59	8,36 ± 0,68	8,62 ± 0,41	8,95 ± 0,69
56	10,46 ± 0,38	10,24 ± 0,77	11,48 ± 0,32**	11,91 ± 0,37***
112	7,10 ± 0,26	6,24 ± 0,29***	6,30 ± 0,52*	5,66 ± 0,35***
	Підшлункова залоза			
28	10,26 ± 0,37	10,37 ± 0,40	10,41 ± 0,47	10,06 ± 0,89
56	10,42 ± 0,63	10,49 ± 0,58	10,08 ± 0,81	9,68 ± 0,58**
112	9,44 ± 0,69	9,12 ± 0,60	8,81 ± 0,88*	8,79 ± 0,72**
	Слизова 12-типалі кишки			
28	6,47 ± 0,33	7,20 ± 0,52	7,67 ± 0,55*	8,57 ± 0,30***
56	7,06 ± 0,76	7,66 ± 0,43	7,83 ± 0,68*	8,88 ± 0,34*
112	5,28 ± 0,29	5,49 ± 0,44	5,22 ± 0,39	4,78 ± 0,45*
	Слизова залозистого шлуночка			
28	5,65 ± 0,43	5,75 ± 0,61	5,86 ± 0,45*	5,58 ± 0,38
56	5,68 ± 0,52	5,57 ± 0,43	6,50 ± 0,42*	6,83 ± 0,36*
112	5,35 ± 0,63	5,53 ± 0,60	5,74 ± 0,38	5,58 ± 0,50

Примітка: *P < 0,05; ** P < 0,01; ***P < 0,001

З даних таблиці бачимо, що з віком вміст розчинних білків змінюється. Зокрема в печінці найвищий вміст був у 56-добових курчат, а найнижчий у 112-добових. У 112-добових курчат значна частина поживних речовин транспортується до репродуктивних органів де відбувається дозрівання яйцеклітин та формування яйця. Тому очевидно у цей віковий період їх кількість знижується. Така ж закономірність спо-

стерігається у підшлунковій залозі та слизовій 12-типалі кишки.

У слизовій залозистого шлуночка рівень розчинних білків найнижчий і практично з віком не змінюється. Що стосується впливу ліпідних компонентів то під впливом ферментованого ліпідного комплексу рівень розчинних білків був вищий у 56-добових ку-

рочок підшлункової залози IV групи. Подібна закономірність зберігалася і 112-добових курчат.

У слизовій 12-типалії кишки був дещо вищий вміст розчинних білків у курчат 28 та 56-добового III та IV груп у 112-добових курчат. Слизова залозистого шлуночка 28 та 56-добових курчат III групи та 56-добових IV групи містила більше розчинних білків.

Важливою ланкою обміну речовин є білковий, який взаємозв'язаний із ліпідним та вуглеводним. Зокрема, було встановлено, що забезпечення організму незамінними жирними кислоти позитивно впливає на білковий обмін і безпосередньо на засвоєння амінного азоту в тканинах печінки, підшлункової залози, слизових 12-типалії кишки та залозистого шлуночка (табл. 2).

Таблиця 2

Концентрація амінного азоту у тканинах печінки, підшлункової залози та слизових 12-типалії кишки і залозистого шлуночка, мг/г ($M \pm m, n = 5$)

Вік, діб	Групи			
	I	II	III	IV
Печінка				
28	1,95 ± 0,14	1,99 ± 0,09	2,19 ± 0,16*	2,20 ± 0,17*
56	2,04 ± 0,15	2,51 ± 0,21**	2,49 ± 0,30*	2,40 ± 0,34
112	1,79 ± 0,16	2,01 ± 0,17*	1,93 ± 0,08*	2,02 ± 0,17*
Підшлункова залоза				
28	0,84 ± 0,05	0,85 ± 0,11	0,85 ± 0,09	0,88 ± 0,05
56	1,59 ± 0,17	1,76 ± 0,16	1,81 ± 0,14*	1,87 ± 0,05*
112	1,21 ± 0,07	1,29 ± 0,13	1,32 ± 0,06*	1,30 ± 0,07**
Слизова 12-типалії кишки				
28	0,55 ± 0,05	0,57 ± 0,05	0,59 ± 0,05*	0,57 ± 0,07
56	0,83 ± 0,07	0,80 ± 0,08	0,94 ± 0,04*	0,92 ± 0,05*
112	1,13 ± 0,07	1,24 ± 0,07**	1,30 ± 0,06***	1,26 ± 0,06**
Слизова залозистого шлуночка				
28	0,24 ± 0,05	0,25 ± 0,03	0,30 ± 0,04*	0,28 ± 0,03
56	0,37 ± 0,03	0,40 ± 0,06	0,47 ± 0,03*	0,49 ± 0,05*
112	1,32 ± 0,07	1,45 ± 0,04*	1,53 ± 0,04**	1,52 ± 0,08***

Примітка: *P < 0,05; ** P < 0,01; ***P < 0,001

Концентрація амінного азоту з віком змінювалася і поступово зростала у слизових 12-типалії кишки та залозистого шлуночка з 0,55 мг/г до 1,13 мг/г тобто зростає у 112-добовому віці більше ніж вдвічі, а у слизовій залозистого шлуночка з 0,24 мг/г 1,32 мг/г або більше ніж у 5 разів.

Підвищення концентрації амінного азоту у слизових залозистого шлуночка та 12-типалії кишки може свідчити про наростання з віком інтенсивності обміну речовин.

У тканинах печінки та підшлункової залози концентрація амінного азоту зростає з 28- до 56-добового віку і дещо знижується у 112-добових курчат. Якщо порівнювати зміну концентрації амінного азоту від джерела ліпідів, то у дослідних групах, які отримували ферментований ліпідний комплекс концентрація зростала у тканині печінки, підшлункової залози та слизових 12-типалії кишки і залозистого шлуночка.

У 112-добовому віці концентрація амінного азоту найвища, що на наш погляд пов'язано із початком інтенсивного функціонування репродуктивних органах і підготовкою до процесів синтезу складових частин яйця, які завершуються початком яйцекладки. Поверхнево-активні речовини, такі як фосфатидилхолін і жовчі солі, можуть позитивно впливати на перетравлення білків в емульсії “олія у воді”. Дієтичні добавки із сумішшю емульгаторів (фосфатидилхолін, лізофосфатидилхолін і поліетиленгліколь рецінолеат) підвищили використання як ліпідів, так і білків

(Saleh et al., 2020; Haetinger et al., 2021). Очевидно за рахунок ферментованого ліпідного комплексу посилюються процеси білкового обміну.

Ріст та розвиток птиці в значній мірі залежить від активності гідролітичних ферментів, в результаті діяльності яких органи і тканини забезпечуються поживними та біологічно активними речовинами. Основними гідролітичними ферментами є амілази, які забезпечують розщеплення вуглеводів, протеази, які забезпечують розщеплення протеїнів та ліпази, які розщеплюють ліпіди.

Підшлункова залоза є основним органом, що синтезує гідролітичні ензими, які забезпечують розщеплення протеїнових, вуглеводних і ліпідних компонентів корму. В результаті досліджень встановлено, що протеолітична активність у підшлунковій залозі була найнижча у 28-добовому та найвища у 112-добовому віці (табл. 3).

У 28- та 56-добовому віці активність протеолітичних ферментів у печінці була у десять і більше разів нижча порівняно з 28–56-добовими порівняно з підшлунковою залозою. Особливих міжгрупових різниць у 28 та 56-добовому віці не спостерігалось. Проте у 112-добовому віці протеолітична активність була вища у всіх дослідних групах.

У 112-добовому віці активність протеолітичних ферментів у підшлунковій залозі була дещо вища порівняно з 56-добовими, що на наш погляд пов'язано із початком підготовки до яйцекладки.

Таблиця 3

Активність протеолітичних ензимів у тканинах курчат різного віку, мкат/г.б. (M ± m, n = 5)

Групи	Вік, діб		
	28-добові	56-добові	112-добові
Печінка			
I	4,70 ± 0,73	5,84 ± 0,64	4,57 ± 0,68
II	4,98 ± 0,40	6,78 ± 0,70	7,40 ± 0,36**
III	4,52 ± 0,66	6,24 ± 0,41	7,12 ± 0,41**
IV	4,95 ± 0,50	5,61 ± 0,69	5,67 ± 0,54*
Підшлункова залоза			
I	50,77 ± 1,44	101,46 ± 4,49	140,77 ± 3,30
II	54,05 ± 3,28	105,42 ± 3,08	134,37 ± 3,05**
III	56,03 ± 2,38**	107,74 ± 2,35	149,13 ± 3,41***
IV	55,85 ± 3,80	106,02 ± 4,74*	148,13 ± 4,19*
Слизова 12-типалої кишки			
I	7,65 ± 0,42	5,28 ± 0,43	6,53 ± 0,44
II	7,52 ± 0,45	5,28 ± 0,39	7,30 ± 0,42***
III	7,47 ± 0,41*	5,43 ± 0,43***	7,47 ± 0,61
IV	7,79 ± 0,69	5,31 ± 0,41	7,41 ± 0,46**
Слизова залозистого шлуночка			
I	18,88 ± 0,98	13,08 ± 0,85	9,71 ± 0,90
II	19,10 ± 0,78	14,62 ± 0,78**	10,49 ± 0,83*
III	19,87 ± 0,56	14,95 ± 0,75**	10,08 ± 0,84*
IV	19,84 ± 0,70*	13,62 ± 0,93	9,79 ± 0,62

Примітка: *P < 0,05; ** P < 0,01; ***P < 0,001

У тканині печінки активність протеолітичних ензимів з віком також дещо змінювалася, зокрема у 56-добових вона зростала на 13,33–36,14 %, порівняно з 28-добовими, а у 112-добових на 14,54–57,52 %, крім контрольної групи. У 112-добових курчат активність протеолітичних ферментів була вища у II та III дослідній групі, а у контрольній групі спостерігалася тенденція до зниження на 27,8 %. У слизовій 12-типалої кишки найнижча активність протеолітичних ферментів була у 56-добових курчат порівняно з 28- та 112-добовими (біля 40 %). У залозистому шлуночку активність протеолітичних ензимів була вища порівняно із слизовою 12-типалої кишки у всі вікові періоди. З віком активність протеолітичних ензимів знижувалася і найнижчою була 112-добових курчат. На наш погляд це може бути пов'язано із переміщенням основного процесу травлення до м'язового шлуночка та тонкого кишечника. У залозистому шлуночку харчові маси піддаються дії шлункового соку, який містить соляну кислоту і пепсин, які проявляють максимальну дію в м'язовому шлунку, де корм добре перемішується і подрібнюється. В утвореній харчовій масі відбувається гідроліз білків. В цій частині травного тракту завдяки наявності соляної кислоти переважає кисле середовище (рН 1-2). В тонкому кишечнику харчова маса нейтралізується під дією лужних секретів печінки та підшлункової залози, які містять ферменти трипсин і ерипсин, під дією яких відбувається наступне розщеплення альбумоз і пептидів до амінокислот. Поряд з цими процесами присутня тут діастаза сприяє розщепленню залишкових полісахаридів. Якщо проаналізувати дані активності протеолітичних ферментів у зв'язку із заміною соєвої олії на ферментований водорозчинний ліпідний комплекс то якоїсь стійкої закономірності не виявлено. Проте, у дослідних групах тканини печінки протеолітична

активність ензимів була вища у 28-добових у II та IV дослідних, 56-добових у II і III дослідних групах та у II, III та IV групах 112-добових курчат. Очевидно у дослідних групах, за рахунок вивільненої енергії, яка була спрямована на синтез протеолітичних ферментів посилювався процес розщеплення білків. Подібна закономірність спостерігалася і за величиною активності у підшлунковій залозі та частково у слизовій залозистого шлуночка і слизовій 12-типалої кишки.

Що стосується активності амілолітичних ферментів у тканині печінки, то тут спостерігалася тенденція до зниження у 56-ти та 112-добових порівняно з 28-добовими, крім III групи 56-добових курчат (табл. 4).

У слизовій залозистого шлуночка вона була нижча порівняно з тканиною, підшлункової залози. У 56-добових курчат активність амілолітичних ензимів зростає у слизовій 12-типалої кишки, порівняно з 28-добовими. В наступний віковий період вона знижується, зокрема, у 112-добових.

Щодо залежності амілолітичної активності у тканинах печінки, підшлункової залози та слизових 12-типалої кишки і залозистого шлуночка, то різниці спостерігалися у II та III дослідних групах у печінці та незначне підвищення активності у дослідних групах 112 –добових курчат. Імовірні різниці були виявлені у дослідних групах порівняно з контрольною у слизовій залозистого шлуночка 28-добових курчат та III – дослідній групі 56 і 112-добових курчат.

У таблиці 5 наведені дані ліполітичної активності ензимів у тканинах печінки, підшлункової залози та слизових 12-типалої кишки і залозистого шлуночка. Найнижча активність ліполітичних ензимів була у тканині печінки та слизовій залозистого шлуночка курчат. У тканині печінки активність у всі вікові періоди мало змінювалася. Проте у всіх дослідних групах 28- і 56-добових курчат ліполітична активність зни-

жувалася на 25–35 %, що на наш погляд пов'язано із додаванням до раціону ферментованого водорозчинного ліпідного комплексу в складі якого жирні кислоти знаходяться у вільному стані і не потребують дода-

ткових ензимів для їх розщеплення, як у контрольній групі в складі раціону яких знаходилася соєва олія, яка потребує додаткової кількості ліпази, яка емульгує жири.

Таблиця 4

Активність амілолітичних ензимів у тканинах курчат, од. акт/хв*г. білка ($M \pm m$, $n = 5$)

Групи	Вік, діб		
	28-добові	56-добові	112-добові
Печінка			
I	6,45 ± 0,32	5,17 ± 0,44	5,14 ± 0,59
II	6,64 ± 0,82	5,64 ± 0,51	5,48 ± 0,70
III	6,11 ± 0,60	6,26 ± 0,39	5,11 ± 0,39
IV	6,27 ± 0,45	5,23 ± 0,57	5,13 ± 0,65
Підшлункова залоза			
I	14,69 ± 0,34	15,51 ± 0,39	15,96 ± 0,69
II	15,18 ± 0,36	15,16 ± 0,54	16,15 ± 0,43
III	15,14 ± 0,59	15,88 ± 0,40	17,34 ± 0,52
IV	15,09 ± 0,57	16,30 ± 0,55	16,26 ± 0,68
Слизова 12-типалі кишки			
I	3,77 ± 0,43	5,01 ± 0,21	3,62 ± 0,33
II	3,79 ± 0,22	5,18 ± 0,23	4,12 ± 0,32***
III	3,68 ± 0,39	5,80 ± 0,46	4,47 ± 0,37***
IV	4,06 ± 0,49	5,24 ± 0,17	4,07 ± 0,23*
Слизова залозистого шлуночка			
I	6,76 ± 0,37	4,91 ± 0,58	4,35 ± 0,42
II	7,45 ± 0,36***	5,31 ± 0,47	4,50 ± 0,38
III	7,70 ± 0,48**	5,51 ± 0,50*	4,79 ± 0,63*
IV	8,26 ± 0,33***	4,84 ± 0,65	4,69 ± 0,47

Примітка: *P < 0,05; ** P < 0,01; ***P < 0,001

Таблиця 5

Активність ліполітичних ензимів у тканинах та слизових шлунково-кишкового тракту курчат, од. акт/г. тк ($M \pm m$, $n = 5$)

Групи	Вік, діб		
	28-добові	56-добові	112-добові
Печінка			
I	4,55 ± 0,37	4,72 ± 0,60	6,28 ± 0,53
II	3,15 ± 0,20**	3,46 ± 0,37*	4,60 ± 0,44**
III	3,29 ± 0,30**	3,05 ± 0,27*	6,34 ± 0,51
IV	3,41 ± 0,36***	3,27 ± 0,03*	6,22 ± 0,31
Підшлункова залоза			
I	90,66 ± 1,98	83,19 ± 3,27	123,99 ± 2,06
II	80,77 ± 2,32***	85,84 ± 3,82	113,96 ± 1,89**
III	81,93 ± 1,80***	81,11 ± 1,68	113,63 ± 1,61**
IV	82,79 ± 2,31***	81,03 ± 2,55	114,19 ± 1,29**
Слизова 12-типалі кишки			
I	13,39 ± 0,33	13,01 ± 0,70	10,37 ± 0,45
II	11,14 ± 0,42***	9,13 ± 0,43***	9,07 ± 0,89
III	10,62 ± 0,34***	9,69 ± 0,49***	9,05 ± 0,44***
IV	10,99 ± 0,51***	9,42 ± 0,74***	8,69 ± 0,42***
Слизова залозистого шлуночка			
I	3,07 ± 0,15	3,35 ± 0,28	3,92 ± 0,20
II	2,55 ± 0,34	2,94 ± 0,25*	3,55 ± 0,35
III	2,28 ± 0,22***	2,74 ± 0,25**	3,24 ± 0,21***
IV	2,29 ± 0,26**	2,31 ± 0,29***	3,42 ± 0,34*

Примітка: *P < 0,05; ** P < 0,01; ***P < 0,001

У птиці шлунок складається з двох відділів залозистого і м'язового. Залозистий виділяє шлункові соки з травними ферментами, які поступають у м'язовий відділ, де корм подрібнюється за допомогою присутніх тут камінчиків, які птиця споживає з кор-

мом і перетравлюється. Травлення жирів у птиці інтенсивно проходить у тонкому відділі кишечника. Тут відбувається гідроліз триацилгліцеридів та інших ефірів під дією ліпаз і жовчі. Жовч містить жовчні кислоти – поверхнево-активні речовини, під впливом

яких ліпиди емульгуються утворюючи міцели (невеличкі кульки, що вільно розміщуються у водному середовищі) (Kulyk et al., 2003; Kyryliv & Hunchak, 2016; He et al., 2022). За рахунок цього процесу збільшується площа доступу ферментів до ліпідів і травлення проходить інтенсивніше. Ненасичені жирні кислоти при цьому не модифікуються і всмоктуються в такому вигляді, як надійшли з кормом. Саме в такому вигляді знаходяться незамінні жирні кислоти у ферментованому водорозчинному ліпідному комплексі, який отримували курчата дослідних груп. Активність ліполітичних ензимів у слизовій 12-типаллої кишки 28- та 56-добових курчат дослідних груп була нижча. Така ж тенденція зберігалася і у 112-добовому віці. У 112-добових курчат активність ліполітичних ензимів у підшлунковій залозі знижувалася на 8,58–9,11 %, що пов'язано, очевидно, з відсутністю добавки олій у складі раціону, яку виключали з 56 до 112 діб.

Обмінні процеси в організмі птиці тісно взаємопов'язані. Із окремих поживних речовин може вивільнитися різна кількість енергії, зокрема із 1 кг вуглеводів біля 4000 ккал, жирів – 9000 ккал, а білків 3800 ккал. Тобто жири постачають найбільшу кількість енергії. Із загальної кількості енергії на підтримання життєдіяльності використовується біля 45 %, а продуктивна енергія, яка використовується для виробництва продукції складає біля 28 %. Частина жирних кислот синтезується в печінці із вуглеводів. Звідси вони поступають в кров у вигляді фосфатидів з яких особливе значення, як біокатализатор має холін. Фосфатиди необхідні для розвитку ембріону, тому ними багатий яєчний жовток (Kulyk et al., 2003; Bauer et al., 2005).

Вирішальне значення для ефективності виробництва необхідної продукції має співвідношення між використанням корму і отриманій продукції. Такий показник дозволяє оцінювати як якість використовуваного корму так і продуктивний потенціал тварини. Остання ознака щодо величини оплати корму, представляє цікавість для генетиків. Для оцінки ефективності використання корму в птахівництві оперують двома поняттями, це витрати кормів на одиницю отриманої продукції або шляхом обчислення суми вмісту поживних речовин в кормі та кількості отриманого продукту (Kulyk et al., 2003).

При вирощуванні ремонтного молодняка вираховувати ефективність використаного корму складно, оскільки основною метою не є отримання максимального приросту, а отримання молодняка курчат здатних у перспективі протягом періоду продукування яєць, проявити високу і тривалу яйцекладку. Саме ці показники дадуть остаточну відповідь на рівень ефективності використання того чи іншого елемента годівлі.

На даному етапі досліджень встановлено, що використання ферментованого водорозчинного ліпідного концентрату порівняно з соєвою олією сприяє кращому розвитку репродуктивних органів при зниженні затрат корму. Так, маса яєчників у 112-добовому віці була вища на 4,19–11,24 %, а затрати кормів знижувалися на 4,31–14,21 %. За період досліду для вирощу-

вання однієї голови курчати було зекономлено 160 г комбікорму.

Висновки

1. Заміна соєвої олії на ферментований водорозчинний концентрат ліпідів сприяє кращому розвитку репродуктивних органів, вторинних статевих ознак та економії корму при вирощуванні ремонтного молодняка курей-несучок.

2. Додавання ферментованого ліпідного концентрату замість соєвої олії впливає на активність гідролітичних ферментів у тканинах печінки, підшлунковій залозі та слизових залозистого шлуночка і 12-типаллої кишки та інтенсифікує процеси травлення.

Відомості про конфлікт інтересів

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

References

- Bauer, E., Jakob, S., Mosenthin, R. (2005). Principles of physiology of lipid digestion. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, 18, 282–295.
- Boontiam, W., Hyun, Y. K., Jung, B., & Kim, Y. Y. (2019). Effects of lysophospholipid supplementation to reduced energy, crude protein, and amino acid diets on growth performance, nutrient digestibility, and blood profiles in broiler chickens. *Poultry science*, 98(12), 6693–6701. DOI: 10.3382/ps/pex005.
- Boontiam, W., Jung, B., & Kim, Y. Y. (2017). Effects of lysophospholipid supplementation to lower nutrient diets on growth performance, intestinal morphology, and blood metabolites in broiler chickens. *Poultry science*, 96(3), 593–601. DOI: 10.3382/ps/pew269.
- Brickett, K. E., Dahiya, J. P., Classen, H. L., & Gomis, S. (2007). Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. *Poultry science*, 86(10), 2172–2181. DOI: 10.1093/ps/86.10.2172.
- Farjami, T., Babaei, J., Nau, F., Dupont, D., & Madadlou, A. (2021). Effects of thermal, non-thermal and emulsification processes on the gastrointestinal digestibility of egg white proteins. *Trends in Food Science & Technology*, 107, 45–56. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.11.029.
- Haetinger, V. S., Dalmoro, Y. K., Godoy, G. L., Lang, M. B., de Souza, O. F., Aristimunha, P., & Stefanello, C. (2021). Optimizing cost, growth performance, and nutrient absorption with a bio-emulsifier based on lysophospholipids for broiler chickens. *Poultry science*, 100(4), 101025. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101025.
- Hasenhuettl, G. L. (2008). Synthesis and Commercial Preparation of Food Emulsifiers. In: Hasenhuettl, G.L., Hartel, R.W. (eds) *Food Emulsifiers and Their Applications*. Springer, New York, NY. DOI: 10.1007/978-0-387-75284-6_2.
- He, W., Furukawa, K., Bailey, C. A., & Wu, G. (2022). Oxidation of amino acids, glucose, and fatty acids as metabolic fuels in enterocytes of post-hatching devel-

- oping chickens. *Journal of animal science*, 100(4), skac053. DOI: 10.1093/jas/skac053.
- Kulyk, M. F., Kravtsiv, R. Y., & Obertyukh, Yu. V., (2003). Feed, assessment of use, livestock products, ecology. Vinnytsia: PP "Publishing house "Tezis".
- Kyryliv, B. Y. (2016). Age and organ–tissue features the activities hydrolytic enzymes quails. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Agricultural Sciences, 18(1), 53–59. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture/article/view/3500>.
- Kyryliv, B. Ya., & Hunchak, A. V. (2016). Activity of hydrolytic enzymes of the digestive tract of chickens in ontogenesis. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 5(29), 170–174.
- Kyryliv, B., Hunchak, A., & Stefanyshyn, O. (2018). Activity of hydrolytic enzyme in the poultry of different species. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Agricultural Sciences, 20(89), 95–99. DOI: 10.32718/nvlvet8918.
- Majdolhosseini, L., Ghasemi, H. A., Hajkhodadadi, I., & Moradi, M. H. (2019). Nutritional and physiological responses of broiler chickens to dietary supplementation with de-oiled soyabean lecithin at different metabolisable energy levels and various fat sources. *The British journal of nutrition*, 122(8), 863–872. DOI: 10.1017/S000711451900182X.
- Paraskeuas, V., Fegeros, K., Palamidi, I., Theodoropoulos, G., & Mountzouris, K. C. (2016). Phytogetic Administration and Reduction of Dietary Energy and Protein Levels Affects Growth Performance, Nutrient Digestibility and Antioxidant Status of Broilers. *The journal of poultry science*, 53(4), 264–273. DOI: 10.2141/jpsa.0150113.
- Ravindran, V., Tanchaenrat, P., Zaefarian, F., & Ravindran, G. (2016). Fats in poultry nutrition: digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 213, 1–21. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012.
- Saleh, A. A., Amber, K. A., Mousa, M. M., Nada, A. L., Awad, W., Dawood, M. A. O., El-Moneim, A. E. E. A., Ebeid, T. A., & Abdel-Daim, M. M. (2020). A Mixture of Exogenous Emulsifiers Increased the Acceptance of Broilers to Low Energy Diets: Growth Performance, Blood Chemistry, and Fatty Acids Traits. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(3), 437. DOI: 10.3390/ani10030437.
- Saleh, A. A., Amber, K. A., Mousa, M. M., Nada, A. L., Awad, W., Dawood, M. A. O., El-Moneim, A. E. E. A., Ebeid, T. A., & Abdel-Daim, M. M. (2020). A Mixture of Exogenous Emulsifiers Increased the Acceptance of Broilers to Low Energy Diets: Growth Performance, Blood Chemistry, and Fatty Acids Traits. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(3), 437. DOI: 10.3390/ani10030437.
- Siyal, F. A., Babazadeh, D., Wang, C., Arain, M. A., Saeed, M., Ayasan, T., ... Wang, T. (2017). Emulsifiers in the poultry industry. *World's Poultry Science Journal*, 73(3), 611–620. DOI: 10.1017/S0043933917000502.
- Viñado, A., Castillejos, L., & Barroeta, A. C. (2020). Soybean lecithin as an alternative energy source for grower and finisher broiler chickens: impact on performance, fatty acid digestibility, gut health, and abdominal fat saturation degree. *Poultry science*, 99(11), 5653–5662. DOI: 10.1016/j.psj.2020.06.050.
- Vlizio V. V. (2012). Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine. SPOLOM: Lviv.
- Zhao, P. Y., & Kim, I. H. (2017). Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. *Poultry science*, 96(5), 1341–1347. DOI: 10.3382/ps/pew469.