

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

# НАУКОВИЙ ВІСНИК

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

**СЕРІЯ: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**



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

**SERIES: AGRICULTURAL SCIENCES**

**Том 25 № 99**

**2023**

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

входить до “Переліку наукових фахових видань України”  
(категорія Б), в яких можуть публікуватися результати ди-  
сертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і  
кандидата наук у галузі сільськогосподарських наук  
(остання перереєстрація згідно з наказом Міністерства  
освіти і науки України № 1301 від 15 жовтня 2019 р.).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу  
масової інформації серія КВ № 14133–3104 ПР від  
11.06.2008 року.

#### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

##### Голова редакційної колегії:

В. В. СТИБЕЛЬ, д.вет.н. (Україна)

##### Заступники голови редакційної колегії

О. М. ФЕДЕЦЬ, к.с.-г.н. (Україна)

##### Відповідальний секретар

Б. В. ГУТИЙ, д.вет.н. (Україна)

##### Члени редакційної колегії

В. І. БУЦЯК, д.с.-г.н. (Україна)

А. В. ГУНЧАК, д.с.-г.н. (Україна)

Л. М. ДАРМОГРАЙ, д.с.-г.н. (Україна)

Ю. В. КОВАЛЬСЬКИЙ, д.с.-г.н. (Україна)

О. В. КОЗЕНКО, д.с.-г.н. (Україна)

Ю. В. ЛОБОЙКО, д.с.-г.н. (Україна)

Т. В. МАРТИШУК, к.с.-г.н. (Україна)

Р. П. ПАРАНЯК, д.с.-г.н. (Україна)

Я. І. ПІВТОРАК, д.с.-г.н. (Україна)

Т. Л. СИВИК, д.с.-г.н. (Україна)

О. І. СОБОЛЄВ, д.с.-г.н. (Україна)

В. В. ФЕДОРОВИЧ, д.с.-г.н. (Україна)

В. І. ХАЛАК, к.с.-г.н. (Україна)

О. Й. ЦІСАРИК, д.с.-г.н. (Україна)

Рекомендовано Вченою радою Львівського  
національного університету ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С. З. Гжицького (протокол  
№ 10 від 21.12.2023 р.).

##### Адреса редакційної колегії:

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@vetuniver.lviv.ua, bvvh@ukr.net

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

includes in the “List of scientific professional publications of  
Ukraine”, which can be published the results of dissertations for  
the degree of doctor and candidate of Science in Agricultural  
Science (last re-registration under the order of the Ministry  
education of Ukraine number 1301 of October 15, 2019)

Certificate of registration of print media Series KV  
number 14133–3104 PR from 11.06.2008 year.

#### EDITORIAL BOARD

##### Editor-in-Chief:

V. STYBEL, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

##### Deputy Editors:

O. FEDETS, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

##### Executive Secretary:

B. GUTYJ, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

##### Editorial board

V. BUTSYAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

A. HUNCHAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

L. DARMOHRAY, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

Y. KOVALSKYJ, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

O. KOZENKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

Y. LOBOIKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

T. MARTYSHUK, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

R. PARANYAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

Y. PIVTORAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

T. SYVYK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

O. SOBOLEV, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

V. FEDOROVYCH, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

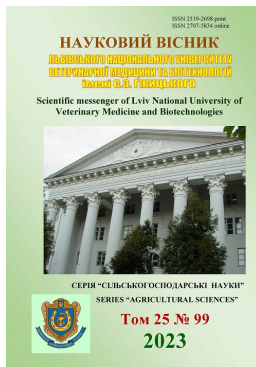
V. KHALAK, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

O. TSISARYK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

Recommended by Academic Council of Stepan Gzhytskyi  
National University of Veterinary Medicine and  
Biotechnologies Lviv (Minutes № 10 of 21.12.2023).

##### Editorial address:

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
79010, Lviv, Pekarska str., 50  
tel. +38 (032) 2392622, +380681362054  
E-mail: admin@vetuniver.lviv.ua, bvvh@ukr.net



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-a9901  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 639.311:615

## Technological parameters of carp growing (*Cyprinus carpio*) at different stocking densities

L. Y. Shtynda, Yu. V. Loboiko✉, B. S. Barylo

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

### Article info

Received 05.06.2023  
Received in revised form  
10.07.2023  
Accepted 11.07.2023

**Shtynda, L. Y., Loboiko, Yu. V., & Barylo, B. S. (2023). Technological parameters of carp growing (*Cyprinus carpio*) at different stocking densities. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 3–8. doi: 10.32718/nvlvet-a9901**

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-552-07-04  
E-mail: llobojko@ukr.net

This article presents a study of the technology of growing carp (*Cyprinus carpio*) using different stocking densities in feeding ponds. Carp is one of the most common and essential freshwater fish species for commercial farming and consumption. The study was conducted over several months, with an assessment of carp's growth, survival, and productivity when using different stocking densities in feeding ponds. Different stocking densities included low (sparse), medium, and high (dense) carp individuals per unit area. To experiment, four groups of carp individuals were kept in feeding ponds at different stocking densities from 2,000 to 3,500 specimens per hectare of water area. Using extensive planting material of carp with an average weight of 55 g makes it possible to obtain commercial carp with an average weight of 485 g to 650 g during a two-year cycle of cultivation in the conditions of the second fish farming zone without reducing fish production. At the same time, the largest concentration of carp was obtained in a pond with sparse planting of annuals – 2.0 thousand specimens/ha. An increase in the planting density of yearlings of carp to 3.5 thousand units/ha led to a decrease in the average daily weight of two-year-old carp to 510 g while maintaining a high fish production of 1122 kg/ha. At the same time, a hydrochemical analysis was carried out in the ponds, and the amount and biomass of the natural feed base (phyto-, zooplankton, and zoobenthos) were determined. The analysis of the research results indicates that the stocking density of carp has a significant impact on its productivity. The sparse stocking conditions promoted more significant growth and better development of the fish, which may be due to less competition for food and space. On the other hand, high stocking density led to a slight decrease in growth and did not affect survival and fish productivity. The results of this study have practical applications for fish farms engaged in the cultivation of carp. They emphasize the importance of an optimal balance between the number of fish, the availability of natural feed, and the area of the feeding ponds in order to achieve maximum growth and productivity with minimum costs of keeping and feeding the fish. Such research will help improve fish farming technologies and optimize production processes to ensure sustainable and efficient development of the industry.

**Key words:** carp, two-year-old carp, stocking density, fish productivity, hydrochemistry, zooplankton, zoobenthos.

## Технологічні параметри вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) за різної щільності зариблення

Л. Й. Штинда, Ю. В. Лобойко✉, Б. С. Барило

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

Ця стаття презентує дослідження технології вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) з використанням різних щільностей посадки в нагульних ставах. Короп є одним із найбільш поширених і важливих видів прісноводної риби для комерційного вирощування та споживання. Дослідження проводилось упродовж місяців з оцінкою росту, виживаності та продуктивності коропа при засто-

суванні різних щільностей посадки у нагульних ставах. Різні щільності посадки включали в себе низьку (розріджену), середню та високу (щільну) кількість індивідуальних особин на одиницю площі. Для проведення експерименту було сформовано чотири групи особин коропа, які утримувалися в нагульних ставах за різної щільності зариблення від 2000 до 3500 екз. на гектар водної площі. Використання великого посадкового матеріалу коропа середньою масою 55 г дозволяє при дворічному циклі вирощування в умовах другої зони рибництва отримувати без зниження рибопродукції товарного коропа середньою масою від 485 г до 650 г. При цьому найбільша наважка коропа була отримана в ставі з розрідженою посадкою річчяків – 2,0 тис. екз/га. Збільшення щільності посадки річчяків до 3,5 тис. екз/га призводило до зниження середньодобової наважки дволітки до 510 г за збереження високої рибопродукції 1122 кг/га. Водночас було проведено гідрохімічний аналіз у ставах і встановлено кількість та біомасу природної кормової бази (фіто-, зоопланктону та зообентосу). Аналіз результатів дослідження вказує на те, що щільність посадки коропа має значний вплив на його продуктивність. Умови розрідженої посадки сприяли більшому росту та кращій розвиненості риби, що може бути пов'язано з меншою конкуренцією за їжу та простір. З іншого боку, висока щільність посадки призводила до незначного зниження росту та не впливала на виживаність і рибопродуктивність. Результати цього дослідження мають практичне застосування для рибогосподарств, що займаються вирощуванням коропа. Вони нагадують про важливість оптимального балансу між кількістю риби, наявністю природного корму та площею нагульних ставів, щоб досягти максимальних показників росту та продуктивності при мінімальних затратах на утримання та годівлю риб. Такі дослідження допоможуть поліпшити технології вирощування риби й оптимізувати виробничі процеси для забезпечення стійкого та ефективного розвитку галузі.

**Ключові слова:** короп, дволітки, щільність зариблення, рибопродуктивність, гідрохімія, зоопланктон, зообентос.

## Вступ

Вирощування риби – одна з найстаріших галузей аквакультури, яка набуває все більшої популярності в сучасному світі. Короп – один із найбільш поширених і затребуваних видів риби для ставового вирощування завдяки стійкості до несприятливих умов, високим приростам маси та смаковим якість м'яса (Bahdai, 2016; Loboiko et al., 2021).

Одним із важливих аспектів оптимізації вирощування коропа є щільність посадки риби у водоймах. Відправна точка прийняття рішення про щільність посадки полягає в здатності забезпечити оптимальні умови для зростання і розвитку риби, з одного боку, та максимальну продуктивність рибогосподарського підприємства – з іншого. Зважаючи на це, вчені та фахівці галузі рибництва постійно вдосконалюють технології вирощування коропа, зокрема, досліджуючи вплив різних щільностей посадки на продуктивність та ріст риби (Koryliak, 2019; Hryhorenko et al., 2019; Kofonov et al., 2020; Baturevych & Bersan, 2020).

За вирощування риби у ставах виняткове значення має забезпечення об'єктам рибництва належних умов існування, близьких до оптимальних. Хімічний режим води відіграє важливу роль у життєдіяльності гідробіонтів і є одним із основних чинників, що впливають на розвиток природної кормової бази та рибопродуктивність ставів. Формування його залежить від кліматичних, ґрунтово-геологічних чинників, джерела водопостачання, замуленості, засобів інтенсифікації тощо. Насамперед риби повинні бути забезпечені достатньою кількістю природних та штучних кормів (Loboiko, 2012; Hrytsyniak et al., 2013; Hryhorenko et al., 2019; Rudenko et al., 2019; Kuts et al., 2021).

Виходячи з вище зазначеного щільність зариблення ставів та вплив абіотичних чинників середовища відіграють важливу роль при вирощуванні риб.

## Мета дослідження

Метою нашої роботи було надати практичні поради щодо оптимального вибору щільності посадки коропа за впливу абіотичних чинників водного середовища. Результати цих досліджень можуть бути корисними для фахівців-рибоводів, а також для всіх

зацікавлених у розвитку ефективних технологій вирощування риби з максимальною продуктивністю та мінімальними затратами.

## Матеріал і методи досліджень

Основні рибогосподарські дослідження були проведені за методиками, загальноприйнятими в рибництві. У дослідях враховували щільність посадки, приріст, виживаність риб під час експерименту, витрати кормів та рибопродуктивність (Ianinovysh et al., 2011; Ievtushenko, 2013).

Об'єктом досліджень послужив український лускатий короп (*Cyprinus carpio*). Для проведення експерименту було використано 4 нагульні стави, де проводили вирощування коропа у монокультурі за різної щільності зариблення (2000, 2500, 3000, 3500) штук на гектар.

Контроль фізико-хімічних показників здійснювали кожного місяця протягом всього експериментального періоду згідно із загальноприйнятим в рибництві методиками. Відповідність результатів аналізів встановлювали за державним стандартом СОУ-05.01.-37-385:2006. “Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми” (СОУ 05.01-37-385:2006).

Також щодобово здійснювався контроль температурного та кисневого режиму за допомогою автоматичного термооксиметра. При проведенні гідробіологічних досліджень проби відбирали згідно із загальноприйнятою у гідробіології методикою (Krazhan, 2011): воду зачерпували батометром Руттнера об'ємом 1 дм<sup>3</sup> 50 разів на кожній із трьох станцій точок відбору і проціджували через сітку Апштейна (газ № 72), до якої була прикріплена металева склянка об'ємом 33,5 мл. Відібрану пробу фіксували 4 % розчином формаліну. Якісні проби обробляли у той же день, не пізніше, ніж через 2–3 години після процедури відбору.

## Результати та їх обговорення

Дослідження гідрохімічного режиму ставів та розвитку планктонних угруповань проводили впродовж вегетаційного періоду. Порівняння показників мінерального складу води ставів весняного та літнього

періодів спостережень показало, що за основними даними вони зберігаються в нормативних значеннях. Оскільки не виявлено будь-яких суттєвих факторів щодо погіршення загального екологічного стану (рівневий режим, водозбір, джерела забруднення на водозборі), останнє можна пов'язувати з різним темпом розвитку водної маси в період прогріву та літньої стагнації водної маси ставів та впливом заходів, що проводяться. Зокрема, спостерігалось незначне зниження концентрації біогенних елементів (сполуки

Азоту і Фосфору) до середини літа, компенсувалося їх зростанням до кінця серпня, що своєю чергою пояснюється процесами відмирання органічної речовини (насамперед фітопланктону) та її подальшою мінералізацією. На це вказує зростання прозорості у ставах, а також наявність нітритів у мінімальній кількості. Останнє свідчить про повноту перебігу процесів нітрифікації при залученні ресурсів розчиненого кисню (табл. 1).

**Таблиця 1**  
Гідрохімічні показники нагульних ставів

Показники	ГДК ОСТ 15.372-87	Протягом вегетаційного сезону
pH	6,5–8,5	6,8–7,2
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	5–8	4,0–6,2
Окиснюваність перманганатна, мг O/дм <sup>3</sup>	до 15	12,4–14,8
Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>	1,8–3,5	2,2–3,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	до 1,0	0,6–0,9
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	до 0,1	0,05–0,08
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	до 3,0	1,2–2,4
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , мг P/дм <sup>3</sup>	до 0,5	0,3–0,4
Загальна твердість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	2,0–6,0	2,8–4,4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	60–200	156,5–195,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	до 1000	354,5–447,5
Σ Загальна мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	300–1000	348,5–467,4

Що стосується аналізованих процесів, найбільший інтерес становить динаміка таких показників, як прозорість води, вміст мінерального азоту та фосфору фосфатного. Прозорість води в ставах мала сезонну динаміку, пов'язану з розвитком фітопланктону. Зазвичай мінімальні значення спостерігалися у травні, що зумовлювалося весняним піком розвитку діатомових водоростей. У літні місяці прозорість води могла знижуватися під впливом розвитку більш теплолюбних форм водоростей (зелені та синьо-зелені) або зростати при зниженні інтенсивності розвитку фітопланктону. Зі зниженням інтенсивності розвитку фітопланктону та переважанням процесів деструкції прозорість води восени знову починала зростати. Мінеральний азот у воді ставів був представлений основними неорганічними формами з чисельним переважанням нітратів. Нітрити в ставах спостерігалися у мінімальних кількостях. Такий розподіл може пояснюватися різним рівнем продукування органічної речовини та її участю у наступних реакціях денітрифікації. Сполуки мінерального фосфору, поряд з мінеральним азотом, є основними, що лімітують розвиток первинних продуцентів. Стосовно основних показників: вмісту кисню, окиснюваності, pH вони не перевищували нормативних величин.

Протягом вегетаційного періоду в аналізованих ставах спостерігалися загальні закономірності розвитку мікродоростей, властивих евтрофним водоймам. Загалом у структурі фітопланктону ставів було виявлено 16 таксонів водоростей, у тому числі зелені – 8, діатомові – 2, синьо-зелені та евгленові – по 3. Найбільш численними виявилися роди: *Scenedesmus* Meyen, *Euglena* Ehrb., *Peridinium* Ehrb., *Oscillatoria* Vauch, *Microcystis* Lem. За результатами досліджень показники розвитку фітопланктону у дослідних ста-

вах змінювались у межах: за чисельністю 0,38–502,8 млн кл./дм<sup>3</sup>, за біомасою – 0,2–42,2 мг/дм<sup>3</sup>.

У ставах протягом сезону виявлено подібну картину динаміки біомас: від середніх показників весни – початку літа до літнього мінімуму, що припав на третю декаду липня, до максимуму розвитку наприкінці серпня–вересня. Встановлено зростання значень показників від початку до кінця періоду вирощування риби. Середньосезонні значення кількісного розвитку фітопланктону склали: за чисельністю – 32,5–158,7 млн кл./дм<sup>3</sup>, за біомасою – 4,2–17,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Так, у весняно-літній період відзначено чітке переважання біомаси діатомових, значення яких до середини літа сходять до мінімального. З липня більш масово трапляються зелені та синьо-зелені, у сумі визначаючи кількісний розвиток. У структурі фітопланктону в цей період спостерігається почергове домінування діатомових і евгленових, на зміну яким до початку липня приходять зелені. З другої половини літа виявлено закономірне наростання біомаси синьо-зелених (до 80 % до кінця вересня).

У штучних прісноводних водоймах (ставах) планктон відіграє ключову роль, з одного боку, як споживач первинної продукції (фітопланктону), а з іншого – необхідний компонент харчового ланцюга для риб. Представники зоопланктону є найважливішим компонентом харчових ланцюгів в екосистемі водоймища, забезпечуючи у літоралі умови нагулу для молоді риб. Літоральний зоопланктон мешкає в умовах мінливих абіотичних та біотичних факторів, які визначають його структуру та функціонування (Krazhan, 2011).

Вивчення взаємозв'язку чисельності та біомаси популяцій і структури спільноти зоопланктерів є одним із інструментів розуміння ефективності прове-



дення біоманіпуляцій. Відповідно до теорії трофічного каскаду гіллястовусі ракоподібні виступають основним фактором, що регулює рівень розвитку планктонних продуцентів, що визначають умови та ступінь “цвітіння” вод, а до потенційних споживачів бактерій традиційно зараховують великих фільтраторів-кладоцер (дафній). Додаткове вселення хижих риб знижує хижацтво мирних видів та їх молоді щодо зоопланктону (особливо гіллястовусих ракоподібних), що веде до зростання біомаси безхребетних фільтраторів і, як наслідок, сприяє зниженню рівня розвитку водоростей. Динаміка чисельності та біомаси літоральних зоопланктерів регулюється не тільки взаєминами типу “споживач” і “хижак-жертва”, а й рівнем розвитку літоралі як підсистеми загалом, у тому числі характером її заростання (Krazhan & Khyzhniak, 2009; Loboiko & Dumych, 2014).

У складі зоопланктону літоральної зони ставів виявлено 36 видів, у тому числі коловерток – 17, гіллястовусих ракоподібних – 13, веслоногих ракоподібних – 6. Домінуючий літоральний комплекс коловерток протягом сезону досліджень істотних змін не зазнав, а його ядро склали роди *Asplanchna*, *Brachionus* (коловертки); *Ceriodaphnia*, *Daphnia* (гіллястовусі рачки), *Acanthocyclops*, *Eudiaptomus* (веслоногі рачки). Середньорічна чисельність коловерток мала стійку тенденцію до зростання в межах 7,2–58,5 тис.екз./м<sup>3</sup>; біомаса коливалася (в основному за рахунок зміни значущості великого виду *Asplanchna priodonta*) (табл. 2).

У групі гіллястовусих ракоподібних домінували *Daphnia cucullata* та *Bosmina longirostris* (22 % та 29 % від загальної середньосезонної чисельності зоо-

планктону). Зафіксовано розширення видового розмаїття за рахунок виявлення *Daphnia longispina*, *Peracanta truncate*, *Leydigia sp.* Серед літоральної спільноти кладоцер виявлено якісні зміни, що стосуються розмірного складу особин та розвитку біомас окремих складових груп. Зокрема, спостерігаємо тенденцію зміни співвідношення фітофільних та пелагічних форм (у загальноприйнятому розумінні), з поступовим збільшенням чисельності останніх.

**Таблиця 2**

Середньосезонні показники розвитку зоопланктону у нагульних ставах

Організми зоопланктону	Тис. екз/м <sup>3</sup>	Г/м <sup>3</sup>
Коловертки	74,5	2,2
Гіллястовусі ракоподібні	98,5	3,2
Веслоногі ракоподібні	122,5	3,4
Всього	295,5	8,8

Згідно з результатами досліджень, показники розвитку зоопланктону у експериментальних ставах змінювалися у межах: за чисельністю – 92,5–620,7 тис. екз./м<sup>3</sup>, за біомасою – 3,2–16,8 г/м<sup>3</sup>. Середньосезонна біомаса зоопланктону за вегетаційний сезон складала 8,8 г/м<sup>3</sup>, що є в межах норми для ставів досліджуваного регіону.

При дослідженні придонних організмів було встановлено, що в основному вони перебували у вигляді личинок комарів родини Дзвінцевих, близько 92 %. Інші організми зообентосу представлені круглими червами, олігохетами (табл. 3).

**Таблиця 3**

Динаміка розвитку зообентосу у нагульних ставах (екз/м<sup>2</sup>), (г/м<sup>2</sup>)

Місяці	Літо		Осінь	
	кількість	біомаса	кількість	біомаса
Хірономіди	695,0	3,2	94,0	0,4
Круглі черви, олігохети	175,0	1,0	19,0	0,1
Всього	870,0	4,2	113,0	0,5

Показники розвитку організмів зообентосу коливалися в досліджуваних водоймах у межах: 19,0–870,0 екз./м<sup>2</sup> – за чисельністю та 0,1–4,2 г/м<sup>2</sup> – за біомасою. Максимальні значення біомаси донних кормових організмів зафіксовано у червні – 4,2 г/м<sup>2</sup>. У подальшому показники поступово знижувались до мінімальних значень у вересні, що пов’язано із сезонною динамікою та виїданням бентосних організмів коропом. Середньосезонні показники чисельності зообентосу у ставах склали 491,5 екз./м<sup>2</sup>, біомаси – 2,4 г/м<sup>2</sup>. Основу біомаси зообентосу в усіх ставах формували личинки комарів родини Дзвінцеві (*Chironomidae*) (95–97 %).

Загалом показники розвитку компонентів природної кормової бази відповідали нормативам для нагульних ставів лісостепової зони.

Для проведення експерименту було використано 4 стави за різної щільності зариблення від 2,0 до

3,5 тис. екз/га. Вихід риби при вирощуванні у монокультурі становив 60,6 % середньою масою 538,8 грама. Загальна рибопродуктивність становила 884,4 кг/га при затратах корму 4,1 од.

Дослідження, проведені на експериментальних ставках, показали, що використання великого посадкового матеріалу коропа середньою масою 55 г дозволяє при дворічному циклі вирощування в умовах другої зони рибництва отримувати без зниження рибпродукції товарного коропа середньою масою від 485 г до 650 г, що на 25 % вище за норматив (DSTU 2284:2010). При цьому найбільша наважка коропа була отримана в групі ставків з розрідженою посадкою річняків – 2,0 тис. екз/га. Збільшення щільності посадки річняків до нормативної – 3,5 тис. екз/га – призводило до зниження середньодобової наважки дволітки на 21,5 % (до 510 г) за збереження високої рибпродукції (1122 кг/га) (табл. 4).

**Таблиця 4**

Вирощування товарної риби за дволітнього обороту

Варіанти	Щільність посадки, тис. екз/га	Вихід з га			Рибопродук- тивність, кг/га	Затрати корму, од.
		%	Тис. екз	Середня маса, г		
1	2,0	60,0	1,2	650	780	3,6
2	2,5	56,0	1,4	510	714	3,6
3	3,0	63,3	1,9	485	921,5	4,2
4	3,5	62,9	2,2	510	1122,0	4,8
Середнє	2,8	60,6	1,7	538,8	884,4	4,1

Варто зазначити, що кінцеві результати вирощування дволіток (маса, рибопродукція) значною мірою залежали від кормів ставка, рівня розвитку природної кормової бази. Тому в тій самій групі ставків при однаковій інтенсифікації рибоводного процесу рибоводні показники можуть значно варіювати. Це пояснює вищі показники кінцевої маси риби, отримані у високопродуктивних ставках варіанта 1 порівняно з ставками варіантів 2 і 3, де щільність вирощування дволіток була вищою (2,5–3,0 тис. екз/га).

Через неналежну охорону ставків вихід дволіток коропа був дещо нижчим нормативу, склавши в середньому за варіантами 56,0–60,0 % від посадки річників. Основна мета рибництва – отримання максимальної кількості якісної продукції з одиниці водної площі за найменших витрат. Витрати на корми у структурі собівартості товарної риби становлять понад 55 %, тому важливо організувати раціональне годування риби. Як недокорм, так і посилене годування коропа викликають зниження ефективності використання комбікормів. Відомо, що у міру збільшення маси риби відносний приріст знижується і економічно доцільним виявляється зменшення добової норми комбікорму. Такий підхід до годівлі у рибництві відповідає фізіологічно обґрунтованому нормуванню годівлі (Hrytsyniak, 2007). В умовах експериментальних ставків величину добової норми годівлі при вирощуванні товарних дволіток регулювали залежно від вмісту кисню, що розчинився у воді, температури води і маси риби. Щоденна витрата корму за період вирощування товарних дволіток коливалася в межах від 7 до 80 кг/га, що становило від 1,0 до 15 % маси риби. При вирощуванні риби за традиційною технологією в середньому за сезон добова норма годування дволіток коропа залежно від щільності посадки становить від 2,0 до 10 % від маси риби (Hrytsyniak, 2007). Добра забезпеченість коропа в експериментальних ставках природною їжею (20 % раціону) сприяла засвоєнню комбікорму та зниженню його споживання в середньому за сезон до 5,0 % від маси тіла за добу. При цьому в середньому за сезон витрати корму на одиницю приросту риби склали від 3,6 до 4,8 одиниць.

### Висновки

Порівняння показників мінерального складу води ставів весняного та літнього періодів спостережень показало, що за основними даними вони зберігаються в нормативних значеннях.

Середньосезонні значення кількісного розвитку фітопланктону склали: за чисельністю – 32,5–158,7 млн кл/дм<sup>3</sup>, за біомасою – 4,2–17,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Згідно з результатами досліджень, показники розвитку зоопланктону у експериментальних ставках змінювалися у межах: за чисельністю – 92,5–620,7 тис. екз./м<sup>3</sup>, за біомасою – 3,2–16,8 г/м<sup>3</sup>.

Середньосезонні показники чисельності зообентосу у ставках склали 491,5 екз./м<sup>2</sup>, біомаси – 2,4 г/м<sup>2</sup>.

Вихід риби при вирощуванні у монокультурі становив 60,6 % середньою масою 538,8 грама. Загальна рибопродуктивність становила 884,4 кг/га при затратах корму 4,1 од.

*Перспективи подальших досліджень.* У зв'язку з одержаними результатами, виникає потреба дослідити вплив щільності посадки риб при вирощуванні у полікультурі за впливу абіотичних чинників середовища.

### Відомості про конфлікт інтересів

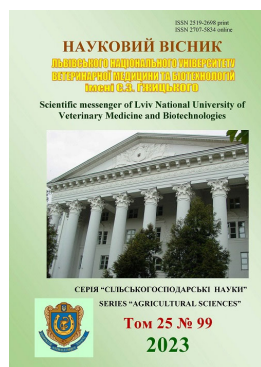
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Alkhimov, Yu. M., Neznamov, S. O., & Sherman, I. M. (2013). Hustota posadky i spivvidnoshennia komponentiv polikultury u stavakh na torfianykh i pishchanykh hruntakh pry vyroshchuvanni tsoholitok koropovykh ryb. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2, 66–69. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rnu\\_2013\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rnu_2013_2_10) (in Ukrainian).
- Bahdai, T. (2016). Korop zvychaiyni u vodnykh ekosystemakh ta akvakulturi. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seria: Ahronomiia*, 20, 182–186. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau\\_act\\_2016\\_20\\_39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2016_20_39) (in Ukrainian).
- Baturevych, O. O., & Bersan, T. O. (2020). Produktivna ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia tovarnoho koropa za vykorystannia v hodivli netradytsiinykh kormovykh dobavok. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2(52), 86–96. DOI: 10.15407/fsu2020.02.086 (in Ukrainian).
- DSTU 2284:2010. *Ryba zhyva. Zahalni tekhnichni umovy* [chynnyi vid 01.01.2012]. Kyiv: Derzhspozhyvchstandart Ukrainy, 2012. S. 26. *Natsionalnyi standart Ukrainy* (in Ukrainian).
- Hryhorenko, T. V., Postoienko, D. M., Shumyhai, I. V., & Dobrianska, O. P. (2019). Ekolohichniy stan rybnytskykh staviv za vyroshchuvannia populatsii antoninskozuzulenetskoj porody koropa. *Ahroekolohichniy zhurnal*, 4, 65–73. DOI: 10.33730/2077-4893.4.2019.189460 (in Ukrainian).

- Hrytsyniak, I. I. (2007). *Naukovo-praktychni osnovy ratsionalnoi hodivli ryb*. Kyiv: Rybka moia (in Ukrainian).
- Hrytsyniak, I. I., Tuchapska, A. Ia., Krazhan, S. A., & Tuchapskyi, Ya. V. (2013). Vplyv ekolohichnykh umov ta zakhodiv intensyfikatsii na rist plemnykh tsoholitok liubinskoho luskatoho koropa. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 3, 46–54. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rnu\\_2013\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rnu_2013_3_7) (in Ukrainian).
- Ianinovykh, Y. Ye., Hrytsyniak, I. I., & Hrynzhevskiy, M. V. (2011). *Stavova polikultura: monohrafiia*. Lviv: Spolom (in Ukrainian).
- Ievtushenko, M. Yu. (2013). *Metodyka doslidzhen u rybnytstvi (Metodychni posibnyk)*. Kyiv (in Ukrainian).
- Kofonov, K., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Zinkovskiy, O., Khomiak, O., Dunaievska, O., Rud, O., Kutsocon, 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* L.) exposed to ammonium chloride and potassium phosphate. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 137–147. DOI: 10.15421/2020\_181.
- Koryliak, M. Z. (2019). Rezultaty vyroshchuvannya tovarnogo koropa (*Cyprinus carpio* L., 1758) pry vykorystanni v skladi ratsionu roztoropshi pliamystoi (*Silybum marianum* (L.) Geartn). *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4(50), 109–122. DOI: 10.15407/fsu2019.04.109 (in Ukrainian).
- Krazhan, S. A. (2011). *Pryrodna kormova baza rybohospodarskykh vodoim*. Kherson: Oldi-plius (in Ukrainian).
- Krazhan, S. A., & Khyzhniak, M. I. (2009). *Pryrodna kormova baza staviv: naukovo – vyrobnyche vydannia*. Kherson (in Ukrainian).
- Kuts, U. S., Tuchapska, A. Ya., Dobrianska, O. P., & Kurinenko, H. A. (2021). Vplyv ekolohichnykh umov na vyroshchuvannya tsoholitok koropo-sazanovykh hibrydiv riznogo pokhodzhennia. *Ahroekolohichni zhurnal*, 1, 106–114. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2021.227247 (in Ukrainian).
- Loboiko, Y., Barylo, Y., Vachko, Y., Barylo, B., & Rachkivska, I. (2021). Technologies of carp growing and their features. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 23(95), 54–59. DOI: 10.32718/nvlvet-a9507.
- Loboiko, Yu. V. (2012). Abiolychni chynnyky vodnoho seredovyscha vyroshchuvannykh staviv. *Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S. Z. Hzhyskoho*, 14(3(53)), 136–142. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2012\\_14\\_3%281%29\\_28](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2012_14_3%281%29_28) (in Ukrainian).
- Loboiko, Yu. V., & Dumych, O. Ya. (2014). Pryrodna kormova baza vyroshchuvannykh staviv. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhyskoho*, 16(2(59)), 202–211. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2014\\_16\\_2%282%29\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2014_16_2%282%29_36) (in Ukrainian).
- Rudenko, O. P., Paranjak, R. P., Kovalchuk, N. A., Kit, L. P., Hradovych, N. I., Gutyj, B. V., Kalyn, B. M., Sukhorskaya, O. P., Butsiak, A. A., Kropyvka, S. I., Petruniv, V. V., & Kovalska, L. M. (2019). Influence of seasonal factors on carp fish immune reactivity. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 168–173. URL: <https://www.ujecology.com/articles/influence-of-seasonal-factors-on-carp-fish-immune-reactivity.pdf>.
- SOU 05.01-37-385:2006. *Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy*. Kyiv: Ministerstvo aharnoi polityky Ukrainy, 2006. 15 p. (Standart Minahropolityky Ukrainy) (in Ukrainian).





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

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

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9902

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

UDC 378.147.091.33(076.5)

## Organization of distance learning using the Moodle platform, the Zoom service, and Google digital tools for higher education students of the Aquatic Bioresources and Aquaculture educational programs at Bila Tserkva National Agrarian University

N. Ye. Grynevych✉, O. A. Khomiak, A. O. Sliusarenko, A. M. Trofymchuk, O. V. Tkachenko

*Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine*

### Article info

Received 12.06.2023

Received in revised form

13.07.2023

Accepted 14.07.2023

*Bila Tserkva National Agrarian  
University, pl. Soborna, 8/1,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-098-959-49-97  
E-mail: gnatbc@ukr.net*

*Grynevych, N. Ye., Khomiak, O. A., Sliusarenko, A. O., Trofymchuk, A. M., & Tkachenko, O. V. (2023). Organization of distance learning using the Moodle platform, the Zoom service, and Google digital tools for higher education students of the Aquatic Bioresources and Aquaculture educational programs at Bila Tserkva National Agrarian University. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 9–13. doi: 10.32718/nvlvet-a9902*

Today, students of higher education study in Ukraine; it is not easy to imagine without information technologies, which are necessary for modern education. Creating a global information space, such technologies penetrate all spheres of human activity, thus becoming an integral part of the educational process. In today's challenges, pandemics, and wars, modern education relies on the informatization of the educational space and distance learning, drawing society's attention to distance learning technologies. During martial law, remote course training in schools and universities makes it possible to receive and continue learning, gain knowledge, and increase training. Using remote platforms to learn educational components is an integral part of the educational process. Training specialists, training, and counseling of higher education seekers in the existing conditions is only possible with modern educational online platforms. The main task is the correct organization of the educational process and for those seeking higher education to successfully acquire the necessary knowledge in specialized disciplines to prepare competent, competitive specialists. Bila Tserkva National Agrarian University applies a distance form of education, which is regulated by regulations ("Regulations on the system of internal quality assurance of education and educational activities at Bila Tserkva National Agrarian University", "Regulations on the organization of current, semester control and attestation of applicants of professional pre-higher and higher education with the use of distance learning technologies in the regional university center of Bila Tserkva National Agrarian University", "Regulations on the Moodle learning management system at Bila Tserkva National Agrarian University"). Distance learning in recent years has shown a sufficiently high-quality success rate of higher education applicants and the training of scientific and pedagogical personnel to ensure the educational program Water bioresources and aquaculture at the Bila Tserkva National Agrarian University. Students are provided with electronic versions of manuals, textbooks, lecture courses, and presentations on the Moodle platform and other services. The use of Google digital tools and the Moodle platform, the Zoom service help students of higher education acquire knowledge in their field in an accessible form and comfortable conditions.

**Key words:** virtual learning environment, distance learning technologies, Zoom service, Google digital tools, Moodle platform.

## Організація дистанційного навчання за використання платформи Moodle, сервісу Zoom, цифрових інструментів Google для здобувачів вищої освіти освітніх програм Водні біоресурси та аквакультура у Білоцерківському національному аграрному університеті

Н. Є. Гриневич<sup>✉</sup>, О. А. Хом'як, А. О. Слюсаренко, А. М. Трофимчук, О. В. Ткаченко

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Сьогодення важко уявити без інформаційних технологій, які необхідні в сучасній освіті. Створюючи інформаційний глобальний простір, такі технології проникають у всі сфери людської діяльності, відтак стають і невіддільною частиною освітнього процесу. Сучасна освіта в умовах викликів сьогодення: пандемії, війни опирається на інформатизацію освітнього простору та дистанційне навчання, а це привернуло увагу суспільства до технологій дистанційного навчання. Під час воєнного стану дистанційні курси, навчання у закладах вищої освіти, дають змогу отримувати та продовжувати навчатися, здобувати знання, підвищувати рівень підготовки. Використання дистанційних платформ за засвоєння освітніх компонентів є невід'ємною частиною навчально-виховного процесу. Підготовка фахівців, навчання, консультування здобувачів вищої освіти в існуючих умовах неможливе без застосування сучасних освітніх онлайн платформ. Основне завдання – правильна організація освітнього процесу, а здобувачам вищої освіти – успішно засвоїти необхідні знання з профільних дисциплін, підготувати компетентних, конкурентоспроможних фахівців. Білоцерківський національний аграрний університет застосовує дистанційну форму навчання, яка регламентується положеннями (“Положення про систему внутрішнього забезпечення якості освіти та освітньої діяльності в Білоцерківському національному аграрному університеті”, “Положення про організацію поточного, семестрового контролю та атестації здобувачів фахової передвищої та вищої освіти із застосуванням дистанційних технологій навчання у регіональному університетському центрі Білоцерківського національного аграрного університету”, “Положення про систему управління навчанням Moodle в Білоцерківському національному аграрному університеті”). Використання дистанційного навчання впродовж останніх років показала достатню високу якість успішність здобувачів вищої освіти та підготовку науково-педагогічного персоналу для забезпечення освітньої програми Водні біоресурси та аквакультура у Білоцерківському національному аграрному університеті. Студенти забезпечені електронними варіантами посібників, підручників, курсів лекцій та презентацій на платформі Moodle та інших сервісах. Використання цифрових інструментів Google та платформ Moodle, сервісу Zoom сприяють здобувачам вищої освіти отримувати у доступній формі та комфортних умовах знання за своїм фахом.

**Ключові слова:** віртуальне навчальне середовище, технології дистанційного навчання, сервіс Zoom, цифрові інструменти Google, платформа Moodle.

## Вступ

У світовій освіті спостерігається тенденція щодо популяризації та удосконалення дистанційного навчання з застосування сучасних онлайн-сервісів та платформ, що сприяє доступності освіти усіх верств населення на відстані у різних умовах (Kyianka & Shapoval, 2013; Adamova & Uhrak, 2014; Dushchenko & Miziuk, 2014; Oliinyk, 2014; Postolenko, 2015).

В Україні згідно з Положенням про дистанційне навчання (затвердженим Наказом МОН України № 466 від 25.04.2013) (Nakaz MON № 466) паралельно з традиційною освітою інтенсивно використовується дистанційна форма.

Епідемія COVID-19, війна на території України призвели до міграційних процесів населення, переміщення навчальних закладів та інших негативних наслідків, які викликали необхідність застосування сучасних онлайн сервісів і платформ для ефективного отримання якісної освіти (Belan, 2020; Bilyk et al., 2021; Tarasenko, 2021).

Білоцерківський національний аграрний університет інтенсивно застосовує дистанційну форму навчання, яка регламентується положеннями (“Положення про систему внутрішнього забезпечення якості освіти та освітньої діяльності в Білоцерківському національному аграрному університеті”, “Положення про організацію поточного, семестрового контролю та атестації здобувачів фахової передвищої та вищої освіти із застосуванням дистанційних технологій навчання у регіональному університетському центрі Білоцерківського національного аграрного університету”, “Положення про систему управління навчанням Moodle в Білоцерківському національному аграрному університеті”).

Міністерство освіти і науки України за підтримки Google Україна задля розширення можливостей вико-

ристання цифрових інструментів для організації дистанційного навчання й підвищення ефективності освітнього процесу організувало безоплатне навчання в межах програми “Google Digital Tools for Education/Цифрові інструменти Google для освіти”, яке здійснювалося впродовж 2022/2023 навчального року, взяли участь освітяни Білоцерківського НАУ, як результат отримання спеціального статусу “Заклад освіти – учасник програми Google for Education”.

## Мета дослідження

Провести аналіз сервісів, платформ та інструментів, що застосовуються для дистанційного навчання, показати їхні переваги та недоліки у підготовці здобувачів спеціальності 207 “Водні біоресурси та аквакультура”.

**Завдання дослідження:** обґрунтування необхідності використання навчальних дистанційних платформ в організації якісного навчального процесу для здобувачів вищої освіти.

## Матеріал і методи досліджень

Основою досліджень є обґрунтування і досвід практичного використання онлайн-платформ та сервісів у дистанційному навчанні студентів за умов сьогодення в Україні, а також досвід вітчизняних та закордонних освітян у галузі інформаційних технологій.

## Результати та їх обговорення

Одним зі стратегічних найважливіших завдань на цьому етапі становлення вищої освіти України – забезпечення якості підготовки спеціалістів на рівні міжнародних стандартів. Виконання цього завдання можливе за умови зміни та впровадження інновацій-

них інформаційних технологій навчання в освітній процес.

Переваги онлайн-технології:

- спростити організацію лекційних та практичних занять для здобувачів вищої освіти у навчальному закладі нині в Україні;
- запросити стейкхолдерів, які перебувають в інших регіонах чи за кордоном за спеціальністю 207 “Водні біоресурси та аквакультура”;
- забезпечити високий рівень інтерактивності та комфортності для студентів, абітурієнтів під час відвідування занять, консультацій та складання атестаційних модулів;
- зворотний зв’язок зручний для студента (обмін інформацією онлайн);
- створення умов для самостійної роботи;
- використовувати різноманітні засоби поточного контролю знань та швидкий зворотний зв’язок Moodle, сервісу Zoom, Viber, інструментів Google та інших додатків;
- застосування 3D-анімацій виробничих процесів задля підготовки якісного рівня фахівців у галузі рибного господарства.

Переваги використання Moodle у навчальному процесі для підготовки фахівців за спеціальністю 207 “Водні біоресурси та аквакультура” у Білоцерківському національному аграрному університеті:

- доступність та зручність у використанні на різноманітній техніці з доступом до мережі інтернету (стаціонарний комп’ютер, ноутбук, планшет, смартфон та ін.);

Moodle – проста, зручна у роботі платформа для науково-педагогічного працівника та здобувача вищої освіти, легко опанувати самостійно, використовуючи інструкції, рекомендації та онлайн-семінари;

- забезпечення безперервного навчального процесу у навчальному закладі як для денної, так і заочної форми навчання під час карантинних заходів, воєнного стану, міграції населення;
- сприяє підготовці до заліково-екзаменаційної сесії;
- економія часу щодо забезпечення здобувачів освіти електронними матеріалами, які постійно зберігаються і є доступні для декількох груп студентів;
- можливість завантажити конспекти лекцій, перелік та опис практичних занять, презентації, відеоматеріали, навчальні посібники, методичні вказівки, власні наукові розробки з можливістю їх заміни і поступового надання доступу протягом вивчення курсу дисциплін;
- платформа Moodle дає змогу контролювати, до яких матеріалів курсу мають доступ здобувачі, тимчасово приховувати деякі елементи та захищати від копіювання документи;
- мотивування здобувача до самостійної роботи у системі дає змогу самостійно опанувати новий матеріал;
- платформа Moodle сумісна практично з усіма форматами матеріалів у електронному вигляді та легко інтегрується у систему з підтримкою програмного забезпечення онлайн;
- дає змогу використовувати матеріали без додаткового обладнання, яке необхідне під час аудиторних

занять (мультимедійний проєктор, колонки, ПК, електронні дошки та ін.);

– платформа Moodle містить значну кількість інтегрованих інструментів для якісного навчального процесу та взаємодії зі студентами, а саме:

- 1) тести – можливе віддалене тестування здобувачів з великою кількістю налаштувань (кількість спроб, час виконання, кількість питань та ін.). Передбачена можливість проведення самоконтролю, проміжного тестування, іспитів, державної атестації;
- 2) завдання – розміщення завдань для здобувачів вищої освіти, які повинні завантажити виконані матеріали знову в систему для перевірки у межах певного часу. Існує можливість організувати самостійну роботу, практичні роботи, підготовку рефератів, виконання індивідуальних завдань та контрольних робіт;
- 3) форум – важливий інструментарій комунікації, який дає змогу здобувачам отримувати консультації, ставити питання ведучому курсу. Запитання-відповіді в текстовому форматі дають можливість якісно підготуватися до складання модулів та іспитів;
- 4) вибір інших видів передачі інформації: статті, покликання на веб-сторінки, відео, телеконференції, анонси.

Нами проведено аналіз використання сервісу Zoom для проведення онлайн-занять для здобувачів спеціальності 207 “Водні біоресурси та аквакультура”. Застосування Zoom має багато переваг:

- можливість телекомунікаційного двостороннього спілкування здобувача вищої освіти з ведучим курсом та залученими фахівцями під час навчального процесу;
  - сервіс Zoom має інструменти проведення відеозапису, що дає змогу повторно використовувати матеріали для проведення лекційних, практичних занять та самостійної роботи студента;
  - існує великий перелік можливостей даної платформи, зокрема – робота з документами формату doc, pdf, ppt та ін.;
  - Zoom – це зручний сервіс для проведення відеоконференцій, круглих столів, захисту звітів, онлайн-лекцій. Кожна зустріч може бути запроваджена будь-яким користувачем, який має свій обліковий запис. Для детального пояснення матеріали на платформі використовуються віртуальні дошки та чат;
  - Zoom дуже простий та зручний при індивідуальних і групових заняттях. Дана платформа може працювати на різному обладнанні (стаціонарний комп’ютер, ноутбук, планшет, смартфон).
- Крім того, одним із доступних цифрових сервісів для забезпечення якісного дистанційного навчання для підготовки фахівців за спеціальністю 207 “Водні біоресурси та аквакультура” у Білоцерківському НАУ – цифрові інструменти Google. Це онлайн-система, яка використовується кожним, який має особистий обліковий запис Google (@gmail.com). Інструменти Google дають змогу організувати онлайн-навчання. Усі інструменти представлені у вигляді окремих додатків, які пов’язані між собою обліковим записом

користувача. Цифрові інструменти Google можливо інтенсивно використовувати на різних пристроях (стаціонарний комп'ютер, ноутбук, планшет, смартфон та ін.).

Для підготовки фахівців за спеціальністю 207 “Водні біоресурси та аквакультура” у Білоцерківському НАУ найчастіше використовують Google Forms.

Google Forms інтенсивно використовують для розробки тестових завдань під час складання модулів, моніторингу залишкових знань здобувачів освіти, анкетування після проходження курсу навчання та збору інформації з метою удосконалення якості освітнього процесу.

Google Forms дає змогу зберігати результати тестування у формі таблиць та діаграм, що дає змогу проводити детальний аналіз отриманих результатів опитування.

Google Forms надають можливість розробляти різноманітні типи питань:

- коротка відповідь;
- розширена відповідь;
- один варіант відповіді з кількох;
- кілька варіантів відповідей;
- один варіант зі списку;
- оцінка за цифровою шкалою ( від 0 до 10);
- сітка (вибір позицій у сітці, яка складається з рядків та стовпців).

Крім того, форма може мати термін виконання. Після закінчення виконання завдання здобувачем результати автоматично надсилаються розробнику (ведучому курсу), який своєю чергою перевіряє, виставляє оцінку та може коментувати відповіді.

Зараз, за умов дистанційного і змішаного навчання, набирає популярності інструмент Google Meet, що дозволяє проводити відеозустрічі в реальному часі для утримувачів облікових записів Google.

### Висновки

Застосування інтерактивних цифрових сервісів в освіті в умовах сьогодення України – важливий крок для інтенсифікації навчального процесу та підвищення якості освіти, сприйняття і засвоєння знань.

Використання дистанційного навчання впродовж останніх років вказує на достатньо високу, якісну успішність здобувачів вищої освіти та підготовку науково-педагогічного персоналу для забезпечення освітньої програми Водні біоресурси та аквакультура у Білоцерківському національному аграрному університеті. Студенти забезпечені електронними варіантами посібників, підручників, курсів лекцій, презентацій, наукових публікацій за тематикою курсу на платформі Moodle (Kofonov et al., 2020; Vodianitskyi et al., 2020; Prychepa et al., 2021; Hrynevych et al., 2021; 2022; 2023; Liasota et al., 2023).

Використання цифрових інструментів Google, платформи Moodle, сервісу Zoom допомагає здобувачам вищої освіти отримувати у доступній формі та комфортних умовах знання за обраним фахом, удосконалювати навички індивідуальної роботи, підтримувати постійний зв'язок з ведучим курсом, отримувати консультації, брати участь у науково-дослідній роботі,

науково-практичних конференціях, семінарах, круглих столах тощо.

### Відомості про конфлікт інтересів

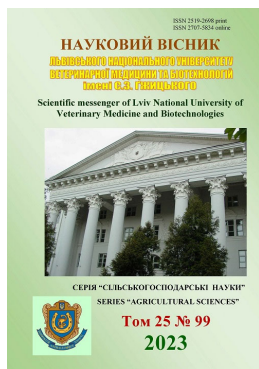
Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

### References

- Adamova, I. Z., & Uhrak, M.I. (2014). Vykorystannia internet-tekhnologii u navchalnomu protsesi [Use of Internet technologies in the educational process]. *Visnyk Chernivetskoho torhovelno-ekonomichnoho instytutu. Ekonomichni nauky*, 1, 374–379. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchetei\\_2014\\_1\\_50](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchetei_2014_1_50) (in Ukrainian).
- Belan, V. (2020). Vykorystannia tekhnologii dystantsiinoho navchannia v universytetakh Respubliky Polshcha v umovakh pandemii koronavirusu: konstruktivnyi dosvid dlia Ukrainy. *Colloquium-journal*, 35(87), 7–9. DOI: 10.24412/2520-2480-2020-3587-7-9.
- Bilyk, V., Matvienko, O., Zinko, O., Hanushchyn, S., & Vasylenko, K. (2021). Cognitive Technologies in Pedagogical and Natural Science Training for Future Psychologists in Post-Pandemic Education. *Postmodern Openings*, 12(1), 323–334. DOI: 10.18662/po/12.1Sup1/288.
- Dushchenko, O. S., & Miziuk, V. A. (2014). Internet u navchalnomu protsesi [Internet in the educational process]. *INTERNET-OSVITA-NAUKA-2014: materialy IX Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii*. Vinnytsia, VNTU, October 14-17, 2014. Vinnytsia, 181–183 (in Ukrainian).
- Hrynevych, N. Ie., Vodianskyi, O. M., Khomiak, O. A., Svitelskyi, M. M., & Zharchynska, V. S. (2021). Monitorynh vmistu hlikohenu khyzhykh vydiv ryb na yuvenalnii stadii rozvytku za zminy temperaturnoho ta kysnevoho rezhymu vodoimy. *Vodni bioresursy ta akvakultura: naukovyi zhurnal*, 1, 49–61. DOI: 10.32851/wba.2021.1.5 (in Ukrainian).
- Hrynevych, N., Svitelskyi, M., Khomiak, O., Ishchuk, O., & Matkovska, S. (2023). Influence of various phosphoric concentrations on tissue and intracellular metabolism of *Cyprinus Carpio L.* in aquatic habitat. *Scientific Horizons*, 26(5), 21–36. DOI: 10.48077/sciHor5.2023.21.
- Hrynevych, N., Svitelskyi, M., Solomatina, V., Ishchuk, O., Matkovska, S., Sliusarenko, A., Khomiak, O., Trofymchuk, A., Pukalo, P., & Zharchynska, V. (2022). Acclimatization of fish to the higher calcium levels in the water environment. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 101–113. DOI: 10.5219/1732.
- Kofonov, K., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Zinkovskyi, O., Khomiak, O., Dunaievska, O., Rud, O., Kutsocn, 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 L.*) exposed to ammonium chloride and potassium phosphate. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 137–147. DOI: 10.15421/2020\_181.

- Kyianka, V., & Shapoval, T. (2013). Resursy merezhi internet yak skladova dystantsiinoho navchannia [Internet resources as a component of distance learning]. *Visnyk Lvivskoi natsionalnoi akademii mystetstv*, 24, 103–110. URL: [https://lnam.edu.ua/les/Academy/nauka/visnyk/pdf\\_visnyk/24/14.pdf](https://lnam.edu.ua/les/Academy/nauka/visnyk/pdf_visnyk/24/14.pdf) (in Ukrainian).
- Liasota, V., Bukalova, N., Bohatko, N., Grynevych, N., Sliusarenko, A., Sliusarenko, S., Prylipko, T., & Dzhmil, V. (2023). The risk-based control of the safety and quality of freshwater fish for sale in the agri-food market. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 200–216. DOI: 10.5219/1842.
- Oliinyk, O. V. (2014). Innovatsiini tekhnologii dystantsiinoho navchannia inozemnoi movy dlia studentiv nemovnykh VNZ [Innovative technologies of distance learning of foreign languages for students of non-language universities]. *Linhvistychni doslidzhennia*, 38, 238–246. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkhnpu\\_lingv\\_2014\\_38\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkhnpu_lingv_2014_38_38) (in Ukrainian).
- Postolenko, I. S. (2015). Efektyvne navchannia anhliiskoi movy dystantsiino [Effective distance teaching of English]. *Porivnialno-pedahohichni studii*, 1, 104–108. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppstud\\_2015\\_1\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppstud_2015_1_18) (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Polozhennia pro dystantsiine navchannia (2013). Nakaz MON № 466 від 25.04.2013. URL: [http://osvita.ua/legislation/Dist\\_osv/2999](http://osvita.ua/legislation/Dist_osv/2999) (in Ukrainian).
- Prychepa, M., Hrynevych, N., Kovalenko, Yu., Vodianskyi, O., Svitelskyi, M., Khomiak, O., Prysiazhniuk, N., Ishchuk, O., Sliusarenko, A., Kunovskii, J., Mihalskiy, O., Heiko, L., Trofymchuk, A., Gutyj, B., & Levkivska, N. (2021). Diversity of aquatic animals in water bodies Opechen' (Dnipro floodplain, Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 285–291. DOI: 10.15421/2021\_173.
- Tarasenko, K. (2021). Dystantsiine navchannia studentiv-medykiv v umovakh karantynu. Realii, problemy ta perspe-ktyvy vyshchoi medychnoi osvity: Materialy navchalno-naukovoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu (25 bereznia 2021 roku). Poltava, 255–256. URL: [http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/16094/1/Tarasenko\\_Distancyne\\_navchannya.pdf](http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/16094/1/Tarasenko_Distancyne_navchannya.pdf) (in Ukrainian).
- Vodianskyi, O. M., Hrynevych, N. Ie., Khomiak, O. A., & Prysiazhniuk, N. M. (2020). Vplyv fizychnykh pokaznykiv vody na kilkist mikroioder u klitynakh embrioniv khyzhykh vydiv ryb. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynytstva: zbirnyk naukovykh prats. Bila Tserkva*, 1(156), 142–149. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-142-149 (in Ukrainian).





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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9903  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 619:616.21:636.082.612.11

## Experimental evaluation of the acute toxicity and irritant effect of “BTF plus” – a veterinary medicinal product for the normalization of metabolic processes in animals and poultry

R. M. Sachuk<sup>1</sup>✉, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, T. A. Velesyk<sup>1</sup>, S. M. Lyko<sup>1</sup>, O. A. Katsaraba<sup>2</sup>, V. O. Pepko<sup>3</sup>, O. I. Portukhai<sup>1</sup>, O. O. Yakuta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Rivne State University of the Humanities, Rivne, Ukraine

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

<sup>3</sup>Ternopil research station of the Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Sciences, Ternopil, Ukraine

### Article info

Received 15.06.2023

Received in revised form

17.07.2023

Accepted 18.07.2023

**Sachuk, R. M., Gutyj, B. V., Velesyk, T. A., Lyko, S. M., Katsaraba, O. A., Pepko, V. O., Portukhai, O. I., & Yakuta, O. O. (2023). Experimental evaluation of the acute toxicity and irritant effect of “BTF plus” – a veterinary medicinal product for the normalization of metabolic processes in animals and poultry. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 25(99), 14–21. doi: 10.32718/nvlvet-a9903**

Rivne State University of the Humanities, Plastova Str., 29-a, Rivne, 33028, Ukraine.  
Tel.: +38-097-671-90-63  
E-mail: sachuk.08@ukr.net

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

Ternopil research station of the Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Sciences, Trolleybusna Str., 12, Ternopil, 46027, Ukraine.

Laboratory studies were conducted to determine the acute toxicity of the veterinary drug “BTF plus” on white rats and white mice. The preparation “BTF plus” is a complex vitamin and mineral preparation, which is used to normalize and correct metabolic processes in poultry and animals. The drug is used for various types of animals and poultry as a stimulating, tonic and general strengthening agent for: obstetric pathologies (difficult births, postpartum complications, paresis, eclampsia, sexual cycle disorders); metabolic disorders caused by irrational feeding, malnutrition, asthenic syndrome, etc.; anemia with helminthiasis; secondary anemias, as an additional means in the treatment of magnesium and calcium deficiency; to increase muscle activity, with significant loads, overstrain and exhaustion in animals; to increase the body's resistance to various pathogens; to stimulate growth, development and live weight gain in young animals; as an additional means in the treatment of diseases caused by various factors (infectious and non-infectious origin). Based on the results of determining the parameters of the acute toxicity of the drug “BTF plus” in the case of a single intragastric administration to white female rats, it was not possible to calculate the LD<sub>50</sub>, since the death of laboratory animals was not detected within 14 days after administration. At the same time, the maximum injected dose (based on the absolute weight of the drug) was 40000.0 mg/kg of body weight, which allows the drug to be classified as VI class of toxicity – the substances are relatively harmless (LD<sub>50</sub> > 15000.0 mg/kg of body weight), and according to the degree of danger to IV class – low-hazardous substances (LD<sub>50</sub> > 5000.0 mg/kg of body weight). Based on the results of determining the parameters of the acute toxicity of the drug “BTF plus” in the case of a single subcutaneous injection to white female rats and male mice, it was not possible to calculate the LD<sub>50</sub>, since the death of laboratory animals was not detected within 14 days after administration. At the same time, the maximum injected dose (based on the absolute weight of the drug) was 20000.0 and 40000.0 mg/kg of body weight for both species of animals, respectively, which allows it to be classified as VI class – relatively harmless substances (LD<sub>50Subcut</sub> > 4500 mg/kg of body weight). Further studies will be the next stage of pre-registration tests aimed at studying the embryotoxic effect of “BTF plus”, which is mandatory material of the “Safety and residue studies” section of the dossier for this drug.

**Key words:** “BTF plus”, mice, rats, acute toxicity, dose, lethality, toxicity.

## Експериментальна оцінка гострої токсичності та подразнювальної дії “БТФ плюс” – ветеринарного лікарського засобу для нормалізації обмінних процесів у тварин і птиці

Р. М. Сачук<sup>1✉</sup>, Б. В. Гутій<sup>2</sup>, Т. А. Велесик<sup>1</sup>, С. М. Лико<sup>1</sup>, О. А. Кацараба<sup>2</sup>, В. О. Пепко<sup>3</sup>,  
О. І. Портухай<sup>1</sup>, О. О. Якута<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

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

<sup>3</sup>Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини НААН, м. Тернопіль, Україна

Проведені лабораторні дослідження з визначення гострої токсичності ветеринарного препарату “БТФ плюс” на білих щурах, білих мишах. Препарат “БТФ плюс” – комплексний вітамінно-мінеральний препарат, який застосовується для нормалізації та корекції обмінних процесів у птиці та тварин. Препарат застосовують різним видам тварин та птиці як стимулюючий, тонізуючий та загальнозміцнюючий засіб при: акушерських патологіях (складні пологи, післяпологові ускладнення, парези, еклампсії, порушення статевого циклу); порушеннях обміну речовин, що викликані нераціональною годівлею, недоїданням, астенічному синдромі тощо; анеміях при гельмінтозах; вторинних анеміях, як додатковий засіб при лікуванні дефіциту Магнію та Кальцію; для підвищення м'язової активності, при значних навантаженнях, перенапруженнях та виснаженні у тварин; для підвищення резистентності організму до дії різноманітних патогенів; для стимулювання росту, розвитку та приросту живої ваги у молодих тварин; як додатковий засіб при лікуванні захворювань, спричинених різними факторами (інфекційного та неінфекційного походження). За результатами визначення параметрів гострої токсичності препарату “БТФ плюс” – у разі одноразового внутрішньошлункового введення білим щурам-самкам  $LD_{50}$  розрахувати не вдалося, оскільки протягом 14 діб після введення загибелі лабораторних тварин не було виявлено. При цьому максимальна введена доза (за абсолютною масою препарату) становила 40000,0 мг/кг маси тіла, що дозволяє зарахувати препарат до VI класу токсичності – речовини порівняно нешкідливі ( $LD_{50} > 15000,0$  мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин ( $LD_{50} > 5000,0$  мг/кг маси тіла). За результатами визначення параметрів гострої токсичності препарату “БТФ плюс” – у разі одноразового підшкірного введення білим щурам-самкам і мишам-самцям  $LD_{50}$  розрахувати не вдалося, оскільки протягом 14 діб після введення загибелі лабораторних тварин не було виявлено. При цьому максимальна введена доза (за абсолютною масою препарату) становила 20000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла для обох видів тварин відповідно, що дозволяє зарахувати його до VI класу – відносно нешкідливих речовин ( $LD_{50Subcut} > 4500$  мг/кг маси тіла). Подальші дослідження будуть черговим етапом передреєстраційних випробувань, спрямованих на вивчення ембріотоксичної дії “БТФ плюс”, що є обов'язковим матеріалом розділу “Дослідження щодо безпеки і залишків” досьє на даний лікарський засіб.

**Ключові слова:** “БТФ плюс”, миші, щури, гостра токсичність, доза, летальність, токсичність.

### Вступ

Ефективна боротьба з незаразними хворобами різноманітної етіології тварин в Україні можлива за наявності застосування вискоелективних та доступних лікарських засобів-супроводу (Sachuk et al., 2019; Sachuk, 2019; Hunchak et al., 2020; Katsaraba et al., 2021; 2022).

Тому на сьогодні не втрачає актуальності розробка тонізуючих, стимулюючих та загальнозміцнюючих засобів, які є невід'ємною складовою частиною системної терапії та володіють значною ефективністю і екологічною безпечністю (Gutyj et al., 2017; Sachuk et al., 2019; 2021; 2022). Так, ТОВ “ДЕВІЕ” запропоновано новий препарат – “БТФ плюс”. Один мілілітр препарату містить діючі речовини: бутафосфан – 100 мг, L-карнітин – 100 мг, вітамін B<sub>12</sub> – 0,05 мг. Допоміжні речовини: вода для ін'єкцій, бутиловий спирт – до 1 мл.

“БТФ плюс” – комплексний препарат, який застосовується для корекції та нормалізації обмінних процесів у тварин та птиці.

Бутафосфан – похідне фосфонові кислоти. Володіє тонізуючою дією, є адаптогеном та стимулятором обмінних процесів, підвищує резистентність організму до комплексу негативних факторів, сприяє росту та розвитку тварин (Martyschuk et al., 2021; 2022; Gutyj et al., 2022).

L-карнітин – амінокислота, яка бере участь у транспорті жирних кислот через мітохондріальну мембрану, є важливим фактором підтримання певного рівня коензиму ацилювання (коензим А) у всіх типах клітин. L-карнітин володіє вираженою анаболічною дією: стимулює синтез білків м'язової тканини, мобілізує ліпіди з жирового депо (печінка, м'язи, жирова тканина), сприяє росту та розвитку. L-карнітин поліпшує апетит та секреторну функцію травного каналу, сприяє засвоєнню поживних речовин кормів. L-карнітин зменшує інтенсивність апоптозу всіх типів клітин, підвищує інтенсивність надходження органічних кислот (оцтової, пропіонової, молочної тощо) та кетонів тіл до циклу Кребса, чим запобігає розвитку ацидозу та кетозу. Також L-карнітин підвищує тонус скелетних м'язів та міокарда, сприяє швидкому відновленню після фізичних навантажень.

Ціанкобаламін (вітамін B<sub>12</sub>) – фактор метилювання, який є кофактором ферментів гемопоезу та метаболізму органічних кислот, володіє ліпотропною дією.

Таким чином, комплексний вплив діючих речовин препарату призводить до підвищення інтенсивності росту і розвитку тварин, резистентності та продуктивності через стимуляцію протікання обмінних процесів.

Препарат “БТФ плюс” застосовують всім видам тварин та птиці як тонізуючий, стимулюючий та загальнозміцнюючий засіб при: акушерських патологіях (складні пологи, післяпологові ускладнення, парези,

еклампсії, порушення статевого циклу); порушеннях обміну речовин, що викликані нераціональною годівлею, недоїданням, астеничному синдромі тощо; вторинних анеміях, анеміях при гельмінтозах; як додатковий засіб при лікуванні дефіциту Кальцію та Магнію; для підвищення м'язової активності, при значних навантаженнях, перенапруженнях та виснаженні у тварин; для підвищення резистентності організму до дії різноманітних патогенів; для стимулювання росту, розвитку та приросту живої ваги у молодих тварин; як додатковий засіб при лікуванні захворювань, спричинених різними факторами (інфекційного та неінфекційного походження).

Отже, метою досліджень було надати токсикологічну (доклінічну) оцінку ветеринарного лікарського засобу “БТФ плюс” шляхом визначення його гострої токсичності на лабораторних тваринах.

### Мета дослідження

Мета роботи – проведення токсикологічної оцінки ветеринарного препарату “БТФ плюс” виробництва ТОВ “ДЕВІЕ” (сmt Літин, Україна) за умов гострого токсикологічного експерименту на моделі білих мишей та білих щурів і кролів.

### Матеріал і методи досліджень

Доклінічне вивчення комплексного вітамінно-мінерального препарату на основі бутафосфану, L-карнітин та ціанкобаламіну, який застосовується для нормалізації та корекції обмінних процесів у тварин і птиці, проведені на базі лабораторії з контролю якості, безпеки та реєстрації ветеринарних лікарських засобів і кормових добавок ТОВ “ДЕВІЕ”. Препарат застосовують різними видами тварин та птиці як стимулюючий, тонізуючий та загальнозміцнюючий засіб при: акушерських патологіях (складні пологи, післяпологові ускладнення, парези, еклампсії, порушення статевого циклу); порушеннях обміну речовин, що викликані нераціональною годівлею, недоїданням, астеничному синдромі тощо; анеміях при гельмінтозах; вторинних анеміях як додатковий засіб при лікуванні дефіциту Магнію та Кальцію; для підвищення м'язової активності, при значних навантаженнях, перенапруженнях та виснаженні у тварин; для підвищення резистентності організму до дії різноманітних патогенів; для стимулювання росту, розвитку та приросту живої ваги у молодих тварин і птиці; як додатковий засіб при лікуванні захворювань, спричинених різними факторами (інфекційного та неінфекційного походження). Фармакологічні дослідження проведені в обсязі, що визначається за стандартною методикою випробувань (Kotsiumbas et al., 2006).

Дослідження проведено у віварії ТОВ “ДЕВІЕ”. Приміщення загальною площею 50 м<sup>2</sup>, де під контролем спеціалістів ТОВ “ДЕВІЕ” здійснюється утримання порівняно невеликої кількості тварин з науковою метою. Раціон харчування включає всі необхідні інгредієнти. Лабораторні тварини містилися в звичайних клітках (8 кліток) з площею підлоги 40×60 см, тобто з достатньою площею для вільного пересуван-

ня, та двох клітках розміром 20×40 см, де площа для пересування була зменшена в 3 рази.

Експеримент щодо визначення параметрів гострої токсичності препарату “БТФ плюс”, за одноразового внутрішньошлункового введення, було проведено на 36 самках нелінійних білих щурів 3–4-місячного віку і масою 19–200 г, що утримувались за оптимальних умов віварію (Kotsiumbas et al., 2006; Varkholiak & Gutj, 2018; Varkholiak et al., 2021): температура у приміщенні складала 18 ± 2 °С, відносна вологість повітря 60–70 %, цикл освітлення день–ніч упродовж експерименту складав 10–14 год, а також було забезпечено 10-разову зміну об'єму повітря в кімнаті віварію за годину.

Для годівлі щурів використовували повнораціонний комбікорм для гризунів. Тварини мали вільний доступ до води та корму.

Перед початком досліджень кожен тварину зважували. Дози, що вводили, розраховували індивідуально відповідно до маси кожного щура, при цьому об'єм препарату “БТФ плюс”, що вводили внутрішньошлунково за один раз, не перевищував 2,5 см<sup>3</sup>.

За принципом аналогів було сформовано 5 дослідних груп: щурам вводили препарат в дозах (за абсолютною масою препарату) 5000,0; 10000,0; 20000; 30000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла за абсолютною масою препарату одноразово (5000,0 і 10000,0 мг/кг), дворазово (доза 20000,0 мг/кг) і триразово (доза 30000,0 і 40000,0 мг/кг) – перорально за допомогою стравохідно-шлункового зонду. Щурам контрольної групи за аналогічним регламентом вводили воду для ін'єкцій в об'ємі 2,0 см<sup>3</sup>. У кожній групі (як дослідних, так і контрольній) було по 6 щурів (n = 6). Загальний термін дослідження склав 14 діб.

Експеримент щодо визначення параметрів гострої токсичності препарату “БТФ плюс”, за одноразового підшкірного введення було проведено на 36 самках нелінійних білих щурів 3-місячного віку і масою 200–210 г, що утримувались за оптимальних умов віварію (Kotsiumbas et al., 2006): температура у приміщенні складала 18 ± 2 °С, відносна вологість повітря 60–70 %, цикл освітлення день–ніч упродовж експерименту складав 10–14 год, а також було забезпечено 10-разову зміну об'єму повітря в кімнаті віварію за годину.

Для годівлі щурів використовували повнораціонний комбікорм для гризунів. Тварини мали вільний доступ до води та корму.

Перед початком досліджень кожен тварину зважували. Дози препарату “БТФ плюс”, що вводили, розраховували індивідуально відповідно до маси кожного щура, при цьому об'єм препарату, що вводили підшкірно, не перевищував 5,0 см<sup>3</sup>. В експерименті за принципом аналогів було сформовано контрольну і 5 дослідних груп по 6 тварин в кожній (n = 6).

Препарат “БТФ плюс” вводили в дозах 1000,0; 5000,0; 10000,0; 15000,0 і 20000,0 мг/кг маси тіла за абсолютною масою препарату, одноразово, підшкірно в ділянці холки. Тваринам контрольної групи вводили воду для ін'єкцій.

Експеримент щодо визначення параметрів гострої токсичності препарату “БТФ плюс” (розчин для

ін'єкцій), за одноразового підшкірного введення було проведено на 36 самцях нелінійних білих мишей 3–4-місячного віку і масою 23–25 г, що утримувались за оптимальних умов віварію (Kotsiumbas et al., 2006): температура у приміщенні складала  $18 \pm 2$  °С, відносна вологість повітря 60–70 %, цикл освітлення день–ніч упродовж експерименту складав 10–14 год, а також було забезпечено 10-разову зміну об'єму повітря в кімнаті віварію за годину.

Для годівлі мишей використовували повнораціонний комбікорм для гризунів. Тварини мали вільний доступ до води та корму.

Перед початком досліджень кожен тварину зважували. Дози, що вводили, розраховували індивідуально, відповідно до маси кожної миші, при цьому об'єм препарату, що вводили підшкірно за один раз, не перевищував  $1,0 \text{ см}^3$ . В експерименті за принципом аналогів було сформовано контрольну і 5 дослідних груп по 6 тварин в кожній ( $n = 6$ ).

Препарат “БТФ плюс” вводили в дозах 5000,0; 10000,0; 20000,0; 30000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла, за абсолютною масою препарату, одноразово, підшкірно в ділянці холки. Тваринам контрольної групи вводили воду для ін'єкцій.

**Таблиця 1**

Оцінка подразнювальної дії препарату “БТФ плюс” на слизову оболонку ока кролів

А. Гіперемія кон'юнктиви та рогівки	
1. Судини ін'єктовані	1 бал
2. Окремі судини погано видно	2 бали
3. Дифузне глибоке почервоніння	3 бали
Б. набряк повік	
1. Слабкий набряк	1 бал
2. Виразений набряк з частковим виверненням повік	2 бали
3. У результаті набряку око закрите наполовину	3 бали
4. У результаті набряку око закрите більше, ніж наполовину	4 бали
В. Виділення	
1. Мінімальна кількість в кутику ока	1 бал
2. Кількість виділень зволожує повіку	2 бали
3. Кількість виділень зволожує повіку та шкіру навколо	3 бали

Варто зазначити, що маніпуляції над мишами здійснювали відповідно до існуючих нормативних документів (European convention..., 1986; Council Directive 86/609/EEC, 1986), що регламентують організацію робіт із використанням експериментальних тварин, і дотриманням принципів “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях” (Strasbourg, 1986).

За клінічним станом дослідних тварин спостерігали упродовж 14 діб, зауважуючи появу та розвиток клінічних ознак отруєння, строки загибелі або відновлення до фізіологічної норми. Під час клінічного обстеження мишей звертали увагу на поведінку, реакцію на зовнішні подразники, наявність апетиту, стан шкіри, колір слизових оболонок, частоту дихання та дефекації, зміни кольору та консистенції фекалій тощо (Kotsiumbas et al., 2006).

Після загибелі (діагностичного забою) тварин проводили патологоанатомічний розтин. Для встановлення патологоанатомічних змін використовували макро-

препарат рівномірно наносили на ділянку шкіри кролів розміром  $6 \times 6$  см.

Кроликам дослідних груп препарат “БТФ плюс” наносили на шкіру в дозах (за абсолютною масою): I групі – 750,0 мг/кг, II – 1500,0 мг/кг, III – 3000,0 мг/кг маси тіла відповідно.

Тваринам контрольної групи за аналогічних умов наносили воду для ін'єкцій.

Подразнювальну (шкідливу) дію препарату “БТФ плюс” на слизову оболонку ока досліджували на 3 кролях. У кон'юнктивальний мішок лівого ока тварин із піпетки закапували по 0,1 мл препарату. Для контролю в праве око тварині закапували по 0,1 мл води для ін'єкцій. Тварину фіксували, відтягували кут кон'юнктивального мішка і протягом 1 хв пальцем перетискали слізно-носовий канал. Після обробки через одну, 24, 48, 72, 96 год та до 14 діб проводили ретельний огляд очей. Подразнювальну дію препарату “БТФ плюс” визначали за наявністю (відсутністю) гіперемії кон'юнктиви, ін'єкцією кровоносних судин, станом склери, рогівки, повік і оцінювали за бальною системою – з даними таблиці 1.

скопічний метод досліджень. Патологоанатомічний розтин виконували за такою схемою:

– на першому етапі проводили зовнішній огляд, оцінюючи стан шерстного покриву і слизових оболонок;

– на другому – виконували розтин та огляд порожнин тіла та внутрішніх органів, таких як глотка, трахея, гортань, серце, легені, печінка, селезінка, нирки, шлунок, кишечник, виявляючи зміни кольору, консистенції, малюнку та форми органів.

Параметри гострої дермальної токсичності препарату “БТФ плюс” досліджували на 20 кролях породи Шиншила, віком 4 міс., масою 3,0–3,1 кг. Тварин утримували в стандартних умовах віварію за температури 18–21 °С, вологості 55–65 %, на стандартному раціоні, що відповідає нормативам.

Досліди на тваринах проводили з дотриманням правил “Європейської конвенції по захисту хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та наукових цілей”.



Для проведення досліджень було сформовано одну контрольну та три дослідних групи, по 5 кролів у кожній. За день до початку досліду на передбачуваному місці аплікації видаляли шерсть, ретельно вистригали її ножицями. Крім того, тваринам були одягнені захисні комірці з метою попередження злизування препарату.

Спостереження за дослідними тваринами тривало 14 діб, при цьому враховували загальний стан тварин, характер уражень шкіри в місці аплікації, а також терміни загибелі або видужання тварин. Аплікація препарату була проведена вранці до годівлі тварин.

### Результати та їх обговорення

У досліді щурам внутрішньошлунково вводили препарат “БТФ плюс” у дозах 5000,0; 10000,0; 20000,0; 30000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла. Клінічні спостереження показали, що одноразове внутрішньошлункове введення препарату щурам I; II і III дослідних груп не викликало картини гострого отруєння. Щури були рухливі, добре реагували на зовнішні подразники, активно споживали корм та воду.

За кратного введення препарату щурам IV і V дослідних груп (дози 30000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла) у тварин спостерігали незначне збудження протягом 2–3-х год після останнього введення, також був дещо знижений прийом корму. Окрім цього, протягом 3-х діб після введення у тварин цих груп виявляли розрідження фекалій. Клінічний стан щурів даних дослідних груп відновлювався на 4–5-у добу після введення препарату.

Загибелі щурів у всіх дослідних групах не спостерігали протягом 14-добового терміну спостереження.

На 15-у добу досліду проводили евтаназію щурів за допомогою хлороформного наркозу, а потім патологоанатомічний розтин. Зовнішній вигляд трупів лабораторних тварин перед розтином: колір шерстного покриву білий, блискучий, без видимих змін слизових оболонок, витікання з ротової (носової) порожнини та ануса не виявляли.

На розтині (щодо контрольної групи) не реєстрували змін слизових оболонок ротової порожнини, трахеї, глотки та стравоходу; у шлунку спостерігали залишки корму; гіперемії підшкірної клітковини не виявляли; серце не збільшене в об’ємі, конусоподібної форми, консистенція міокарда пружна; печінка коричневого кольору, пружної консистенції, не збільшена в об’ємі; селезінка та підшлункова залоза – без змін; нирки коричневого кольору, не збільшені в об’ємі; судини брижі тонкого кишечника не кровонаповнені, ознак запалення в шлунку, тонкому та товстому кишечнику не виявлено.

Отже, за результатами токсикологічних досліджень препарату “БТФ плюс” показник  $LD_{50}$  розрахувати не вдалося, оскільки загибелі лабораторних тварин не було виявлено протягом 14 діб після введення. При цьому максимально можлива введена доза ветеринарного препарату “БТФ плюс” (за абсолютною масою) становила 40000,0 мг/кг маси тіла, що дозволяє зарахувати препарат до VI класу токсичності –

речовини порівняно нешкідливі ( $LD_{50} > 15000,0$  мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин ( $LD_{50} > 5000,0$  мг/кг маси тіла) (Kotsiumbas et al., 2006).

У досліді щурам вводили препарат “БТФ плюс” у дозах 1000,0; 5000,0; 10000,0; 15000,0 і 20000,0 мг/кг маси тіла. Клінічні спостереження показали, що підшкірне введення препарату щурам I–III дослідних груп (1000,0–10000,0 мг/кг маси тіла) через (5–10) хв після введення викликало незначне збудження та дозозалежне підвищення рухової активності, яке зберігалось протягом доби після введення. Проте корм і воду протягом дня тварини вживали добре. Далі у тварин I–III дослідних груп вищевказані показники на 2-у добу після введення не відрізнялись від таких у контрольній групі. У IV і V дослідних групах протягом 2-х діб спостерігали незначне пригнічення, а вже на 3–4-у добу після введення клінічний стан тварин даних груп не відрізнявся від контрольного. У тварин усіх дослідних груп у місці введення препарату не виявляли болючості та припухлості протягом терміну досліджень, кулька після введення препарату зникала протягом доби після введення. Варто зазначити, що загибелі тварин у всіх дослідних групах протягом 14 діб не спостерігали.

На 15-у добу досліду проводили евтаназію щурів за допомогою хлороформного наркозу, а потім патологоанатомічний розтин. Зовнішній вигляд трупів лабораторних тварин перед розтином: колір шерстного покриву білий, блискучий, змін видимих слизових оболонок, витікання з ротової (носової) порожнини та ануса не виявляли.

На розтині у щурів I–V дослідних груп (щодо контрольної групи) не реєстрували змін слизових оболонок ротової порожнини, трахеї, глотки та стравоходу; у шлунку спостерігали залишки корму; гіперемії підшкірної клітковини не виявляли; серце не збільшене в об’ємі, конусоподібної форми, консистенція міокарда пружна; печінка коричневого кольору, пружної консистенції, не збільшена в об’ємі; селезінка та підшлункова залоза – без змін; нирки коричневого кольору, не збільшені в об’ємі; судини брижі тонкого кишечника не кровонаповнені, ознак запалення в шлунку, тонкому та товстому кишечнику не виявлено. У ділянці введення не спостерігали ознак запалення і крововиливів.

За результатами досліджень показник  $LD_{50}$  ветеринарного препарату “БТФ плюс”, за умов його одноразового підшкірного введення щурам-самкам, розрахувати не вдалося, оскільки загибелі тварин протягом 14-добового терміну дослідження не спостерігали. Максимально можлива доза для підшкірного введення склала 20000,0 мг/кг маси тіла (за абсолютною масою препарату). Отже, препарат “БТФ плюс” при підшкірному введенні за токсичністю можна зарахувати до VI класу – порівняно нешкідливих речовин ( $LD_{50Subcut} > 4500$  мг/кг маси тіла) (Kotsiumbas et al., 2006).

У досліді мишам вводили препарат “БТФ плюс” у дозах 5000,0; 10000,0; 20000,0; 30000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла. Клінічні спостереження показали, що підшкірне введення препарату мишам I–II дослідних груп (5000,0–10000,0 мг/кг маси тіла) через 5–10 хв після



введення викликало незначне збудження та підвищення рухової активності, яке зберігалось протягом доби після введення. Проте корм і воду протягом дня тварини вживали добре. Далі у тварин I–II дослідних груп вищевказані показники на 2-у добу після введення, не відрізнялись від таких у контрольній групі. У III–V дослідних групах протягом 2-х діб спостерігали незначне пригнічення, а вже на 3–4-у добу після введення клінічний стан тварин даних груп не відрізнявся від контрольного. У тварин усіх дослідних груп у місці введення препарату не виявляли болючості та припухлості протягом терміну досліджень, кулька після введення препарату зникала протягом доби після введення. Варто зазначити, що загибелі тварин в усіх дослідних групах протягом 14 діб не спостерігали.

На 15-у добу досліду проводили евтаназію мишей за допомогою хлороформного наркозу, а потім патологоанатомічний розтин. Зовнішній вигляд трупів лабораторних тварин перед розтином: колір шерстного покриву білий, блискучий, змін видимих слизових оболонок, витікань з ротової (носової) порожнини та ануса не відмічали.

На розтині у мишей I–V дослідних груп (щодо контрольної групи) не реєстрували змін слизових оболонок ротової порожнини, трахеї, глотки та стравоходу; у шлунку спостерігали залишки корму; гіперемії підшкірної клітковини не виявляли; серце не збільшене в об'ємі, конусоподібної форми, консистенція міокарда пружна; печінка коричневого кольору, пружної консистенції, не збільшена в об'ємі; селезінка та підшлункова залоза – без змін; нирки коричневого кольору, не збільшені в об'ємі; судини брижі тонкого кишечника не кровонаповнені, ознак запалення в шлунку, тонкому та товстому кишечнику не виявлено. У ділянці введення препарату не спостерігали ознак запалення і крововиливів.

**Таблиця 2**

Оцінка подразнювальної дії препарату “БТФ плюс” на слизову оболонку ока кролів, у балах

Подразнювальна дія	Термін досліджень, доба													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока першого кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока другого кроля														
Гіперемія	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока третього кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Після нанесення препарату “БТФ плюс” на слизову оболонку ока кролів (n = 3) встановлено, що впродовж усього терміну спостережень він не викликав подразнювальної дії (табл. 2). Лише протягом першої доби після нанесення спостерігали ін'єкцію судин та помірні виділення, при цьому набряку повік не спостерігали.

За результатами досліджень показник LD<sub>50</sub> ветеринарного препарату “БТФ плюс”, за умов його одноразового підшкірного введення мишам-самцям, розрахувати не вдалося, оскільки загибелі тварин протягом 14-добового терміну дослідження не спостерігали. Максимально можлива доза для підшкірного введення склала 40000,0 мг/кг маси тіла (за абсолютною масою препарату). Отже, препарат “БТФ плюс” при підшкірному введенні за токсичністю можна зарахувати до VI класу – відносно нешкідливих речовин (LD<sub>50Subcut</sub> > 4500 мг/кг маси тіла) (Kotsiumbas et al., 2006).

Встановлено, що після нанесення препарату “БТФ плюс” на шкіру кролів в дозах (750,0–3000,0) мг/кг маси тіла у тварин не спостерігали змін загального стану та апетиту, що свідчить про відсутність токсичного впливу препарату при одноразовому нанесенні на шкіру кролів. Варто також зазначити, що жодна з дослідних тварин не загинула впродовж експерименту.

У кролів протягом усього терміну дослідження (14 діб) не було виявлено еритеми, набряку шкіри, утворення кірочок та тріщин на шкірі, що свідчить про відсутність ознак дерматиту та подразливої дії на шкіру.

Отже, ветеринарний препарат “БТФ плюс” при нанесенні на шкіру кролів, у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла не проявляє подразнювальної дії, а за ступенем небезпечності його можна зарахувати до IV класу – малонебезпечних речовин (DL<sub>50</sub> > 2500,0 мг/кг маси тіла).

Під час визначення подразнювальної дії ветеринарного препарату “БТФ плюс” на слизову оболонку ока кроликів були одержані такі результати (табл. 2).

Отже, дослідженнями встановлено, що препарат “БТФ плюс” не викликає подразнювальної дії на слизову оболонку ока кролів.

### Висновки

1. За результатами визначення параметрів гострої токсичності препарату “БТФ плюс”, у разі одноразо-

вого внутрішньошлункового введення білим щурам-самкам LD<sub>50</sub> розрахувати не вдалося, оскільки загибелі лабораторних тварин не було виявлено протягом 14 діб після введення. При цьому максимальна введена доза (за абсолютною масою препарату) становила 40000,0 мг/кг маси тіла, що дозволяє зарахувати препарат до VI класу токсичності – речовини порівняно нешкідливі (LD<sub>50</sub> > 15000,0 мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин (LD<sub>50</sub> > 5000,0 мг/кг маси тіла).

2. За результатами визначення параметрів гострої токсичності препарату “БТФ плюс”, у разі одноразового підшкірного введення білим щурам-самкам і мишам-самцям LD<sub>50</sub> розрахувати не вдалося, оскільки загибелі лабораторних тварин не було виявлено протягом 14 діб після введення. При цьому максимальна введена доза (за абсолютною масою препарату) становила 20000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла для обох видів тварин відповідно, що дозволяє зарахувати його до VI класу – порівняно нешкідливих речовин (LD<sub>50Subcut</sub> > 4500 мг/кг маси тіла).

3. Ветеринарний препарат “БТФ плюс” при нанесенні на шкіру кролів у дозах (за абсолютною масою препарату) від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла не проявляє подразнювальної дії, а за ступенем небезпечності його можна зарахувати до IV класу – малонебезпечних речовин (LD<sub>50Percut</sub> > 2500,0 мг/кг маси тіла).

4. Препарат “БТФ плюс” не викликає подразнювальної (шкідливої) дії на слизову оболонку ока кроликів, про що свідчить відсутність набряку повік протягом усього терміну спостереження, ін’єкція судин та помірні виділення з ока тварин лише протягом першої доби після нанесення.

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження будуть черговим етапом передреєстраційних випробувань, спрямованих на вивчення ембріотоксичної дії “БТФ плюс”, що є обов’язковим матеріалом розділу “Дослідження щодо безпеки і залишків” досяє на даний лікарський засіб.

#### Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

#### References

Council Directive 86/609/EEC of 24 November 1986 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States regarding the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. Official Journal of the European Communities L 358. 1986. P. 1–29. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cc3a8ccb-5a30-4b6e-8da8-b13348caeb0c/language-en>.

European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Council of Europe. Strasbourg, 1986. 53 p. URL: <https://rm.coe.int/168007a67b>.

Gutyj, B., Khariv, I., Binkevych, V., Binkevych, O., Levkivska, N., Levkivskyj, D., & Vavrysevich, Y. (2017). Research on acute and chronic toxicity of the experimental

drug Amprolinsyl. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 8(1), 41–45. DOI: 10.15421/021708.

Gutyj, B., Martyshuk, T., Jankowski, M., Karpovskiy, V., & Postoi, R. (2022). Effect of the Feed Additive Butaselmavit-Plus on the Antioxidant Status of the Rat Body Due to Cadmium and Lead Intoxication. Ukrainian Journal of Veterinary Sciences, 13(2), 9–15. DOI: 10.31548/ujvs.13(2).2022.9-15.

Hunchak, Yu. R., Gutyj, B. V., Sachuk, R. M., & Stravsky, Ya. S. (2020). Study of the parameters of acute toxicity of the drug “Devimectin 1 %” with a single subcutaneous injection in white rats. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 22(100), 28–31. DOI: 10.32718/nlvvet10005.

Katsaraba, O. A., Sachuk, R. M., Gutyj, B. V., Velesyk, T. A., Radzykhovskiy, M. L., Sharandak, P. V., & Pepko, V. O. (2022). Pharmacological studies of the veterinary medicinal product “Dibutalastin Ointment”. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 5(2), 43–48. DOI: 10.32718/ujvas5-2.07.

Katsaraba, O. A., Sachuk, R. M., Stravskiy, Ya. S., & Kostyshyn, L.-M. Ye. (2021). Novyi vitaminno-mineralnyi preparat dlia profilaktyky akusherskoi patolohii tvaryn “Biotan 3Z” [New vitamin-mineral preparation for the prevention of obstetric pathology of animals “Biotan 3Z”]. Naukovo-tekhnichnyi biuletен Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn, 22(2), 141–148. DOI: 10.36359/scivp.2021-22-2.17.

Kotsiumbas, I. Ia., Malyk, O. H., Patereha, I. P. ta in. (2006). Doklinichni doslidzhennia veterynarykh likarskykh zasobiv [Preclinical studies of veterinary medicinal products]. Lviv: Triada plus (in Ukrainian).

Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.

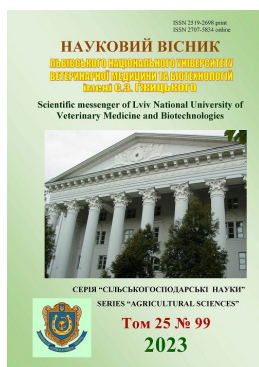
Martyshuk, T., Gutyj, B., Vyshchur, O., Paterega, I., Kushnir, V., Bigdan, O., et al. (2022). Study of Acute and Chronic Toxicity of “Butaselmavit” on Laboratory Animals. Arch Pharm Pract, 13(3), 70–75. DOI: 10.51847/XHwVCyFBZ3.

Sachuk, R. M. (2019). Determination of the vitamin-mineral preparation “Energolit” stability for the treatment of metabolic disorders in animals. Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety, 5(1), 10–13. URL: [http://jvmbbs.kharkov.ua/archive/2019/volume5/issue1/oJVMBBS\\_2019051\\_010-012.pdf](http://jvmbbs.kharkov.ua/archive/2019/volume5/issue1/oJVMBBS_2019051_010-012.pdf).

Sachuk, R. M., Gutyj, B. V., Velesyk, T. A., Stravskyy, Y. S., Katsaraba, O. A., Pepko, V. O., & Vasiv, R. O. (2022). Effectiveness of the drug Kolidev 8M (powder for oral use) for the treatment of bacterial infections in decorative birds and European fallow deer. Theoretical and Applied Veterinary Medicine, 10(3), 3–12. DOI: 10.32819/2022.10011

Sachuk, R. M., Zhyhaliuk, S. V., Stravskiy, Ya. S., & Chaikovska, O. I. (2019). Novyi mineralnyi preparat dlia veterynarnoi praktyky “Kalfomin” [New mineral preparation for veterinary practice “Kalfomin”]. Naukovo-

- tekhnichniy biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn, 20(2), 390–399. DOI: 10.36359/scivp.2019-20-2.50.
- Sachuk, R., Stravskyy, Y., Gutyj, B., Velesyk, T., Katsaraba, O., & Zhyhaliuk, S. (2021). Study of acute toxicity of the drug “Kolidev 8M” with a single intragastric injection in laboratory animals. *ScienceRise: Biological Science*, 2(27), 44–48. DOI: 10.15587/2519-8025.2021.235952.
- Varkholiak, I. S., & Gutyj, B. V. (2018). Determination of acute toxicity of “Bendamin” drug in laboratory animals. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(92), 209–212. DOI: 10.32718/nvlvet9243.
- Varkholiak, I. S., Gutyj, B. V., Gufriy, D. F., Sachuk, R. M., Mylostyvyi, R. V., Radzykhovskiy, M. L., Sedilo, H. M., & Izboldina, O. O. (2021). The effect of the drug “Bendamine” on the clinical and morphological parameters of dogs in heart failure. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(3), 76–83. DOI: 10.32718/ujvas4-3.13.



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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9904  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.082

## Feeding and killing indicators of pigs using the drug “Kronocid-L”

H. Ohorodnichuk, O. Razanova, O. Skoromna, T. Farionik✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 19.06.2023  
Received in revised form  
20.07.2023  
Accepted 21.07.2023

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-067-997-52-42  
E-mail: farionik19@gmail.com

*Ohorodnichuk, H., Razanova, O., Skoromna, O., & Farionik, T. (2023). Feeding and killing indicators of pigs using the drug “Kronocid-L”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 22–27. doi: 10.32718/nvlvet-a9904*

The effect of feeding the drug “Kronocid-L” with the content of chelated compounds of trace elements on the productivity and slaughter performance of fattening pigs was studied. The scientific and economic experiment was conducted on two analogous groups of 75-day-old fattening young pigs, 12 heads in each, obtained from crossing sows of the large white breed with boars of the landrace breed. The experiment lasted 105 days and consisted of two periods: an equalization period (15 days) and a main period (90 days). The control group of pigs consumed the basic diet during the equalization and baseline periods. The compound feed “Grower” included: corn – 25 %, wheat – 25 %, barley – 23 %, sunflower meal – 12 %, wheat bran – 7 %, soybean meal – 3 %, BMVD – 5 %. “Finisher” compound feed included: barley – 38 %, wheat – 24 %, wheat bran – 12 %, corn – 9 %, sunflower meal – 9 %, BMVD – 4 %. In addition to the main diet, the experimental group was fed the drug “Kronocid-L” with the content of chelated compounds of microelements at the rate of 1 liter per 1 ton of water. The drug “Kronocid-L” is a transparent green-blue solution that contains chelate compounds of trace elements (iron, zinc, manganese and copper), formic, acetic, orthophosphoric, lactic, citric, succinic and benzoic acids in an amount of 19 % by weight in an aqueous solution. Experimental animals that received the drug “Kronocid-L” during the first stage of the main period (75–110 days) and the second stage of the main period (111–165 days) outweighed the pigs of the control group by live weight by 5.9 and 7.4, respectively %, with an average daily increase of 9.5 % ( $P < 0.05$ ) for the entire period of fattening. The use of the drug “Kronocid-L” at the rate of 1 liter per 1 ton of water allows to reduce feed consumption by 6.2 %, which is 3.0 kg per 1 kg of growth. At the end of the scientific and economic experiment, a control slaughter of experimental pigs was carried out, 4 heads from each group. It was established that feeding pigs on fattening with the above-mentioned preparation contributes to an increase in slaughter weight and slaughter yield in the 2nd experimental group, respectively, by 12.8 kg or by 15 % ( $P < 0.05$ ) and 5.6 % ( $P < 0.05$ ) against benchmarks. At the same time, under the influence of the feed additive, the thickness of the lard above the 6–7 thoracic vertebra decreased by 3.2 mm or by 10 % ( $P < 0.05$ ) and the area of the “muscle eye” increased by 2.8 cm<sup>2</sup> or 6 % ( $P < 0.01$ ).

**Key words:** drug “Kronocid-L”, fattening, pigs, growth intensity, average daily gains, absolute gains, slaughter yield, slaughter weight.

## Відгодівельні та забійні показники свиней при застосуванні препарату “Кроноцид-Л”

Г. Огороднічук, О. Разанова, О. Скоромна, Т. Фаріонік✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Вивчено вплив згодовування препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів на продуктивність та забійні показники свиней на відгодівлі. Науково-господарський дослід було проведено на двох групах-аналогах відгодівельного молодняку свиней 75-денного віку, по 12 голів у кожній, отриманих від схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. Дослід тривав 105 днів і складався з двох періодів: зрівняльного (15 днів) і основного (90 днів). Контрольна група свиней під час зрівняльного та основного періодів споживала основний раціон. До складу комбікорму “Гроуер” входили: кукурудза – 25 %,



пшениця – 25 %, ячмінь – 23 %, сояшниковий шрот – 12 %, пшеничні висівки – 7 %, макуха соєва – 3 %, БМВД – 5 %. До складу комбікорму “Фінішер” входили: ячмінь – 38 %, пшениця – 24 %, пшеничні висівки – 12 %, кукурудза – 9 %, сояшниковий шрот – 9 %, БМВД – 4 %. Дослідній групі додатково до основного раціону згодовували препарат “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів з розрахунку 1 літр на 1 тону води. Препарат “Кроноцид-Л” – прозорий зелено-голубий розчин, який містить у водному розчині хелатні сполуки мікроелементів (Заліза, Цинку, Марганцю та Міді), мурашину, оцтову, ортофосфорну, молочну, лимонну, буриштинову та бензойну кислоти в кількості 19 % за масою. Піддослідні тварини, які отримували препарат “Кроноцид-Л” протягом першого етапу основного періоду (75–110 діб) та другого етапу основного періоду (111–165 діб) переважали свиней контрольної групи за живою масою відповідно на 5,9 та 7,4 %, середньодобовим приростом за весь період відгодівлі на 9,5 % ( $P < 0,05$ ). Використання препарату “Кроноцид-Л” розрахунку 1 літр на 1 тону води дозволяє знизити витрати кормів на 6,2 %, що становить 3,0 кг на 1 кг приросту. По завершенні науково-господарського дослідження було проведено контрольний забій піддослідних свиней по 4 голови з кожної групи. Встановлено, що згодовування свиням на відгодівлі вищезгаданого препарату сприяє підвищенню забійної маси та забійного виходу у 2-ї піддослідній групі відповідно на 12,8 кг, або на 15 % ( $P < 0,05$ ) та 5,6 % ( $P < 0,05$ ) проти контрольних показників. Водночас під впливом кормової добавки знизилась товщина шпичу над 6-7 грудним хребцем на 3,2 мм, або на 10 % ( $P < 0,05$ ) та збільшилась площа “м’язового вічка” на 2,8 см<sup>2</sup>, або 6 % ( $P < 0,01$ ).

**Ключові слова:** препарат “Кроноцид-Л”, відгодівля, свині, інтенсивність росту, середньодобові прирости, абсолютні прирости, забійний вихід, забійна маса.

## Вступ

Одним з найперспективніших і найпроблемніших секторів аграрного виробництва на сьогодні є свинарство, розвиток якого суттєво впливає на добробут українців та країни загалом, тому нарощування виробництва продукції свинарства є актуальним (Voloshchuk et al., 2014; Khalak et al., 2021; 2022; Khalak & Guttyj, 2022; 2023). Галузь свинарства формується під впливом комплексу факторів, серед яких головна роль належить організації збалансованої повноцінної годівлі тварин (Skoromna et al., 2019; Martyshuk et al., 2021; 2022; Povod et al., 2022). Поряд із забезпеченням енергією, протеїном та біологічно активними речовинами особливу роль відіграють мінеральні речовини, незважаючи на те, що вони необхідні тільки в невеликих кількостях, їхні функції в організмі не можуть бути компенсовані іншими компонентами (Voloshchuk et al., 2014; Ibatullin et al., 2014; Kozenko et al., 2022; Xiong et al., 2023).

Із усіх видів сільськогосподарських тварин свині найбільш чутливі до дисбалансу мінеральних речовин у раціоні, що зумовлено їх більш високою інтенсивністю росту. Мінеральні речовини виконують роль пластичного матеріалу в побудові тканин, підтримують осмотичний тиск, рН середовища, іонну й кислотну рівновагу та стан колоїдів. Всмоктування й перетравлювання корму у травному каналі, окислення вуглеводів, жирів та білків і вилучення зі сполук енергії відбувається у реакціях за участю мікроелементів (Fomina et al., 2013; Zakharenko et al., 2016). Переважна більшість мікроелементів, що вводяться у комбікорм як добавки, є солями мікроелементів з неорганічними кислотами, використання яких в організмі тварин часто малоефективне (Zakharenko et al., 2016; Usenko et al., 2019).

Встановлено, що найкращий виробничий ефект мають хелатні сполуки. Лігандами в цих сполуках для металів найчастіше можуть бути амінокислоти, їхні похідні, пептиди, білки, нуклеїнові кислоти, нуклеотиди, вуглеводи та карбонові кислоти. У результаті засвоєння таких елементів досягається найкращий виробничий ефект, зокрема вищі прирости, поліпшується метаболізм і стан здоров'я тварин та зменшуються витрати на виробництво продукції. Хелатні сполуки металів здійснюють вплив практично на всі

види обміну речовин (Kravtsiv & Paska, 2001; Kuzmenko et al., 2011; Fomina et al., 2012; Zakharenko et al., 2016). Тому дослідження у цьому напрямку є актуальними.

Дослідженнями з вивчення окремих показників крові у поросят встановлено позитивний вплив хелатних сполук Заліза на процеси еритропоезу, підвищує активність каталази і пероксидази в крові, запобігає розвитку залізодефіцитної анемії, а також підвищує ефективність використання поживних речовин раціону (Melnychenko & Herasymenko, 1994).

Введення до раціону хелату Заліза поліпшує продуктивні й відтворювальні якості свиноматок (Saprykin et al., 2016).

Компенсація дефіциту цинку за рахунок згодовування його хелатів сприяє зниженню кількості слабких порослят та їх збереженості до відлучення. Вирощений молодняк характеризується більшим забійним виходом (Hedemann et al., 2006; Bomko & Marshalok, 2012).

Встановлено, що додавання до раціону свиноматок хелатної добавки Міді в період порослості та лактації сприяє багатоплідності та великоплідності свиноматок, а також підвищує збереженість порослят (Bordune, 2014). При цьому збільшується жива маса та середньодобові прирости, що підвищує забійну масу й кількість внутрішнього жиру, зростає соковитість м'яса та вміст білка в м'язовій тканині (Zakharenko et al., 2004; Voloshchuk et al., 2014; Zhao et al., 2014).

Завдяки широкому спектру дії хелатних сполук мікроелементів істотно поліпшуються показники відтворювальної функції: у свиноматок підвищується багатоплідність, великоплідність, збільшується маса гнізда та молочність, покращується збереженість порослят до та після відлучення; у кнурів-плідників підвищується рухливість, виживаність та терморезистентність спермій, що сприяє придатності сперми до тривалого зберігання. Включення до раціонів хелатних мікроелементів сприяє збільшенню живої маси свиней, підвищенню забійного виходу та поліпшенню фізико-хімічних властивостей м'яса (Creach et al., 2004; Kuzmenko et al., 2011).

Використання хелатних форм мікроелементів для корекції раціону зменшить дозу мікроелементної підгодівлі, сольове навантаження на тварину, збільшить біологічну ефективність раціону (Kravtsiv &



Paska, 2001; Fomina et al., 2012). Застосування хелатних сполук Заліза позитивно впливає на органолептичні характеристики свинини, а саме: м'ясо тварин вирізняється ніжністю, соковитістю та приємним смаком. Бульйон з такого м'яса наваристий, з приємним ароматом та гарним виглядом (Fomina et al., 2013).

Виявлено, що надвисока біодоступність хелатів мікроелементів відкриває нові шляхи підвищення продуктивності свиней через поліпшення споживання й конверсії кормів. Завдяки широкому спектру дії цих сполук у свиней виникає можливість регуляції відтворювальні функції: у кнурів-плідників – підвищення рухливості та виживаності сперміїв, а у свиноматок – багатоплідності, великоплідності, збільшення маси гнізда, молочності, поліпшення збереженості порослят до та після відлучення (Chorny et al., 2018; Usenko et al., 2019).

### Таблиця 1

Схема дослідів

Група	Тривалість періоду, діб		Кількість тварин у групі, гол.	Умови годівлі
	зрівняльний період, діб	основний комбікорм		
I – контрольна	15	комбікорм “Гроуер” комбікорм “Фінішер”	12	ОР*
II – дослідна	15	35 55	12	ОР*+ препарат “Кроноцид-Л” у дозі 1л/1т води

Примітка: \* Основний раціон (повнораціонний комбікорм “Гроуер” та “Фінішер” відповідно до періоду відгодівлі).

Контрольна група свиней під час зрівняльного та основного періодів споживала основний раціон. Дослідній групі додатково до основного раціону згодували препарат “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів з розрахунку 1 літр на 1 тону води.

Препарат “Кроноцид-Л” – прозорий зелено-голубий розчин, який містить у водному розчині хелатні сполуки мікроелементів (Заліза, Цинку, Марганцю та Міді), мурашину, оцтову, ортофосфору, молочну, лимонну, бурштинову та бензойну кислоти в кількості 19 % за масою.

До складу комбікорму “Гроуер”, яким годували піддослідний молодняк свиней, входили: кукурудза – 25 %, пшениця – 25 %, ячмінь – 23 %, соняшниковий шрот – 12 %, пшеничні висівки – 7 %, макуха соєва – 3 %, БМВД – 5 %. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2173 ккал, перетравним протеїном – 157 г. До складу комбікорму “Фінішер” входили: ячмінь – 38 %, пшениця – 24 %, пшеничні висівки – 12 %, кукурудза – 9 %, соняшниковий шрот – 9 %, БМВД – 4 %. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2051 ккал, перетравним протеїном – на 148 г.

Облік живої маси, абсолютних та середньодобових приростів визначали шляхом зважування тварин до годівлі індивідуально в кінці кожного місяця. Під час досліджень проводили облік з'їдених кормів та обраховували витрати комбікорму на 1 кг приросту свинини.

### Мета дослідження

Метою досліджень було вивчити вплив згодування препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів на продуктивність та забійні показники свиней.

### Матеріал і методи досліджень

Науково-господарський дослід проведено на двох групах-аналогах відгодівельного молодняку свиней 75-денного віку, по 12 голів у кожній, отриманих від схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. Дослід тривав 105 діб і складався з двох періодів: зрівняльного (15 діб) і основного (90 діб) (табл. 1).

Площу “м'язового вічка” вимірювали на поперековому розрізі найдовшого м'яза спини, між останнім грудним і першим поперековим хребцями, методом копіювання “малюнка зрізу” на кальку та вимірювання його за допомогою планіметра (Zakharenko et al., 2016).

Статистичну обробку цифрового матеріалу проведено за допомогою персонального комп'ютера з програмним забезпеченням.

### Результати та їх обговорення

Динаміка живої маси свиней на відгодівлі за введення до раціону препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів у дозі 1л/1т води наведена у таблиці 2.

Аналіз динаміки живої маси свиней на відгодівлі протягом всього періоду досліджень свідчить про те, що найбільша інтенсивність росту спостерігалась у тварин другої дослідної групи, які отримували препарат “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів.

Так, якщо піддослідні тварини на початку першого етапу основного періоду досліджень (75 діб) мали майже однакову живу масу, то в кінці основного періоду (165 діб) за цим показником вони помітно різнилися. Зокрема, у 110-добовому віці піддослідні свині другої дослідної групи переважали своїх аналогів контрольної групи на 4,3 кг, або на 5,9 %.

**Таблиця 2**

Динаміка живої маси піддослідних свиней на відгодівлі за введення до раціону препарату “Кроноцид-Л”, (M ± m, n = 12)

Показник	Група	
	I – контрольна	II – дослідна
Жива маса свиней на початок періоду згодовування комбікорму “Гроуер” (75 діб), кг	32,5 ± 0,9	33,2 ± 0,9
Жива маса свиней на кінець періоду згодовування комбікорму “Гроуер” (110 діб), кг	62,6 ± 2,2	66,3 ± 1,7
Абсолютний приріст, кг	30,1 ± 1,1	33,1 ± 0,91*
Середньодобовий приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму “Гроуер”, г	860 ± 24	945 ± 27*
Відносний приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму “Гроуер”, %	63,3 ± 1,2	66,6 ± 1,1
Жива маса свиней на кінець періоду згодовування комбікорму “Фінішер” (165 діб), кг	112,5 ± 8,4	120,8 ± 8,2
Абсолютний приріст, кг	49,9 ± 1,0	54,5 ± 1,3*
Середньодобовий приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму “Фінішер”, г	908 ± 17	991 ± 20**
Відносний приріст живої маси свиней у період згодовування комбікорму “Фінішер”, %	57,0 ± 2,1	58,3 ± 1,6
Середньодобовий приріст живої маси за досліджуваній період відгодівлі	888 ± 19	973 ± 23*

Примітка: вірогідність різниці: \*(P < 0,05); \*\*(P < 0,01)

Аналогічна картина зміни динаміки живої маси свиней характерна для відгодівельного молодняка й при знятті з відгодівлі у 165-добовому віці. Зокрема, піддослідні тварини 2-ї групи за живою масою переважали контрольних аналогів на 8,3 кг, або на 7,4 %.

Встановлено також, що абсолютний приріст живої маси свиней на відгодівлі 2-ої дослідної групи був вищим порівняно з тваринами контрольної протягом першого етапу основного періоду (75–110 діб) досліджень на 2,8 кг (3,57 %; P < 0,01) і становив 81,2 кг; протягом другого етапу основного періоду (111–165 діб) досліджень – на 2,8 кг (3,57 %; P < 0,01) і становив 81,2 кг.

Вірогідна різниця спостерігається за показниками середньодобових приростів піддослідних свиней протягом усього періоду досліджень. Так, середньодобовий приріст був значно вищим у групі тварин, які додатково отримували препарат “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів, і за весь період відгодівлі був на рівні 973 ± 23, що на 85 г, або на 9,5 % (P < 0,05) вище порівняно з показниками контрольної групи тварин (888 ± 19).

У процесі досліджень розраховано відносний приріст піддослідних тварин за періодами вирощування. За період відгодівлі спостерігалась тенденція до збільшення даного показника на 2,3 п.п. у тварин, які отримували препарат “Кроноцид-ЛЗ”, хоча вірогідної різниці не спостерігалось.

Отже, застосування препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів при вирощуванні свиней сприяє інтенсивнішому росту та підвищенню їхніх відгодівельних якостей.

Під час проведення експерименту були встановлені витрати кормів піддослідними свинями на відгодівлі за згодовування препарату “Кроноцид-Л” (табл. 3).

Встановлено, що використання вищезгаданого препарату дозволяє знизити витрати кормів на 6,2 % і становить 3,0 кг на 1 кг приросту.

У результаті проведених досліджень встановлено, що свині, які споживали препарат “Кроноцид-Л”, вирізнялися кращими забійними показниками (табл. 4).

**Таблиця 3**

Витрати кормів піддослідними свинями на відгодівлі за згодовування препарату “Кроноцид-Л”

Група	Витрати кормів, кг				на 1 кг приросту		Оплата корму приростом	
	за період дослідження		на одну голову		всього	± до контролю	всього	± до контролю
	всього	± до контролю	всього	± до контролю				
I – контрольна	3072	-	-256,0	-	3,2	-	0,31	-
II – дослідна	3153	+81	262,7	+6,7	3,0	-0,2	0,33	+0,02

**Таблиця 4**

Забійні показники свиней за введення до раціону препарату “Кроноцид-Л” (M ± n, n = 4)

Показник	Група	
	I – контрольна	II – дослідна
Передзабійна маса, кг	111,2 ± 3,8	119,6 ± 3,4
Забійна маса, кг	81,3 ± 2,4	94,1 ± 2,9*
Забійний вихід, %	73,1 ± 1,2	78,7 ± 1,3*
Товщина шпигу над 6–7 грудним хребцем, мм	32,1 ± 0,9	28,9 ± 0,7*
Внутрішній жир, кг	1,74 ± 0,06	1,61 ± 0,04
Площа “м’язового вічка”, см <sup>2</sup>	44,3 ± 0,8	47,1 ± 0,7**

Примітка: вірогідність різниці: \*(P < 0,05); \*\*(P < 0,01)

Забійна маса та забійний вихід достовірно збільшилися у тварин другої дослідної групи порівняно з контролем відповідно на 12,8 кг, або на 15 % ( $P < 0,05$ ) та 5,6 % ( $P < 0,05$ ).

Аналіз результатів одержаних при вимірюванні товщини шпигу показав вірогідне зменшення даного показника у свиней другої дослідної групи на 3,2 мм, або на 10 % ( $P < 0,05$ ), що свідчить про більший вихід м'ясної свинини, яка найбільше відповідає вимогам м'ясопереробної промисловості та споживача. У тварин дослідної групи також спостерігається тенденція до зменшення вмісту внутрішнього жиру.

За результатами досліджень було встановлено збільшення площі “м'язового вічка” у свиней другої дослідної групи, які споживали препарат “Кроноцид-Л”, на 2,8 см<sup>2</sup>, або 6 % ( $P < 0,01$ ).

Отже, використання досліджуваного препарату у годівлі свиней сприяє підвищенню їх забійних показників.

### Висновки

Уведення препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів у дозі 1 л/1 т води помісним свиням протягом першого етапу основного періоду (75–110 діб) та другого етапу основного періоду (111–165 діб) на відгодівлі підвищує живу масу тварин відповідно на 5,9 та 7,4 %, середньодобовий приріст за весь період відгодівлі – на 9,5 % ( $P < 0,05$ ).

Застосування при вирощуванні свиней препарату “Кроноцид-Л” сприяє підвищенню передзабійної живої маси на 8,4 кг, або на 7,5 %, забійної маси та забійного виходу – відповідно на 12,8 кг, або на 15 % ( $P < 0,05$ ) та 5,6 % ( $P < 0,05$ ). Водночас під впливом кормової добавки знизилась товщина шпигу над 6–7 грудним хребцем на 3,2 мм, або на 10 % ( $P < 0,05$ ) та збільшилась площа “м'язового вічка” на 2,8 см<sup>2</sup>, або 6 % ( $P < 0,01$ ).

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

### References

Bomko, V. S., & Marshalok, V. A. (2012). Vplyv zmishanolihandnoho kompleksu tsynku na rist i rozvytok try poridnykh hibrydiv svynei na vidhodivli. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. "Tvarynnytstvo"*, 12(21), 143–145. URL: [http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau\\_2012\\_12\\_tvaryn\\_21/JRN/44.pdf](http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau_2012_12_tvaryn_21/JRN/44.pdf) (in Ukrainian).

Bordune, A. (2014). Orhanichni formy mikroelementiv – zaporuka zdorovia svynomatok i porosiat. *Prybutkove svynarstvo*, 3(21), 81–84 (in Ukrainian).

Chomyi, M. V., Cilinska, O. I., Shechetilnikov, Yu. O., & Machula, O. S. (2018). Vykorystannia khelatnykh kompleksiv dlia zabezpechennia zdorovia ta pidvyshchennia produktyvnosti svynei. *Veterynarna biotekhno-lohiia*, 32(1), 313–318. DOI: 10.31073/vet\_biotech32(1)-41.

Creech, B. L., Spears, J. W., Flowers, W. L., Hill, G. M., Lloyd, K. E., Armstrong, T. A., & Engle, T. E. (2004). Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. *Journal Animal Science*, 82(7), 2140–2147. DOI: 10.2527/2004.8272140x

Dolid, S. V., & Bomko, V. S. (2013). Zabiini pokaznyky i khimichni sklad miasa za zghodovuvannia zmishanolihandnoho kompleksu kuprumu molodniaku svynei. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva*, 10(105), 31–34. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt\\_2013\\_10\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2013_10_11) (in Ukrainian).

Fomina, M. V., Dashkovskiy, O. O., Kalyn, B. M., & Kurliak, I. M. (2013). Doslidzhennia yakosti miasa svynei za korektsii yikh ratsionu spolukamy zaliza. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhno-lohiia imeni S.Z. Hzhyskoho*, 15(1(4)), 202–204. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2013\\_15\\_1%284%29\\_40](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_1%284%29_40) (in Ukrainian).

Fomina, M. V., Kalyn, B. M., Vaseruk, N. Ya., & Dashkovskiy, O. O. (2012). Ekonomichna efekty-vnist pry zastosuvanni sulfatu zaliza ta yoho khelativ. *Problemy zoonzhenernoi ta veterynarnoi medytsyny. Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii*, 24(2), 423–426 (in Ukrainian).

Hedemann, M. S., Jensen, B. B., & Poulsen, H. D. (2006). Influence of dietary zinc and copper on digestive enzyme activity and intestinal morphology in weaned pigs. *Journal of Animal Science*, 84(12), 3310–3320. DOI: 10.2527/jas.2005-701.

Ibatullin, I. I., Melnyk, Yu. F., & Otchenashko, V. V. (2014). *Praktykum z hodivli silskohos-podarskykh tvaryn*. Kyiv (in Ukrainian).

Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2022). Feeding and meat qualities of young pigs of different genotypes according to melanocortin 4 receptor (Mc4r) gene and interbreed differentiation according to the coefficient of decrease in growth intensity in early ontogenesis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(3), 3–8. DOI: 10.32718/ujvas5-3.01.

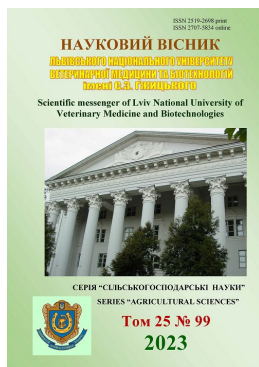
Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2022). Level of phenotypic manifestation of feeding and meat qualities of young pigs of different intrabreed differentiation according to some multi-component evaluation indexes. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 66–70. DOI: 10.32718/ujvas5-1.11.

Khalak, V. I., Gutyj, B. V., & Bordun, O. M. (2022). Innovative methods of evaluation of sows by indicators of reproductive qualities and criteria for their selection by some multicomponent mathematical models. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 70–77. DOI: 10.32718/nvvet-a9609.

Khalak, V., & Gutyj, B. (2023). The level of discreteness of the signs of the own productivity of repair pigs and the reproductive qualities of sows of different breeding value: criteria for the selection of highly productive animals according to the BLUP index. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Bio-*

- technologies. Series: Agricultural Sciences, 25(98), 53–59. DOI: 10.32718/nvlvet-a9809.
- Khalak, V., Gutyj, B., Bordun, O., Stadnytska, O., & Ilchenko, M. (2021). The biochemical indicators of blood serum and their relationship with fattening and meat qualities of young swine of different inbred differentiation according to the sazer-fredin index. Scientific Papers. Series D. Animal Science, LXIV(2), 70–75.
- Khalak, V., Gutyj, B., Il'chenko, M., Shostya, A., Usenko, S., & Petulko, P. (2022). Efficiency of using some poly-component mathematical models of selection indices for evaluation of young pigs for fattening and meat qualities. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 2, 197–204. DOI: 10.31210/visnyk2022.02.23.
- Khalak, V., Gutyj, B., Stadnytska, O., Shuvar, I., Balkovskiy, V., Korpita, H., Shuvar, A., & Bordun, O. (2021). Breeding value and productivity of sows of the Large White breed. Ukrainian Journal of Ecology, 11(1), 319–324. DOI: 10.15421/2021\_48.
- Kozenko, O. V., Krempa, N. Yu., Gutyj, B. V., Chorny, M. V., Shkromada, O. I., Zhylina, V. M., & Martyshuk, T. V. (2022). Dynamics of morphological and biochemical indicators of blood of young pigs using Globigen® Pig Doser and Globigen® Jump Start with different methods of their keeping. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(107), 100–109. DOI: 10.32718/nvlvet10717.
- Kravtsiv, R. Y., & Paska, M. Z. (2001). Vplyv khelatnykh spoluk mikroelementiv na metabolichni protsesy ta produktyvnist tvaryn. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzhyskoho, 3(1), 24–30 (in Ukrainian).
- Kuzmenko, L. M., Vyslanko, O. O., Bankovska, I. B., & Martyniuk, I. O. (2011). Efektyvnist vykorystannia novoho preparatu – pidkysliuvacha kormiv iz vmistom khelatnykh spoluk mikroelementiv – u hodivli molodniaku svynei. Silske hospodarstvo. Tvarynytstvo, 4, 81–85. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/3444> (in Ukrainian).
- Martysuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Martysuk, T., Gutyj, B., Vyshchur, O., Paterega, I., Kushnir, V., Bigdan, O., et al. (2022). Study of Acute and Chronic Toxicity of “Butaselmavit” on Laboratory Animals. Arch Pharm Pract, 13(3), 70–75. DOI: 10.51847/XHwVCyfBZ3.
- Melnychenko, O. M., & Herasymenko, H. M. (1994). Oderzhannia khelatokompleksnykh spoluk biohennykh metaliv z metoiu vykorystannia yikh u tvarynytstvi. Vcheni Bilotserkivskoho derzhavnoho silskohospodar-skoho universytetu – vyrobnytstvu : tezy dopovidi naukovo-praktychnoi konferentsii. Bila Tserkva, 19-20 kvitnia 1994 roku, 154 (in Ukrainian).
- Povod, M. G., Opara, V. O., Mykhalko, O. G., Povochnikov, M. G., Lykhach, V. Y., Voshchenko, I. B., Gutyj, B. V., & Moisei, I. S. (2022). Effectiveness of using high-protein sunflower concentrate in pig feeding. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 24(97), 3–15. DOI: 10.32718/nvlvet-a9701.
- Povod, M., Mykhalko, O., Gutyj, B., Mironenko, O., Verbelchuk, S., Koberniuk, V., & Tkachuk, O. (2022). Dependence of the microclimate parameters of the pig house on different frequency of manure pits emptying and outdoor temperature. Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”, 22(4), 603–616.
- Povod, M., Mykhalko, O., Povochnikov, M., Gutyj, B., Koberniuk, V., Shuplyk, V., Ievstafieva, Y., & Buchkovska, V. (2022). Efficiency of using high-protein sunflower meal instead of soybean meal in feeding of growing piglets. Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”, 22(4), 595–602.
- Saprykin, V. O., Ionov, I. A., Haziiev, B. M., Zhukorskyi, O. M., Marchenkov, F. S., & Marteniuk, I. O. (2016). Khelatni formy zaliza u hodivli suporosnykh ta laktuiuchykh svynomatok. Bioloheia ta ekoloheia, 2(2), 70–79. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/biolecol\\_2016\\_2\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/biolecol_2016_2_2_10) (in Ukrainian).
- Skoromna, O. I., Razanova, O. P., & Tkachenko, T. Y. (2019). Effect of lysine feeding allowance on growth performance and carcass characteristics of growing pigs. Ukrainian Journal of Ecology, 9(4), 204–209. URL: <https://www.ujecology.com/articles/effect-of-lysine-feeding-allowance-on-growth-performance-and-carcass-characteristics-of-growing-pigs.pdf>.
- Usenko, S. O., Siabro, A. S., Bereznytskyi, V. I., Chukhlib, Ye. V., Slynko, V. H., & Myronenko, O. I. (2019). Novitni aspekty mineralnoho zhyvlennia svynei. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii, 4, 126–133. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.15 (in Ukrainian).
- Voloshchuk, V. M., Rybalko, V. P., & Berezovskyi, M. D. (2014). Svynarstvo: monohrafiia. Kyiv: Aharna nauka (in Ukrainian).
- Xiong, Y., Cui, B., He, Z., Liu, S., Wu, Q., Yi, H., Zhao, F., Jiang, Z., Hu, S., & Wang, L. (2023). Dietary replacement of inorganic trace minerals with lower levels of organic trace minerals leads to enhanced antioxidant capacity, nutrient digestibility, and reduced fecal mineral excretion in growing-finishing pigs. Frontiers in Veterinary Science, 10, 142054. DOI: 10.3389/fvets.2023.1142054.
- Zakharenko, M. O., Shevchenko, L. V., & Mykhalska, V. M. (2004). Rol mikroelementiv u zhyttiediialnosti tvaryn. Veterynarna medytsyna Ukrainy, 2, 13–16 (in Ukrainian).
- Zakharenko, M. O., Shevchenko, L. V., & Poliakovskiy, V. M. (2016). Khelaty mikroelementiv, yikh tekhnolohiia ta zastosuvannia: monohrafiia. Kyiv (in Ukrainian).
- Zhao, J., Allee, G., Gerlemann, G., Ma, L., Gracia, M. I., Parker, D., Vasquez-Anon, M., & Harrell, R. J. (2014). Effects of a chelated copper as growth promoter on performance and carcass traits in pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 27(7), 965–973. DOI: 10.5713/ajas.2013.13416.





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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9905  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.082

## The level of adaptation and reproductive qualities of sows of the large white breed of different origins and lineages

O. M. Bordun<sup>1</sup>, V. I. Khalak<sup>2</sup>✉, B. V. Gutyj<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agriculture of the North-East of NAAS of Ukraine, v. Sad, Sumy region, Ukraine

<sup>2</sup>State Institution Institute of Grain Crops NAAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 22.06.2023

Received in revised form

24.07.2023

Accepted 25.07.2023

Institute of Agriculture of the  
North-East of NAAS of Ukraine,  
Zelena Str., 1, v. Sad, Sumy region,  
42343, Ukraine.

State Institution Institute of  
grain crops of NAAS, V. Vernadsky  
Str., 14, Dnipro, 49027, Ukraine.  
Tel.: +38-067-892-44-04  
E-mail: vl6kh91@gmail.com

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

**Bordun, O. M., Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2023). The level of adaptation and reproductive qualities of sows of the large white breed of different origins and lineages. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 28–35. doi: 10.32718/nvlvet-a9905**

The work aimed to study the reproductive qualities and signs of long-term adaptation of sows of the large white breed of various origins and genealogical lines. The research was conducted in the research farm and laboratory of animal husbandry and fodder production of the Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of Sciences. The work was carried out following the scientific research program of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine No. 30, "System of organizational and technological solutions for adaptation of animals to climate change for the production of livestock products" ("Climate-adaptive and organic livestock breeding"). "Generally accepted zootechnical, biometric, and economic research and analysis methods were used to achieve the goal". It was established that sows of the large white breed of French and Belgian origin are characterized by high indicators of long-term adaptation (the "adaptation level" index is  $8.99 \pm 0.161$  points). Regarding reproductive qualities, they meet the minimum requirements of the I and the "elite" classes. A significant difference between sows of French and Belgian origin was found in the length of life (2.6 months;  $P < 0.05$ ), the number of farrowings obtained (0.5;  $P < 0.05$ ), the number of live piglets obtained (9.9;  $P < 0.01$ ), multifertility (0.8 head.;  $P < 0.001$ ), the weight of the nest at the time of weaning at the age of 28 days (4.8 kg;  $P < 0.01$ ), index of reproductive qualities of the sow M. D. Berezovsky (1.76 points,  $P < 0.01$ ). Sows of the genealogical line 5488 are characterized by the maximum indicators of life expectancy, duration of breeding use, number of farrowings obtained, multifertility, nest weight at the time of weaning at 28 days, and M. D. Berezovsky's index. According to these indicators, they prevailed over peers of other genealogical lines by an average of 15.97%. It was established that the pairwise correlation coefficient between the signs of reproductive qualities of sows and the "level of adaptation" index ranges from  $-0.736 \pm 0.0405$  to  $+0.502 \pm 0.0661$ . The maximum indicators of the value of additional products were obtained from sows of French origin (+ UAH 100.86, or + USD 2.55) and animals of the genealogical line 5488 (+ UAH 340.46, or USD + 8.61).

**Key words:** sow, breed, reproductive qualities, adaptation, index, cost of additional products.

## Рівень адаптації та відтворювальні якості свиноматок великої білої породи різного походження та лінійної належності

O. M. Бордун<sup>1</sup>, В. І. Халак<sup>2</sup>✉, Б. В. Гутий<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Інститут сільськогосподарства Північного Сходу НААН, с. Сад, Сумський район, Сумська область, Україна

<sup>2</sup>Державна установа "Інститут зернових культур НААН", м. Дніпро, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Метою роботи було дослідження відтворювальних якостей та ознаки довготривалої адаптації свиноматок великої білої породи різного походження і генеалогічних ліній. Дослідження проведено в дослідному господарстві та лабораторії тваринництва і кормовиробництва Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Роботу виконано згідно з програмою наукових досліджень Національної академії аграрних наук України № 30 “Система організаційно-технологічних рішень з адаптації тварин до зміни клімату за виробництва продукції тваринництва (“Кліматично-адаптивне та органічне тваринництво”)”. Для досягнення мети використовували загальноприйняті зоотехнічні, біометричні та економічні методи дослідження та аналізу. Установлено, що свиноматки великої білої породи французького та бельгійського походження характеризуються високими показниками довгострокової адаптації (індекс “рівень адаптації” дорівнює  $8,99 \pm 0,161$  бала), а за показниками відтворювальних якостей відповідають мінімальним вимогам I класу та класу “еліта”. Достовірну різницю між свиноматками французького та бельгійського походження встановлено за тривалістю життя ( $2,6$  міс.;  $P < 0,05$ ), кількістю одержаних опоросів ( $0,5$ ;  $P < 0,05$ ), кількістю одержаних живих поросят ( $9,9$  гол.;  $P < 0,01$ ), багатоплідністю ( $0,8$  гол.;  $P < 0,001$ ), масою гнізда на час відлучення у віці 28 діб ( $4,8$  кг;  $P < 0,01$ ), індексом відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського ( $1,76$  бала,  $P < 0,01$ ). Свиноматки генеалогічної лінії 5488 характеризуються максимальними показниками тривалості життя, тривалості племінного використання, кількості одержаних опоросів, багатоплідності, маси гнізда на час відлучення у віці 28 діб та індексу М. Д. Березовського. За даними показниками вони переважали ровесниць інших генеалогічних ліній у середньому на 15,97 %. Установлено, що коефіцієнт парної кореляції між ознаками відтворювальних якостей свиноматок та індексом “рівень адаптації” коливається у межах від  $-0,736 \pm 0,0405$  до  $+0,502 \pm 0,0661$ . Максимальні показники вартості додаткової продукції одержано від свиноматок французького походження ( $+100,86$  грн, або  $+2,55$  долара США) і тварин генеалогічної лінії 5488 ( $+340,46$  грн, або  $+8,61$  долара США).

**Ключові слова:** свиноматка, порода, відтворювальні якості, адаптація, індекс, вартість додаткової продукції.

## Вступ

Зростання ефективності галузі свинарства та покращення якості свинини значно залежать від розвитку племінної бази, кількості і якості племінних тварин різних порід, рівня їх генетичного потенціалу за продуктивними ознаками та ступеня його реалізації. Кінцевою метою селекційно-племінної роботи у свинарстві є підвищення рівня продуктивності тварин у товарних стадах (Khalak et al., 2022; Khalak & Gutjy, 2022; 2023).

Важливим фактором відновлення кількісного складу поголів'я свиней в Україні, а також збільшення валового виробництва високоякісного м'яса та сала поряд з оптимізацією умов годівлі і утримання є прискорення селекційного процесу. Він передбачає використання традиційних та інноваційних методів оцінки та відбір високопродуктивних тварин, а також використання свиней зарубіжної селекції (Biriukova & Makovska, 2011; Hryshyna, 2011; Kyslynska, 2012; Ivanov et al., 2012; Kyslynska, 2012; Tsybenko et al., 2021; Vashchenko & Berezovskyi, 2021; Khalak, 2022), які по-різному адаптуються до нових умов життя і не завжди повною мірою реалізують свій генетичний потенціал за відтворювальними якостями кнурів-плідників і свиноматок, відгодівельними і м'ясними показниками їхнього потомства (Aknievskyi, 2007; Tsereniuk et al., 2010; Kovalenko, 2011; Shulha et al., 2011; Hryshyna, 2014; Herrero-Medrano et al., 2015).

Зазначене свідчить про актуальність і практичне значення питання дослідження адаптивних та відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи різного походження та лінійної належності.

## Мета дослідження

Метою роботи було дослідити адаптивні та відтворювальні якості свиноматок великої білої породи різного походження та лінійної належності, а також розрахувати економічну ефективність їх використання в умовах племінного репродуктора з розведення свиней великої білої породи Державного підприємства “Дослідне господарство Інституту сільського гос-

подарства Північного Сходу Національної академії аграрних наук України”.

## Матеріал і методи дослідження

Дослідження проведено в дослідному господарстві та лабораторії тваринництва і кормовиробництва Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Роботу виконано згідно з програмою наукових досліджень Національної академії аграрних наук України № 30 “Система організаційно-технологічних рішень з адаптації тварин до зміни клімату за виробництва продукції тваринництва (“Кліматично-адаптивне та органічне тваринництво”).

Об'єктом дослідження були свиноматки великої білої французького (I піддослідна група, генеалогічна лінія: 54888, R8422, R8285) та бельгійського (II піддослідна група, генеалогічна лінія 61839) походження.

Оцінку тварин зазначеної виробничої групи за показниками відтворювальних якостей проводили з урахуванням таких ознак: одержано опоросів, одержано живих поросят усього, гол., багатоплідність, гол., маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг, збереженість, %.

Індекс “рівень адаптації” (1) та індекс відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського (2) розраховували за такими математичними моделями:

$$PA = \frac{TЖ^2}{\text{кількість опоросів} \times \text{ТПВ (міс)}}, \quad (1)$$

де: PA – рівень адаптації; балів; TЖ – тривалість життя свиноматки (від народження до останнього відлучення поросят), міс.; ТПВ – тривалість племінного використання (від початку першої поросності до останнього відлучення поросят), міс. (Dudka, 2009; 2020);

$$I = B + (2 \times W) + (35 \times G), \quad (2)$$

де: I – індекс відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського, бала; B – кількість живих поросят на час народження, гол.; W – кількість відлучених поросят, гол.; G – середньодобовий приріст живої маси поросят до відлучення, кг (Vashchenko, 2019).





**Рис. 1.** Свиноматка великої білої породи бельгійського походження (UA59053507). Дата народження – 13 січня 2019 року. Одержано опоросів за період племінного використання – 7. Середні показники продуктивності: багатоплідність – 14,6 гол., молочність – 56,7 кг, маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб – 82,7 кг, збереженість поросят до відлучення – 91,7 %. Індекс BLUP (материнська лінія) становить 109,6 бала; індекс відтворювальних якостей М. Д. Березовського – 42,95 бала. Власник: Державне підприємство “Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу” Національної академії аграрних наук України (Бордун О. М., 2023).



**Рис. 2.** Свиноматка великої білої породи французького походження (UA 5981714). Дата народження – 5 червня 2018 року. Одержано опоросів за період племінного використання – 7. Середні показники продуктивності: багатоплідність – 13,0 гол., молочність – 50,2 кг, маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб – 70,93 кг, збереженість поросят до відлучення – 88,4 %. Індекс BLUP (материнська лінія) становить 105,3 бала; індекс відтворювальних якостей М. Д. Березовського – 39,13 бала. Власник: Державне підприємство “Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу” Національної академії аграрних наук України (Бордун О. М., 2023).

Для розрахунку вартості додаткової продукції використовували такі дані: закупівельна ціна одиниці продукції відповідно до існуючих цін, які діють в Україні; середня продуктивність тварин; середня надбавка основної продукції (%), яка виражена у відсотках на 1 голову при застосуванні нового і поліпшеного селекційного досягнення порівняно з продуктивністю тварин базового використання; чисельність поголів'я сільськогосподарських тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення, голів. Постійний коефіцієнт зменшення результату, який пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію дорівнює 0,75 (Chernenko, 2016).

Біометричну обробку результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками з використанням програмованого модуля “Аналіз даних” в Microsoft Excel. Статистичні помилки для середньої арифметичної (3), середнього квадратичного відхилення (4) і коефіцієнта варіації (5) розраховували за такими формулами:

$$S_x = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

$$S_\sigma = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{2n}} \quad (4)$$

$$S_{Cv} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{2n}} \quad (5)$$

де: n – об'єм вибірки;  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення;  $C_v$  – коефіцієнт варіації (Kovalenko et al., 2010).

Силу кореляційних зв'язків між ознаками визначали за шкалою Чеддока (табл. 1).

**Таблиця 1**

Шкала Чеддока для градації сили кореляційного зв'язку між кількісними ознаками

Значення коефіцієнта кореляції	Сила кореляційного зв'язку
0,1–0,3	Слабка
0,3–0,5	Помірна
0,5–0,7	Помітна
0,7–0,9	Висока
0,9–0,99	Дуже висока

**Таблиця 2**

Ознаки рівня адаптації та відтворювальні якості свиноматок великої білої породи французького (I піддослідна група; n = 78) та бельгійського (II піддослідна група; n = 51) походження

Показники, одиниці виміру	Група			
	I		II	
	$X \pm S_x$	$C_v \pm S_{C_v}, \%$	$X \pm S_x$	$C_v \pm S_{C_v}, \%$
Вік I плідного осіменіння, діб	256,7 ± 2,76	9,52 ± 0,762	248,8 ± 8,10	23,04 ± 2,283
Тривалість життя, міс.	35,2 ± 0,73	18,42 ± 1,475	32,6 ± 0,84	24,39 ± 2,417
Тривалість племінного використання, міс.	26,7 ± 0,72	23,98 ± 1,921	24,4 ± 1,09	31,94 ± 3,165
Одержано опоросів	5,4 ± 0,13	22,26 ± 1,783	4,9 ± 0,20	29,09 ± 2,883
Індекс “рівень адаптації”, бала	8,76 ± 0,115	11,65 ± 0,933	9,34 ± 0,365	27,93 ± 2,768
Одержано живих поросят усього, гол.	64,8 ± 2,00	25,52 ± 2,044	54,9 ± 2,73	32,43 ± 3,214
Багатоплідність, гол.	12,0 ± 0,11	8,62 ± 0,690	11,2 ± 0,12	8,09 ± 0,801
Маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг	77,3 ± 1,19	13,62 ± 1,091	72,5 ± 1,02	10,14 ± 1,004
Індекс відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського (I), бала;	40,09 ± 0,390	8,60 ± 0,689	38,33 ± 0,398	7,43 ± 0,736
Збереженість, %	88,8 ± 0,69	-	89,8 ± 0,52	-

## Результати та їх обговорення

Аналіз даних (n = 129) свідчить, що вік I плідного осіменіння свиноматок становить 253,6 доби ( $C_v = 15,99 \%$ ), тривалість їх життя – 34,2 міс. ( $C_v = 21,04 \%$ ), тривалість племінного використання – 25,8 міс. ( $C_v = 27,32 \%$ ); індекс “рівень адаптації” дорівнює 8,99 бала ( $C_v = 20,39 \%$ ). За період племінного використання від тварин зазначеної виробничої групи одержано 5,2 опоросу ( $C_v = 25,19 \%$ ), живих поросят усього – 65,7 гол. ( $C_v = 28,73 \%$ ). Середній показник багатоплідності свиноматок становить 11,7 поросят на один опорос ( $C_v = 9,12 \%$ ), маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб – 75,4 кг ( $C_v = 12,81 \%$ ). Індекс відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського коливається у межах від 27,47 до 56,23 бала.

Результати дослідження ознаки рівня адаптації та відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи французького та бельгійського походження, а також різних генеалогічних ліній наведено в таблиці 1 і 2.

Установлено, що свиноматки I піддослідної групи переважали ровесниць II за тривалістю життя на 2,6 міс. (td = 2,34; P < 0,05), тривалістю племінного використання – 2,3 міс. (td = 1,76; P > 0,05), кількістю одержаних опоросів – 0,5 (td = 2,17; P < 0,05), індексом “рівень адаптації” – 0,58 бала (td = 1,52; P > 0,05), загальною кількістю одержаних поросят за період племінного використання свиноматки – 9,9 гол. (td = 2,92; P < 0,01) (табл. 2).

Різниця між тваринами зазначених груп за багатоплідністю дорівнює 0,8 гол. (td = 5,00; P < 0,001), масою гнізда на час відлучення у віці 28 діб – 4,8 кг (td = 3,07; P < 0,01), індексом відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського – 1,76 бала (td = 3,20; P < 0,01), віком I плідного осіменіння – 7,9 діб (td = 0,92; P > 0,05). Показник збереженості поросят до відлучення у тварин піддослідних груп коливається у межах від 88,8 до 89,8 %.

З урахуванням внутрішньопородної диференціації за лінійною належністю встановлено, що максимальними показниками ознак рівня адаптації та відтворювальних якостей характеризуються свиноматки генеалогічної лінії 5488 (табл. 3).



**Таблиця 3**

Ознаки рівня адаптації та відтворювальні якості свиноматок великої білої породи різної лінійної належності

Показники, одиниці виміру	Біометричні показники	Генеалогічна лінія			
		5488	R8422	R8285	61839
		група			
	<i>n</i>	I	II	III	IV
		3	37	30	51
1	$X \pm Sx$	339,7 ± 2,75	256,9 ± 2,67	248,6 ± 2,28	248,8 ± 8,10
	$Cv \pm Scv, \%$	6,46 ± 2,647	6,33 ± 0,736	5,03 ± 0,649	23,04 ± 2,283
2	$X \pm Sx$	44,7 ± 3,31	35,4 ± 0,85	34,0 ± 1,18	32,6 ± 1,11
	$Cv \pm Scv, \%$	28,05 ± 14,774	14,66 ± 1,704	19,09 ± 2,466	24,39 ± 2,417
3	$X \pm Sx$	33,6 ± 3,11	26,8 ± 0,83	25,9 ± 1,18	24,4 ± 1,09
	$Cv \pm Scv, \%$	48,52 ± 19,885	18,94 ± 2,202	25,10 ± 3,242	31,94 ± 3,165
4	$X \pm Sx$	6,7 ± 1,04	5,4 ± 0,16	5,3 ± 0,23	4,9 ± 0,20
	$Cv \pm Scv, \%$	45,83 ± 18,782	18,11 ± 2,105	24,35 ± 3,145	29,09 ± 2,883
5	$X \pm Sx$	9,67 ± 1,250	8,72 ± 0,133	8,69 ± 0,185	9,34 ± 0,365
	$Cv \pm Scv, \%$	22,39 ± 9,176	9,30 ± 1,081	11,68 ± 1,509	27,93 ± 2,768
6	$X \pm Sx$	93,7 ± 10,19	68,1 ± 2,29	67,4 ± 3,11	60,3 ± 2,73
	$Cv \pm Scv, \%$	35,83 ± 22,881	20,45 ± 2,377	25,32 ± 3,271	32,43 ± 3,214
7	$X \pm Sx$	13,0 ± 0,43	12,0 ± 0,19	11,9 ± 0,14	11,2 ± 0,12
	$Cv \pm Scv, \%$	7,07 ± 2,897	9,92 ± 1,153	6,46 ± 0,834	8,09 ± 0,801
8	$X \pm Sx$	82,2 ± 1,27	76,2 ± 2,34	78,2 ± 0,76	72,5 ± 1,02
	$Cv \pm Scv, \%$	2,68 ± 1,098	18,71 ± 2,175	5,33 ± 0,688	10,14 ± 1,004
9	$X \pm Sx$	42,90 ± 0,592	39,94 ± 0,678	40,13 ± 0,407	38,33 ± 0,398
	$Cv \pm Scv, \%$	2,39 ± 0,979	10,33 ± 1,201	5,56 ± 0,718	7,43 ± 0,736
10	$X \pm Sx$	86,9 ± 3,15	88,4 ± 1,16	89,1 ± 0,76	92,8 ± 0,52

*Примітка:* 1 – вік I плідного осіменіння, діб; 2 – тривалість життя, міс.; 3 – тривалість племінного використання, міс.; 4 – одержано опоросів; 5 – індекс “рівень адаптації”, бала; 6 – одержано живих поросят усього, гол.; 7 – багатоплідність, гол.; 8 – маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг; 9 – індекс відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського (I), бала; 10 – збереженість, %

Порівняно з ровесницями генеалогічних ліній R8422, R8285 і 61839 різниця за тривалістю життя становить 9,3 (td = 2,72; P < 0,05), 10,7 (td = 3,04; P < 0,01) і 12,1 міс. (td = 3,46; P < 0,01), тривалістю племінного використання – 6,8 (td = 2,11; P < 0,05), 7,7 (td = 2,31; P < 0,05) і 9,2 міс. (td = 2,79; P < 0,01), кількістю одержаних опоросів – 1,3 (td = 1,23; P > 0,05), 1,4 (td = 1,2; P > 0,05) і 1,8 (td = 1,71; P > 0,05), загальною кількістю одержаних живих поросят за період племінного використання свиноматки – 25,6 (td = 2,45; P < 0,05), 26,3 (td = 2,46; P < 0,05) і 33,4 гол. (td = 3,16; P < 0,01), багатоплідністю – 1,0 (td = 2,17; P < 0,05), 1,1 (td = 2,50; P < 0,05) і 1,8 гол. (td = 4,09; P < 0,001), масою гнізда на час відлучення у віці 28 діб – 6,0 (td = 2,25; P < 0,05), 4,0 (td = 2,72; P < 0,01) і 9,7 кг (td = 5,98; P < 0,001), індексом відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського – 2,96 (td = 3,32; P < 0,01), 2,77 (td = 3,90; P < 0,001) і 11,41 бала (td = 16,07; P < 0,001), віком I плідного осіменіння – 82,8 (td = 21,61; P < 0,001), 91,1 (td = 25,51; P < 0,001) і 90,9 діб (td = 10,63; P < 0,001) відповідно. Установлено, що мінімальним значенням індексу “рівень адаптації” характеризуються свиноматки лінії R8285. Порівняно з ровесницями лінії 5488, R8422 і 61839 різниця за даним показником становить 0,98 (td = 0,78; P > 0,05), 0,03 (td = 0,13; P > 0,05) і 0,65 бала (td = 1,62; P > 0,05). Максимальний показник збереженості виявлено у свиноматок генеалогічної лінії 61839 – 92,8 %.

Результати розрахунку коефіцієнтів парної кореляції між ознаками відтворювальних якостей свиноматок та індексом “рівень адаптації” наведено в таблиці 4.

Установлено, що коефіцієнт парної кореляції між ознаками відтворювальних якостей свиноматок та індексом “рівень адаптації” коливається у межах від – 0,736 ± 0,0405 до +0,502 ± 0,0661.

Достовірні кореляційні зв'язки встановлено між такими парами ознак: індекс “рівень адаптації” × вік I плідного осіменіння (+0,502 ± 0,0661), індекс “рівень адаптації” × тривалість життя (-0,502 ± 0,0661), індекс “рівень адаптації” × тривалість племінного використання (-0,616 ± 0,0549), індекс “рівень адаптації” × одержано опоросів (-0,736 ± 0,0405), індекс “рівень адаптації” × одержано живих поросят усього (-0,650 ± 0,0511).

Результати розрахунку економічної ефективності використання свиноматок різного походження та лінійної належності наведено в таблиці 5.

Розрахунки економічної ефективності результатів досліджень свідчать, що максимальну прибавку додаткової продукції одержано від свиноматок I піддослідної групи внутрішньопородної диференціації за походженням (+2,45 %) та за лінійною належністю (+8,27 %), а її вартість становить +100,86 – +340,46 гривні, або +2,55 – +8,61 долара США, які одержано від 1 тварин за один опорос.

**Таблиця 4**

Коефіцієнт парної кореляції між ознаками відтворювальних якостей свиноматок та індексом “рівень адаптації”, n = 129

Ознака		Біометричні показники		Сила кореляційного зв'язку
x	y	r ± Sr	tr	
Індекс “рівень адаптації”, бала	1	+0,502 ± 0,0661***	7,60	помітна
	2	-0,502 ± 0,0661***	7,60	помітна
	3	-0,616 ± 0,0549***	11,21	помітна
	4	-0,736 ± 0,0405***	18,19	висока
	5	-0,650 ± 0,0511***	12,73	помітна
	6	-0,080 ± 0,0878	0,91	-
	7	+0,042 ± 0,0883	0,47	-
	8	+0,0004 ± 0,0590	0,005	-
	9	+0,049 ± 0,0082	0,55	-

Примітка: 1 – вік I плідного осіменіння, діб; 2 – тривалість життя, міс.; 3 – тривалість племінного використання, міс; 4 – одержано опоросів; 5 – одержано живих поросят усього, гол.; 6 – багатоплідність, гол.; 7 – маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг; 8 – індекс відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського (I), бала; 9 – збереженість, %; \*\*\* – P < 0,001

**Таблиця 5**

Економічна ефективність використання свиноматок різного походження та лінійної належності

Група	n	Маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг	± до середньопопуляційного значення, %	Вартість додаткової продукції, грн / доларів США / гол.*
Загальна вибірка	129	75,4 ± 0,85	-	-
<i>внутрішньопородна диференціація за походженням</i>				
II	51	72,5 ± 1,02	-3,84	-158,08 / -4,00
I	78	77,3 ± 1,19	+2,45	+100,86 / +2,55
<i>внутрішньопородна диференціація за лінійною належністю</i>				
IV	51	72,5 ± 1,02	-3,84	-158,08 / -4,00
III	30	78,2 ± 0,76	+3,70	+152,32 / +3,85
II	37	76,2 ± 2,34	+1,04	+42,81 / +1,08
I	3	82,2 ± 1,27	+8,27	+340,46 / +8,61

Примітка: \* – середня ціна реалізації молодняку свиней на переробні підприємства дорівнює 72,8 гривні, або 1,84 долара США, за 1 кг живої маси

### Висновки

Свиноматки великої білої породи французького та бельгійського походження характеризуються високими показниками довгострокової адаптації (індекс “рівень адаптації” дорівнює 8,99 ± 0,161 бала), а за показниками відтворювальних якостей відповідають мінімальним вимогам I класу та класу “еліта”.

Достовірну різницю між свиноматками французького та бельгійського походження встановлено за тривалістю життя (2,6 міс.; P < 0,05), кількістю одержаних опоросів (0,5; P < 0,05), кількістю одержаних живих поросят (9,9 гол.; P < 0,01), багатоплідністю (0,8 гол.; P < 0,001), масою гнізда на час відлучення у віці 28 діб (4,8 кг; P < 0,01), індексом відтворювальних якостей свиноматки М. Д. Березовського (1,76 бала, P < 0,01).

Свиноматки генеалогічної лінії 5488 характеризуються максимальними показниками тривалості життя, тривалості племінного використання, кількості одержаних опоросів, багатоплідності, маси гнізда на час відлучення у віці 28 діб та індексу М. Д. Березовського. За даними показниками вони переважали ровесниць інших генеалогічних ліній у середньому на 15,97 %.

Установлено, що коефіцієнт парної кореляції між ознаками відтворювальних якостей свиноматок та індексом “рівень адаптації” коливається у межах від -0,736 ± 0,0405 до +0,502 ± 0,0661.

Максимальні показники вартості додаткової продукції одержано від свиноматок французького походження (+100,86 грн, або +2,55 долара США) і тварин генеалогічної лінії 5488 (+340,46 грн, або +8,61 долара США).

*Перспективи подальших досліджень.* Метою подальшої роботи є дослідження відтворювальних якостей та показників рівня адаптації свиноматок різних порід та поєднань, а також встановлення їхніх асоціативних зв'язків з деякими генетичними маркерами.

### Подяки

Автори висловлюють офіційну подяку директору Державного підприємства “Дослідного господарства Інституту сільського господарства Північного Сходу” НААН Пахненку Віктору Івановичу та зоотехніку Лісянській Людмилі Миколаївні за надану практичну допомогу під час виконання експериментальної частини досліджень.

## Відомості про конфлікт інтересів

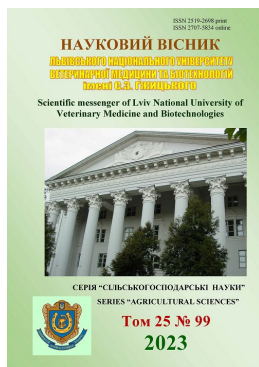
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

## References

- Aknievskiy, Yu. P. (2007). Produktivnist svynei v zalezhnosti vid intensyvnosti rostu remontnoho molodniaku ta poiednannia vykhidnykh henotypiv: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.01. In-t svynarstva im. O. V. Kvasnytskoho UAAN. Poltava (in Ukrainian).
- Biriukova, O. D., & Makovska, N. M. (2011). Vychennia rezystentnosti molodniaku silskohospodarskykh tvaryn. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzhyskoho, 13(4(50)), 39–44 (in Ukrainian).
- Chernenko, O. M. (2016). Rozrobka ta realizatsiia selektsiinykh metodiv otsinky konstytutsii i adaptatsiinoi zdatnosti molochnoi khudoby. dys. ... doktora. s. - h. nauk: 06.02.01. Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Dudka, O. I. (2009). Indeksna otsinka plemynnoi tsinnosti ta adaptatsii svynei ukrainskoi stepovoi riaboi porody. Naukovyi visnyk “Askaniia-Nova”, 2, 127–134 (in Ukrainian).
- Dudka, O. I. (2020). Adaptatsiina zdattist ta ekspluatatsiina tsinnist svynomatok henofondovykh stad. Naukovyi visnyk “Askaniia-Nova”, 13, 245–256. DOI: 10.33694/2617-0787-2020-1-13-245-256 (in Ukrainian).
- Dudka, O. I., Karvatska, I. M. (2020). Ekoloho-henetychni parametry svynei henofondovykh stad. Naukovyi visnyk “Askaniia-Nova”, 13, 257–267. DOI: 10.33694/2617-0787-2020-1-13-257-267 (in Ukrainian).
- Herrero-Medrano, J. M., Mathur, P. K., Napel, J., Rashidi, H., Alexandri, P., Knol, E. F., & Mulder, H. A. (2015). Estimation of genetic parameters and breeding values across challenged environments to select for robust pigs. *Journal of Animal Science*, 93(4), 1494–1502. DOI: 10.2527/jas.2014-8583.
- Hryshyna, L. P. (2011). Ekoloho-henetychni parametry rozvytku ta vidtvornykh oznak svynei zavodskoho typu “Bakhmutskyi” na etapakh yoho stvorennia. Tavriiskiyi naukovyi visnyk, 76(2), 63–67 (in Ukrainian).
- Hryshyna, L. P. (2014). Teoretychne obgruntuvannia ta praktychna realizatsiia udoskonalenykh metodiv selektsii pry stvorenni spetsializovanoho typu svynei: avtoref. dys. ... d-ra s.-h. nauk: 06.02.01. In-t rozvedennia i henetyky tvaryn (in Ukrainian).
- Ivanov, V. O., Nesterenko, O. P., & Kreminska, T. V. (2012). Adaptatsiini vlastyvoli svynei suchasnykh henotypiv v umovakh promyslovykh kompleksiv. Tavriiskiyi naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal, 78(2), 69–72. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/78-2-1\\_2012/18.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/78-2-1_2012/18.pdf) (in Ukrainian).
- Khalak, V. I. (2022). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok riznykh typiv adaptatsii ta riven yikh fenotypnoi konsolida-tsii. Rozvedennia i henetyka tvaryn, 64, 162–172. DOI: 10.31073/abg.64.15 (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2022). Level of phenotypic manifestation of feeding and meat qualities of young pigs of different intrabreed differentiation according to some multi-component evaluation indexes. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 66–70. DOI: 10.32718/ujvas5-1.11.
- Khalak, V. I., Gutyj, B. V., & Bordun, O. M. (2022). Innovative methods of evaluation of sows by indicators of reproductive qualities and criteria for their selection by some multicomponent mathematical models. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 70–77. DOI: 10.32718/nvlvet-a9609.
- Khalak, V. I., Hutyi, B. V., & Bordun, O. M. (2022). Ekspluatatsiina tsinnist, vidtvoriuvalni yakosti ta riven adaptatsii svynomatok velykoi biloi porody zarubizhnoho pokhodzhennia. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia “Tvarynytstvo”*, 4(51), 42–48. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.4.6 (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., Gutyj, B.V., Leskiv, Kh. Ya., Bordun, O.M., & Saienko, A. M. (2022). Feeding and meat quality of young pigs of different genotypes by the melanocortin 4 receptor gene (mc4r) and the economic efficiency of their use. *Colloquium-journal*, 21(144), 20–23. DOI: 10.24412/2520-6990-2022-21144-20-23.
- Khalak, V., & Gutyj, B. (2023). The level of discreteness of the signs of the own productivity of repair pigs and the reproductive qualities of sows of different breeding value: criteria for the selection of highly productive animals according to the BLUP index. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 53–59. DOI: 10.32718/nvlvet-a9809.
- Khalak, V., Bankovska, I., & Gutyj, B. (2022). Pig biology: serum enzymes and their correlation with physicochemical properties and chemical composition of muscle tissue. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 92–98. DOI: 10.32718/nvlvet-a9716.
- Khalak, V., Gutyj, B., & Denysiuk, O. (2022). Some parameters of the interior and productivity of young beef cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 131–138. DOI: 10.32718/nvlvet-a9618.
- Khalak, V., Gutyj, B., Il'chenko, M., Shostya, A., Usenko, S., & Petulko, P. (2022). Efficiency of using some poly-component mathematical models of selection indices for evaluation of young pigs for fattening and meat qualities. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 197–204. DOI: 10.31210/visnyk2022.02.23.
- Kovalenko, T. S. (2011). Udoskonalennia otsinky produktyvnykh i pleminykh yakosteiv svynei za selektsiinyi indek-samy: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.01. In-t svynarstva i APV NAAN (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. P., Khalak, V. I., Nezhlukchenko, T. I., & Papakina, N. S. (2010). Biometrychnyi analiz minlyvosti oznak silskohospodarskykh tvaryn i ptytsi. Navchalnyi posibnyk z henetyky silskohospodarskykh tvaryn. Kherson: Oldi (in Ukrainian).
- Kyslynska, A. I. (2012). Pokaznyky pryrodnoi rezystentnosti krovi molodniaku svynei velykoi biloi porody uhorskoi selektsii v period adaptatsii. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 1(65), 149–155 (in Ukrainian).

- Kyslynska, A. I. (2012). Termorehuliatytsiia orhanizmu svynei importnoi populyatsii u protsesi adaptatsii na pivdni Ukrainy. *Tavriiskyi naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal*, 78(2), 76–81. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/78-2-1\\_2012/20.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/78-2-1_2012/20.pdf) (in Ukrainian).
- Shulha, Yu. I., Topchii, L. I., & Popov, V. M. (2011). Adaptatsiina zdattnist svynei ukrainskoi stepovoi biloi porody. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 76(2), 67–71 (in Ukrainian).
- Tsereniuk, O. M., Khvatov, F. I., & Stryzhak, T. A. (2010). Efektyvnist selektsiinykh i otsinochnykh indeksiv materynskoi produktyvnosti svynei. *Nauk. tekhn. biulleten NAAN, Instytut tvarynnytstva*, 102, 173–183 (in Ukrainian).
- Tsybenko, V. H., Hryshyna, L. P., & Peretiatko, L. H. (2021). Analiz vidtvoriuvalnykh yakosteï pomisnykh svynoma-tok ta vyznachennia efektu poiednannia za skhreshchuvannia. *Svynarstvo*, 75-76, 19–31. DOI: 10.37143/0371-4365-2021-75-76-02 (in Ukrainian).
- Vashchenko, P. A. (2019). Prohnozuvannia plemynnoi tsinnosti svynei na osnovi liniinykh modelei selektsiinykh indeksiv ta DNK-markeriv: avtoref. dys. ... d-ra s.-h. nauk: 06.02.0. Natsionalnyi ahrarnyi universytet (in Ukrainian).
- Vashchenko, P. A., & Berezovskyi, M. D. (2021). Vplyv klimatychnykh faktoriv na reproduktyvnu zdattnist svyno-matok. *Svynarstvo*, 75-76, 31–40. DOI: 10.37143/0371-4365-2021-75-76-03 (in Ukrainian).





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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9906  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.087.7:636.3.053:591

## Response of stomach structures of young pig to feeding of mineral substances

O. P. Razanova, T. V. Farionik✉, G. M. Ogorodnichuk

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 30.06.2023  
Received in revised form  
01.08.2023  
Accepted 02.08.2023

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-067-997-52-42  
E-mail: farionik19@gmail.com

**Razanova, O. P., Farionik, T. V., & Ogorodnichuk, G. M. (2023). Response of stomach structures of young pig to feeding of mineral substances. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 36-40. doi: 10.32718/nvlvet-a9906**

Mineral substances play an essential role in maintaining health and normal body function. Preparations containing mineral components are widely used as additional sources of these necessary substances. They can be prescribed to replenish mineral deficiencies and support the health of bones, the heart, the nervous system, and others. When choosing drugs, it is necessary to consider the individual needs of the body, possible side effects, and possible interactions with other drugs. In general, mineral preparations can help provide the body with the necessary minerals, but their use should be balanced and carried out under the supervision of a specialist. The study of the influence of different doses of the trace element preparation "Entero-active" on the morphological characteristics of the stomach's cardiac, fundal, and pyloric zones in young pigs during their rearing. As a result, the regularities of the effect of this drug on the indicated areas of the stomach were identified and described. The obtained information indicates a probable increase in the thickness of the stomach walls under the influence of mineral substances due to an increase in the serous-muscular and mucous membranes in all the studied zones. The changes revealed during the study are not pathological and indicate an adaptive response of the stomach to the influence of specific doses of a new constituent feed factor. Further research will be aimed at developing a mechanism for reducing the effect of the drug's components on the stomach, which will reduce the load on the body's adaptive systems.

**Key words:** pigs, young pigs, feeding, feed supplements, probiotics, Entero-activet stomach, morphological parameters stomach.

## Реакція структур шлунка молодняка свиней за згодовування мінеральних речовин

О. П. Разанова, Т. В. Фаріонік✉, Г. М. Огороднічук

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Мінеральні речовини відіграють важливу роль у підтриманні здоров'я та нормальної функції організму. Препарати, що містять мінеральні компоненти, широко використовуються як додаткові джерела цих необхідних речовин. Вони можуть бути призначені для поповнення дефіциту мінералів в організмі, підтримки здоров'я кісток, серця, нервової системи та інших систем. При виборі препаратів необхідно враховувати індивідуальні потреби організму, наявність можливих побічних ефектів та можливі взаємодії з іншими препаратами. Загалом препарати з мінеральними речовинами можуть бути корисними для забезпечення організму необхідними мінералами, але їх використання має бути збалансованим і здійснюватися під наглядом фахівця. Було проведено дослідження впливу різних доз мікроелементного препарату "Ентеро-актив" на морфологічні характеристики кардіальної, фундальної та пілоричної зон шлунка молодняка свиней під час їх вирощування. В результаті були виявлені та описані закономірності впливу цього препарату на зазначені зони шлунка. Отримана інформація вказує на ймовірне збільшення товщини стінок шлунка під впливом мінеральних речовин через збільшення товщини серозно-м'язових і слизових оболонок у всіх вивчених зонах. Зміни, виявлені під час дослідження, не мають характеру патології і свідчать про адаптивну реакцію шлунка на вплив певних доз нового

складового кормового фактору. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку механізму зниження впливу компонентів препарату на шлунок, що дозволить знизити навантаження на адаптивні системи організму.

**Ключові слова:** свині, молодняк свиней, годівля, кормові добавки, пробіотик, Ентеро-актив, шлунок, морфологічні показники шлунка.

## Вступ

Основною основою раціонів для свиней за різних технологій виробництва і в усіх аспектах продуктивності та порід є корми рослинного походження. Це обумовлено насамперед їхньою доступністю. До цієї категорії кормів належать зернові злакові, зернові бобові, зелені грубі рослини, соковиті корми, а також відходи від технічних виробництв, таких як борошномельні підприємства та інші. Незважаючи на всеїдність свиней, специфіка травлення цими кормами впливає на обґрунтованість формування основи раціону з використанням концентрованих кормів. У промисловому виробництві свинини часто практикується використання винятково концентрованих кормів як основної складової раціону (Bojko et al., 2008; Povod et al., 2022; 2023; Khalak et al., 2023; Mykhalko et al., 2023; Khalak & Gutyj, 2023).

Однак частково у годівлі використовуються корми, які характеризуються низькою якістю, що передовсім погіршує їхню поживну цінність і ускладнює процес перетравлення та засвоєння поживних речовин. Крім цього, низька перетравлюваність зернових сумішей, у яких третина органічної речовини не засвоюється тваринами, та недостатня кількість поживних речовин негативно впливають на стійкість організму, його реакції на стрес та інші фактори, а також на репродуктивну функцію й продуктивність (Jacenko & Rak, 2011; Povod et al., 2022; Khalak et al., 2022; Martyshuk et al., 2023).

Один з ефективних способів вирішення цього питання полягає в застосуванні у годівлі свиней кормових добавок мікробіологічного походження зокрема.

Застосування симбіотичних мікроорганізмів та мікроелементних добавок у ролі компонентів корму, що

нормалізують мікробіоту шлунково-кишкового тракту, виявляють здатність відновлювати та поліпшувати процеси травлення, засвоєння поживних речовин та обіг метаболічних процесів в організмі, а також збільшувати його імунітет. Це може сприяти досягненню визначених цілей (Kucherjavuj, 2007; Datsyuk & Mazurenko, 2016; Karunskiy & Nikolenko, 2019).

Вивчаючи вплив нового кормового компонента на структуру травної системи тварин, важливо звернути увагу на морфологічні особливості розвитку окремих органів. Це обумовлено впливом хімічних компонентів раціону на стінку травного тракту (Mazurenko, 2004).

## Мета дослідження

Виходячи із вищезазначеного, метою досліджень було вивчити реакцію функціональних зон шлунка на введення різних доз препарату Ентеро-актив в раціон молодняку свиней на вирощуванні.

## Матеріал і методи дослідження

Для проведення дослідження було сформовано чотири групи, що були аналогами молодняку свиней великої білої породи, у кожній з яких було 15 голів (Jacenko & Rak, 2011). Вихідна жива маса на початку періоду порівняння становила 18,3 кг. Перша група використовувалася як контрольна. Після 15-денного порівняльного періоду свині другої групи отримували Ентеро-актив у кількості 1,0 г у складі раціону, свині третьої групи – 1,5 г, а четвертої – 2,0 г (табл. 1). Препарат подавався один раз на добу, вранці.

**Таблиця 1**

Схема досліду

Групи	Кількість тварин, гол.	Характеристика годівлі по періодах	
		зрівняльний, 15 діб	основний, 92 доби
1 (контрольна)	15	ОР*	ОР
2	15	ОР	ОР + Ентеро-актив, 1,0 г / гол. за добу
3	15	ОР	ОР + Ентеро-актив, 1,5 г / гол. за добу
4	15	ОР	ОР + Ентеро-актив, 2,0 г / гол. за добу

\*ОР – основний раціон

Утримувались тварини групами в типовому свинарнику. Зважування свиней проводили щомісячно, корми обліковували щоденно.

Після завершення досліду було здійснено контрольний забій чотирьох тварин з кожної групи. В процесі забою шлунок очищали від вмісту та зважували. Вдалося здійснити орієнтовну оцінку стану різних зон шлунка, після чого відібрані пробірки були зафіксовані у 10-відсотковому нейтральному формаліні.

Після фіксації проводилось вивчення товщини стінок, слизової і серозно-м'язової оболонки різних функціональних зон шлунка. Для цього використовувалася стереоскопічний мікроскоп МБС-9, а вимірювання здійснювалося за допомогою окуляр-лінійки (Bojko et al., 2008; Reshetnichenko, 2012). Обробку біометричних даних цифрового матеріалу проводили відповідно до методики М. О. Плохінського.

## Результати та їх обговорення

Шлунок у свиней має конкретні особливості з точки зору морфології та біохімії. Зокрема, слизова оболонка шлунка розділена на різні функціональні зони: стравохідну, кардіальну, сліпий мішок, дно шлунка (фундальну) та пілоричну.

У стравохідній зоні відсутні залози, її поверхня покрита багатошаровим плоским епітелієм. Слизова оболонка сліпого мішка і кардіальної зони покрита циліндричним епітелієм і має залози, які продукують слизовий секрет з нейтральною або лужною реакцією. У цьому секреті відсутні фермент пепсин та соляна кислота. Залози фундальної та пілоричної зон мають аналогічну будову, що характерна для харчових видів. Фундальна зона виділяє кислий сік, багатий пепсином, хімозином та соляною кислотою, тимчасом як пілорична зона виділяє сік нейтральної реакції і фермент пепсин. Секреція шлункового соку у свиней

відбувається безперервно (Cerenjuk, 2015).

В процесі досліджень було встановлено що, маса шлунка свиней контрольної групи була  $0,620 \pm 0,03$  кг, в групах де застосовувався пробіотик Ентеро-актив в дозах 1,0; 1,5 та 2,0 г/гол. за добу, середні маси шлунка становили  $0,69 \pm 0,03$  кг, у третій –  $0,74 \pm 0,04$  кг та у четвертій –  $0,71 \pm 0,04$  кг. Варто зазначити, що вірогідного впливу застосування препарату на масу шлунка не зафіксовано.

Натомість згодуювання досліджуваного препарату мало вірогідний вплив на зони шлунка. Так, у кардіальній зоні було встановлено вірогідне потовщення стінок у другій групі на 6,2 % ( $P < 0,05$ ), третій групі – на 13,2 % та четвертій групі – на 27,6 % ( $P < 0,01$ ) (табл. 2). Такі зміни було виявлено при вірогідному збільшенні товщини серозно-м'язової оболонки від 9,1 до 19,8 % та слизової в межах 13,0–46,1 % ( $P < 0,05$ – $0,01$ ).

**Таблиця 2**

Морфологічні показники кардіальної зони шлунка свиней ( $M \pm m, n = 4$ )

Показник	1 група	2 група	3 група	4 група
Товщина стінки, мм,	$7,75 \pm 0,18$	$8,23 \pm 0,20^*$	$8,77 \pm 0,15^{**}$	$9,89 \pm 0,21^{**}$
в т. ч. серозно-м'язова оболонка, мм,	$5,84 \pm 0,24$	$6,37 \pm 0,19^*$	$6,61 \pm 0,29$	$7,00 \pm 0,21^{**}$
слизова оболонка, мм	$1,91 \pm 0,05$	$1,86 \pm 0,04^*$	$2,16 \pm 0,07^*$	$2,79 \pm 0,05^{**}$

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$

Подібні результати зумовлюються адаптивною реакцією шлунка на дію молочнокислих бактерій *Streptococcus faecium* та *Lactobacillus bulgaricus*, які входять до складу препарату, а також загальне підкислення середовища. Такі дані узгоджуються із літературними даними (Naumenko et al., 2009).

Структурні показники фундальної зони шлунка тварин другої групи відповідали значенню контрольної групи. Проте при зростанні дози препарату до 1,5 та 2,0 г/гол. за добу виявлено вірогідне потовщення стінок даних у групах на 2,5 та 8,9 % відповідно ( $P <$

0,05). Дані зміни, аналогічно кардіальній зоні, відбулись за рахунок потовщення серозно-м'язової та слизової оболонок (табл. 3).

Як показали проведені дослідження, згодуювання досліджуваного препарату також вірогідно вплинуло і на показники пілоричної зони шлунка у тварин четвертої групи, де доза препарату складала 2,0 г на голову за добу (табл. 4). Зокрема, встановлено вірогідне потовщення стінки у цій групі на 12,9 %. В інших групах вірогідної зміни товщини стінок не спостерігалось.

**Таблиця 3**

Морфологічні показники фундальної зони шлунка свиней ( $M \pm m, n = 4$ )

Показник	1 група	2 група	3 група	4 група
Товщина стінки, мм,	$4,02 \pm 0,07$	$4,11 \pm 0,09$	$4,12 \pm 0,09^*$	$4,38 \pm 0,11^*$
в т. ч. серозно-м'язова оболонка, мм,	$2,16 \pm 0,05$	$2,18 \pm 0,04$	$2,23 \pm 0,06$	$2,31 \pm 0,05$
слизова оболонка, мм	$1,86 \pm 0,06$	$1,93 \pm 0,04$	$1,89 \pm 0,04$	$2,07 \pm 0,07$

**Таблиця 4**

Морфологічні показники пілоричної зони шлунка свиней ( $M \pm m, n = 4$ )

Показник	1 група	2 група	3 група	4 група
Товщина стінки, мм,	$9,04 \pm 0,31$	$9,05 \pm 0,38$	$9,83 \pm 0,29$	$10,21 \pm 0,34^*$
в т. ч. серозно-м'язова оболонка, мм,	$7,33 \pm 0,21$	$7,21 \pm 0,31$	$7,84 \pm 0,19$	$9,11 \pm 0,29$
слизова оболонка, мм	$1,71 \pm 0,05$	$1,84 \pm 0,04$	$1,99 \pm 0,07$	$1,10 \pm 0,06^*$

## Висновки

Отримана інформація свідчить про виявлений вплив препарату “Ентеро-актив” на морфологічні структури шлунка молодняка свиней під час вирощу-

вання. Цей вплив проявляється збільшенням товщини стінок кардіальної, фундальної та пілоричної зон в діапазоні від 2,5 % до 26,7 %. Зміни, виявлені у даному досліді, не є патологічними, а вказують на адаптивну реакцію шлунка на вплив певних доз нового ком-

понента корму.

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження спрямовані на розробку механізму зниження впливу компонентів препарату на шлунок, що дозволить знизити навантаження на адаптивні системи організму.

#### Відомості про конфлікт інтересів

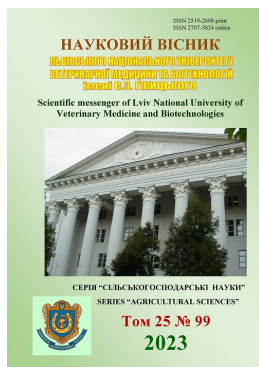
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

#### References

- Bojko, N., Karganjan, A., & Petenko, A. (2008). Bezpeka kormiv: biotehnologichni rishennja. Propozycja, 2, 124–136 (in Ukrainian).
- Cerenjuk, O. M. (2015). Povnocinna godivlja svynej. Agrobiznes s'ogodni, 6, 56–58 (in Ukrainian).
- Datsyuk, I. V., & Mazurenko, N. A. (2016). The efficiency of young pigs for fattening when consumed premixes intermix met. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 18(1), 38–43. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture/article/view/3497>.
- Jacenko, L. I., & Rak, T. M. (2011). Biologichna rol' mikroorganizmiv u pidvyshhenni pozhyvnosti kormiv dlja svynej. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii, 2, 80–83 (in Ukrainian).
- Karunskiy, A., & Nikolenko, I. (2019). The effective use of biologically active substance that belongs to hydrolyse class “Lysozyme G3” in the composition of pigs premix. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 21(90), 93–97. DOI: 10.32718/nvlvet-a9016.
- Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2023). Productive qualities of young pigs of the Large White breed of diverse genealogical lines and interbreed differentiation according to some integrated indicators. The Animal Biology, 25(1), 27–31. DOI: 10.15407/animbiol25.01.027.
- Khalak, V. I., Gutyj, B. V., & Bordun, O. M. (2022). Innovative methods of evaluation of sows by indicators of reproductive qualities and criteria for their selection by some multicomponent mathematical models. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 24(96), 70–77. DOI: 10.32718/nvlvet-a9609.
- Khalak, V., & Gutyj, B. (2023). The level of discreteness of the signs of the own productivity of repair pigs and the reproductive qualities of sows of different breeding value: criteria for the selection of highly productive animals according to the BLUP index. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 25(98), 53–59. DOI: 10.32718/nvlvet-a9809.
- Khalak, V., Gutyj, B., & Denysiuk, O. (2022). Some parameters of the interior and productivity of young beef cattle. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 24(96), 131–138. DOI: 10.32718/nvlvet-a9618
- Khalak, V., Voloshchuk, V., Gutyj, B., Zasucha, L., Onyshchenko, A., Ilchenko, M., Ofilenko, N., Pokhyl, V., Pundyk, V., Bezalychna, O., & Stadnytska, O. (2023) Young pig fattening and meat quality due to varying formation intensities in early ontogenesis and two genotypes of the melanocortin receptor 4 (Mc4r) gene. Veterinarska stanica, 54(6), 613–624. DOI: 10.46419/vs.54.6.10.
- Kucherjavij, V. P. (2007). Vplyv zgodovuvannja bakterial'nyh preparativ na strukturu shlunka molodnjaku svynej. Naukovi dopovidi NAU, 3(8), 1–7. URL: <https://nd.nubip.edu.ua/2007-3/07kvpias.pdf> (in Ukrainian).
- Martysjuk, T., Gutyj, B., Sobolieva, S., Khalak, V., Vozna, O., & Todoriuk, V. (2023). The effectiveness of the use of the feed additive “Butaselmavit-plus” as part of compound feed for young pigs. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 25(98), 92–98. DOI: 10.32718/nvlvet-a9816.
- Mazurenko, M. O. (2004). Teorija i praktyka naukovykh doslidzen'. Metodychni vkazivky z vygotovlennja gistologichnyh preparativ organiv i tkanyn tvaryn. Vinnycja: VDAU (in Ukrainian).
- Mykhalko, O., Povod, M., Gutyj, B., Lumedze, I., Iovenko, A., & Bondar, A. (2023). Influence of ventilation system type on microclimate parameters in farrowing room and reproductive qualities of pigs. Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”, 23(1), 425–436. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua:8443/jspui/bitstream/123456789/14322/1/INFLUENCE%20OF%20VENTILATION%202023.pdf>.
- Mykhalko, O., Povod, M., Gutyj, B., Trybrat, R., Kalynychenko, H., Gill, M., Kravchenko, O., & Karatieieva, O. (2023). Effect of pre-slaughter weight on carcass quality in pigs of irish origin. Scientific papers. Series D. Animal science, LXVI(1), 448–458.
- Naumenko, V. V., Djachyns'kyj, A. S., Demchenko, V. Ju., & Derev'janko, I. D. (2009). Fiziologija sil's'kogospodars'kyh tvaryn: Pidručnyk. 2-ge vyd., pererob. i dopov. Za red. I. D. Derev'janko, A. S. Demchenko. Kyiv: Centr uchbovoi' literatury (in Ukrainian).
- Povod, M. G., Opara, V. O., Mykhalko, O. G., Povochnikov, M. G., Lykhach, V. Y., Voshchenko, I. B., Gutyj, B. V., & Moisei, I. S. (2022). Effectiveness of using high-protein sunflower concentrate in pig feeding. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 24(97), 3–15. DOI: 10.32718/nvlvet-a9701.
- Povod, M. H., Opara, V. O., Mykhalko, O. H., Hutyi, B. V., Chalyi, O. I., Verbelchuk, T. V., Verbelchuk, S. P., & Koberniuk, V. V. (2022). Efektyvnist vykorystannia vysokobilkovoho soniashnykovoho konsentratu pry doroshchuvanni svynei v umovakh promysloвого комплексу. Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Serii «Tvarynytstvo», 4(51), 33–41. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.4.5.
- Povod, M., Mykhalko, O., Povochnikov, M., Gutyj, B., Koberniuk, V., Shuplyk, V., Ievstafieva, Y., & Buchkovska, V. (2022). Efficiency of using high-protein sunflower meal instead of soybean meal in



- feeding of growing piglets. Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”, 22(4), 595–602. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22\\_4/Art64.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22_4/Art64.pdf).
- Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Gutyj, B., Borshchenko, V., & Koberniuk, V. (2023). Productivity of sows, growth of piglets and fattening qualities of pigs at different durations of the suckling period. Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”, 23(1), 649–658. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23\\_1/Art68.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art68.pdf).
- Reshetnichenko, O. (2012). Probiotyky v godivli tvaryn. Tvarynnyctvo Ukrainy, 5, 25–28. URL: <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/802/1/12oirpif.pdf> (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9907  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.087.7:616.15:636.4

## Productivity and hematological indicators of pigs feeding the drug “Kronocid-L”

Н. Ohorodnichuk✉, О. Razanova, О. Skoromna, Т. Farionik

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 03.07.2023  
Received in revised form  
03.08.2023  
Accepted 04.08.2023

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-097-449-63-31  
E-mail:  
ohorodnichukhalina@gmail.com

**Ohorodnichuk, H., Razanova, O., Skoromna, O., & Farionik, T. (2023). Productivity and hematological indicators of pigs feeding the drug “Kronocid-L”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 41–47. doi: 10.32718/nvlvet-a9907**

The effect of feeding the drug “Kronocid-L” with the content of chelated compounds of microelements on the productivity and hematological indicators of fattening pigs was studied. The experiment was conducted on two analogous groups of 75-day-old fattening young pigs, 12 heads in each, obtained from crossing sows of the large white breed with boars of the landrace breed. The experiment lasted 105 days and consisted of two periods: an equalization period (15 days) and a main period (90 days). Experimental animals of the control group consumed the main diet during the equalization and main periods. The compound feed “Grower” included corn – 25 %, wheat – 25 %, barley – 23 %, sunflower meal – 12 %, wheat bran – 7 %, soybean meal – 3 %, and BMVD – 5 %. “Finisher” compound feed included barley – 38 %, wheat – 24 %, wheat bran – 12 %, corn – 9 %, sunflower meal – 9 %, and BMVD – 4 %. In addition to the main diet, the experimental group was fed the “Kronocid-L” with the content of chelated compounds of microelements at 1 liter per 1 ton of water. The drug “Kronocid-L” is a transparent green-blue solution that contains chelate compounds of trace elements (iron, zinc, manganese, and copper), formic, acetic, orthophosphoric, lactic, citric, succinic, and benzoic acids in an amount of 19 % by weight in an aqueous solution. Experimental animals that received the drug “Kronocid-L” during the first stage of the primary period (75–110 days) and the second stage of the primary period (111–165 days) outweighed the pigs of the control group by live weight by 5.9 and 7.4, respectively %, with an average daily increase of 9.5 % ( $P < 0.05$ ) for the entire period of fattening. Administration of the drug “Kronocid-L” to pigs increases the number of erythrocytes in the blood by 6.6 % ( $P < 0.01$ ), eosinophils by 12.7 % ( $P < 0.05$ ), rod- and segmentonuclear neutrophils, respectively, by 5.7 % ( $P < 0.01$ ) and 8.09 % ( $P < 0.05$ ) compared to the control group. At the same time, under the influence of the feed additive, there is a tendency to increase total protein content and a probable increase of albumins by 14.1% ( $P < 0.01$ ).

**Key words:** drug “Kronocid-L”, fattening, pigs, growth intensity, average daily gains, absolute gains, hematological and biochemical indicators, blood.

## Продуктивність та гематологічні показники свиней за згодовування препарату “Кроноцид-Л”

Г. Огороднічук✉, О. Разанова, О. Скоромна, Т. Фаріонік

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Досліджено вплив згодовування препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів на продуктивність та гематологічні показники свиней на відгодівлі. Експеримент було проведено на двох групах-аналогах відгодівельного молодняку свиней 75-денного віку, по 12 голів у кожній, отриманих від схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. Дослід тривав 105 днів і складався з двох періодів: зрівняльного (15 днів) і основного (90 днів). Піддослідні тварини контрольної групи під час зрівняльного та основного періодів споживали основний раціон. До складу комбікорму “Гроуер” входили: кукурудза – 25 %, пшениця – 25 %, ячмінь – 23 %, соняшниковий шрот – 12 %, пшеничні висівки – 7 %, макуха соєва – 3 %, БМВД – 5 %. До

складу комбікорму “Фінішер” входили: ячмінь – 38 %, пшениця – 24 %, пшеничні висівки – 12 %, кукурудза – 9 %, соняшниковий шрот – 9 %, БМВД – 4 %. Дослідній групі додатково до основного раціону згодовували препарат “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів з розрахунку 1 літр на 1 тонну води. Препарат “Кроноцид-Л” – прозорий зелено-голубий розчин, який містить у водному розчині хелатні сполуки мікроелементів (заліза, цинку, марганцю та міді), мурашину, оцтову, ортофосфорну, молочну, лимонну, бурштинову та бензойну кислоти в кількості 19 % за масою. Піддослідні тварини, які отримували препарат “Кроноцид-Л” протягом першого етапу основного періоду (75–110 діб) та другого етапу основного періоду (111–165 діб), переважали свиней контрольної групи за живою масою відповідно на 5,9 та 7,4 %, середньодобовим приростом за весь період відгодівлі на 9,5 % ( $P < 0,05$ ). Введення свиням препарату “Кроноцид-Л” сприяє підвищенню у крові еритроцитів на 6,6 % ( $P < 0,01$ ), еозинофілів на 12,7 % ( $P < 0,05$ ), нейтрофілів паличкоядерних і сегментоядерних відповідно на 5,7 % ( $P < 0,01$ ) і 8,09 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольною групою. Водночас під впливом кормової добавки спостерігається тенденція до підвищення вмісту загального білка та вірогідне збільшення альбумінів на 14,1 % ( $P < 0,01$ ).

**Ключові слова:** препарат “Кроноцид-Л”, відгодівля, свині, інтенсивність росту, середньодобові прирости, абсолютні прирости, гематологічні та біохімічні показники, кров.

## Вступ

Промислова технологія вирощування свиней вимагає сучасних підходів, які дозволяють зменшити негативний вплив на тварин обмеженого руху та відсутності контактів із зовнішнім середовищем (сонячна інсоляція, ґрунт, рослини та ін.). З найбільш доступних методів підвищення продуктивного потенціалу тварин є високий рівень збалансованої годівлі з використанням різних кормових добавок (Chudak et al., 2012; Skoromna et al., 2019; Usenko et al., 2019; Lykhach & Lykhach, 2020; Khalak & Guttyj, 2022, 2023; Khalak et al., 2023).

“Жорсткі” умови промислового виробництва свинини зумовлюють підвищену потребу тварин у вітамінах, макро- та мікроелементах та інших біологічно активних речовинах. Серед необхідних організму речовин важливе місце займають мінеральні речовини. Вони не несуть енергетичної функції, але їх значущість неможливо недооцінювати. Мінеральні речовини підтримують кислотно-лужну рівновагу в крові, регулюють обмін речовин, відповідають за побудову і регенерацію тканин і кісток, регулюють водно-сольовий обмін та відповідають за роботу м’язів (Turovskiy et al., 2006; Zakharenko et al., 2016; Xiong et al., 2023; Martyshuk et al., 2023).

Дефіцит мінерального харчування є однією з головних причин, що стримує інтенсивність вирощування свиней за промислової технології. Вплив ролі окремих мікроелементів в обміні речовин організму, вивчення потреби молодняку свиней у мінеральних та інших біологічно активних речовинах мають важливе значення (Bomko & Marshalok, 2012; Voloshchuk et al., 2014; Ibatullin et al., 2014).

Дефіцит або надлишок мікроелементів в організмі тварин є причиною не тільки зниження продуктивності, а й виникнення своєрідних захворювань – мікроелементозів, які найбільш поширені в біогеохімічних зонах і провінціях-місцевостях, ґрунти й водні джерела яких мають дуже низький або дуже високий вміст рухливих (засвоєваних) форм мікроелементів. Такий вміст хімічних елементів викликає певну реакцію місцевої флори і фауни, може призводити до захворювань рослин, тварин і людей (Dzhun & Farionik, 2023).

Традиційно мікроелементи вводять у раціони тварин у вигляді неорганічних сполук металів (оксидів, сульфатів, карбонатів, хлоридів), що багато в чому зумовлено дешевизною цієї сировини. Використання

таких добавок є малоефективним (Melnychenko & Herasyenko, 1994).

До якісних мінеральних речовин останнім часом зараховують сполуки металів з біологічно активними речовинами, або так звані хелатні сполуки (Ibatullin et al., 2014; Iaremchuk et al., 2022). Лігандами в цих сполуках для металів найчастіше можуть бути амінокислоти, їхні похідні, пептиди, білки, нуклеїнові кислоти, нуклеотиди, вуглеводи та карбонові кислоти (Zakharenko et al., 2016).

Важливо, що хелати застосовуються у менших дозах, ніж мікроелементи у вигляді солей, а це знижує хімічне забруднення довкілля.

У результаті засвоєння таких елементів досягається найкращий виробничий ефект, зокрема вищі прирости, поліпшується метаболізм і стан здоров’я тварин та зменшуються витрати на виробництво продукції. Хелатні сполуки металів здійснюють вплив практично на всі види обміну речовин (Kravtsiv & Paska, 2001; Zakharenko et al., 2004; Creech et al., 2004; Kuzmenko et al., 2011).

Дослідженнями з вивчення окремих показників крові у поросят встановлено позитивний вплив хелатних сполук заліза на процеси еритропоезу, які супроводжуються підвищенням рівня гемоглобіну та кількості еритроцитів крові. Встановлено також, що залізо в хелатизованій формі бере участь в окисно-відновних процесах та підвищує активність каталази і пероксидази в крові, запобігає розвитку залізодефіцитної анемії, а також підвищує ефективність використання поживних речовин раціону (Melnychenko & Herasyenko, 1994).

Компенсація дефіциту цинку за рахунок згодовування його хелатів сприяє зниженню кількості слабких порослят та їх збереженості до відлучення. Вирощений молодняк характеризується більшим забійним виходом (Hedemann et al., 2006; Bomko & Marshalok, 2012; Chornyj et al., 2018).

Додавання до раціону свиноматок хелатної добавки міді сприяє збільшенню багатоплідності та великоплідності свиноматок, підвищенню збереженості порослят і підвищенню забійних показників (Dolid & Bomko, 2013; Bordune, 2014).

Свиноматки, які отримували з основним раціоном хелати мікроелементів, менш вразливі до різного роду захворювань, мають значно вищі показники еритроцитів, гемоглобіну, глюкози, кальцію. Збільшується жива маса новонароджених порослят до 1,3–2,5 кг, підвищується збереженість до 98 %), поліпшуються

продуктивні та відтворні якості свиноматок (Turovskiy et al., 2006; Saprykin et al., 2016).

Доцільність і актуальність мікроелементів в органічній формі у годівлі свиней, брак наукових досліджень у цій галузі є незаперечною підставою для проведення експериментів у даному напрямку.

Внесення у раціон тварин мікроелементів у вигляді хелатних сполук (метіонатів і лізинатів) позитивно впливає на еритропоез, дихальну функцію крові, окремі ділянки білкового, енергетичного та вуглеводного обміну в організмі молодняка свиней, призводить до підвищення їх продуктивності та покращення якості одержаної від них свинини (Zhao et al., 2014; Iaremchuk et al., 2022; Povod et al., 2022, 2023; Mykhalko et al., 2023).

Використання хелатних сполук заліза у годівлі свиней сприяє підвищенню органолептичних показників свинини (Fomina et al., 2013). Встановлено покращення мінерального складу печінки порівняно з контролем у всіх дослідних групах, причому засвоєння мікроелементів відбувається краще при застосуванні хелатних сполук заліза. Доброякісність та екологічна чистота печінки підтверджена фізико-

хімічними аналізами її складу і вмістом у ній важких металів (Fomina et al., 2017).

### Мета дослідження

Метою досліджень було вивчити вплив згодовування препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів на продуктивність, морфологічні та біохімічні показники крові свиней.

### Матеріал і методи досліджень

Експеримент проведено на двох групах-аналогах відгодівельного молодняка свиней 75-денного віку, по 12 голів у кожній, отриманих від схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. Дослід тривав 105 днів і складався з двох періодів: зрівняльного (15 днів) і основного (90 днів) (табл. 1).

Контрольна група свиней під час зрівняльного та основного періодів споживала основний раціон. Дослідній групі додатково до основного раціону згодовували препарат “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів з розрахунку 1 літр на 1 тону води.

**Таблиця 1**

Схема дослідіду

Група	Тривалість періоду, днів			Кількість тварин у групі, гол	Умови годівлі
	зрівняльний період, днів	основний			
		комбікорм “Гроуер”	комбікорм “Фінішер”		
1 – контрольна	15	35	55	12	ОР*
2 – дослідна	15	35	55	12	ОР* + препарат “Кроноцид-Л” у дозі 1 л/1 т води

*Примітка:* \*Основний раціон (повнораціонний комбікорм “Гроуер” та “Фінішер” відповідно періоду відгодівлі)

Препарат “Кроноцид-Л” – прозорий зелено-голубий розчин, який містить у водному розчині хелатні сполуки мікроелементів (заліза, цинку, марганцю та міді), мурашину, оцтову, ортофосфорну, молочну, лимонну, бурштинову та бензойну кислоти в кількості 19 % за масою.

До складу комбікорму “Гроуер”, яким годували піддослідний молодняк свиней, входили: кукурудза – 25 %, пшениця – 25 %, ячмінь – 23 %, соняшниковий шрот – 12 %, пшеничні висівки – 7 %, макуха соєва – 3 %, БМВД – 5 %. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2173 Ккал, перетравним протеїном – 157 г. До складу комбікорму “Фінішер” входили: ячмінь – 38 %, пшениця – 24 %, пшеничні висівки – 12 %, кукурудза – 9 %, соняшниковий шрот – 9 %, БМВД – 4 %. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2051 Ккал, перетравним протеїном – на 148 г.

Облік живої маси, абсолютних та середньодобових приростів визначали шляхом зважування тварин до годівлі індивідуально в кінці кожного місяця. Під час досліджень проводили облік з’їдених кормів та обраховували витрати комбікорму на 1 кг приросту свинини.

Для загального аналізу крові та біохімічних досліджень використовували венозну кров з яремної вени, яку одержували уранці до годівлі.

Показники крові (морфологічні та біохімічні) визначали за загальноприйнятими методиками (Vlizo, 2012; Poberezhets et al., 2022). Визначали вміст еритроцитів, гемоглобіну, лейкоцитів, базофілів, еозинофілів, нейтрофілів, лімфоцитів, моноцитів, тромбоцитів, загального білка, альбумінів, кальцію фосфору та кольоровий показник (Levchenko et al., 2004).

Статистичну обробку цифрового матеріалу проведено за допомогою персонального комп’ютера з програмним забезпеченням.

### Результати та їх обговорення

Динаміка живої маси свиней на відгодівлі за введення до раціону препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів у дозі 1л/1т води показана на [рисунку 1](#).

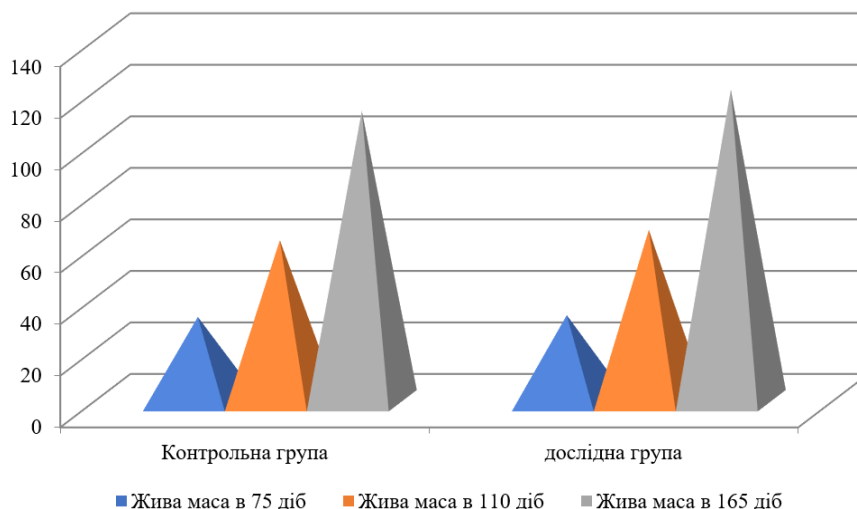
Аналіз динаміки живої маси свиней на відгодівлі протягом всього періоду досліджень свідчить про те, що найбільша інтенсивність росту спостерігалась у тварин другої дослідної групи, які отримували препарат “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів.



Так, якщо піддослідні тварини контрольної групи ( $32,5 \pm 0,9$ ) та другої дослідної групи ( $33,2 \pm 0,9$ ) на початку першого етапу основного періоду досліджень (75 діб) мали майже однакову живу масу, то в кінці основного періоду (165 діб) за цим показником вони помітно різнилися. Зокрема, у 110-добовому віці піддослідні свині другої дослідної групи ( $66,3 \pm 1,7$ ) переважали своїх аналогів контрольної групи ( $62,6 \pm 2,2$ ) на 4,3 кг, або на 5,9 %.

Аналогічна картина зміни динаміки живої маси свиней характерна для відгодівельного молодняку й при знятті з відгодівлі у 165-добовому віці. Зокрема, піддослідні тварини 2-ї групи ( $120,8 \pm 8,2$ ) за живою масою переважали контрольних аналогів ( $112,5 \pm 8,4$ ) на 8,3 кг, або на 7,4 %.

Результати дослідження морфологічних показників крові піддослідних свиней наведено у таблиці 2.



**Рис. 1.** Динаміка живої маси піддослідних свиней на відгодівлі за введення до раціону препарату “Кроноцид-Л” ( $M \pm m$ ,  $n = 12$ )

**Таблиця 2**

Морфологічні показники крові піддослідних свиней

Показник	Норма	1 – контрольна	2 – дослідна
Еритроцити, Т/л	6–7,5	$6,34 \pm 0,05$	$6,79 \pm 0,08^{**}$
Гемоглобін, г/л	99–119	$121,5 \pm 7,35$	$131,4 \pm 4,89$
Лейкоцити, Г/л	8–16	$13,15 \pm 0,08$	$13,28 \pm 0,06$
Базофіли, %	0–1	$0,58 \pm 0,07$	$0,74 \pm 0,05$
Еозинофіли, %	1–4	$1,64 \pm 0,06$	$1,88 \pm 0,06^*$
Нейтрофіли, %:			
паличкоядерні	3–6	$4,78 \pm 0,03$	$5,07 \pm 0,04^{**}$
сегментоядерні	25–35	$35,31 \pm 0,48$	$38,42 \pm 0,63^*$
Лімфоцити, %	40–50	$42,66 \pm 0,42$	$44,05 \pm 0,31$
Моноцити, %	2–5	$3,57 \pm 0,05$	$4,03 \pm 0,08^{**}$
Тромбоцити, %	210	$41,32 \pm 0,38$	$42,85 \pm 0,42$
Кольоровий показник		$0,82 \pm 0,04$	$0,85 \pm 0,03$
ШОЕ, мм/год	3–4	$3,12 \pm 0,08$	$3,17 \pm 0,08$

*Примітка:* вірогідність різниці порівняно з контрольною групою: \*( $P < 0,05$ ); \*\*( $P < 0,01$ )

Аналізуючи морфологічні показники, варто зазначити, що всі вони відповідають фізіологічним нормам. Встановлено, що додавання до основного раціону препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів сприяє підвищенню у крові піддослідних свиней 2-ї групи еритроцитів ( $6,79 \pm 0,08^{**}$ ) на 6,6 %, еозинофілів ( $1,88 \pm 0,06$ ) на 12,7 %, нейтрофілів паличкоядерних ( $5,07 \pm 0,04$ ) і сегментоядерних ( $38,42 \pm 0,63$ ) відповідно на 5,7 % і 8,09 % порівняно з контрольною групою.

Під впливом досліджуваної добавки у крові тварин другої групи спостерігається збільшення кількості моноцитів ( $4,03 \pm 0,08$ ) на 11,4 % порівняно з аналогами контрольної групи.

Біохімічні показники крові піддослідних свиней наведені у таблиці 3.

За додавання до основного раціону препарату “Кроноцид-Л” у сироватці крові тварин другої групи встановлено тенденцію до збільшення загального вмісту білка.

У свиней другої дослідної групи ( $59,22 \pm 1,03$ ) спостерігається вірогідне збільшення альбумінів на 14,1 %. Аналізуючи складові фракції глобулінів, варто звернути увагу на тенденцію до їх підвищення порівняно з контрольними аналогами. За іншими показниками суттєвих відмінностей не спостерігалось, вони перебувають в межах фізіологічних норм.

**Таблиця 3**

Біохімічні показники крові свиней

Показник	1 – контрольна	2 – дослідна
Загальний білок, г/л	75,26 ± 1,12	79,18 ± 1,14
Альбуміни, %	50,86 ± 1,05	59,22 ± 1,03**
α-глобуліни, %	13,4 ± 0,47	14,8 ± 0,19
γ-глобулін, %	28,46 ± 0,65	29,17 ± 0,57
β-глобуліни, %	14,51 ± 0,13	14,97 ± 0,14
Кальцій, мг/100 мл	2,78 ± 0,05	2,93 ± 0,07
Фосфор мг/100 мл	3,04 ± 0,07	3,12 ± 0,08
Залізо, мкмоль/л	24,23 ± 0,43	26,13 ± 0,36*
Лужний резерв, об % CO <sub>2</sub>	43,40 ± 1,23	45,22 ± 1,41

Примітка: вірогідність різниці порівняно з контрольною групою: \*(P < 0,05); \*\*(P < 0,01)

Загалом варто зазначити, що за додавання до основного раціону препарату “Кроноцид” у піддослідних тварин підвищується інтенсивність перебігу процесів обміну речовин, про що свідчать інтенсивність росту тварин, морфологічні та біохімічні показники крові.

### Висновки

Додавання препарату “Кроноцид-Л” із вмістом хелатних сполук мікроелементів у дозі 1л/1 т води свиням на відгодівлі протягом першого етапу основного періоду (75–110 діб) та другого етапу основного періоду (111–165 діб) підвищує живу масу тварин відповідно на 5,9 та 7,4 %.

Введення свиням препарату “Кроноцид-Л” сприяє підвищенню у крові еритроцитів на 6,6 % (P < 0,01), еозинофілів на 12,7 % (P < 0,05), нейтрофілів паличкоядерних і сегментоядерних відповідно на 5,7 % (P < 0,01) і 8,09 % (P < 0,05) порівняно з аналогами контрольної групи.

Водночас під впливом кормової добавки у свиней другої групи спостерігається тенденція до підвищення вмісту загального білка та вірогідне збільшення кількості альбумінів на 14,1 % (P < 0,01).

### Відомості про конфлікт інтересів

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

### References

Bomko, V. S., & Marshalok, V. A. (2012). Vplyv zmishanolihandnoho kompleksu tsynku na rist i rozvytok try poridnykh hibrydiv svynei na vidhodivli. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. “Tvarynnytstvo”, 12(21), 143–145. URL: [http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau\\_2012\\_12\\_t\\_varyn\\_21/JRN/44.pdf](http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau_2012_12_t_varyn_21/JRN/44.pdf) (in Ukrainian).

Bordune, A. (2014). Orhanichni formy mikroelementiv – zaporuka zdorovia svynomatok i porosiat. Prybutkove svynarstvo, 3(21), 81–84 (in Ukrainian).

Chorny, M. V., Cilinska, O. I., Shchepetilnikov, Yu. O., & Machula, O. S. (2018). Vykorystannia khelatnykh kompleksiv dlia zabezpechennia zdorovia ta pidvyshchennia produktyvnosti svynei. Veterynarna biotekhnolohiia, 32(1), 313–318. DOI: 10.31073/vet\_biotech32(1)-41 (in Ukrainian).

Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Ushakov, V. M., & Babkov, Ya. I. (2012). Vplyv kormovykh dobavok ta kombikormiv na produktyvnist ta yakist miasa u svynei: Monohrafiia. Vydavets FOP Rohalska I. O. (in Ukrainian).

Creech, B. L., Spears, J. W., Flowers, W. L., Hill, G. M., Lloyd, K. E., Armstrong, T. A., & Engle, T. E. (2004). Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. Journal Animal Science, 82(7), 2140–2147. DOI: 10.2527/2004.8272140x.

Dolid, S. V., & Bomko, V. S. (2013). Zabiini pokaznyky i khimichni sklad miasa za zghodovuvannia zmishanolihandnoho kompleksu kuprumu molodniaku svynei. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnytstva, 10(105), 31–34. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvpt\\_2013\\_10\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvpt_2013_10_11) (in Ukrainian).

Dzhun, V., & Farionik, T. (2023). Produktyvnist svynei za vidhodivli mikroelementamy z imu-nostymuliuiochoiu diieiu. Materialy naukovo-praktychnoi onlain konferentsii «Bezpechnist ta yakist kharchovykh produktiv u kontseptsii “Iednye zdorovia” (m. Lviv, 1–2 chervnia 2023 r.), 63–64. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/conferences/article/view/4799/4911> (in Ukrainian).

Fomina, M. V., Dashkovskiy, O. O., Kalyn, B. M., & Kurliak, I. M. (2013). Doslidzhennia yakosti miasa svynei za korektsii yikh ratsionu spolukamy zaliza. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzhyskoho, 15(1(55)), 202–204. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2013\\_15\\_1%284%29\\_40](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2013_15_1%284%29_40) (in Ukrainian).

Fomina, M. V., Kalyn, B. M., & Koval, H. M. (2017). Vplyv riznykh spoluk zaliza na khimichni ta mikroelementnyi sklad pechinky svynei. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Hzhyskoho, 19(80), 103–106. DOI: 10.15421/nvlvet8021 (in Ukrainian).

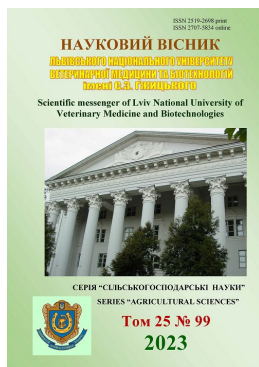
Hedemann, M. S., Jensen, B. B., Poulsen, H. D. (2006). Influence of dietary zinc and copper on digestive enzyme activity and intestinal morphology in weaned pigs. Journal of Animal Science, 84(12), 3310–3320. DOI: 10.2527/jas.2005-701.

Iaremchuk, O. S., Farionik, T. V., Razanova, O. P., Ckoromna, O. I., & Ushakov, V. M. (2022). Nau-kovi

- pidkhody obhruntuvannia shchodo vykorystannia mikroelementnykh khelatnykh spoluk za vyrobnytstva yalovychny v umovakh defitsytu mikroelementiv. Vydavnytstvo TOV «Druk» (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., Melnyk, Yu. F., & Otchenashko, V. V. (2014). *Praktykum z hodivli silskohos-podarskykh tvaryn*. Kyiv (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2022). Level of phenotypic manifestation of feeding and meat qualities of young pigs of different intrabreed differentiation according to some multi-component evaluation indexes. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 66–70. DOI: 10.32718/ujvas5-1.11.
- Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2023). Activity of blood serum enzymes and their relationship with feeding and meat qualities in young pigs of different intrageneric differentiation according to the “formation intensity” index. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(1), 78–83. DOI: 10.32718/ujvas6-1.13.
- Khalak, V., Voloshchuk, V., Gutyj, B., Zasucha, L., Onyshchenko, A., Ilchenko, M., Ofilenko, N., Pokhyl, V., Pundyk, V., Bezalychna, O., & Stadnytska, O. (2023) Young pig fattening and meat quality due to varying formation intensities in early ontogenesis and two genotypes of the melanocortin receptor 4 (Mc4r) gene. *Veterinarska stanica*, 54(6), 613–624. DOI: 10.46419/vs.54.6.10.
- Kravtsiv, R. Y., & Paska, M. Z. (2001). Vplyv khelatnykh spoluk mikroelementiv na metabolichni protsesy ta produktyvnist tvaryn. *Naukovi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzhyskoho*, 3(1), 24–30 (in Ukrainian).
- Kuzmenko, L. M., Vyslanko, O. O., Bankovska, I. B., & Martyniuk, I. O. (2011). Efektyvnist vykorystannia novoho preparatu – pidkysliuvacha kormiv iz vmistom khelatnykh spoluk mikroelementiv – u hodivli molodniaku svynei. *Silske hospodarstvo. Tvarynnytstvo*, 4, 81–85. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/04/081.pdf> (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I., Novozhytskyi, Yu. M., & Sakhniuk, V. V. (2004). *Biokhimichni metody doslidzhen krovi*. Kyiv (in Ukrainian).
- Lykhach, V. Ya., & Lykhach, A. V. (2020). *Tekhnolohichni innovatsii u svynarstvi: monohrafiia*. Kyiv: FOP Yamchynskiy O. V. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d1a75bce-9db7-43be-91d5-f2c595dc5876/content> (in Ukrainian).
- Martyshuk, T., Gutyj, B., Sobolieva, S., Khalak, V., Vozna, O., & Todoriuk, V. (2023). The effectiveness of the use of the feed additive “Butaselmavit-plus” as part of compound feed for young pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 92–98. DOI: 10.32718/nvlvet-a9816.
- Melnychenko, O. M., & Herasymenko, H. M. (1994). Oderzhannia khelatokompleksnykh spoluk biohennykh metaliv z metoiu vykorystannia yikh u tvarynnytstvi. *Vcheni Bilotserkivskoho derzhavnoho silskohospodar-skoho universytetu – vyrobnytstvu* : tezy dopovidi naukovo-praktychnoi konferentsii. Bila Tserkva, 19-20 kvitnia 1994 roku, 154 (in Ukrainian).
- Mykhalko, O., Povod, M., Gutyj, B., Lumedze, I., Iovenko, A., & Bondar, A. (2023). Influence of ventilation system type on microclimate parameters in farrowing room and reproductive qualities of pigs. *Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”*, 23(1), 425–436. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23\\_1/Art48.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art48.pdf).
- Poberezhets, J. M., Gutyj, B. V., Yaremchuk, O. S., Chudak, R. A., Farionik, T. V., Razanova, O. P., & Skoromna, O. I. (2022). Effectiveness of mineral supplementon productivity and hematological parameters of meat quails. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(105), 23–29. DOI: 10.32718/nvlvet10504.
- Povod, M. G., Mykhalko, O. G., Izhboldina O. O., Gutyj, B. V., Verbelchuk, T. V., Borshchenko, V. V., & Koberniuk, V. V. (2023). The influence of piglet weight placed for rearing on their productive quality and efficiency of rearing. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(2), 37–43. DOI: 10.32718/ujvas6-2.07.
- Povod, M. H., Opara, V. O., Mykhalko, O. H., Hutyi, B. V., Chalyi, O. I., Verbelchuk, T. V., Verbelchuk, S. P., & Koberniuk, V. V. (2022). Efektyvnist vykorystannia vysokobilkovoho soniashnykovoho kontsentratu pry doroshchuvanni svynei v umovakh promysloвого комплексу. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Tvarynnytstvo»*, 4(51), 33–41. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.4.5 (in Ukrainian).
- Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Gutyj, B., Borshchenko, V., & Koberniuk, V. (2023). Productivity of sows, growth of piglets and fattening qualities of pigs at different durations of the suckling period. *Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”*, 23(1), 649–658. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23\\_1/Art68.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art68.pdf).
- Saprykin, V. O., Ionov, I. A., & Haziiev, B. M. (2016). *Khelatni formy zaliza u hodivli suporosnykh ta laktuiuchykh svynomatok. Bioloheia liudyny ta tvaryn*, 2(2), 70–79. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/biolecol\\_2016\\_2\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/biolecol_2016_2_2_10) (in Ukrainian).
- Skoromna, O. I., Razanova, O. P., & Tkachenko, T. Y. (2019). Effect of lysine feeding allowance on growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(4), 204–209. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/effect-of-lysine-feeding-allowance-on-growth-performance-and-carcass-characteristics-of-growing-pigs-44978.html>.
- Turovskiy, Yu. Ye., Burlaka, V. A., & Mamchenko, V. Yu. (2006). *Hematolohiia ta biokhimiia svyno-matok pry vykorystanni kompleksoniv. Zooekolohiia*, 1, 99–102 (in Ukrainian).
- Usenko, S. O., Siabro, A. S., Bereznytskyi, V. I., Chukhlib, Ye. V., Slynko, V. H., & Myronenko, O. I. (2019). *Novitni aspekty mineralnoho zhyvlennia svynei. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 126–133. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.15 (in Ukrainian).

- Vlizlo, V. V. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni: dovidnyk*. Lviv: Spolom (in Ukrainian).
- Voloshchuk, V. M., Rybalko, V. P., Berezovskyi, M. D. (2014). *Svynarstvo: monohrafiia*. Kyiv: Ahrarna nauka (in Ukrainian).
- Xiong, Y., Cui, B., He, Z., Liu, S., Wu, Q., Yi, H., Zhao, F., Jiang, Z., Hu, S., & Wang, L. (2023). Dietary replacement of inorganic trace minerals with lower levels of organic trace minerals leads to enhanced antioxidant capacity, nutrient digestibility, and reduced fecal mineral excretion in growing-finishing pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 142054. DOI: 10.3389/fvets.2023.1142054.
- Zakharenko, M. O., Shevchenko, L. V., & Poliakovskiy, V. M. (2016). *Khelaty mikroelementiv, yikh tekhnolohiia ta zastosuvannia: monohrafiia*. Kyiv (in Ukrainian).
- Zakharenko, M. O., Shevchenko, L. V., Mykhalska, V. M. ta in. (2004). Rol mikroelementiv u zhyttiediialnosti tvaryn. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 2, 13–16 (in Ukrainian).
- Zhao, J., Allee, G., Gerlemann, G., Ma, L., Gracia, M.I., Parker, D., Vasquez-Anon, M., & Harrell, R. J. (2014). Effects of a chelated copper as growth promoter on performance and carcass traits in pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 965–973. DOI: 10.5713/ajas.2013.13416.





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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9908  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.5:636.084:579.61

## The use of probiotic in chicken-broilers feeding

J. M. Poberezhets<sup>✉</sup>, V. M. Yaropud, I. M. Kupchuk, V. S. Rutkevych, S. A. Burlaka

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 06.07.2023  
Received in revised form  
10.08.2023  
Accepted 11.08.2023

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

**Poberezhets, J. M., Yaropud, V. M., Kupchuk, I. M., Rutkevych, V. S., & Burlaka, S. A. (2023). The use of probiotic in chicken-broilers feeding. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 48–54. doi: 10.32718/nvlvet-a9908**

Biologically active feed additives of natural origin that do not hurt the body are increasingly used in poultry farming, making it possible to produce safe food products. It is known that probiotics are preparations of microbial origin that manifest their properties through the regulation of intestinal microflora. The primary mechanism of action of probiotics is to populate the gastrointestinal tract with strains of beneficial bacteria that displace opportunistic microflora from the intestinal biocenosis. The experiment aimed to establish the effect of probiotic feed additives on the productivity, slaughter performance, and meat quality of broiler chickens. Following the purpose of the research, a scientific and economic experiment was conducted on two similar groups of broiler chickens of the "Cobb-500" cross from one day to 42 days of age, with 20 heads in each group according to the experiment scheme. The experiment lasted 42 days. With the use of a feed additive in feeding broiler chickens of the 2nd group, the live weight increased by 11.9 % ( $P \leq 0.001$ ) compared to the control group. It was found that under the influence of the supplement, the average daily growth in broiler chickens of the 2nd group was higher by 12.1 %, absolute by 12.2 % ( $P \leq 0.001$ ) compared to control peers during the entire experiment period. In addition, in the 2nd group of broilers, feed consumption per 1 kg of growth is reduced by 8.9 % compared to the control. The use of a feed additive in the feeding of broiler chickens of the 2nd group increases the pre-slaughter live weight by 12.0 % ( $P \leq 0.001$ ), the weight of an uncut carcass by 12.1 % ( $P \leq 0.001$ ), half-cut carcass by 9.9 % ( $P \leq 0.01$ ) and by 13.3 % ( $P \leq 0.001$ ) relative to the control value. With the consumption of the investigated feed additive in broilers of the 2nd group, the level of total moisture in the pectoral muscles increased by 1.3 % ( $P \leq 0.05$ ), and in the femoral muscles, the hygromosture level was higher by 0.2 % ( $P \leq 0.05$ ) and the amount of nitrogen by 0.2 % ( $P \leq 0.05$ ), compared to the control group.

**Key words:** feed additive, probiotic, feeding, broiler chickens, productivity, meat quality.

## Використання пробіотика у годівлі курчат-бройлерів

Ю. М. Побережець<sup>✉</sup>, В. М. Яропуд, І. М. Купчук, В. С. Руткевич, С. А. Бурлака

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

У птахівництві дедалі частіше використовують біологічно активні кормові добавки природного походження, які не мають негативного впливу на організм, це дає змогу виробляти безпечні продукти харчування. Відомо, що пробіотики – препарати мікробного походження, які проявляють свої властивості через регуляцію кишкової мікрофлори. Основний механізм дії пробіотиків полягає в заселенні шлунково-кишкового тракту штамами корисних бактерій, які витісняють умовно-патогенну мікрофлору з кишкового біоценозу. Метою експерименту було встановити вплив застосування пробіотичної кормової добавки на продуктивність, забійні показники та якість м'яса курчат-бройлерів. Відповідно до мети дослідження був проведений науково-господарський дослід на 2 групах-аналогах курчат-бройлерів кросу "Кобб-500" з одностодового до 42-добового віку по 20 голів у кожній групі за схемою досліді. Дослід тривав 42 доби. За використання кормової добавки у годівлі курчат-бройлерів 2-ї групи збільшувалася жива маса на 11,9 % ( $P \leq 0,001$ ) щодо контрольної групи. Встановлено, що за дії добавки у середньому за весь період досліді середньодобовий приріст у курчат-бройлерів 2-ї групи був більший на 12,1 %, абсолютний на 12,2 % ( $P \leq 0,001$ ) проти контрольних ровесників. Крім того, у 2-ї групі бройлерів витрати корму на 1 кг приросту знижуються на 8,9 % порівняно з контролем. Застосуван-

ня кормової добавки у годівлі курчат-бройлерів 2-ї групи підвищує передзабійну живу масу на 12,0 % ( $P \leq 0,001$ ), масу непатраної тушки на 12,1 % ( $P \leq 0,001$ ), напівпатраної на 9,9 % ( $P \leq 0,01$ ) та патраної на 13,3 % ( $P \leq 0,001$ ) щодо контрольного значення. За споживання досліджуваної кормової добавки у бройлерів 2-ї групи у грудних м'язах збільшується рівень загальної вологи на 1,3 % ( $P \leq 0,05$ ), а у стегнових м'язах гідролога була більша на 0,2 % ( $P \leq 0,05$ ) та кількість азоту на 0,2 % ( $P \leq 0,05$ ) порівняно з контрольною групою.

**Ключові слова:** кормова добавка, пробіотик, годівля, курчата-бройлери, продуктивність, якість м'яса.

## Вступ

В умовах зростання конкуренції на ринку птахофабрикам доводиться шукати нові способи підвищення економічної ефективності виробництва й поліпшення якості кінцевої продукції. М'ясне птахівництво забезпечує населення країни дієтичними висококалорійними продуктами харчування, які за поживністю переважають більшість продуктів харчування. У зв'язку з цим виникло питання про забезпечення потреб населення екологічно безпечною продукцією, що змусило заборонити використання антибіотиків у годівлі птиці. Це своєю чергою спонукало науковців і практиків до пошуку натуральних добавок природного походження, які в своєму складі містять біологічно активні речовини, що підвищують продуктивність, зміцнюють імунітет та поліпшують процеси травлення (Cherniy et al., 2021; Chudak et al., 2021; Neveling & Dicks, 2021; Plyska et al., 2021; Ibatullin et al., 2022).

Головним завданням сучасних науковців є дослідження впливу кормових добавок природного походження на продуктивність та якість продукції тваринництва. У птахівництві в останні роки досить активно досліджують та використовують кормові біологічно активні добавки. Вони є найбільш перспективними завдяки своїй біодоступності та відсутності небажаних побічних дій та широкому спектру біологічного впливу на організм (Sychoy et al., 2017; Ramlucken et al., 2020; Goktas et al., 2021; Sychoy et al., 2021; Poberezhets et al., 2021, 2022; Sobolev et al., 2022, 2023).

На думку деяких сучасних вчених, пробіотики – це кормові добавки із живих мікроорганізмів, що сприятливо впливають на склад кишкового біоценозу (Sen et al., 2012; Nosrati et al., 2017; Podolian, 2017; Ogbuagu et al., 2018; Razanova et al., 2022). Споживання пробіотичних кормових добавок дає змогу формувати позитивну мікрофлору кишківника, що характеризується високим вмістом молочнокислих бактерій. Відомо, що пробіотики – біологічно активні речовини природного походження на основі корисних мікроорганізмів, які належать до нормофлори організму. За

використання їх у годівлі птиці пробіотичні мікроорганізми заселяють кишечник, виштовхують патогенні організми з кишкового епітелію та зміцнюють імунітет (Chralampopoulos & Rastall, 2009; Domingues et al., 2014; Anggraeni et al., 2020; Lee & Lee, 2020).

## Мета дослідження

Метою експерименту було встановити вплив застосування пробіотичної кормової добавки на продуктивність, забійні показники та якість м'яса курчат-бройлерів.

## Матеріал і методи досліджень

Відповідно до мети дослідження був проведений науково-господарський дослід на 2 групах-аналогах курчат-бройлерів кросу “Кобб-500” з однодобового до 42-добового віку по 20 голів у кожній групі за схемою досліду. Дослід тривав 42 доби, у тому числі зрівняльний період – 5 днів (табл. 1) (Ibatullin et al., 2017).

Протокол і процедури, що використовуються в цьому дослідженні, етично відповідали директиві 2010/63/ЄС Європейського парламенту та Ради про захист тварин, а також Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження”. Дослідження відбувалися у віварії Вінницького національного аграрного університету. Програма експерименту була схвалена комісією факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва та ветеринарії Вінницького національного аграрного університету.

Зоогігієнічні умови вирощування були ідентичні для всіх груп бройлерів і відповідали зоотехнічним нормам. Годівлю курчат у всіх групах проводили збалансованим повнораціонним комбікормом відповідно до норм згідно з віковими періодами вирощування. Контрольна група птиці споживала основний раціон, дослідна група додатково до повнораціонного комбікорму – кормову добавку “Пробіол Плюс” у дозі 0,25 кг/т корму (табл. 1).

**Таблиця 1**

Схема науково-господарського досліду

Група	Тривалість періоду, днів		Кількість, гол.	Особливості годівлі
	зрівняльного	основного		
контрольна	5	37	20	ОР (повнораціонний комбікорм)
дослідна	5	37	20	ОР + пробіотик “Пробіол Плюс” у дозі 0,25 кг/т корму

\*ОР – основний раціон

Пробіотик характеризується високою антагоністичною активністю до патогенної та умовно-патогенної мікрофлори та нормалізує травні процеси в організмі.

Швидкість росту визначали протягом вирощування щотижнево та проводили облік живої маси курчат-бройлерів. Зважування молодняку проводили індивідуально на терезах Aurora AU 309 з точністю до 1 г.

Крім того, вираховували споживання корму та розраховували витрати корму на 1 кг приросту живої маси. Протягом всього періоду дослідження проводили моніторинг приросту живої маси поголів'я. За результатами даних живої маси бройлерів визначали інтенсивність росту за абсолютним і середньодобовим приростами.

Забій курчат-бройлерів як контрольних, так і дослідних груп по 4 голови з кожної проводили на 42 добу. Для з'ясування морфологічного складу тушок курчат-бройлерів визначали: масу тіла перед забоем, масу непатраної, напівпатраної, патраної тушки, забійний вихід та масу м'язів. Під час контрольного забою проводили зважування внутрішніх органів.

Отримані результати були оброблені статистично та проаналізовані за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA). Крім того, розраховували середнє стандартне відхилення (SD). Результати середніх значень в таблицях подані у вигляді  $x \pm SD$  (середнє значення  $\pm$  стандартне відхилення). Відмінності між групами вважалися статистично достовірними при  $P < 0,05$ .

### Результати та їх обговорення

Починаючи з 14-добового віку в курчат-бройлерів 2-ї групи, які споживали досліджувану кормову добавку, спостерігається збільшення живої маси на 17,2 % ( $P \leq 0,001$ ) проти контрольних аналогів (табл. 2).

**Таблиця 2**

Продуктивність курчат-бройлерів, г ( $x \pm SD$ ,  $n = 20$ )

Вік, дів	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
1	48,2 $\pm$ 1,08	48,0 $\pm$ 1,12
7	128,0 $\pm$ 2,24	132,6 $\pm$ 2,38
14	365,7 $\pm$ 4,35	428,8 $\pm$ 5,27***
21	755,6 $\pm$ 10,56	826,6 $\pm$ 11,87***
28	1287,6 $\pm$ 11,58	1387,5 $\pm$ 12,34***
35	1820,5 $\pm$ 14,42	2035,6 $\pm$ 13,68***
42	2325,2 $\pm$ 17,53	2603,0 $\pm$ 15,34***
Збереженість, %	92,0	98,0

За дії кормової добавки курчата-бройлери 2-ї групи переважали своїх аналогів у 21 добу – на 9,3 % ( $P \leq 0,001$ ), у 28 дів – на 7,7 % ( $P \leq 0,001$ ) та у 35 дів – на 11,8 % ( $P \leq 0,001$ ) порівняно з контрольними ровесниками.

У кінці досліду курчата-бройлери 2-ї групи були більші за живую масою на 11,9 % ( $P \leq 0,001$ ) щодо контрольної групи.

Водночас досліджували середньодобові прирости курчат-бройлерів за додаткового згодовування кормової добавки (табл. 3).

Встановлено, що у 8–14-добовому віці курчата 2-ї групи мали більший середньодобовий приріст на 24,7 % ( $P \leq 0,001$ ) проти контролю.

У віці 29–35 дів в бройлерів 2-ї групи середньодобовий приріст збільшувався на 21,6 % ( $P \leq 0,001$ ) порівняно з контрольною групою.

Варто зазначити, що за використання кормової добавки у птиці 2-ї групи підвищувався середньодобо-

вий приріст у віці 36–42 дів на 12,5 % ( $P \leq 0,05$ ) щодо контрольних аналогів.

**Таблиця 3**

Вплив кормової добавки на середньодобовий приріст курчат-бройлерів, г ( $x \pm SD$ ,  $n = 20$ )

Вік курчат, дів	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
1–7	11,5 $\pm$ 0,34	12,1 $\pm$ 0,54
8–14	33,9 $\pm$ 1,74	42,3 $\pm$ 1,82**
15–21	55,7 $\pm$ 1,93	56,8 $\pm$ 2,13
22–28	75,9 $\pm$ 2,32	80,1 $\pm$ 2,76
29–35	76,1 $\pm$ 2,54	92,6 $\pm$ 2,82***
36–42	72,0 $\pm$ 2,62	81,0 $\pm$ 2,51*
У середньому	54,2 $\pm$ 2,75	60,8 $\pm$ 2,63

Крім того, за додаткового згодовування кормової добавки у середньому за весь період досліду середньодобовий приріст у курчат-бройлерів 2-ї групи був більший на 12,1 %, однак вірогідної різниці порівняно з контрольною групою не встановлено.

Аналогічні зміни спостерігаються і в абсолютних приростах курчат-бройлерів, які додатково до раціону споживали досліджувану кормову добавку (табл. 4).

**Таблиця 4**

Динаміка абсолютного приросту птиці, г ( $x \pm SD$ ,  $n = 20$ )

Вік курчат, дів	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
1–7	80,2 $\pm$ 2,35	84,6 $\pm$ 2,72
8–14	237,0 $\pm$ 5,18	296,0 $\pm$ 6,34***
15–21	390,0 $\pm$ 6,36	398,0 $\pm$ 6,87
22–28	532,0 $\pm$ 7,24	561,0 $\pm$ 7,92**
29–35	533,0 $\pm$ 7,46	648,0 $\pm$ 8,15***
36–42	504,0 $\pm$ 8,24	567,0 $\pm$ 8,56***

Так, у віці 8–14 дів курчата 2-ї групи мали більший абсолютний приріст на 24,8 % ( $P \leq 0,001$ ) щодо контролю.

У 22–28-добовому віці курчата-бройлери 2-ї групи переважали своїх аналогів на 5,4 % ( $P \leq 0,01$ ), у 29–35 дів – на 21,5 % ( $P \leq 0,001$ ) та у 36–42 доби – на 12,5 % ( $P \leq 0,001$ ) проти контрольної групи.

Варто зазначити, що за весь період вирощування бройлерів абсолютний приріст 2-ї групи був на 12,2 % ( $P \leq 0,001$ ) більшим, ніж у контрольних ровесників (рис. 1).

Подібні досліди проводили інші вчені, які за результатами досліджень повідомляють про позитивний вплив пробіотичної добавки на живу масу тіла, середньодобовий приріст, витрати корму та вихід патраної тушки (Harrington et al., 2016; Sumanu et al., 2023). У своїх дослідках Ramlucken et al. (2020), згодовуючи пробіотичні добавки курчатам-бройлерам, дійшли висновку, що вони позитивно впливають не лише на продуктивність а й на засвоюваність поживних речовин.



**Рис. 1.** Валовий абсолютний приріст за період досіду, г

**Таблиця 5**

Використання корму бройлерами, кг

Група	Витрати кормів, кг					
	за період досіду		на одну голову		на 1 кг приросту	
	всього	± до контролю	всього	± до контролю	всього	± до контролю
1 – контрольна	75	-	4,31	-	1,89	-
2 – дослідна	86	+ 11	4,38	+ 0,07	1,72	- 0,17

Встановлено, що додаткове згодовування кормової добавки курчатам-бройлерам сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту (табл. 5).

Виявлено, що у курчат-бройлерів 2-ї групи спостерігається збільшення витрат корму за період досіду на 14,6 % проти контролю.

Варто зазначити, що за дії добавки та за рахунок збільшення абсолютного приросту в 2-й групі брой-

лерів витрати корму на 1 кг приросту знижуються на 8,9 % порівняно з контрольними аналогами.

Показники забою є одними з ознак продуктивності тварин та птиці. Тому під час експерименту досліджували основні забійні якості курчат-бройлерів за використання кормової добавки (табл. 6).

**Таблиця 6**

Забійні якості курчат-бройлерів, г ( $x \pm SD$ ,  $n = 4$ )

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Передзабійна жива маса	2330,0 ± 16,42	2610,0 ± 17,65***
Маса непатраної тушки	2122,5 ± 17,28	2380,0 ± 18,42***
Маса напівпатраної тушки	1915,7 ± 24,43	2105,6 ± 22,84**
Маса патраної тушки	1580,0 ± 20,62	1790,2 ± 19,46***
Маса грудних м'язів	498,6 ± 9,45	540,4 ± 10,82*
Маса стегнових м'язів	384,2 ± 9,14	452,6 ± 8,85**

Встановлено, що використання кормової добавки у курчат-бройлерів 2-ї групи підвищується передзабійна жива маса на 12,0 % ( $P \leq 0,001$ ), маса непатраної тушки на 12,1 % ( $P \leq 0,001$ ), напівпатраної на 9,9 % ( $P \leq 0,01$ ) та патраної на 13,3 % ( $P \leq 0,001$ ) проти контрольного значення.

За згодовування кормової добавки у бройлерів 2-ї групи маса грудних м'язів більша на 8,4 % ( $P \leq 0,05$ ) та стегнових на 17,8 ( $P \leq 0,01$ ) щодо контрольного показника.

Результати досліджень багатьох науковців встановлюють позитивний вплив пробіотиків на продуктив-

ність та забійні показники курчат-бройлерів (Park & Kim, 2014; Cramer et al., 2018). Зокрема Souza et al. (2018) повідомляють, що за використання пробіотичних кормових добавок зменшується споживання корму та збільшується приріст і вихід гомілок та стегон проти контролю.

Під час експерименту досліджували якісні показники м'яса курчат-бройлерів (табл. 7).

Виявлено, що додаткове споживання кормової добавки сприяє збільшенню рівня у грудних м'язах бройлерів загальної вологи на 1,3 % ( $P \leq 0,05$ ) порівняно з контрольною групою.



**Таблиця 7**

Якість грудних м'язів курчат-бройлерів ( $x \pm SD$ ,  $n = 4$ )

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Гігроволога, %	7,5 ± 0,03	7,6 ± 0,04
Загальна волога, %:	74,5 ± 0,43	75,8 ± 0,31*
- вільна волога, %	17,1 ± 0,94	17,2 ± 1,15
- зв'язана волога, %	57,4 ± 1,18	58,6 ± 1,21
Суша речовина, %	25,5 ± 0,52	24,2 ± 0,48
Жир, %	1,7 ± 0,03	1,8 ± 0,04
(у натуральній речовині)		
Азот, %	3,4 ± 0,12	3,6 ± 0,15
(у натуральній речовині)		
Ніжність, см <sup>2</sup> /г	172,8 ± 15,36	180,4 ± 12,65
pH	5,60 ± 0,105	5,61 ± 0,112
Калорійність, кДж/100г	504,8 ± 13,26	515,6 ± 22,45

Водночас спостерігається тенденція до підвищення рівня ніжності грудних м'язів курчат-бройлерів 2-ї групи на 4,3 % та калорійності на 2,1 %, проти контрольного зразка.

У ході досліджень встановили, що у стегнових м'язів курчат-бройлерів 2-ї групи гігроволога була більшою на 0,2 % ( $P \leq 0,05$ ) проти контролю (табл. 8).

За згодовування досліджуваної добавки у червоному м'ясі бройлерів 2-ї групи збільшується кількість азоту на 0,2 % ( $P \leq 0,05$ ) порівняно з контрольним зразком. Крім того, у стегнових м'язах 2-ї групи спостерігається тенденція до підвищення рівня калорійності на 4,7 % щодо контрольного показника, хоча вірогідної різниці не зафіксовано.

**Таблиця 8**

Вплив добавки на якість стегнових м'язів бройлерів ( $x \pm SD$ ,  $n = 4$ )

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Гігроволога, %	7,2 ± 0,05	7,4 ± 0,06*
Загальна волога, %	73,8 ± 0,63	74,3 ± 0,78
-вільна волога, %	15,6 ± 1,51	14,5 ± 1,47
-зв'язана волога, %	58,2 ± 1,16	59,8 ± 1,24
Суша речовина, %	26,2 ± 0,55	25,7 ± 0,82
Жир, %	7,3 ± 0,17	7,7 ± 0,21
(у натуральній речовині)		
Азот, %	2,9 ± 0,03	3,1 ± 0,06*
(у натуральній речовині)		
Ніжність, см <sup>2</sup> /г	224,2 ± 11,45	231,5 ± 14,62
pH	6,05 ± 0,012	6,09 ± 0,049
Калорійність, кДж/100г	655,3 ± 14,25	686,5 ± 17,86

Результати досліджень узгоджуються з дослідями Yun et al. (2017), які вивчали вплив добавок пробіотиків на організм птиці та виявили позитивну дію пробіотиків не лише на продуктивність, засвоюваність поживних речовин, а й на мікрофлору кишківника. На думку Bai et al. (2017) та Boroojeni et al. (2018), це може бути пов'язано з пригнічуючим впливом пробіотика на небажану патогенну мікрофлору, що сприяло поліпшенню стану кишківника. Таким чином, використання пробіотиків у годівлі птиці позитивно впливає на продуктивність, забійні показники, витрати корму та якісні показники м'язів з рахунок витіснен-

ня патогенної мікрофлори кишківника і відновлення нормального біоценозу, що дає змогу підвищити перетравність та засвоєння поживних речовин корму.

## Висновки

Встановлено, що використання кормової добавки у годівлі курчат-бройлерів 2-ї групи збільшує живу масу на 11,9 % ( $P \leq 0,001$ ), середньодобовий приріст у курчат-бройлерів 2-ї групи був більший на 12,1 %, абсолютний – на 12,2 % ( $P \leq 0,001$ ) проти контрольної групи. Крім того, у 2-й групі бройлерів витрати корму на 1 кг приросту знижуються на 8,9 % порівняно з контролем. Додаткове згодовування кормової добавки курчатам-бройлерам 2-ї групи підвищує передзабійну живу масу на 12,0 % ( $P \leq 0,001$ ), масу непатраної тушки на 12,1 % ( $P \leq 0,001$ ), напівпатраної на 9,9 % ( $P \leq 0,01$ ) та патраної на 13,3 % ( $P \leq 0,001$ ) щодо контрольного показника. При використанні пробіотичної кормової добавки у бройлерів 2-ї групи у грудних м'язах збільшується рівень загальної вологи на 1,3 % ( $P \leq 0,05$ ), а у стегнових м'язах гігроволога була більша на 0,2 % ( $P \leq 0,05$ ) та кількість азоту на 0,2 % ( $P \leq 0,05$ ) порівняно з контрольною групою.

Перспективи подальших досліджень полягають у глибшому вивченні впливу пробіотичних добавок у перепелівництві.

## Відомості про конфлікт інтересів

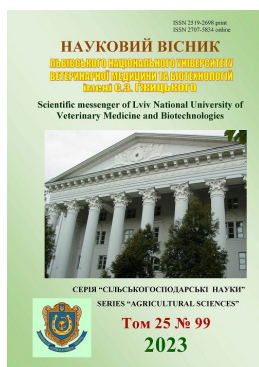
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

## References

- Anggraeni, A. S., Suryani, A. E., Sofyan, A., Sakti, A. A., Istiqomah, L., Karimy, M. F., & Darma, I. N. G. (2020). Nutrient digestibility of broiler chicken fed diets supplemented with probiotics phytase-producing. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 462, 01200. DOI: 10.1088/1755-1315/462/1/012003.
- Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L., & Wang, T. (2017). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis fmbJ* on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 96(1), 74–82. DOI: 10.3382/ps/pew246.
- Boroojeni, G. F., Vahjen, W., Männer, K., Blanch, A., Sandvang, D., & Zentek, J. (2018). *Bacillus subtilis* in broiler diets with different levels of energy and protein. *Poultry Science*, 97(11), 3967–3976. DOI: 10.3382/ps/pey265.
- Cherniy, N., Skvortsova, I., Gutyj, B., Mylostyvyi, R., & Voronyak, V. (2021). Influence of probiotic additive “Evitalia” on growth and blood indices of quails. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 55–59. DOI: 10.32718/nvlvet10409.
- Chralampopoulos, D., & Rastall, R. (2009). *Preotics and Probiotics Science and Technology*, UK, Springer.
- Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Lotka, H. I., & Kupchuk, I. M. (2021). Suchasni kormovi dobavky u hodivli ptytsi: monohrafiia. [Modern feed additives in

- poultry feeding: monograph]. Vinnytsia: RVV VNAU (in Ukrainian).
- Cramer, T. A., Kim, H. W., Chao, Y., Wang, W., Cheng, H. W., & Kim, Y. H. B. (2018). Effects of probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation on meat quality characteristics of breast muscle from broilers exposed to chronic heat stress. *Poultry Science*, 97(9), 3358–3368. DOI: 10.3382/ps/pey176.
- Domingues, C. H., Santos, E. T., Castiblanco, D. C., De Quadros, T. C. O., Petrolli, T. G., Duarte, K. F., & Junqueira, O. M. (2014). Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo probiótico nas diferentes fases de criação. *Revista Agrocientífica*, 1, 7–16. URL: <https://periodicos.unoesc.edu.br/agrocientifica/articulo/view/4859>.
- Goktas, H., Dertli, E., & Sagdic, O. (2021). Comparison of functional characteristics of distinct *Saccharomyces boulardii* strains isolated from commercial food supplements. *LWT - Food Science and Technology*, 136, 110–340. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110340.
- Harrington, D., Sims, M., & Kehlet, A. B. (2016). Effect of *Bacillus subtilis* supplementation in low energy diets on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 25(1), 29–39. DOI: 10.3382/japr/pfv057.
- Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, I. (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynyystvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. *Ah-rarna Nauka: Kyiv* (in Ukrainian).
- Ibatullin, I., Sychov, M., Umanets, D., Ilchuk, I., Balanchuk, I., Umanets, R., Holubieva, T., Andriinko, L., Otchenashko, V., Makhno, K., Tytariova, O., & Kuzmenko, O. (2022). Influence of Feeding Wormwood (*Artemisia Capillaris*) on Quail Meat Productivity. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun.*, 70(4-5), 307–316. DOI: 10.11118/actaun.2022.023.
- Lee, J. E., & Lee, E. (2022). The Probiotic Effects of the *Saccharomyces cerevisiae* 28-7 Strain Isolated from Nuruk in a DSS-Induced Colitis Mouse Model. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(7), 877–884. DOI: 10.4014/jmb.2206.06035.
- Neveling, D. P., & Dicks, L. M. T. (2021). Probiotics: an Antibiotic Replacement Strategy for Healthy Broilers and Productive Rearing. *Probiotics Antimicrob Proteins*, 13(1), 1–11. DOI: 10.1007/s12602-020-09640-z.
- Nosrati, M., Javandel, F., Camacho, L.M., Khusro, A., Cipriano, M., Seidavi, A., & Salem, A. Z. M. (2017). The effects of antibiotic, probiotic, organic acid, vitamin C, and Echinacea purpurea extract on performance, carcass characteristics, blood chemistry, microbiota, and immunity of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(2), 295–306. DOI: 10.3382/japr/pfw073.
- Ogbuagu, N. E., Aluwong, T., Ayo, J. O., & Sumanu, V. O. (2018). Effect of fisetin and probiotic supplementation on erythrocyte osmotic fragility, malondialdehyde concentration and superoxide dismutase activity in broiler chickens exposed to heat stress. *Journal of Veterinary Medicine Science*, 80(12), 1895–1900. DOI: 10.1292/jvms.18-0477.
- Park, J. H., & Kim, I. H. (2014). Supplemental effect of probiotic *Bacillus subtilis* B2A on productivity, organ weight, intestinal *Salmonella* microflora, and breast meat quality of growing broiler chicks. *Poultry Science*, 93(8), 2054–2059. DOI: 10.3382/ps.2013-03818.
- Plyska, A., Ibatullin, I., & Sychov, M. (2021). Influence of Distillers Dried Grains With Solubles on Quail Meat Productivity. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun.*, 69(3), 319–326. DOI: 10.11118/actaun.2021.029.
- Poberezhets, J. M., Gutyj, B. V., Yaremchuk, O. S., Chudak, R. A., Farionik, T. V., Razanova, O. P., & Skoromna, O. I. (2022). Effectiveness of mineral supplementon productivity and hematological parameters of meat quails. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(105), 23–29. DOI: 10.32718/nvlvet10504
- Poberezhets, J., Chudak, R., Kupchuk, I., Yaropud, V., & Rutkevych, V. (2021). Effect of probiotic supplement on nutrient digestibility and production traits on broiler chicken. *Agraarteadus*, 32(2), 296–302. DOI: 10.15159/jas.21.28.
- Podolian, J. (2017). Effect of probiotics on the chemical, mineral, and amino acid composition of broiler chicken meat. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(1), 61–65. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/effect-of-probiotics-on-the-chemical-mineral-and-amino-acid-composition-of-broiler-chicken-meat-463.html>.
- Ramlucken, U., Ramchuran, S. O., Moonsamy, G., Lal-loo, R., Thantsha, M. S., & Rensburg, C. J. (2020). A novel *Bacillus* based multi-strain probiotic improves growth performance and intestinal properties of *Clostridium perfringens* challenged broilers. *Poultry Science*, 99(1), 331–341. DOI: 10.3382/ps/pez496.
- Razanova, O., Yaremchuk, O., Gutyj, B., Farionik, T., & Novgorodska, N. (2022). Dynamics of some mineral elements content in the muscle, bone and liver of quails under the apimin influence. *Scientific Horizons*, 25(5), 22–29. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.22-29
- Rehman, A., Arif, M., Sajjad, N., Al-Ghadi, M. Q., Alagawany, M., Abd ElHack, M. E., Alhimaidi, A. R., Elnesr, S. S., Almutairi, B. O., Amran, R. A., Hussein, E. O. S., & Swelum, A. A. (2020). Dietary effect of probiotics and prebiotics on broiler performance, carcass, and immunity. *Poultry Science*, 99, 6946–6953. DOI: 10.1016/j.psj.2020.09.043.
- Sen, S., Ingale, S. L., Kim, Y. W., Kim, J. S., Kim, K. H., Sen, S., Ryu, M. H., Lohakare, J. D., Kwon, I. K., & Chae, B. J. (2012). Effect of supplementation of *Bacillus subtilis* LS 1-2 to broiler diets on growth performance, nutrient retention, caecal microbiology and small intestinal morphology. *Research in Veterinary Science*, 93(1), 264–268. DOI: 10.1016/j.rvsc.2011.05.021.
- Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Kuzmenko, P. I., Liskovich, V. A., Melnychenko, A. R., & Melnychenko, Y. O. (2023). Effects of selenium on metabolic processes in the body of ducklings and their productive qualities. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(1), 10–17. DOI: 10.32718/ujvas6-1.02.
- Sobolev, O., Gutyj, B., Sobolieva, S., Petryshak, R., Petryshak, O., NaumyukO., Melnychenko, Y., Guta,

- Z., & Martyshuk, T. (2023). Accumulation lithium in the tissues and organs of goslings concerning of its level in the mixed feed. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 99–106. DOI: 10.32718/nvlvet-a9817.
- Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Kuzmenko, P. I., Riznychuk, I. F., Kyshlaly, O. K., & Sobolieva, S. V. (2022). Selenium and its modeling effect on the body of young geese. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 61–69. DOI: 10.32718/nvlvet-a9608.
- Souza, L. F. de, Araújo, D. N., Stefani, L. M., Giometti, I. C., Cruz-Polycarpo, V. C., Polycarpo, G. & Burbarelli, M. F. (2018). Probiotics on performance, intestinal morphology and carcass characteristics of broiler chickens raised with lower or higher environmental challenge. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 50(1), 35–41. DOI: 10.4067/S0719-81322018000100107.
- Sumanu, V. O., Byaruhanga, C., Bosman, A.-M., Ochai, S. O., Naidoo, V., Oosthuizen, M. C., & Chamunorwa, J. P. (2023). Effects of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) and ascorbic acid on oxidative gene damage biomarker, heat shock protein 70 and interleukin 10 in broiler chickens exposed to heat stress. *Animal Gene*, 28, 200150. DOI: 10.1016/j.angen.2023.200150.
- Sychov, M., Ilchuk, I., Umanets, D., Kuzmenko, O., & Orishchuk, O. (2022) Slaughter parameters of broiler chickens at different levels and ratios of arginine and lysine in the compound feed. *Acta Fytotechnica et Zootechnica* this link is disabled, 25(4), 285–293. DOI: 10.15414/afz.2022.25.04.285-293.
- Sychov, M. Yu., Holubiev, M. I., Kovalchuk, V. V., Pozniakovskiy, Yu. V., Holubieva, T. A., Makhno, K. I. (2017). Valine needs in growing quails. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 180–185. DOI: 10.15421/2017\_67.
- Yun, W., Lee, D. H., Choi, Y. I., Kim, I. H., & Cho, J. H. (2017). Effects of supplementation of probiotics and prebiotics on growth performance, nutrient digestibility, organ weight, fecal microbiota, blood profile, and excreta noxious gas emissions in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(4), 584–592. DOI: 10.3382/japr/pfx033.



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-a9909  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 612:636.4

## Features of reproductive capacity and state of prooxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars of different breeds

A. M. Shostya<sup>✉</sup>, I. V. Sarnavska

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

### Article info

Received 11.07.2023  
Received in revised form  
14.08.2023  
Accepted 15.08.2023

*Shostya, A. M., & Sarnavska, I. V. (2023). Features of reproductive capacity and state of prooxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars of different breeds. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 55–61. doi: 10.32718/nvlvet-a9909*

Poltava State Agrarian University,  
Skovorody Str., 1/3, Poltava,  
36003, Ukraine.  
Tel.: +38-099-774-79-92  
E-mail: [irynasarnavskaia@gmail.com](mailto:irynasarnavskaia@gmail.com)

Temperature stress is caused by the long-term effect of high or low average daily temperature, which leads to a decrease in the quality of sperm in fetuses and processes from the formation of the leading herd of pigs, which causes a reduction in the production of livestock products. Changes in lipid peroxidation accompany the inhibition of reproductive function in breeding boars of various breeds. The research method was to determine the features of pro-oxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars of different species depending on the keeping conditions. For the experiment, six breeding boars of other breeds, similar in age, live weight, and quality of sperm production, were selected, and 2 study groups of 3 heads in the skin were formed. The first group consisted of animals of the large white breed, and the second group – was from Myrhorod. Animals were fed following feed regulations. The influence of heat stress on the quality of sperm production of breeding boars of the large white breed is manifested in a decrease in the following indicators: ejaculate volume – by 20.3 %, sperm motility – by 20.6 %, sperm concentration – by 28.3 %, the number of live sperm – by 54.6 %, heat resistance by 26.4 %. As the temperature rises, peroxidation processes accelerate – the content of TBC-active compounds in sperm increases by 1.3 times. Catalase activity in seminal plasma and sperm increases by 16.0 % and 21.0 %, respectively. An increase in indoor temperature harms the indicators of sperm production of breeding boars of the Myrhorod breed: ejaculate volume – by 18.6 %, sperm motility – by 10.5%, sperm concentration – by 30.3 %, number of live sperm – by 34.7 %, thermal resistance – by 23.5 %. The changes occur against the background of an increase in superoxide dismutase activity – 21.0 % (sperm) and 5.0 % (sperm plasma), a decrease in ascorbic acid saturation by 10.0 % and 52.2 %, respectively. The establishment of an interbreed difference in the quality of ejaculates in the direction of the superiority of indicators in animals of the large white breed compared to the Myrhorod breed on the 60th day of the primary period in the summer in terms of ejaculate volume ( $p = 0.001$ ) and sperm concentration was established. However, according to the level of heat resistance of sperm, animals of the second breed were characterized by higher values. At the end of the 45th day of temperature stress, a probable predominance of ascorbic acid ( $p = 0.001$ ) and dehydroascorbic acid ( $p = 0.01$ ) content was observed in the semen of animals of the Myrhorod breed compared to large white.

**Key words:** breeding boars, large white breed, Myrhorod breed, vitamin A, vitamin E, sperm production, peroxidation, heat stress.

## Особливості відтворювальної здатності та стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у кнурів-плідників різних порід

A. M. Шостя<sup>✉</sup>, I. В. Сарнавська

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Температурний стрес спричинюється тривалою дією високої або зниженої середньодобової температури, що призводить до погіршення якості сперми у плідників та процесів відтворення свиней основного стада, що спричиняє зменшення обсягів виробни-



цтва продукції тваринництва. Гальмування відтворної функції у кнурів-плідників різних порід супроводжується змінами у перебігу пероксидного окиснення ліпідів. Метою дослідження було з'ясувати особливості стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у кнурів-плідників різних порід залежно від умов утримання. Для експерименту було відібрано 6 кнурів-плідників різних порід, аналогів за віком, живою масою та якістю спермопродукції, сформовано 2 досліджувані групи по 3 голови у кожній: I група складалась із тварин великої білої породи, II група – миргородської. Годівлю тварин проводили згідно з кормовими нормами. Вплив теплового стресу на якість спермопродукції кнурів-плідників великої білої породи проявляється в зменшенні показників: об'єму еякуляту – на 20,3 %, рухливості спермій – на 20,6 %, концентрації спермій – на 28,3 %, кількості живих спермій – на 54,6 %, терморезистентності – на 26,4 %. З підвищенням температури прискорюються процеси пероксидації – збільшується вміст ТБК-активних сполук в спермі у 1,3 раза. Активність каталази у спермальній плазмі та спермі зростає на 16,0 % та 21,0 % відповідно. Підвищення температури у приміщеннях негативно впливає на показники спермопродукції кнурів-плідників миргородської породи: об'єм еякуляту – на 18,6 %, рухливість спермій – на 10,5 %, концентрацію спермій – на 30,3%, кількість живих спермій – на 34,7%, терморезистентність – на 23,5 %. Зміни відбуваються на тлі підвищення активності супероксиддисмутази – 21,0 % (сперма) та 5,0 % (плазма сперми), зменшення насиченості аскорбіновою кислотою відповідно на 10,0 % та 52,2 % відповідно. Встановлено існування міжпородної різниці за якість еякулятів в напрямку переважання показників у тварин великої білої породи порівняно з миргородською на 60-у добу основного періоду влітку за об'ємом еякуляту ( $p = 0,001$ ) та концентрації спермій. Однак за рівнем терморезистентності спермій тварин другої породи характеризувалися вищими значеннями. По завершенню 45-ї доби дії температурного стресу у спермі спостерігалась вроджене переважання у тварин миргородської породи вмісту аскорбінової кислоти ( $p = 0,001$ ) та дегідроаскорбінових кислот ( $p = 0,01$ ) щодо великої білої.

**Ключові слова:** кнури-плідники, велика біла порода, миргородська порода, вітамін А, вітамін Е, спермопродукція, пероксидація, тепловий стрес.

## Вступ

Температурний стрес, незбалансована годівля, відсутність моціону порушують відтворну функцію у кнурів-плідників та свиноматок. Це потребує постійного моніторингу якості спермопродукції у самців для своєчасного виявлення змін у процесах формування спермій, перебігу процесів охоти та запліднення свиноматок (Usenko et al., 2020; Stoyanovsky et al., 2020).

Особливо чутливим організм свині є до стресу, який спричинюється тривалою дією високої середньодобової температури (27 °C) (тепловий стрес) або впливом знижених температур (10–13 °C) (холодовий стрес), що призводить до скорочення темпів відтворення основного поголів'я, зниження загальної резистентності та обсягів виробництва продукції тваринництва загалом (Hyria et al., 2019; Shostia et al., 2020; Flowers, 2021). Виявлено, що чутливість до тепла є спадковою рисою у свиней, а отже генетичні дослідження можуть визначити стратегію удосконалення виробництва свинини у спекотний період року (Usenko et al., 2019).

За дослідженнями Yang et al. (2020), для нормального протікання спермогенезу фізіологічна температура сім'яника повинна бути на 2–8 °C нижчою за температуру тіла. Вищі температури призводять до апоптозу статевих клітин з подальшим збоєм процесу спермогенезу.

Встановлено, що кнури великої білої породи є менш чутливими до підвищення температури навколишнього середовища, у них стабільніші показники гомеостазу, якості сперми, загального стану, сперми та плодючості, ніж порід дюрк та ландрас (Hutman et al., 2021).

Уникнути негативних ефектів від нетривалої дії коливання температурних умов утримання дозволяє збалансована годівля особливо за вмістом мікроелементів та вітамінів, що подовжує термін ефективного використання кнурів-плідників. Мікроелементи зв'язуються у комплекси із протеїнами, утворюючи специфічні ензими-антиоксиданти, регулюють процеси пероксидації. Ці біологічно активні речовини зв'язують і транспортують до тканин кисень, виво-

дять вуглекислий газ, підтримують у крові кислотнорівновагу (Kaplunenko et al., 2009; Borysevych et al., 2010).

Штучне осіменіння свиноматок в літній період супроводжується зниженням відтворних показників через високу частоту припинення поросності, особливо на ранніх етапах. Це можливо обумовлено поганою якістю ооцитів, дисбалансом рівнів прогестерону та естрогену, що стимулює процеси пероксидного окиснення (Liu et al., 2021). Стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у крові свини залежить від типу продуктивності та фаз відтворювального циклу (Usenko, 2021). Зокрема, свинки універсального напряму продуктивності характеризувались вищим рівнем естрадіолу-17 $\beta$  у сальних порід у період статевого спокою, охоти на 30-у, 60-у та 104-у доби поросності щодо універсальних та м'ясних. Зазначені гормональні зрушення викликали зміни стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу.

Істотно впливають на стан прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у свиней вітаміни антиоксидантної дії та мікроелементи (Usenko et al., 2019). Зокрема комплекс вітаміну Е та Селену сприяє збільшенню кількості антигілутворюючих клітин та відіграє ключову роль у захисті клітинного генома від ушкоджень вільними радикалами та пероксидами.

Доведено, що антиоксидантний ефект токоферолу посилюється в присутності ретинолу. Токоферол чинить стабілізуючу дію на ретинол, перешкоджаючи його окисній деструкції. Ретинол посилює транспорт і утилізацію Селену (Leskiv et al., 2022).

Дослідженнями Огородник Н. З. виявлено, що цинк активує вітамін А, впливає на ретинолзв'язувальний протеїн і підвищує рівень вітаміну Е у крові та печінці поросят. Ретинол регулює обмін тіолових сполук шляхом перетворенням сульфгідрильних груп у дисульфідні, нормалізує функціонально-структурні властивості мембран. При цьому цинк істотно впливає на метаболізм вітамінів антиоксидантної дії. Зокрема даний мікроелемент сприяє засвоєнню каротиноїдів і синтезу вітаміну А, проявляючи синергічну дію щодо вітаміну Е, де останній стабілізує клітинні мембрани зокрема сперматозоїдів. А-

авітаміноз супроводжується зниженням вмісту Цинку. (Ohorodnyk, 2016; Yuefeng et al., 2021).

Викладені вище матеріали досліджень багатьох вчених свідчать про важливість стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у відтворенні свиней та провідну роль окремих антиоксидантів. Незважаючи на існуючі результати експериментів, що підтверджують вплив породного фактору у свиноматок на формування цієї рівноваги, залишається актуальним завдання – дослідження даного виду гомеостазу у кнурів-плідників.

### Мета дослідження

Метою досліджень було з'ясувати особливості формування прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у кнурів-плідників різних порід залежно від температурних умов утримання.

Для досягнення поставленої мети виконувались такі завдання:

- досліджено якість спермопродукції кнурів-плідників різних порід в умовах теплового та холодного стресу;
- визначено інтенсивність процесів пероксидації у спермі та спермальній плазмі кнурів-плідників різних порід за різних умов утримання.

### Матеріал і методи досліджень

Експерименти були проведені в умовах ПрАТ “Племсервіс” та лабораторії фізіології відтворення Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Було відібрано 6 кнурів-плідників різних порід, аналогів за віком, живою масою та якістю спе-

рмопродукції та сформовано з них 2 досліджувані групи по 3 голови у кожній: I групу склали тварини великої білої породи, II – миргородської. Годівлю тварин проводили згідно з кормовими нормами.

Тривалість експерименту становила 120 діб, у тому числі: підготовчий період – 30, основний – 60 (дія теплового фактору) і заключний – 30 діб. Якість спермопродукції контролювали за стандартними показниками: об'єм еякуляту, концентрація спермій, загальна кількість спермій, рухливість та виживаність.

Перебіг процесів пероксидного окиснення у спермі та її плазмі кнурів-плідників визначали за концентраціями дієнових кон'югатів – спектрофотометрично і ТБК-активних комплексів (альдегіди та кетони) – фотоелектроколориметрично (Kaidashev, 1996). Стан системи антиоксидантного захисту оцінювали за активністю супероксиддисмутази (Kaidashev, 1996) та каталази (Vlizlo, 2012), вітаміну А та вітаміну Е, аскорбінової та дегідроаскорбінової кислот (Kaidashev, 1996).

Отриманий цифровий матеріал статистично опрацьовували за допомогою програми Statistica для WindowsXP. Після порівняння досліджуваних показників та їхніх міжгрупових різниць результат вважали вірогідним після  $P < 0,05$ .

### Результати досліджень

Дані експерименту вказують про те, що по закінченню 45-ї доби основного періоду досліджень під час перебування кнурів-плідників в умовах підвищеної температури показники спермопродукції суттєво не змінювались за винятком зниження величини виживаності – 12,1 % великої білої породи (табл. 1).

Таблиця 1

Якість спермопродукції кнурів-плідників різних порід у літній період ( $M \pm m$ ,  $n = 24$ )

Групи	Періоди експерименту			
	Підготовчий	Основний період		Заключний період
		45-а доба	60-а доба	
Об'єм еякуляту, см <sup>3</sup>				
1	216,42 ± 9,47	230,07 ± 10,07	208,13 ± 2,15	172,44 ± 1,95 ***
2	180,45 ± 20,11	200,64 ± 35,28	185,61 ± 25,47	146,78 ± 29,37
Рухливість спермій, %				
1	92,10 ± 1,64	88,23 ± 1,26	77,85 ± 1,61 ***	73,08 ± 1,19 ***
2	87,56 ± 4,87	81,64 ± 6,47	80,42 ± 3,44	78,32 ± 5,98
Концентрація спермій, млн/см <sup>3</sup>				
1	247,17 ± 9,5	241,95 ± 8,97	190,45 ± 3,98 ***	177,22 ± 1,78 ***
2	195,45 ± 32,15	186,22 ± 32,54	168,08 ± 45,45	175,28 ± 51,49
Кількість живих спермій в еякуляті, млрд				
1	49,65 ± 2,89	49,72 ± 3,77	32,02 ± 2,56***	22,54 ± 6,14
2	30,78 ± 2,78	30,45 ± 2,47	25,07 ± 3,11	20,08 ± 5,17
Терморезистентність, %				
1	78,96 ± 1,87 □	69,45 ± 1,38***	60,54 ± 1,73 ***	58,12 ± 1,15 ***
2	72,38 ± 1,24	75,61 ± 1,34	65,75 ± 1,45	55,37 ± 1,35

Примітки: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$  – порівняно з підготовчим періодом; 1 група – велика біла порода, 2 група – миргородська порода

Дія теплового стресу на кнурів-плідників впродовж 60 діб призводила до зниження якості еякулятів в I групі: рухливість спермій – 15,5 %, концентрація спермій 22,9 % ( $P < 0,001$ ), кількість спермій в еяку-

ляті – 35,5 % та їх виживаність – 23,3 % ( $P < 0,001$ ); у II групі: рухливість спермій – 8,2 %, концентрація – 14,0 %, кількість спермій у еякуляті – 18,6 %, терморезистентність – 9,2 %.

Встановлено ефект післядії теплового фактора, тривав щонайменше один місяць, що проявлялась у зниженні показників в заключному періоді від початку досліджень, в I групі: об'єм еякуляту – 20,32 % (P < 0,001), рухливість сперміїв – 20,7 % (P < 0,001), концентрація сперміїв 28,3 % (P < 0,001), кількість сперміїв в еякуляті – 54,6 %, терморезистентність – 26,41 % (P < 0,001); в II групі: об'єм еякуляту – 18,66 %, рухливість – 10,55 %, концентрація 10,32 %, кількість сперміїв – 34,76 %, терморезистентність – 23,50 %.

В період перебування кнурів-плідників в умовах підвищеної температури у приміщенні відбувалось зміщення стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу в їх організмі. Зокрема, показники супероксиддисмутази зросли в основному періоді в спермі порівняно з початком досліджень на 21,4 % в миргородської породи та 10,0 % – великої білої (табл. 2). У спермальній плазмі обох порід не спостерігалось істотних коливань рівню даного ензиму.

Встановлено, що активність каталази у спермальній плазмі тварин великої білої породи зростала на 15,7 % та миргородської – на 13,3 % при умові їх перебування в умовах підвищеної температури. При цьому рівень даного ензиму у спермі підвищувався по закінченні 45-ї доби експерименту в I групі на 21,0 %, у II групі – на 64,6 % відповідно порівняно з підготовчим періодом.

Перебування кнурів-плідників у приміщеннях із підвищеною температурою призводило до прискорення процесів пероксидації, що проявлялось в істотному збільшенні вмісту ТБК-активних сполук у досліджуваних секретах. Зокрема, у спермальній плазмі і

спермі тварин великої білої породи концентрація цих речовин збільшувалась відповідно на 43,2 % і 9,1 %, а миргородської – на 33,2 % та 57,7 %.

Після інкубування зразків сперми та спермальної плазми у прооксидантному буфері кількість ТБК-активних комплексів істотно збільшувалась у спермальній плазмі та спермі тварин миргородської породи у 1,4 та 1,2 раза. При цьому концентрація ТБК-активних сполук була меншою у тварин II групи щодо I групи у спермальній плазмі у підготовчий період на 39,0 % та на 45-у добу експерименту основного періоду – 43,2 %.

Перебування кнурів-плідників в умовах підвищених температур істотно відбивалось на вмісті та співвідношенні ізомерів аскорбінових кислот. Виявлено зниження кількості аскорбінової кислоти в спермальній плазмі на 30,8 % та спермі – на 30,6 % тварин великої білої породи, також миргородської відповідно на 52,2 % і 12,7 %.

На фоні загального зниження рівня аскорбінової кислоти у спермі (P < 0,01) і її плазмі у кнурів II групи протягом експерименту їх вміст був вищим проти представників I групи. Кількість ДАК у спермальній плазмі і спермі тварин миргородської породи суттєво зменшувалось протягом основного періоду.

Встановлено, що по закінченню 45-ї доби дії теплового фактору на організм кнурів-плідників великої білої породи вміст вітаміну А знижувався на спермальній плазмі на 42,4 % і спермі на 30,4 %. При цьому концентрація вітаміну Е у спермі зменшувалась на останньому секреті на 35,6 %. У тварин миргородської породи кількість цих вітамінів у досліджуваних секретах була порівняно сталою.

**Таблиця 2**

Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у секретах кнурів-плідників різних порід в літній період (M ± m, n = 24)

Показники	Групи	Досліджувані тканини			
		Плазма сперми		Сперма	
		Періоди експерименту			
		Підготовчий	основний (45-а доба)	підготовчий	основний (45-а доба)
Супероксиддисмутаза, уо/мл	1	0,44 ± 0,026	0,43 ± 0,018	0,30 ± 0,01	0,33 ± 0,022
	2	0,38 ± 0,07	0,40 ± 0,08	0,42 ± 0,06	0,51 ± 0,03
Каталаза, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /хв/л	1	26,72 ± 1,16	30,93 ± 2,19	18,60 ± 1,12	22,50 ± 2,14
	2	25,66 ± 4,68	29,08 ± 9,13	20,13 ± 3,68	33,14 ± 6,41
ТБК-активні сполуки, мкмоль/л	1	10,22 ± 1,24	14,63 ± 2,07	37,16 ± 4,02	40,55 ± 2,70
	2	6,24 ± 0,69	8,31 ± 1,68	30,47 ± 3,74	48,04 ± 2,54
ТБК-активні сполуки після інкубування, мкмоль/л	1	14,12 ± 1,69	18,30 ± 2,25	42,90 ± 2,41	38,40 ± 1,86
	2	23,15 ± 3,39	17,00 ± 3,08	37,84 ± 4,61	52,39 ± 2,92
Аскорбінова кислота, ммоль/л	1	39,20 ± 3,79	27,12 ± 2,19**	36,30 ± 3,21	25,20 ± 1,93**
	2	70,14 ± 8,13	33,50 ± 2,08	53,82 ± 5,91	47,01 ± 6,25
Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	1	38,70 ± 4,56	33,60 ± 3,33	37,80 ± 4,10	38,10 ± 4,43
	2	67,47 ± 10,85	57,35 ± 4,37	72,51 ± 8,10	55,90 ± 7,41
Вітамін Е, мкмоль/л	1	-	-	3,85 ± 0,83	2,48 ± 0,41
	2	-	-	2,43 ± 0,07	2,21 ± 0,40
Вітамін А, мкмоль/л	1	0,85 ± 0,12	0,49 ± 0,08**	1,15 ± 0,18	0,80 ± 0,10
	2	0,64 ± 0,15	0,61 ± 0,18	0,70 ± 0,19	0,72 ± 0,19

Примітки: \* – P < 0,05; \*\* – P < 0,01 – порівняно з підготовчим періодом; 1 група – велика біла порода, 2 група – миргородська порода

Проведені дослідження із встановлення впливу знижених температур (10–12 °С) у приміщеннях для утримання кнурів-плідників свідчать про зміну в них показників спермопродукції (табл. 3). Так, по закінченні основного періоду досліджень у тварин великої білої породи це проявляється у незначному зниженні кількості живих спермійв в еякуляті на 10,7 %. Більш чутливими до дії холодового фактора виявились тварини миргородської породи, де по завершенні 45-ї доби основного періоду відбувалось зниження кількості спермійв у еякуляті – 13,03 % та їх терморезис-

тентності – 11,72 %. По завершенні 60-ї доби та заключного періоду відбулось зниження за всіма показниками: об'єм еякуляту на 7,71 % та на 14,06 %, рухливість спермійв – 5,12 % та на 18,61 %, концентрація – 4,34 % та на 13,49 %, кількість живих спермійв у еякуляті – 17,37 % та на 39,96 %, терморезистентність – 17,50 % та на 26,02 % відповідно. Це вказує на те, що тварини миргородської породи є більш чутливими до холодового стресу порівняно із великою білою.

**Таблиця 3**

Якість спермопродукції кнурів-плідників різних порід у зимовий період (M ± m, n = 24)

Групи	Періоди експерименту			
	Підготовчий період	Основний період		Заключний період
		45-а доба	60-а доба	
Об'єм еякуляту, см <sup>3</sup>				
1	230,80 ± 10,56	229,18 ± 10,26	220,70 ± 4,35	233,12 ± 2,15
2	190,12 ± 9,21	180,14 ± 32,15	175,45 ± 29,35	163,38 ± 10,8*
Рухливість спермійв, %				
1	91,80 ± 1,67	89,17 ± 1,40	88,90 ± 2,02	86,30 ± 2,72
2	92,35 ± 3,45	90,21 ± 4,85	87,62 ± 4,22	75,16 ± 1,78*
Концентрація спермійв, млн/см <sup>3</sup>				
1	215,20 ± 7,90	220,14 ± 7,15	208,19 ± 5,71	212,66 ± 2,74**
2	254,32 ± 30,85	240,34 ± 35,11	243,27 ± 34,23	220,00 ± 9,74*
Кількість живих спермійв в еякуляті, млрд				
1	46,20 ± 2,94	45,63 ± 2,91	41,20 ± 1,75	43,16 ± 1,69**
2	44,90 ± 2,87	39,05 ± 5,42	37,10 ± 5,25	26,96 ± 2,47**
Терморезистентність, %				
1	83,70 ± 2,15	85,16 ± 2,47	80,26 ± 2,51 (1,04)*	82,50 ± 2,50 (0,36)*
2	85,32 ± 1,32	75,32 ± 3,23	70,39 ± 1,89	63,12 ± 1,21

Примітки: \* – P < 0,05; \*\* – P < 0,01 – порівняно з підготовчим періодом; 1 група – велика біла порода, 2 група – миргородська порода

**Таблиця 4**

Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз у спермі і спермальній плазмі кнурів-плідників різних порід у зимовий період (M ± m, n = 24)

Показники	Групи	Досліджувані секрети			
		Плазма сперми		Сперма	
		Періоди експерименту			
		підготовчий	основний (45-а доба)	підготовчий	основний (45-а доба)
Супероксиддисмутаза, у.о/мл	1	0,72 ± 0,10	0,70 ± 0,15	0,97 ± 0,14	0,89 ± 0,12
	2	0,34 ± 0,05	0,37 ± 0,04	0,41 ± 0,05	0,48 ± 0,05
Каталаза, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /хв/л	1	30,20 ± 1,45	28,90 ± 2,31	36,45 ± 2,82	39,34 ± 2,96
	2	18,45 ± 3,75	22,64 ± 9,13	23,43 ± 4,98	30,71 ± 3,55
ТБК-активні сполуки	1	8,24 ± 0,81	8,76 ± 0,90	31,85 ± 2,96	30,18 ± 2,75
	2	14,68 ± 0,69	19,22 ± 1,68	20,47 ± 5,74	24,32 ± 4,38 <sup>□</sup>
ТБК-активні сполуки після інкубування мкмоль/л	1	12,80 ± 1,30	11,45 ± 0,98	40,73 ± 3,30	38,15 ± 3,16
	2	21,35 ± 2,19	24,08 ± 4,12	27,18 ± 3,24	33,74 ± 6,74
Аскорбінова кислота, ммоль/л	1	35,82 ± 3,65	33,12 ± 3,36	38,16 ± 3,07	39,26 ± 3,73
	2	50,44 ± 7,08	31,08 ± 6,88	40,73 ± 3,85	36,55 ± 5,42
Дегідроаскорбінова кислота, ммоль/л	1	33,29 ± 3,92	34,08 ± 2,88	39,24 ± 3,79	35,18 ± 3,14
	2	48,41 ± 8,24	32,27 ± 7,46	50,68 ± 10,81	22,08 ± 7,13
Вітамін Е, мкмоль/л	1	-	-	3,03 ± 0,39	2,98 ± 0,55
	2	-	-	1,35 ± 0,05	1,50 ± 0,35
Вітамін А, мкмоль/л	1	1,03 ± 0,19	1,15 ± 0,22	1,42 ± 0,30	1,34 ± 0,26
	2	0,50 ± 0,07	0,48 ± 0,18	0,85 ± 0,22	0,65 ± 0,18

Примітки: \* – P < 0,05; \*\* – P < 0,01 – порівняно з підготовчим періодом; <sup>□</sup> – P < 0,05; – порівняно з першою групою (контролем). 1 група – велика біла порода, 2 група – миргородська порода



Встановлено, що активність СОД спермальної плазми була порівняно сталою, а у спермі знижувалась у тварин великої білої породи на 8,2 %, а миргородської – зростала на 17,1 % (табл. 4). Загалом спостерігалось вірогідне переважання рівня цього ензиму у спермі тварин першої породи над другою. При цьому активність каталази протягом дослідного періоду коливалася в напрямку зниження у спермальної плазмі у тварин I групи на 2,78 %, у спермі – на 8,25 %, у тварин II групи спостерігалось збільшення рівня цього ензиму на 8,23 % та на 17,07 % відповідно.

Динаміка показників спермопродукції та функціональної активності сперміїв після перебування кнурів-плідників в умовах дії низьких температур супроводжувалась зміною стану прооксидантно-антиоксидантної рівноваги впродовж експерименту. Це проявляється в підвищенні вмісту ТБК-активних сполук на 30,9 % у спермальної плазмі та на 18,8 % у спермі після 45-ї доби експерименту у тварин миргородської породи. При цьому в спермальної плазмі рівень ТБК-активних сполук був нижчим у 2,2 раза ( $P < 0,001$ ) кнурів-плідників миргородської породи щодо великої білої порід, однак у спермі спостерігалась зворотна динаміка.

Після інкубування зразків сперми в кнурів II групи у прооксидантному буфері встановлено значно більшу інтенсивність накопичення ТБК-активних сполук проти тварин I групи.

Насиченість АК та ДАК спермальної плазми та сперми від підготовчого по закінченні 45-ї доби основного періоду зменшувалась у кнурів миргородської породи: 1,6 та 1,5 раза відповідно, а у великої білої породи цих сполук був відносно сталим.

На тлі порівняно стабільного рівня вітаміну Е у спермі кнурів-плідників рівень вітаміну А знижувався зі збільшенням терміну холодового стресу, особливо у спермі тварин миргородської породи – на 23,5 %.

Розкриті зміни в перебігу метаболічних процесів у досліджуваних секретах свідчать про інтенсифікацію процесів пероксидного окиснення за дії теплового стресу.

## Обговорення

Встановлені особливості якості спермопродукції у кнурів-плідників вказують на негативну дію теплового стресу, дану закономірність також зауважують Рокотянська В. О. (Rokotianska, 2020) і Шостя А. М. та ін. (Shostia et al., 2018).

Виявлені окремі міжпородні закономірності у якості спермопродукції та формування прооксидантно-оксидантного гомеостазу вказують на різну адаптаційну здатність організму кнурів-плідників миргородської та великої білої порід до зміни умов утримання. При цьому дослідження Павлової І. В. (Pavlova, 2020) вказують на важливе значення, окрім температурного режиму, ще й міжпородної різниці у повноцінності еякулятів тварин. Зокрема, еякуляти, отримані від тварин червоно-білопопосої м'ясної породи, порівняно з полтавською м'ясною мали вищу функціональну активність сперміїв, більш інтенсивний перебіг окисних процесів, а також спостерігався більш ранній

прояв адаптації до несприятливого впливу надвисоких температур (Pavlova, 2022). Це, очевидно, обумовлено різною теплостійкістю тварин за рахунок їхніх адаптаційних можливостей (Gurdin et al., 2021).

## Висновки

1. Вплив теплового стресу на якість спермопродукції кнурів-плідників великої білої породи проявляється в зменшенні показників: об'єму еякуляту – на 20,3 %, рухливості сперміїв – на 20,6 %, концентрації сперміїв – на 28,3 %, кількості живих сперміїв – на 54,6 %, терморезистентності – на 26,4 %. З підвищенням температури прискорюються процеси пероксидації – збільшується вміст ТБК-активних сполук в спермі у 1,3 раза. Активність каталази у спермальної плазмі та спермі зростає на 16,0 % та на 21,0 % відповідно. Спостерігалось зниження концентрації вітаміну А в спермі та спермальної плазмі у 1,4 та у 1,7 раза відповідно, а також зменшення концентрації вітаміну Е – в 1,6 раза у спермі.

2. Підвищення температури у приміщенні негативно впливає на показники спермопродукції кнурів-плідників миргородської породи: об'єм еякуляту – на 18,6 %, рухливість сперміїв – на 10,5 %, концентрація сперміїв – на 30,3 %, кількість живих сперміїв – на 34,7 %, терморезистентність – на 23,5 %. Зміни відбуваються на тлі підвищення активності супероксиддисмутази – 21,0 % (сперма) та 5,0 % (плазма сперми), зменшення насиченості аскорбіновою кислотою на 10,0 % та на 52,2 % відповідно.

3. За якістю еякулятів кнури миргородської породи є менш чутливими до підвищення температури у приміщеннях. Так, по завершенні заключного періоду показники спермопродукції кнурів великої білої породи були меншими порівняно з миргородської породами за об'ємом еякуляту – 17 %, рухливістю сперміїв – 7 %, концентрацією – 10 %, кількістю сперміїв – 12 % та терморезистентністю – 5 % відповідно.

4. Встановлено існування міжпородної різниці за якості еякулятів в напрямку переважання показників у тварин великої білої породи порівняно з миргородською на 60-у добу основного періоду влітку за об'ємом еякуляту ( $P = 0,001$ ) та концентрацією сперміїв. Однак за рівнем терморезистентності сперміїв тварини другої породи характеризувалися вищими значеннями. По завершенні 45-ї доби дії температурного стресу у спермі спостерігалось вірогідне переважання у тварин миргородської породи вмісту аскорбінової ( $P = 0,001$ ) та дегідроаскорбінової кислот ( $P = 0,001$ ) щодо великої білої.

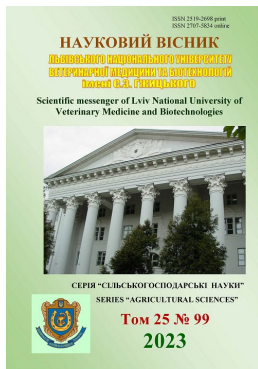
## Відомості про конфлікт інтересів

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

## References

Borysevych, V. B., Kaplunenko, V. H., & Kosinov, M. V. (2010). *Nanomaterialy v biolohii. Osnovy nanoveterynarii*. Kyiv: Avitsena (in Ukrainian).

- Flowers, W. L. (2021). Factors affecting the production of quality ejaculates from boars. *Animal Reproduction Science*, 246, 106840. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2021.106840.
- Gurdin, J.-L., Rauw, W. M., Gilbert, H., & Pouillet, N. (2021). The Genetics of Thermoregulation in Pigs A Review. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 770480. DOI: 10.3389/fvets.2021.770480.
- Hutman, M. P., Horb, N. N., & Sorokoletova, V. M. (2021). Vplyv teplovoho stresu na yakist vyrobnytstva spermy knuriv-plidnykiv riznykh porid ta yii zaplidniucha zdattist. *Visnyk NKAU*, 2(59), 106–114 (in Ukrainian).
- Hyria, V. M., Usachova, V. Ye., Myronenko, O. I., & Slynko, V. H. (2019). Temperaturnyi komfort i produktyv-nist svynei. *Visnyk PDAA*, 2, 105–160. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.13 (in Ukrainian).
- Kaidashev, I. P. (1996). Posibnyk z eksperymentalno-klinichnykh doslidzhen z biolohii ta medytsyny. Poltava (in Ukrainian).
- Kaplunenko, V. H., Borysevych, V. B., & Borysevych, B. V. (2009). Nanotekhnolohii u veterynarii medytsyni. Kyiv: Lira (in Ukrainian).
- Leski, K., Guttyj, B., Hunchak, V., Khariv, I., Vasiv, R., Romanovych, M., Prysiazhniuk, V., Pavliv, O., & Adamiv, S. (2022). The effect of antioxidants on biochemical and morphological indicators of the piglet's blood. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(108), 95–100. DOI: 10.32718/nvlvet10814.
- Liu, F., Zhao, W., Le, H. H., Cottrell, J. J., Green, M. P., Leury, B. J., Dunshea, F. R., Bell, A. W. (2021). What have we learned about the effects of heat stress on the pig industry? *Animal*, 2, 100349. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100349.
- Ohorodnyk, N. Z. (2016). Metabolichni homeostaz u svynei i rol imunotropnykh preparativ u yoho rehuliatcii. 03.00.04. – biokhimiia. Dysertatsiia na zdobuttia naukovooho stupenia doktora veterynarykh nauk. Lviv (in Ukrainian).
- Pavlova I. V. (2020). Morfo-fiziolohichni osoblyvosti spermiiv knuriv-plidnykiv riznykh porid pid chas teplovoho stresu. *Visnyk PDAA*, 3, 185–195. DOI: 10.31210/visnyk2020.03.21 (in Ukrainian).
- Pavlova, I. V. (2022). Osoblyvosti formuvannia prooksydantno-antyoksydantnoho homeostazu u spermi knuriv-plidnykiv za dii teplovoho stresu. *Visnyk PDAA*, 1, 126–133. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.16 (in Ukrainian).
- Rokotianska, V. O. (2020). Osoblyvosti prooksydantno-antyoksydantnoho homeostazu u spermi knuriv-plidnykiv za korektsii vitaminno-mineralnoho zhyvlennia. Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovooho stupenia kandydata silskohospodarskykh nauk. 03.00.13 – fiziolohiia liudyny i tvaryn. Lviv (in Ukrainian).
- Shostia, A. M., Pavlova, I. V., Chukhlib, Ye. A., Kuzmenko, L. M., Kodak, T. S., Bereznytskyi, V. I., Sheferivskyi, B. S. (2020). Vplyv humativ na prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz u knuriv-plidnykiv pid chas teplovoho stresu. *Visnyk PDAA*, 1, 114–120. DOI: 10.31210/visnyk2020.01.13 (in Ukrainian).
- Shostia, A. M., Rokotianska, V. O., Nevidnychyi, O. S., Tsybenko, V. H., Sokyрко, M. P., & Hyria, V. M. (2018). Osoblyvosti formuvannia prooksydantno-antyoksydantnoho homeostazu v spermi knuriv-plidnykiv pry zgho-dovuvanni vitaminnoi dobavky. *Visnyk sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo*, 2(34), 260–264. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2018\\_2\\_61](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2018_2_61) (in Ukrainian).
- Stoyanovskyy, V. G., Usenko, S. O., Shostya, A. M., Kuzmenko, L. M., Slynko, V. G., & Tenditnyk, V. S. (2020). Hormonal regulation of prooxidant-antioxidant homeostasis in gilts. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(3), 39–43. DOI: 10.32718/ujvas3-3.08.
- Usachova, V. Ye., Hyria, V. M., Rak, T. M., Siabro, A. S., & Pavlova, I. V. (2020). Teplostiikist svynei riznykh porid. *Visnyk PDAA*, 2, 149–155. DOI: 10.31210/visnyk2020.02.18 (in Ukrainian).
- Usenko, S. O. (2021). Prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz u svynei zalezno vid fiziolohichnoho stanu ta sposobiv korektsii. Avtoreferat dysertatsii. 03.00.13 – fiziolohiia liudyny i tvaryn. Lviv (in Ukrainian).
- Usenko, S. O., Shostya, A. M., Stoyanovskyy, V. G., Tenditnyk, V. S., Birta, G. O., Kravchenko, O. I., & Kuzmenko, L. M. (2020). Influence of vitamins on the prooxidant-antioxidant homeostasis in boars under the conditions of heat stress. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(2), 30–35. DOI: 10.32718/ujvas3-2.05.
- Usenko, S. O., Siabro, A. S., Bereznytskyi, V. I., Chukhlib, Ye. A., Slynko, V. H. (2019). Myronenko O.I. Novitni aspekty mineralnoho zhyvlennia svynei. *Visnyk PDAA*, 4, 126–133. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.15 (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni: dovidnyk. Lviv: Spolom (in Ukrainian).
- Yang, W. R., Li, B. B., Hu, Y., Zhang, L., Wang, X. Z. (2020). Oxidative stress mediates heat induced changes of tight junction proteins in porcine sertoli cells via inhibiting CaMKKB-AMPK pathway. *Theriogenology*, 142, 104–113 DOI: 10.1016/j.theriogenology.2019.09.031.
- Yuefeng, G., Luyang, J., Wei, L., & Ying, X. (2021). Vitamin E can promote spermatogenesis by regulating the expression of proteins associated with the plasma membranes and protamine biosynthesis. *Journal Article*, 773, 145–364. DOI: 10.1016/j.gene.2020.145364.



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-a9910  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 619:612.1:636.2.08

## The content of microelements in the blood of young bulls after correction of diets with deficient microelements

D. V. Chabanenko, T. V. Farionik✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 17.07.2023  
Received in revised form  
17.08.2023  
Accepted 18.08.2023

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-067-997-52-42  
E-mail: farionik19@gmail.com

**Chabanenko, D. V., & Farionik, T. V. (2023). The content of microelements in the blood of young bulls after correction of diets with deficient microelements. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 62–66. doi: 10.32718/nvlvet-a9910**

Micronutrients, or micronutrients, are an essential component of the diet of farm animals and play a key role in their health and performance. The importance of trace elements in physiological processes and ensuring the normal functioning of the animal body is highlighted. Micronutrients affect growth, fertility, the state of the immune system, the health of the skin and coat, and metabolism. This scientific study emphasizes the importance of a balanced consumption of trace elements in the diet of farm animals to achieve high-performance indicators and ensure their overall health. It is essential to consider that the deficiency or excess of trace elements in the diet of animals can lead to various problems with health and productivity. Therefore, accurate, balanced nutrition and control over the content of trace elements are critical aspects of animal husbandry. It is essential to consider that different species of animals can show different vulnerability to trace elements, and therefore, it is necessary to ensure the correct balance of trace elements in the diet of each species of animal to preserve their health and productivity. This article describes the feeding of deficient trace elements and their chelated compounds (Fe, Cu, Mn, Co, Zn). The research aimed to investigate the content of microelements (Cu, Pb, Mn, Co, Zn, Cd, Ni, Fe) in the blood of young cattle after correcting diets with deficient microelements. The obtained results show that the level of trace elements increased slightly in the animals of the 2nd, 3rd, and especially the 4th experimental group. Thus, at the end of the experiment, the content of trace elements in the cattle of the experimental groups was higher than in the animals of the control group. The highest amount of trace elements in the blood was observed in the fourth experimental group, which was fed chelated compounds of trace elements (methionates) in the following doses: CuMet(0.05), MnMet(0.1), ZnMet(0.1), FeMet(0.05), CoMet(0.03) mg/kg body weight.

**Key words:** trace elements, young bulls, cattle, rations, chelates.

## Вміст мікроелементів у крові бугайців за корекції раціонів дефіцитними мікроелементами

Д. В. Чабаненко, Т. В. Фаріонік✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Мікроелементи, або мікронутрієнти, є важливою складовою частиною раціону сільськогосподарських тварин і відіграють ключову роль у їхньому здоров'ї та продуктивності. Висвітлено важливість мікроелементів у фізіологічних процесах та забезпеченні нормального функціонування тваринного організму. Мікроелементи впливають на ріст, фертильність, стан імунної системи, здоров'я шкіри і шерсті, а також обмін речовин. Дане наукове дослідження наголошує на важливості збалансованого споживання мікроелементів у раціоні сільськогосподарських тварин для досягнення високих показників продуктивності та забезпечення їхнього засального здоров'я. Важливо враховувати, що недостатність або надмір мікроелементів у раціоні тварин може призвести до різних проблем зі здоров'ям і продуктивністю. Тому точне збалансоване харчування і контроль за вмістом мікроелементів є ключовими аспектами в тваринництві. Важливо враховувати, що різні види тварин можуть виявляти різну вразливість до

мікроелементозів, і тому необхідно забезпечувати правильний баланс мікроелементів у раціоні кожного виду тварин для збереження їхнього здоров'я і продуктивності. В даній статті описано згодовування дефіцитних мікроелементів і їх хелатних сполук (Fe, Cu, Mn, Co, Zn). Метою досліджень було дослідити вміст мікроелементів (Cu, Pb, Mn, Co, Zn, Cd, Ni, Fe) у крові молодняка великої рогатої худоби за корекції раціонів дефіцитними мікроелементами. Отримані результати показують, що рівень мікроелементів децю підвищувався у тварин 2-ї, 3-ї і особливо 4-ї дослідної групи. Так, при завершенні дослідів вміст мікроелементів у бугайців дослідних груп був вищим, ніж у тварин контрольної групи. Найбільша кількість мікроелементів у крові спостерігалась в четвертій дослідній групі, якій згодовували хелатні сполуки мікроелементів (метіонати) в таких дозах: CuMet(0,05), MnMet(0,1), ZnMet(0,1), FeMet(0,05), CoMet(0,03) мг/кг живої маси тіла.

**Ключові слова:** мікроелементи, бугайці, велика рогата худоба, раціони, хелати.

## Вступ

Встановлено, що ґрунти областей центрального регіону бідні на рухомі форми мінеральних речовин, що сприяло формуванню численних біогеохімічних зон і понад десяти провінцій за вмістом в них і нестачею в кормах мікроелементів (Farionik & Gnatyuk, 2017; Stadnytska et al., 2022). Тому з вищевказаних причин все більше набирає обертів широке застосування в практиці тваринництва мікроелементів, вітамінів та інших біологічно активних речовин, з одного боку, з метою підвищення продуктивності тварин, профілактики та лікування тварин, з іншого – надходження ксенобіотиків ланцюгами живлення із навколишнього середовища в організм (Sidashova et al., 2022; Mylostyvyi et al., 2022, 2023). Оптимальний вміст і співвідношення життєво необхідних мікроелементів в організмі сільськогосподарських тварин зумовлює нормальний перебіг обмінних процесів, добрий стан їхнього здоров'я і високу продуктивність (Hryshchuk et al., 2021, 2022; Ligomina et al., 2023). При нестачі або надлишку мікроелементів в організмі виникають захворювання, які називають мікроелементозами. Найбільш поширені гіпомікроелементози, що виникають при нестачі в організмі тварин найважливіших мікроелементів (Razanova et al., 2022). Значно рідше трапляються гіпермікроелементози – як наслідок надлишку мікроелементів в організмі. Ці захворювання як у нашій країні, так і за рубежом ще недостатньо вивчені, особливо питання патогенезу, клінічної діагностики і профілактики.

Мікроелементози у тварин належать до ензоотичних (місцевих) захворювань, оскільки вони зумовлені недостатнім або надлишковим вмістом рухомих форм мікроелементів у ґрунтах, водних джерелах і рослинах відповідних місцевостей. Вони трапляються у сільськогосподарських тварин частіше в біогеохімічних зонах і провінціях. Захворювання завдають значних економічних збитків тваринництву. У тварин, які хворіють мікроелементозами, внаслідок порушення обміну речовин в організмі не тільки знижується продуктивність, а й резистентність (Demudjuk et al., 2015; Slivinska et al., 2017, 2021; Vlizlo et al., 2021).

Мікроелементи відіграють важливу роль в обмінних процесах тваринного організму не тільки як джерело енергії, а й виконують важливі структурні функції, також беруть участь у метаболічних процесах. Інтенсивна відгодівля тварин, їхній швидкий ріст та фізіологічний стан визначають перебіг обмінних про-

цесів (Maksymovych et al., 2015; Gryban et al., 2016; Sakara et al., 2021).

Залишається маловивченим питання про вплив окремих мікроелементів на процеси жирового обміну у жуйних тварин на відгодівлі у взаємозв'язку з їхнім фізіологічним станом, продуктивними та м'ясними якостями.

## Мета дослідження

Метою досліджень було дослідити вміст мікроелементів (Cu, Pb, Mn, Co, Zn, Cd, Ni, Fe) у крові молодняка великої рогатої худоби за корекції раціонів дефіцитними мікроелементами.

## Матеріал і методи досліджень

Неадекватність стандартних преміксів до господарських і біогеохімічних особливостей регіону стає однією з причин низької продуктивності тварин та якості продукції. З цього приводу ставиться питання про якість і безпечність продукції тваринництва. Попередніми нашими дослідженнями було виявлено нестачу окремих мікроелементів, зокрема заліза, кобальту, марганцю, міді та цинку, на комплексі та у раціонах бугайців на відгодівлі в СФГ “Дружба” с. Гопчиця Погребищенського району Вінницької області. Ці та інші життєво необхідні мікроелементи входять до складу ферментів, гормонів, вітамінів. У організмі вони виконують роль каталізаторів обмінних процесів.

Схема проведення дослідів наведена у таблиці 1. Для проведення експерименту було сформовано чотири групи тварин по 5 у кожній: контрольну та три дослідні. Тварини контрольної групи отримували основний раціон (ОР), тваринам дослідних груп щоденно до складу основного раціону додавали суміші дефіцитних мікроелементів у формі неорганічних солей II–III, та їх хелатних сполук IV з розрахунку мг на 1 кг живої маси тіла у різному співвідношенні.

Експериментальні дослідження проводили із дотриманням вимог Закону України № 3447-IV від 21.02.06 р. “Про захист тварин від жорстокого поводження”, згідно з основними принципами “Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей” (Страсбург, 1986), декларацією “Про гуманне ставлення до тварин (Гельсінкі, 2000) і Національним конгресом з біоетики “Загальні етичні принципи експериментів на тваринах” (Київ, 2001).



**Таблиця 1**

Схема проведення досліду

Групи тварин	Кількість голів у групі	Характер підгодівлі мг/кг ж. м.
I контрольна	5	OP (основний раціон)
II дослідна	5	OP+соли ME CuSO <sub>4</sub> (0,1), MnSO <sub>4</sub> (0,05), ZnSO <sub>4</sub> (0,1), FeSO <sub>4</sub> (0,05)
III дослідна	5	OP+соли ME CuSO <sub>4</sub> (0,05), MnSO <sub>4</sub> (0,05), ZnSO <sub>4</sub> (0,1), FeSO <sub>4</sub> (0,05), CoSO <sub>4</sub> (0,03)
IV дослідна	5	OP+ME метіонатів CuMet(0,05), MnMet(0,1), ZnMet(0,1), FeMet(0,05), CoMet(0,03)

Венозну кров відбирали у бугайців на відгодівлі у підготовчому періоді та через 3, 6, 9 місяців. Визначення мікроелементів у крові бугайців проводили за стандартними методиками описаними в довіднику (Vlzló, 2012).

Аналіз результатів досліджень проводили за допомогою пакету програм Statistica 6.0. Вірогідність різниць оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Результати вважали вірогідними при P ≤ 0,05.

**Результати та їх обговорення**

Аналіз отриманих результатів показав, що вміст мікроелементів у крові всіх груп тварин у підготовчому періоді перебував приблизно в однакових межах (табл. 2).

За даними даної таблиці можна відмітити, що мікроелементний склад крові тварин є досить бідним, це вказує про підтвердження нестачі вищезгаданих мікроелементів. На основі цих досліджень ми розробили рецепт і дози дефіцитних мікроелементів.

Через 3 місяці введення до раціону дефіцитних мікроелементів та їхніх хелатних сполук (метіонатів) призвело до підвищення вмісту дефіцитних мікроелементів, що підтверджує статистична обробка даних (табл. 3).

Кращий результат виявлений у всіх дослідних групах при згодовуванні неорганічних солей і хелатних сполук (метіонатів) дефіцитних мікроелементів (табл. 4).

Протягом відгодівлі вміст мікроелементів у крові дослідних тварин поступово підвищувався і найвищі результати показала четверта група дослідних тварин, яка отримувала з кормом хелатні сполуки (метіонати) ME: CuMet(0,05), MnMet(0,1), ZnMet(0,1), FeMet(0,05), CoMet(0,03) мг/кг живої маси тіла. З аналізу наведених результатів дослідження можна побачити, що корекція раціонів відгодівельних бугайців дефіцитними ME посилює гемопоез та регулює процеси поповнення в тканинах і в крові дефіцитних мікроелементів (Holubiev et al., 2017; Kuzmenko et al., 2021).

**Таблиця 2**

Вміст мікроелементів у крові бугайців на відгодівлі у підготовчому періоді, мг/л (M ± m, n = 5)

Групи тварин	Cu	Pb	Mn	Co	Zn	Cd	Ni	Fe
I – контрольна	0,27 ± 0,05	0,22 ± 0,03	0,21 ± 0,01	0,22 ± 0,04	1,85 ± 0,12	0,02 ± 0,01	0,66 ± 0,21	3,22 ± 0,32
II – дослідна	0,25 ± 0,09	0,21 ± 0,07	0,23 ± 0,06	0,19 ± 0,02	1,28 ± 0,17	0,01 ± 0,02	0,66 ± 0,24	3,25 ± 0,22
III – дослідна	0,20 ± 0,01	0,23 ± 0,4	0,18 ± 0,05	0,21 ± 0,07	1,90 ± 0,02	0,01 ± 0,02	0,58 ± 0,17	3,20 ± 0,19
IV – дослідна	0,21 ± 0,03	0,22 ± 0,02	0,22 ± 0,07	0,22 ± 0,03	1,45 ± 0,09	0,03 ± 0,02	0,60 ± 0,06	2,99 ± 0,96

**Таблиця 3**

Вміст мікроелементів у крові бугайців на відгодівлі через 3 місяці, мг/л (M ± m, n = 5)

Групи тварин	Cu	Pb	Mn	Co	Zn	Cd	Ni	Fe
I – контрольна	0,30 ± 0,12	0,01 ± 0,02	0,19 ± 0,04	0,21 ± 0,09	0,29 ± 0,12	0,01 ± 0,01	0,007 ± 0,01	3,01 ± 0,03
II – дослідна	19,5 ± 0,04 ****	0,01 ± 0,02	14,5 ± 0,09 ****	13,5 ± 0,55 ****	19,3 ± 0,07 ****	0,02 ± 0,01	0,002 ± 0,01	10,2 ± 0,09 ****
III – дослідна	34,0 ± 0,07 ****	0,004 ± 0,01	35,5 ± 0,77 ****	25,6 ± 0,25 ****	26,1 ± 0,06 ****	0,01 ± 0,02	0,007 ± 0,002	11,2 ± 0,11 ****
IV – дослідна	33,4 ± 1,04 ****	0,11 ± 0,1	42,8 ± 0,09 ****	44,0 ± 0,98 ****	46,5 ± 0,90 ****	0,1 ± 0,01	0,01 ± 0,02	18,7 ± 0,15 ****

Примітка: вірогідність порівняно з контрольною групою: P < 0,05-\*, P < 0,02-\*\*, P < 0,01-\*\*\*, P < 0,001-\*\*\*\*

**Таблиця 4**

Вміст мікроелементів у крові бугайців на відгодівлі через 6 місяців, мг/л (M ± m, n = 5)

Групи тварин	Cu	Pb	Mn	Co	Zn	Cd	Ni	Fe
I – контрольна	0,33 ± 0,13	0,02 ± 0,01	0,24 ± 0,05	0,23 ± 0,08	1,34 ± 0,15	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,01	3,55 ± 0,08
II – дослідна	34,2 ± 0,08 ****	0,03 ± 0,01	23,4 ± 0,11 ****	13,6 ± 0,44 ****	28,2 ± 0,19 ****	0,01 ± 0,02	0,02 ± 0,01	25,9 ± 0,13 ****
III – дослідна	48,9 ± 0,15 ****	0,12 ± 0,02 ***	39,5 ± 0,19 ****	38,7 ± 0,17 ****	42,6 ± 0,13 ****	0,01 ± 0,01	0,003 ± 0,001	38,7 ± 0,21 ****
IV – дослідна	54,1 ± 0,22 ****	0,21 ± 0,2	58,6 ± 0,25 ****	68,9 ± 0,24 ****	52,5 ± 0,29 ****	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	37,4 ± 0,09 ****

Примітка: вірогідність порівняно з контрольною групою: P < 0,05-\*, P < 0,02-\*\*, P < 0,01-\*\*\*, P < 0,001-\*\*\*\*

**Таблиця 5**

Вміст мікроелементів у крові бугайців на відгодівлі через 9 місяців, мг/л ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Групи тварин	Cu	Pb	Mn	Co	Zn	Cd	Ni	Fe
I – контрольна	0,32 ± 0,15	0,01 ± 0,01	0,18 ± 0,04	0,25 ± 0,09	1,22 ± 0,13	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	3,87 ± 0,10
II – дослідна	64,1 ± 0,23 ****	0,21 ± 0,03 ****	44,1 ± 0,14 ****	14,8 ± 0,35 ****	45,6 ± 0,25 ****	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	36,6 ± 0,24 ****
III – дослідна	50,3 ± 0,28 ****	0,11 ± 0,04 *	45,3 ± 0,31 ****	59,5 ± 0,44 ****	51,3 ± 0,37 ****	0,01 ± 0,01	0,005 ± 0,002	54,8 ± 0,27 ****
IV – дослідна	58,7 ± 0,31 ****	0,13 ± 0,01 ****	65,3 ± 0,42 ****	77,4 ± 0,48 ****	59,4 ± 0,28 ****	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	62,28 ± 0,38 ****

*Примітка:* вірогідність порівняно з контрольною групою:  $P < 0,05$ \*,  $P < 0,02$ \*\*\*,  $P < 0,01$ \*\*\*\*,  $P < 0,001$ \*\*\*\*\*

Отримані результати показують, що рівень мікроелементів дещо підвищувався у тварин 2-ї, 3-ї і особливо 4-ї дослідної групи (табл. 5). Так, при завершенні дослідів вміст мікроелементів у бугайців дослідних груп був вищим, ніж у тварин контрольної групи. Найбільша кількість мікроелементів у крові спостерігалась в четвертій дослідній групі, якій згодовували хелатні сполуки мікроелементів (метіонати) в таких дозах: CuMet(0,05), MnMet(0,1), ZnMet(0,1), FeMet(0,05), CoMet(0,03) мг/кг живої маси тіла.

### Висновки

Встановлено, що коригувальні добавки дефіцитних мікроелементів, зокрема їх метіонати впливали на підвищення вмісту мікроелементів у крові дослідних тварин. Також варто зазначити, що у четвертій дослідній групі, яким згодовували хелатні сполуки мікроелементів (метіонати) в таких дозах: CuMet(0,05), MnMet(0,1), ZnMet(0,1), FeMet(0,05), CoMet(0,03) мг/кг живої маси тіла, встановлено найбільшу кількість мікроелементів у їх крові.

### Відомості про конфлікт інтересів

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

### References

Demudjuk, S., Slivinska, L., & Shcherbatyy, A. (2015). Indicators metabolic profile blood for dead cows microelementosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 17(2), 54–58. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/460>.

Farionik, T., & Gnatyuk, V. (2017). Influence of chemical compounds (methyonates) on meat quality and veterinary-sanitary indicators of beef. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(78), 86–89. DOI: 10.15421/nvlvet7817.

Gryban, V., Mylostiva, D., & Pechenyi, E. (2016). Influence of microelements and hymilid on reproductive function of heifers of ukrainian meat breed. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18(2(66)), 44–47. DOI: 10.15421/nvlvet6610.

Holubiev, M. I., Sychov, M. Yu., & Holubieva, T. A. (2017). Effect of copper as feed additives on growth performance in quail chicks. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 59–63. DOI: 10.15421/201721.

Hryshchuk, I. A., Karpovsky, V. I., Danchuk, V. V., Postoy, R. V., Gutyj, 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>.

Hryshchuk, I. A., Karpovskiy, V. I., Zhurenko, O. V., Kryvoruchko, D. I., & Gutyj, B. V. (2022). The content of saturated fatty acids in the blood plasma of cows in the winter period depends on autonomic nervous regulation. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(106), 114–118. DOI: 10.32718/nvlvet10618.

Kuzmenko, O., Bomko, V., Horchanok, A., Cherniavskiy, O., Malina, V., Lytvyshchenko, L., Umanets, R., Zlamaniuk, L., Umanets, D., & Porotikova, I. (2021). Influence of chelates on pigs productivity and quality. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021, 11(2), 268–273. DOI: 10.15421/2021\_110.

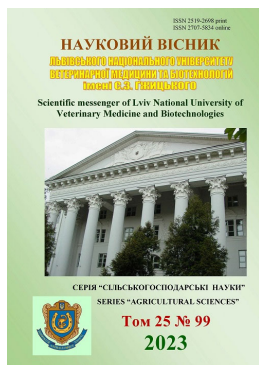
Ligomina, I. P., Sokolyuk, V. M., Sokulskyi, I. M., Gutyj, B. V., & Dukhnytskyi, V. B. (2023). Biochemical, clinical manifestation of vitamin D deficiency in calves. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(2), 68–75. DOI: 10.32718/ujvas6-2.11.

Maksymovych, I., Rusyn, V., Lenyo, M., & Chernushkin, B. (2015). Level trace elements in the feed some district lviv region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 17(1), 106–110. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/228>

Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Cherniy, N., Lieshchova, M., Skliarov, P., Gutyj, B., Kornienko, V., & Mylostyva D. (2022). Clinical significance of measuring fatty acids in biological fluids of dairy cows (in blood and milk) with a focus on heat stress. *Multidisciplinary Reviews*, 5(2), e2022011. DOI: 10.31893/multirev.2022011.

Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Gutyj, B., Marenkov, O., & Kozyr, V (2023). The Relationship between Warm Weather and Milk Yield in Holstein Cows. *World Vet. J.*, 13(1), 134–143. DOI: 10.54203/scil.2023.wvj14.

- Razanova, O. P., Yaremchuk, O. S., Hutyi, B. V., Novhorodska, N. V., & Farionik, T. V. (2022). Vplyv BVMD Intermiks na zhyvu masu ta liniini promiry buhaisiv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii «Tvarynnytstvo»*, 1(48), 65–71. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.1.10 (in Ukrainian).
- Sakara, V., Melnyk, A., & Kharchenko, A. (2021). Preventive efficacy of trace elements chelates in poultry farming (review). *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(101), 113–123. DOI: 10.32718/nvlvet10119.
- Sidashova, S. A., Gutyj, B. V., Popova, I. M., Khotsenko, A. V., Stadnytska, O. I., Bezalychna, O. O., Martyshuk, T. V., & Boyko, A. O. (2022). The profile of the productive and technological indicators of cows of the Ukrainian red dairy breed in an industrial complex. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 24–31. DOI: 10.32718/nvlvet-a9604.
- Slivinska, L. G., Vlizlo, V. V., Shcherbatyy, A. R., Lukashchuk, B. O., Gutyj, B. V., Drach, M. P., Lychuk, M. G., Maksymovych, I. A., Leno, M. I., Rusyn, V. I., Chernushkin, B. O., Fedorovych, V. L., Zinko, H. O., Prystupa, O. I., Yaremchuk, V. Y. (2021). Influence of heavy metals on metabolic processes in cows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 284–291. DOI: 10.15421/2021\_112.
- Slivinska, L., Demydjuk, S., & Shcherbatyy, A. (2017). Syndromatics and state of metabolic processes in the cores for microelements. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(78), 182–186. DOI: 10.15421/nvlvet7837.
- Stadnytska, O., Gutyj, B., Khalak, V., Fedak, V., Dudchak, I., Zmiia, M., Shuvar, I., Balkovskiy, V., Shuvar, A., Korpita, H., Chyzhanska, N., Kuzmenko, L., Vakulik, V. (2022). Biological assessment of the constitution of the polissian beef cattle in the conditions of the precarpathian region. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXV(2), 46–52. URL: [https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2022/issue\\_2/Art6.pdf](https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_2/Art6.pdf).
- Vlizlo, V. V. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni: dovidnyk*. Lviv: Spolom (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V., Prystupa, O. I., Slivinska, L. G., Hu Shan, Voloshyn, R. V., 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). Protein-synthesizing, bile-forming, urea-forming and carbohydrate functions in cows with fatty degeneration of the liver. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 23(104), 60–64. DOI: 10.32718/nvlvet10410.
- 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.



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-a9911  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 504:351.777:628.517.2

## Ecological assessment of acoustic pollution of the city of Lviv and the effectiveness of noise measures

B. Kalyn, V. Momut<sup>✉</sup>, A. Ponochovnyi

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

### Article info

Received 19.07.2023  
Received in revised form  
01.09.2023  
Accepted 04.09.2023

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-747-61-25  
E-mail: v.vishchur@gmail.com

**Kalyn, B., Momut, V., & Ponochovnyi, A. (2023). Ecological assessment of acoustic pollution of the city of Lviv and the effectiveness of noise measures. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 67–72. doi: 10.32718/nvlvet-a9911**

Anthropogenic and functional heterogeneities of urban landscapes contribute to the formation of local noise load centers. In cities, the acoustic background is multifactorial, that is, it is covered by different types of noise sources. However, the growth of traffic in cities is the first reason for the increase in noise pollution. Real-time studies of the traffic load of selected areas of the city, their acoustic load and the effectiveness of implemented noise protection devices (installation of noise protection screens) were conducted. The areas where the noise load of urban landscapes of Lviv was determined were selected taking into account the combination of different types of noise (automotive, automotive-railway, industrial-automotive) and the evaluation of the effectiveness of noise protection devices implemented nearby. Environmental assessment of the noise load of urban landscapes of Lviv showed in most cases that the equivalent and maximum noise levels were exceeded. The greatest noise pollution was on the street. The source level at the time of train movement is 88.2 dBA. For sections 1 and 2 (Lypinsky Str.), where automobile noise dominates, the exceedance of acoustic norms was within 7.5–13.4 dBA. For these areas, the average daily traffic load was determined to be 436 and 302 cars/hour, with the share of passenger cars of 73.2 and 79.6 %, respectively, of the total traffic flow. Modern urban planning should take into account noise pollution on a par with other factors of anthropogenic influence and visual aesthetics, because the constant noise background determines the degree of suitability of the urban landscape for living. The most common noise protection measures in residential areas are the use of construction and acoustic means and the formation of a system of green spaces. On the Lypynskyi Str., the efficiency of the installed noise protection screen in the form of a polycarbonate wall was 20 %, while on the Grabovsky St. noise protection screen of the “Green Wall” type – 23 %. The use of green spaces is also effective, which reduced the noise background by 16% on site 2 (Lypinsky Str. – Chornovola Ave.). For the city of Lviv, there is a need to conduct noise monitoring of the city and create a noise map.

**Key words:** noise pollution, urban landscape, motor vehicles, noise level, noise source.

## Екологічна оцінка акустичного забруднення міста Львова та ефективності шумозахисних засобів

Б. М. Калин, В. Я. Момут<sup>✉</sup>, А. С. Поночовний

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

Антропогенно-функціональні неоднорідності урболандшафтів сприяють утворенню локальних центрів шумового навантаження. У містах акустичний фон багатофакторний, тобто перебивається джерелами шуму різного типу. Проте зростання транспортного навантаження у містах є першою причиною збільшення акустичного забруднення. Проведено натурні дослідження транспортного навантаження обраних ділянок міста, їх акустичне навантаження та ефективність реалізованих шумозахисних засобів (встановлення шумозахисних екранів). Ділянки, де проводили визначення шумового навантаження урболандшафтів



м. Львова, були обрані з врахуванням поєднання різних типів шуму (автомобільного, автомобільно-залізничного, промислово-автомобільного) та оцінки ефективного реалізованого поблизу шумозахисних засобів. Екологічна оцінка шумового навантаження урболандшафтів м. Львова показала у більшості випадків перевищення еквівалентних та максимальних рівнів шуму. Найбільшим шумове забруднення було на вул. Джерельній в момент руху поїзда – 88,2 дБА. Для ділянок 1 та 2 (вул. Липинського), де домінуючим є автомобільний шум, перевищення акустичних норм було в межах 7,5–13,4 дБА. Для цих ділянок визначено середньодобове навантаження автотранспортом 436 та 302 авто/год з часткою легкових авто 73,2 та 79,6 % щодо загального транспортного потоку. Сучасне містобудування повинно враховувати шумове забруднення на рівні з іншими факторами антропогенного впливу та візуальної естетики, адже постійний шумовий фон визначає ступінь придатності урболандшафту для проживання. Найбільш поширеними заходами захисту від шуму селітебних території є застосування будівельно-акустичних засобів та формування системи зелених насаджень. На вул. Липинського ефективність встановленого шумозахисного екрану у вигляді полікарбонатної стіни складала 20 %, тимчасом як на вул. Грабовського шумозахисного екрану типу “Зелена стіна” – 23 %. Ефективним є і застосування зелених насаджень, які на ділянці 2 (вул. Липинського – просп. Чорновола) знизили шумовий фон на 16 %. Для м. Львова є необхідність ведення шумового моніторингу міста та створення карти шуму.

**Ключові слова:** шумове забруднення, урболандшафт, автотранспорт, рівень шуму, джерело шуму.

## Вступ

Міське середовище характеризується значним комплексом природно-антропогенних чинників. Дослідженню екологічного стану урбоекосистем загалом та окремих їх параметрів на сьогодні приділяється багато уваги. Із розвитком міст кількість загроз стану довкілля зростає та посилюється. Але якщо окремим питанням міст, як от забрудненню атмосферного повітря, стану зелених насаджень, якості питної води тощо, присвячено цілий ряд наукових праць, то проблема шумового навантаження є найменш досліджуваним явищем. Хоча саме шумове навантаження вважають одним з найпоширеніших видів забруднення середовища. А враховуючи той факт, що 70 % населення країни проживає у містах, акустичному навантаженню піддається значна частина населення (Kachmar, 2013; Ponochovnyi & Kalyn, 2023).

Праці вчених присвячені вивченню проблеми шумового забруднення міст України, наприклад Києва (Abrakitov, 2012; Slipko & Hladilin, 2016), Харкова (Abrakitov et al., 2019), Львова (Avdieieva, 2012; Kachmar, 2013; Kalyn & Shelevii, 2016), Хмельницька (Mironova et al., 2021), Івано-Франківська (Kundelska, 2017), Вінниці, Запоріжжя (Moskvina & Maslova, 2019), Житомира (Opanasiuk et al., 2021), Кривого Рогу (Ostapchuk & Koptieva, 2015), Умані, Полтави (Havrysh, 2019; Stepova & Kornishyna, 2021), Кременчука та багатьох інших міст містять дослідження, що своїм підґрунтям мають неоднакові сукупності чинників, які викликають шум.

Науковці наголошують на потребі вивчення сумісної точкової дії стаціонарних і пересувних джерел шуму та пошуку шляхів його зниження. Оптимізація шумового навантаження, як захід потребує виокремлення акустичних зон в межах урбоекосистем. Враховуючи вищевикладене, вважаємо, що проблема екологічного оцінювання шумового забруднення за впливу різних джерел шуму урболандшафтів міст є актуальною.

## Мета дослідження

Метою роботи було дослідження шумового забруднення окремих ділянок м. Львова, оцінка впроваджених та рекомендація методів захисту від його негативної дії.

## Матеріал і методи досліджень

Моніторинг шумового навантаження урболандшафтів м. Львова проводили з використанням шумоміра СЕМ DT-8852 на одній із центральних та найбільш навантажених вулиці Липинського у двох точках (біля шумозахисного екрану (Липинського, 14–16) та перед перехрестям Липинського – просп. Чорновола), а також перехрестя Липинського – Джерельної (поблизу ЖК Бельгійське містечко) та Грабовського, 16 (біля трансформаторної підстанції “Цитадель”). Дані ділянки були обрані з врахуванням поєднання різних типів шуму (автомобільного, автомобільно-залізничного, промислово-автомобільного) та оцінки ефективного реалізованих поблизу шумозахисних засобів.

Вимірювання рівнів шумового навантаження здійснювали у світлий час доби з урахуванням максимального транспортного навантаження досліджуваних ділянок. Виміри проводили на межі між житловою забудовою та дорогою (об’єктом промисловості) та у випадку визначень ефективності шумозахисних екранів – на відстані щонайменше 5 м за екраном. При вимірюванні поблизу перехресть відстань від них складала 50 м, а також таку ж відстань витримували від світлофорів та зупинок громадського транспорту.

Вимірювання проводили щонайменше 3 рази на кожній ділянці з інтервалом 10 хв. При цьому мікрофон шумоміра тримали на довжині витягнутої руки, спрямованої у бік джерела шуму, на висоті 1,5 м.

Інтенсивність транспортного потоку та його видовий склад визначали візуальним методом шляхом підрахунку загальної кількості транспортних засобів та їх видів протягом 1 години. Підрахунок проводили у робочі дні, світлий час доби та години з максимальним і мінімальним завантаженням транспортного потоку. При високій інтенсивності руху для точнішого підрахунку використовують графічний підрахунок (метод “закритого конверта”).

За кількістю транспортних засобів протягом години здійснювали перерахунок середньодобової інтенсивності на досліджуваних ділянках для кожного виду транспорту, враховуючи поправочні коефіцієнти, за формулою:

$$N_{\text{доба}} = \frac{N_{\text{год}}}{K_1 * \sum K_2} \quad (1),$$

де  $N_{\text{доба}}$  – середньодобова інтенсивність транспортного потоку, од.;

$N_{\text{год}}$  – інтенсивність транспортного потоку за 1 годину, од.;

$K_1$  – поправочний коефіцієнт на зміну інтенсивності руху протягом місяців року;

$K_2$  – поправочний коефіцієнт на зміну інтенсивності руху за годинами доби і днях тижня.

Склад транспортного потоку обчислювали у відсотковій частці кожного виду транспортного засобу до загальної їх кількості.

### Результати та їх обговорення

Шумове навантаження міста Львова, як і інших великих міст, насамперед пов'язане із засобами транспорту як комунальними, так і приватними. Кількість

останніх щорічно зростає, що посилює дану проблему. Науковці вказують на тенденцію до зростання шумового навантаження у межах 0,5–1 дБ щорічно та сумарно за останні тридцять років, коли було найбільше зростання кількості автомобілів, на 12–15 дБ. Тобто натеper маємо зростання суб'єктивної гучності у 4 рази (Sheludchenko & Polishchuk, 2018; Ponochovnyi & Kalyn, 2023).

На даний час у м. Львові концентрацій автомобілів на тисячу осіб становить понад 250 авто. Ще 10 років тому ця цифра складала 170 авто/1000 жителів. Згідно зі статистичними даними, кількість приватних авто щорічно зростає на 10 %. На рис. 1 подано динаміку змін автомобілів, комунального транспорту та окремо електротранспорту.

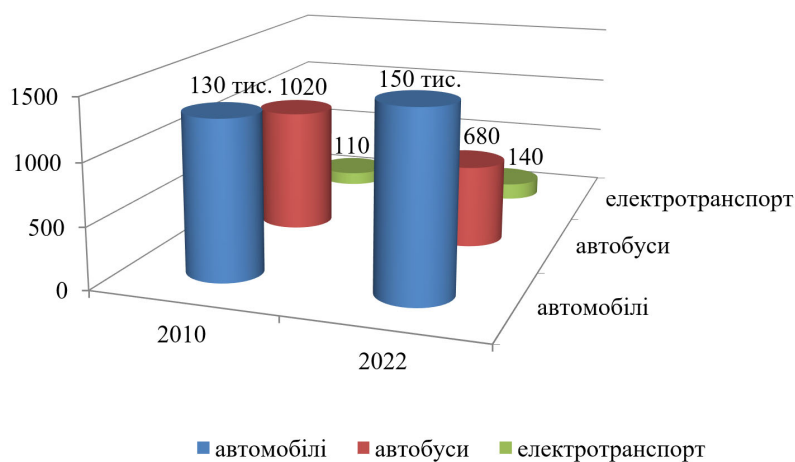


Рис. 1. Динаміка кількості транспортних засобів у м. Львові

Шум у містах поширюється неоднаково. На автомагістралях, центральних вулицях, вздовж залізничних колій та біля аеропортів він більший. Тому для кожної урбоєкосистеми характерний її специфічний локальний характер виникнення і поширення шумів, що призводить до формування центрів акустичного забруднення.

Львів вирізняється з-поміж міст України складним рельєфом та високим ступенем збереженості давнього покриття (бруківка), а також щільною забудовою, коли житлові будівлі – на мінімальній відстані від дороги та радіально-кільцевою структурою вулично-дорожньої мережі. Магістральні вулиці міста являють собою лінійні, радіальні та напівкільцеві ділянки з інтенсивністю транспортного потоку понад 500 авто/год та однорідним типом шумового навантаження. Щільність доріг міста є в межах від 1,8 км/км<sup>2</sup> на периферії до 4,3 км/км<sup>2</sup> в центральній частині.

Дослідженнями (Avdicieva, 2012) шумового забруднення вулиць м. Львова виділено групи вулиць з різною інтенсивністю транспортного потоку, а відповідно і рівнем шуму:

- вулиці з інтенсивністю транспортного потоку 600 авто/год і вище – це вул. Городоцька, Зелена, Личаківська, Кульпарківська, Ш. Руставелі;

- вулиці з інтенсивністю транспортного потоку 400–600 авто/год і вище – це вул. Липинського, пр. Червоної Калини, пр. Чорновола, Стрийська, Героїв

УПА, Наукова, Пасічна. Окремі з цих вулиць за інтенсивністю транспортного навантаження можуть і не відрізнятися від попередньої групи, але їх планування створює більше шумове навантаження;

- вулиці з інтенсивністю транспортного потоку 100 авто/год і менше – це вулиці, які хоч і не навантажені автомобілями, проте часто мають інші джерела шуму, наприклад залізничні шляхи, трамвайні колії. Тому часто на таких вулицях теж фіксують перевищення рівнів шуму.

Для оцінки рівнів шуму в межах та оцінки ефективності впроваджених шумозахисних заходів у м. Львові було обрано 4 території, що характеризуються різною інтенсивністю автомобільного навантаження, мають накладання шумів залізничного транспорту чи /та промислового об'єкта. Вулиця Липинського до перехрестя з проспектом Чорновола є частиною автошляху М06 “Київ – Львів – Чоп”, сполучає райони Львова з однією із головних автостанцій – автостанція № 2 – та північно-східною частиною міста. Після перехрестя з проспектом Чорновола вулиця Липинського простягається у західному напрямку та є сполучною з вулицями Варшавська та Клепарівська. Ділянка 3 була обрана через близькість залізничної колії до першої лінії житлової забудови, яка однією з мінімальних в місті. Ділянка на вул. Грабовського має позитивний приклад впровадження екранування джерела

шуму – трансформаторної підстанції, яка також має мінімальну відстань до житлових будинків – 15 м.

Досліджувані ділянки вулиць Львова мають середньодобове навантаження 436, 302, 41 та 47 авто/год. Переважання легкових автомобілів у транспортному потоці характерне для всіх міст України. На досліджуваних ділянках 1 та 2, де фіксували високу інтенсивність руху авто, частка легкових авто становила 73,2 та 79,6 % щодо загального транспортного потоку в середньому за добу з врахуванням максимальних та мінімальних годин транспортного навантаження (рис. 2). Для транспортного потоку досліджуваної ділянки 1 (вул. Липинського) також характерне значне навантаження автобусами – 20,2 % середньодобового транспортної інтенсивності, що працюють в режимі міського маршрутного таксі. Тут курсує 7 маршрутів міського та 10 приміського сполучення. Вулицею Липинського (дослідна ділянка 2) після проїзду перехрестя Липинського–Чорновола курсує лише 1 міський автобус, відповідно частка цього виду транспортного засобу у потоці автомобілів незначна – 7,2 %. Проте ця ділянка вулиці є об’їзною центру міста для вантажних авто, що заїжджають у місто зі боку проспекту Чорновола.

Для інших двох ділянок, де автотранспортне навантаження незначне, відсутні міські транспортні шляхи, частка легкових авто наближається до 100 %.

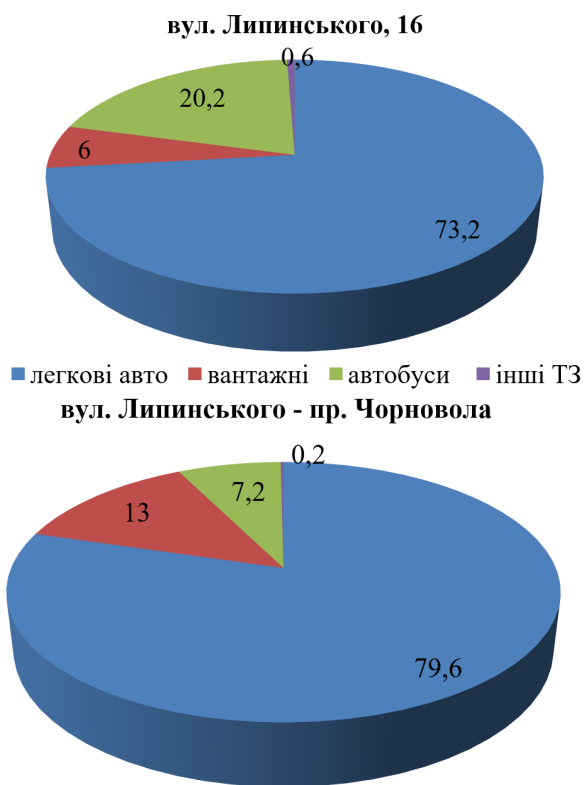


Рис. 2. Середньодобовий склад транспортного потоку на досліджуваних ділянках, %

Санітарними нормами встановлено еквівалентні та максимальні рівні звукового навантаження для селітебних територій. Вони складають 55/45 дБА день/ніч (еквівалентні) та 80/70 дБА день/ніч (максимальні).

При порівнянні з нормативами встановлено, що на ділянках із значним транспортним навантаженням еквівалентні та максимальні показники шуму були перевищені на відстані 1 м від автодоріг (табл. 1). Для вул. Липинського, 14–6 перевищення становило 8,6 та 7,5 дБА відповідно. Для перехрестя Липинського – Чорновола – 13,4 та 9,3 дБА. Ця ділянка характеризується меншим транспортним навантаженням, проте заміри проведені на відстані 50 м від перехрестя вищі, ніж на ділянці 1. Очевидно, що підвищена інтенсивність транспортних потоків великих перехресть є джерелом постійно високого акустичного навантаження на значні відстані. Проте відстань до житлової забудови тут є досить великою та є значна кількість зелених насаджень по обидва боки дороги.

Таблиця 1

Рівень шуму на досліджуваних ділянках біля узбіччя дороги

Досліджувана територія	Рівень шуму, дБА	
	еквівалентний	Максимальний
вул. Липинського, 14–16	63,6	77,5
перехрестя вул. Липинського – просп. Чорновола	68,4	79,3
вул. Джерельна, 79	53,2	88,2 (в момент проїзду поїзда)
вул. Грабовського, 16	54,6	68,0

У житловій забудові, розміщеній поблизу залізничних колій, рівень шумового навантаження є більшим, має потужне переривчасте зростання. Такою є досліджувана нами ділянка 3 на вул. Джерельній. Залізнична колія досить з інтенсивним навантаженням тут розташована на відстані менше ніж 50 м від житлового кварталу. В момент проїзду поїзда максимальні рівні шуму були найбільшими та перевищували нормативні показники на 18,2 дБА.

На ділянці 4 рівні шумового навантаження були у межах норм, проте тут житлові будинки на вул. Грабовського по обидва боки дороги безпосередньо межують з проїжджою частиною, яка хоч і характеризується не надто інтенсивним навантаженням, але спричиняє підняття шуму на 10–12 дБА у момент проїзду автомобілів. З боку вулиці також відсутнє озеленення та вулиця вистелена бруківкою.

Отже, шумове навантаження на досліджуваних ділянках міста у більшості випадків перевищує акустичні норми, що ще раз підтверджує необхідність ведення шумового моніторингу міста та створення карти шуму.

Ділянки 1 та 2 є частинами однієї вулиці, проте різняться як за масштабами транспортного навантаження, так і шумовими характеристиками. На вул. Липинського, 14–16 у 2017 році завершили монтаж шумозахисного екрану у вигляді полікарбонатної стіни висотою 3,5 м. Довжина екрану 150 м в і необхідність його встановлення була зумовлена перевищенням норм шуму у навчальних закладах, що розміщені на цій ділянці. На території навчального закладу за шу-

мозахисним екраном рівень шуму становив 52,1–60,7 дБА, тобто ефективність поглинання звуку складає в середньому 20 % (табл. 2).

У великих містах активно застосовують зелені насадження як шумозахист та спосіб підвищення естетичної цінності території. Проте далеко не завжди озеленення території включає і її захист від шуму. Часто це підвищення естетичності ділянок з викорис-

танням штамбових дерев (коли дерево має рівний без бічних гілок стовбур і привиту чи сформовану декоративну частину). Таке озеленення безперешкодно дозволяє звуку поширюватися: нижні ділянки позбавлені рослинності, а саме на їх рівні розташовуються транспортні джерела звуку, та вгорі крони дерев не зімкнуті.

**Таблиця 2**

Рівні шуму з врахуванням шумозахисних заходів

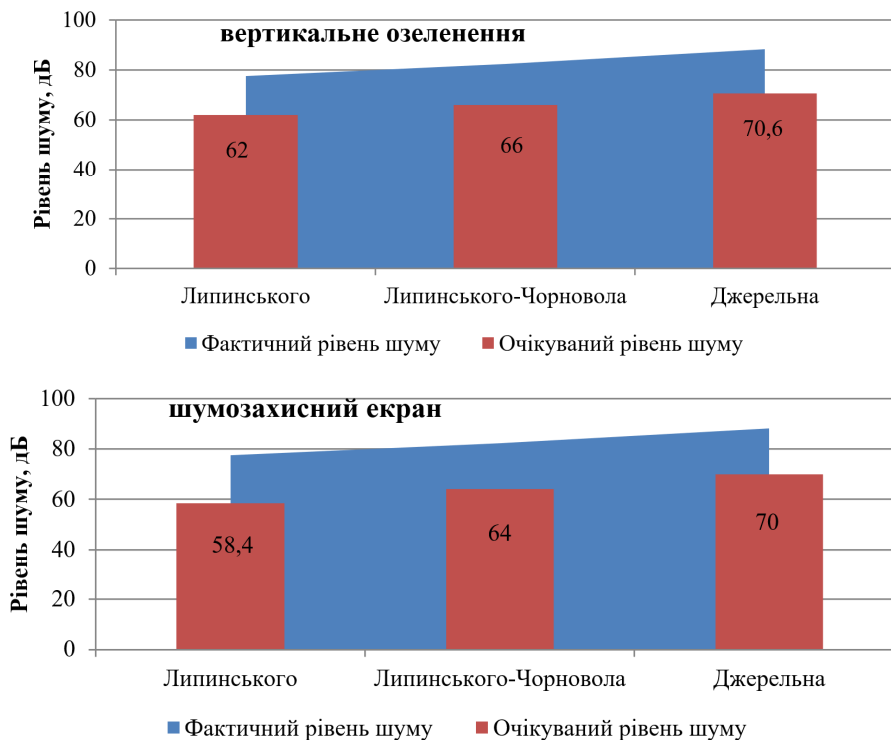
Досліджувана територія	Шумозахисний захід	Рівень шуму, дБА
вул. Липинського, 14–16	екран	52,1–60,7
перехрестя вул. Липинського – просп. Чорновола	смуга зелених насаджень	56,6–66,0

У такому місті, як Львів, із вузькими вулицями центральної частини та близькістю житлових будинків до проїжджої частини доріг ефективним методом шумозахисту є вертикальне озеленення (фітостіна). У цьому урболандшафті зелені насадження не тільки виступають екраном від шуму, а й від запиленості повітря, та покращують мікроклімат всередині приміщень, знижуючи температуру фасадів на 30 % та регулюючи вологість (Antoniuk, 2020). Ефективність такого виду шумозахисту складає до 20 %.

На рис. 3. показано очікувані результати шумознижувальних заходів – вертикального озеленення та

шумозахисного екрану – при їх впровадженні на досліджуваних ділянках. У випадку ділянки 1 (вул. Липинського), де встановлено шумозахисний екран значення фактичне. Для інших ділянок розрахунки проводили, виходячи з шумозахисної функції зелених насаджень (максимально 20 %) та екранів (до 18 дБ).

Отже, обидва запропоновані способи шумозахисту будуть ефективними та дозволять знизити рівень шуму у житловій зоні, що межує з дорогою, до встановленого ДСТУ НБВ.1.1-33:2013 (Nastanova..., 2013) максимально дозведеного шумового навантаження транспортного потоку для житлових вулиць (70 дБ).



**Рис. 3.** Розрахункові діаграми очікуваного зниження шумового забруднення при застосуванні шумознижувальних заходів

**Висновки**

Шумове навантаження на досліджуваних ділянках м. Львова у більшості випадків перевищує акустичні норми, що ще раз підтверджує необхідність ведення

шумового моніторингу міста та розроблення карти шуму. Для створення екологічно безпечного акустичного простору на ділянках з перевищенням нормативних рівнів шуму рекомендуємо застосовувати комбінацію захисних інженерних конструкцій, а за немож-



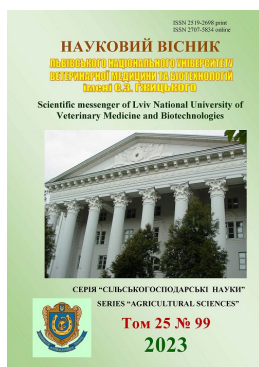
ливості, як наприклад у центральній частині міста, використовувати зелені насадження чи при обмеженій площі ділянки – вертикальне озеленення.

### Відомості про конфлікт інтересів

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

### References

- Abrakitov, V. E. (2012). Kartohrafuvannia shumovoho rezhymu tsentralnoi chastyny mista Kyieva: monohrafiia; Khark. nats. akad. misk. hosp-va. Kh.: KhNAMH (in Ukrainian).
- Abrakitov, V. E., Bilym, P. A., Nesterenko, S. V., & Rohozin, A. S. (2019). Pobudova tryvymirnykh prostorovykh kart shumy. Komunalne hospodarstvo mist, 6(152), 214–218 (in Ukrainian).
- Antoniuk, R. A. (2020). Ekolohichniy efekt znyzhennia shumy vid vprovadzhennia netradytsiinoho ozelenennia terytorii mista. Studentskyi visnyk NUVHP: zb. nauk. prats. Rivne: NUVHP, 2(14), 44–47. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/20172> (in Ukrainian).
- Avdieieva, Kh. I. (2012). Analiz akustychnoi situatsii mista Lvova. Materialy I Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii «Ekolohichna bezpeka yak osnova staloho rozvytku suspilstva» Lviv: LDU BZhD, 79–82 (in Ukrainian).
- Balabak, O. A., Balabak, A. V., Vasylenko, O. V. (2021). Hlobalne elektromagnitne navantazhennia ta shumove zabrudnennia dovkillia v ekolohichnomu stani suchasnoi urboekosystemy. Tavriyskyi naukovyi visnyk, 117, 264–270. URL: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/8332> (in Ukrainian).
- Havrysh, A. R. (2019). Nebezpeky zhyttia urbanizovanoho mista. Bezpeka zhyttia i diialnosti liudyny: teoriia ta praktyka : zb. nauk. prats Vseuk. nauk.-prakt. konf., Poltava, 25–26 kvitnia 2019 r. Poltava: PNP, 204–210 (in Ukrainian).
- Kachmar, R. Ya. (2013). Otsiniuvannia ekolohichnykh ta ekonomichnykh vtrat vid shumy transportnykh potokiv mista Lvova. Avtoshliakhovyk Ukrainy, 1, 10–13. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/au\\_2013\\_1\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/au_2013_1_4) (in Ukrainian).
- Kalyn, B. M., & Shelevii, M. I. (2016). Napriamky optymizatsii shumovoho faktoru transportnykh potokiv u misti Lvovi. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho, 18(2(67)), 104–107. DOI: 10.15421/nv1vet6723 (in Ukrainian).
- Kucherenko, L. V., & Kalinichenko, V. S. (2013). Mistobudivni metody zakhystu vid shumovoho zabrudnennia mist. Suchasni tekhnologii, materialy i konstruksii v budivnytstvi, 1, 103–107. URL: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/284> (in Ukrainian).
- Kundelska, T. V. (2017). Vyznachennia rivnia shumovoho zabrudnennia na terytorii mista Ivano-Frankivska v konteksti staloho rozvytku. Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia, 1, 239–250. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp\\_2017\\_1\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp_2017_1_31) (in Ukrainian).
- Mironova, N. H., Morozov, A. V., Morozova, T. V., & Rybak, V. V. (2021). Doslidzhennia akustychnoho navantazhennia vid transportnoho potoku na prykladi mista Khmelnytskoho. Dorohy i mosty, 24, 193–205. DOI: 10.36100/dorogimosti2021.24.193 (in Ukrainian).
- Moskvina, Ye., & Maslova, O. V. (2019). Otsinka ta analiz akustychnoho zabrudnennia spalnykh raioniv mista Zaporizhzhia. Materialy VI Vseukrainskoi naukovopraktychnoi Internet-konferentsii molodykh uchenykh, mahistrantiv ta studentiv pidsumkamy naukovykh doslidzen 2018 roku «Innovatsiini ahrotekhnologii». Melitopol: TDATU, VI, 32–34. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/nauka/wp-content/uploads/sites/49/10-06-2019-yat-2019.pdf> (in Ukrainian).
- Nastanova z rozrakhunku ta proektuvannia zakhystu vid shumy selbyshchnykh terytorii DSTU-N B V.1.1-33:2013. Nakaz vid 10.07.2013 № 306 (in Ukrainian).
- Opanasiuk, Ye. H., Beherskyi, D. B., Mozharovskyi, M. M., & Vitiuk, I. V. (2021). Doslidzhennia transportnoho akustychnoho zabrudnennia i faktoriv yoho zalezhnosti na prykladi perekhrest mahistralnykh vulyts mista Zhytomyra. Visnyk ZhDTU. Seria: Tekhnichni nauky, 2(88), 14–24. DOI: 10.26642/ten-2021-2(88)-14-24 (in Ukrainian).
- Ostapchuk, I., & Koptieva, T. (2015). Shumove zabrudnennia yak faktor miskoho seredovyshcha isnuvannia liudyny. Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia, 1, 34–35. DOI: 10.31812/ecobulletinkrd.v1i0.6310 (in Ukrainian).
- Petlin, V., & Hileta, L. (2009). Metodolohichni aspekty vyvchennia shumovoho zabrudnennia urboekosystem. Nauk. zap. Ternop. ped. un-tu. Ser. Heohr., 2, 125–130 (in Ukrainian).
- Ponochovnyi, A., & Kalyn, B. (2023). Transportnyi shum m. Lvova i shliakhy yoho znyzhennia. Konferentsiia «Dni studentskoi nauky» u LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho, (Lviv, 02–04 travnia 2023 r.) FHRZ: tezy dopovidei. Lviv, 64–67. URL: <https://lvet.edu.ua/images/step/2023/05/01/tezy.pdf> (in Ukrainian).
- Sheludchenko, L. S., & Polishchuk, D. V. (2018). Ekolohichna otsinka shumovoho zabrudnennia mista, sprychynenoho diialnistiu avtotransportnykh zasobiv i statsionarnykh dzherel. Ekolohichni nauky: naukovopraktychnyi zhurnal, 4(23), 10–13. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/4/4.pdf> (in Ukrainian).
- Slipko, Yu. S., Hladilin, V. M. (2016). Kartohrafuvannia shumovoho zabrudnennia transportnykh potokiv Sviatoshynskoho raionu mista Kyieva. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, 59, 411–417. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP\\_2016\\_59\\_52](http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2016_59_52) (in Ukrainian).
- Stepova, O. V., & Kornishyna, A. V. (2021). Doslidzhennia shumovoho navantazhennia tsentralnoi chastyny mista Poltava vid avtomobilnoho transportu. Ukrainskyi hidrometeorolohichniy zhurnal, 28, 100–110. DOI: 10.31481/uhmj.28.2021.09 (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9912  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4:636.03:636.087.7

## Productivity and slaughter performance of pigs using a mineral feed additive

J. M. Poberezhets<sup>✉</sup>, G. M. Ohorodnichuk, I. O. Kachanov

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 24.07.2023  
Received in revised form  
29.08.2023  
Accepted 30.08.2023

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

**Poberezhets, J. M., Ohorodnichuk, G. M., & Kachanov, I. O. (2023). Productivity and slaughter performance of pigs using a mineral feed additive. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 73–77. doi: 10.32718/nvlvet-a9912**

For the organization of pork production, it is necessary to create a strong fodder base that would provide the physiological needs of pigs in accordance with a reasonable level of productivity. The main method of growth stimulation and realization of the genetic endowments of animals is the use of biologically active feed additives in their feeding. The study of mineral nutrition of animals deserves special attention. Therefore, the aim of the research was to determine the influence of the mineral supplement “Mintrex Cu” on productivity and slaughter performance in pigs. Mineral feed supplement “Mintrex Cu” is a copper chelate of methionine hydroxy analog with a well-defined chemical structure, which contains 18 % copper and 79.5 % methionine activity. The protocol and procedures used in this study were ethically compliant with Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council on the Protection of Animals, as well as the Law of Ukraine “On the Protection of Animals from Cruelty”. The experiment lasted 55 days. 24 heads of large white pigs were selected for the experiment. Formed two similar groups of 12 goals each. During the formation of groups, live weight, growth, age, sex and breed were taken into account. Animals were kept in group pens of 12 heads, according to the number of experimental groups, in a typical piggery for raising young animals. A control group of pigs was fed compound feed that provided their nutritional needs. The experimental group additionally consumed the mineral supplement “Mintrex Cu” in a dose of 280 g/t of feed. It was found that the additional use of the mineral feed additive “Mintrex Cu” increases the live weight of pigs of the 2nd experimental group by 4.8 % ( $P < 0.05$ ), compared to the control group. In addition, it was recorded that the preservation of pigs increased in the 2nd experimental group by 2.0 % against the control. The use of a mineral supplement in the feeding of pigs of the 2nd group, feed consumption per 1 kg of growth is reduced by 14.2 % compared to the control group. It was established that the pigs of the 2nd group, which consumed the mineral supplement “Mintrex Cu” had a higher pre-slaughter live weight by 5.6 % ( $P < 0.05$ ) and slaughter weight by 6.5 % ( $P < 0.05$ ) and carcass weight by 8.2 % ( $P < 0.05$ ) compared to the control indicator.

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

## Продуктивність та забійні показники свиней за використання мінеральної кормової добавки

Ю. М. Побережець<sup>✉</sup>, Г. М. Огороднічук, І. О. Качанов

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Для організації виробництва свинини необхідно створити міцну кормову базу, яка б забезпечувала фізіологічні потреби свиней відповідно до обґрунтованого рівня продуктивності. Основним методом стимуляції росту та реалізації генетичних задатків тварин є використання у їхній годівлі біологічно активних кормових добавок. Особливої уваги заслуговує вивчення мінерального живлення тварин. Тому метою досліджень було встановлення впливу мінеральної добавки “Mintrex Cu” на продуктивність та забійні показники у свиней. Мінеральна кормова добавка “Mintrex Cu” – мідь хелат метіонін гідрокси аналога з чітко визначеною хімічною структурою, якій містять 18 % міді і 79,5 % метіонінової активності. Протокол і процедури, що використовуються в цьому дослідженні, етично відповідали директиві 2010/63/ЄС Європейського парламенту та Ради про захист тварин, а також

Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження”. Дослід тривав 55 днів. Для експерименту було відібрано 24 голів свиней великої білої породи. Сформували дві групи-аналогів по 12 голів у кожній. Під час формування груп враховували живу масу, приріст, вік, стать та породу. Утримувались тварини в групових станках по 12 голів, відповідно до кількості піддослідних груп, у типовому свинарнику для вирощування молодняку. Контрольній групі свиней згодовували комбікорм, який забезпечував їх потреби у поживних речовинах. Дослідна група додатково споживала кормову мінеральну добавку “Mintrex Cu” у дозі 280г/т корму. Виявлено, що додаткове використання мінеральної кормової добавки “Mintrex Cu” підвищує живу масу свиней 2-ї дослідної групи на 4,8 % ( $P < 0,05$ ) щодо контрольної групи. При застосуванні мінеральної добавки у годівлі свиней 2-ї групи, витрати корму на 1 кг приросту знижуються на 14,2 % проти контрольної групи. Встановлено, що у свиней 2-ї групи, які споживали мінеральну добавку “Mintrex Cu”, більшу передзайну живу масу на 5,6 % ( $P < 0,05$ ), забійну масу на 6,5 % ( $P < 0,05$ ) та масу туші на 8,2 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольним показником.

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

## Вступ

Головною ланкою у вирішенні проблеми здорового харчування є інтенсифікація тваринництва, яка можлива лише за виконання концепції раціональної годівлі тварин. Ця концепція передбачає застосування повноцінних кормів та біологічно активних кормових добавок, що забезпечить оптимальне використання генетичного потенціалу продуктивності тварин (Walk et al., 2015; Chudak et al., 2021; Martyshuk et al., 2021).

Інтенсивні методи розвитку свинарства забезпечуються в основному високим рівнем продуктивності тварин і низькими витратами кормів на виробництво продукції. Однією з умов отримання високоякісної свинини є раціональна і збалансована годівля, що передбачає не лише правильне складання раціонів і створення ефективної кормової бази, а й використання сучасних високоефективних систем годівлі (Pearce et al., 2015; Skoromna et al., 2019; Vuhliar, 2020).

Одним із шляхів інтенсифікації тваринництва є використання у раціонах кормових добавок природного походження, які містять необхідні енергетичні і біологічно активні речовини, усуваючи їх дефіцит у кормах і виконуючи роль біокатализаторів обмінних процесів в організмі (Razanova et al., 2022; Poberezhets et al., 2023). Ефективне і раціональне використання їх в годівлі свиней дає змогу значно збільшити коефіцієнти перетравлення та засвоєння поживних речовин корму, підвищити продуктивність і збереження тварин. Сучасні науковці ведуть пошук кормових добавок нового покоління, серед них: мінеральні елементи, вітаміни, фітобіотики, ферменти, пробіотики та інші (Zhao et al., 2015; Kulyk & Tkachenko, 2020; Syrovatko & Vuhliar, 2021).

Мінеральні елементи виконують структурну, фізіологічну, каталітичну та регуляторну функції в організмі тварин. Вивчення впливу мінеральних кормових добавок на продуктивність є важливим питанням у тваринництві (Xia et al., 2015; Sobolev et al., 2023). Купрум відіграє роль в окислювально-відновних реакціях, транспорті кисню та електронів і захисті від окисного стресу та бере участь у метаболічних реакціях, включаючи клітинне дихання, пігментацію тканин, утворення гемоглобіну та розвиток сполучної тканини (Manto, 2014; Hill, 2022).

## Мета дослідження

Метою досліджень було встановлення впливу мінеральної добавки “Mintrex Cu” на продуктивність та забійні показники у свиней.

## Матеріал і методи досліджень

Протокол і процедури, що використовуються в цьому дослідженні, етично відповідали директиві 2010/63/ЄС Європейського парламенту та Ради про захист тварин, а також Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження”. Дослідження відбувалися у ТОВ “Субекон” Вінницького району.

Дослід тривав 55 днів, у тому числі основний – 50, зрівняльний період – 5 днів згідно зі схемою досліду. Для експерименту було відібрано 24 голів свиней великої білої породи. Сформували дві групи-аналогів по 12 голів у кожній (табл. 1). Під час формування груп враховували живу масу, приріст, вік, стать та породу (Ibatullin, 2017).

**Таблиця 1**

Схема досліду

Група	Зрівняльний період, днів	Тривалість досліду, днів	Кількість тварин у групі, гол.	Особливості годівлі
Контрольна	5	50	12	ОР
Дослідна	5	50	12	ОР + мінеральна добавка “Mintrex Cu” 280 г/т корму

Утримувались тварини в групових станках по 12 голів, відповідно до кількості піддослідних груп, у типовому свинарнику для вирощування молодняку. Догляд здійснювався відповідно до розпорядку дня ферми.

Контрольній групі свиней згодовували комбікорм, який забезпечував їх потреби у поживних речовинах.

Дослідна група додатково споживала кормову мінеральну добавку “Mintrex Cu” у дозі 280г/т корму.

Мінеральна кормова добавка “Mintrex Cu” – мідь хелат метіонін гідрокси аналога з чітко визначеною хімічною структурою, який містить 18 % міді і 79,5 % метіонінової активності.

Для вивчення забійних показників наприкінці основного періоду досліду був проведений контрольний забій (по три голови з групи) і відібрані зразки внутрішніх органів для лабораторних досліджень. При забої визначали: передзабійну, забійну масу тварин, масу туші, вихід туші, забійний вихід, морфологічний склад туш, масу внутрішніх органів.

### Результати та їх обговорення

Під час досліджень вивчали вплив різних комбікрімів на живу масу свиней на відгодівлі та прирости (табл. 2).

Встановлено, що додаткове згодовування мінеральної кормової добавки “Mintrex Cu” підвищує живу масу свиней 2-ї дослідної групи на 4,8 % ( $P < 0,05$ ) щодо контрольної групи.

### Таблиця 3

Витрати корму свиней на відгодівлі

Група	Витрати кормів, кг					
	за період досліду		на одну голову		на 1 кг приросту	
	всього	± до контролю	всього	± до контролю	всього	± до контролю
Контрольна	936,4	-	89,7	-	4,2	-
Дослідна	848,4	-88	70,7	+19	3,6	-0,6

У свиней 2-ї групи, які споживали досліджувану кормову добавку, витрати корму на 1 кг приросту знижуються на 14,2 % проти контрольної групи.

Одержані результати досліджень узгоджуються з даними інших вчених, які відзначають позитивний вплив мінеральної добавки на прирости та витрати корму для свиней (Novhorodska & Fabianska, 2017; Chudak et al., 2022). У своїх дослідках Ma et al. (2015) дійшли висновку, додавання Cu в раціони свиней сприяло підвищенню продуктивності та ефективності витрат корму.

Встановлено, що у свиней 2-ї групи, де використовували мінеральну добавку “Mintrex Cu”, була більша передзабійна жива маса на 5,6 % ( $P < 0,05$ ) пороти контролю (табл. 4).

### Таблиця 4

Забійні показники свиней ( $M \pm m, n = 4$ )

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Передзабійна жива маса, кг	108,5 ± 1,85	114,6 ± 1,52*
Забійна маса, кг	90,42 ± 1,74	96,34 ± 1,83*
Забійний вихід, %	83,3 ± 2,36	84,0 ± 2,05
Маса туші, кг	74,20 ± 1,45	80,3 ± 1,68*
Вихід туші, %	68,3 ± 1,12	70,0 ± 1,34
Голова з вухами, кг	6,84 ± 0,25	6,92 ± 0,42
Маса ніг, кг:		
передніх	0,95 ± 0,28	0,98 ± 0,07
задніх	1,12 ± 0,11	1,16 ± 0,21
Шкура, кг	6,9 ± 0,24	7,2 ± 0,18
Внутрішній жир	1,2 ± 0,52	1,3 ± 0,26

### Таблиця 2

Продуктивність поросят 65–110 кг живої маси ( $M \pm m, n = 12$ )

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Жива маса: на початок періоду, кг	64,54 ± 1,25	65,82 ± 1,46
на кінець періоду, кг	111,35 ± 1,53	116,72 ± 1,38*
Тривалість періоду, діб	55	55
Приріст: абсолютний, кг	46,8 ± 2,57	50,9 ± 2,45
середньодобовий, г	850 ± 31,48	930 ± 28,32

За дії мінеральної добавки спостерігається тенденція до збільшення середньодобового приросту на 9,4 % та абсолютного – на 8,7 %, проте вірогідної різниці з контролем не встановлено.

Водночас визначали витрати корму для свиней на відгодівлі (табл. 3).

Встановлено, що за згодовування мінеральної добавки у свиней 2-ї групи підвищилась забійна маса на 6,5 % ( $P < 0,05$ ) та маса туші на 8,2 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольним показником.

Варто зазначити, що за дії кормової добавки у свиней 2-ї дослідної групи спостерігається тенденція до збільшення маси внутрішніх органів (табл. 5).

### Таблиця 5

Маса внутрішніх органів свиней ( $M \pm m, n = 4$ )

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Печінка, г	1648 ± 64,45	1692 ± 82,36
Серце, г	358,6 ± 36,27	384,5 ± 28,45
Легені, г	680,5 ± 57,62	726,4 ± 87,23
Селезінка, г	122,4 ± 28,56	128,6 ± 32,48
Нирки, г	323,8 ± 42,84	346,5 ± 56,24
Шлунок, г	643,5 ± 58,26	658,3 ± 42,68
Підшлункова залоза, г	71,6 ± 12,38	69,8 ± 18,56
Надниркові залози, г	5,45 ± 0,85	5,64 ± 1,04
Щитоподібна залоза, г	34,86 ± 3,06	37,2 ± 2,15

Використання у годівлі свиней 2-ї групи мінеральної кормової добавки збільшує масу печінки, серця, легень, шлунку, однак вірогідної різниці з контрольним значенням не встановлено.

Подібні дослідні проводили іноземні вчені, які вивчали вплив мінеральних кормових добавок на живу масу та стан органів травлення свиней (Namkung et



al., 2006; Paganin et al., 2023). На думку Espinosa & Stein (2021), використання Купруму в годівлі свиней позитивно вплинуло на їхній ріст та стан мікрофлори кишківника, що підвищує перетравність поживних речовин корму. Таким чином, використання у годівлі свиней мінеральних кормових добавок дає змогу підвищити продуктивність свиней природним шляхом, позитивно впливаючи на обмінні процеси в організмі тварин.

### Висновки

Встановлено, що згодовування мінеральної кормової добавки “Mintrex Cu” підвищує живу масу свиней дослідної групи на 4,8 % ( $P < 0,05$ ) проти контрольної групи. Крім того, додаткове споживання мінеральної добавки свиньми 2-ї групи зменшує витрати корму на 1 кг приросту щодо контролю. Використання мінеральної добавки “Mintrex Cu” для свиней дослідної групи підвищує передзабійну живу масу на 5,6 % ( $P < 0,05$ ), забійну масу на 6,5 % ( $P < 0,05$ ) та масу туші на 8,2 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольним значенням.

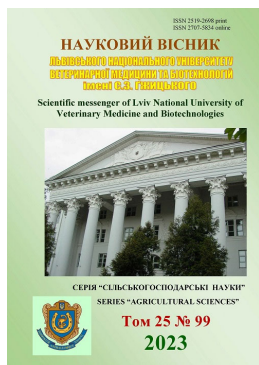
### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Kupchuk, I. M., & Vuhliar, V.S. (2022). Vykorystannia kormovykh dobavok i kombikormiv novoho pokolinnia u hodivli svynei ta ptytsi: monohrafiia. [The use of feed additives and new generation compound feed in pig and poultry feeding: monograph]. Vinnytsia: TOV “TVORY” (in Ukrainian).
- Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Ushakov, V. M., & Babkov, Ya. I. (2021). Vplyv kormovykh dobavok ta kombikormiv na produktyvnist ta yakist miasa u svynei: monohrafiia. [The effect of feed additives and compound feed on productivity and quality of meat in pigs: monograph]. Vinnytsia: RVV VNAU (in Ukrainian).
- Espinosa, C. D., & Stein, H. H. (2021). Digestibility and metabolism of copper in diets for pigs and influence of dietary copper on growth performance, intestinal health, and overall immune status: a review. *J Animal Sci Biotechnol*, 12, 13. DOI: 10.1186/s40104-020-00533-3.
- Hill, G. M. (2022). Minerals and mineral utilization in swine. *Sustainable swine nutrition*, 229–244. DOI: 10.1002/9781118491454.ch7.
- Ibatullin, I. I., Zhukorskyi, O. M., & Bashchenko, I. (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynyntstvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. *Ahrarna Nauka: Kyiv* (in Ukrainian).
- Kulyk, M. F., & Tkachenko, T. Y. (2020). The content of lysine in pig feeds with the use of silage corn as the basis for high productivity. *Feeds and Feed Production*, 90, 145–156. DOI: 10.31073/kormovyrobnytsstvo202090-13.
- Ma, Y. L., Zanton, G. I., Zhao, J., Wedekind, K., Escobar, J., & Vazquez-Añón, M. (2015). Multitrial analysis of the effects of copper level and source on performance in nursery pigs. *Journal of animal science*, 93(2), 606–614. DOI: 10.2527/jas.2014-7796.
- Manto, M. (2014). Abnormal copper homeostasis: mechanisms and roles in neurodegeneration. *Toxics*, 2(2), 327–345. DOI: 10.3390/toxics2020327.
- Martysjuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmevit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Namkung, H., Gong, J., Yu, H., & De Lange, C. F. M. (2006). Effect of pharmacological intakes of zinc and copper on growth performance, circulating cytokines and gut microbiota of newly weaned piglets challenged with coliform lipopolysaccharides. *Canadian journal of animal science*, 86(4), 511–522. DOI: 10.4141/A05-075.
- Novhorodska, N. V., & Fabiianska, O. L. (2017). Vplyv riznykh doz tsynku i marhantsiu na produktyvnist molodniaku svynei. [The effect of different doses of zinc and manganese on the productivity of young pigs]. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*, 1(95), 60–66 (in Ukrainian).
- Paganin, A. C. L., Monzani, P. S., & Carazzolle, M. F. (2023). Assessment of cecal microbiota modulation from piglet dietary supplementation with copper. *BMC Microbiol*, 23, 92. DOI: 10.1186/s12866-023-02826-9.
- Pearce, S. C., Sanz Fernandez, M.-V., Torrison, J., Wilson, M. E., Baumgard, L. H., & Gabler, N. K. (2015). Dietary organic zinc attenuates heat stress-induced changes in pig intestinal integrity and metabolism. *Journal of Animal Science*, 93, 4702–4713. DOI: 10.2527/jas.2015-9018.
- Poberezhets, J. M., Ohorodnichuk, G. M., Razonova, O. P., Gutyj, B. V., Skoromna, O. I., & Farionik, T. V. (2023). Effect of mineral feed additive on productivity of broiler chickens. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 25(111), 23–27. DOI: 10.32718/nvlvet11104.
- Razonova, O., Yaremchuk, O., Gutyj, B., Farionik, T., & Novgorodska, N. (2022). Dynamics of some mineral elements content in the muscle, bone and liver of quails under the apimin influence. *Scientific Horizons*, 25(5), 22–29. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.22-29.
- Skoromna, O. I., Razonova, O. P., & Tkachenko, T. Y. (2019). Effect of feeding allowance on growth performance and caecass characteristics of growing pigs. *Ukrainian journal of ecology*, 9(4), 646–650. DOI: 10.15421/2019\_803.
- Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Kuzmenko, P. I., Liskovich, V. A., Melnychenko, A. R., & Melnychenko, Y. O. (2023). Effects of selenium on metabolic processes in the body of ducklings and their productive qualities. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(1), 10–17. DOI: 10.32718/ujvas6-1.02.
- Syrovatko, K.M., & Vuhliar, V.S. (2021). The effect of additives with essential oils on the productivity of young pigs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(1), 92–95. DOI: 10.15421/022114.
- Vuhliar, V. S. (2020). Pokaznyky yakosti svynyny pry zghodovuvanni BVMD “Efiprot” [Quality indicators

- of pork when fed BVMD "Efiprot"]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2, 101–111 (in Ukrainian).
- Walk, C. L., Wilcock, P., & Magowan, E. (2015). Evaluation of the effects of pharmacological zinc oxide and phosphorus source on weaned piglet growth performance, plasma minerals and mineral digestibility. *Animal*, 9(7), 1145–1152. DOI: 10.1017/S175173111500035X.
- Xia, T., Lai, W., Han, M., Han, M., Ma, X., & Zhang, L. (2017). Dietary ZnO nanoparticles alters intestinal microbiota and inflammation response in weaned piglets. *Oncotarget*, 8(39), 64878. DOI: 10.18632/oncotarget.17612.
- Zhao, P. Y., & Kim, I. H. (2015). Effect of direct-fed microbial on growth performance, nutrient digestibility, fecal noxious gas emission, fecal microbial flora and diarrhea score in weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 200, 86–92. DOI: 10.1016/j.anifeeds.2014.12.010.



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-a9913  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636:579:639.3

## Probiotics: an innovative approach to enhancing aquaculture productivity

P. Ya. Pukalo<sup>✉</sup>

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

### Article info

Received 02.08.2023  
Received in revised form  
04.09.2023  
Accepted 05.09.2023

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-234-84-19  
E-mail: ppukalo@gmail.com

**Pukalo, P. Ya. (2023). Probiotics: an innovative approach to enhancing aquaculture productivity. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 78–83. doi: 10.32718/nvlvet-a9913**

Probiotics refer to live beneficial microorganisms introduced into the digestive system via food or water, contributing to overall well-being by promoting a balanced internal microbial environment. These probiotic microorganisms produce a variety of substances, including bacteriocins, siderophores, lysozymes, proteases, and hydrogen peroxide, which effectively inhibit the growth of harmful pathogens. Furthermore, these beneficial bacteria generate a diverse set of enzymes, including amylase enzymes produced by *Aeromonas* spp., *Bacillus subtilis*, *Bacteroidaceae*, *Clostridium* spp., *Lactobacillus plantarum*, and *Staphylococcus* sp., as well as protease and cellulase enzymes produced by *B. subtilis*, *L. plantarum*, and *Staphylococcus* sp. In aquaculture, probiotics have several advantages and play a crucial role in improving fish growth rates, disease resistance, immunity, maintaining health, intestinal epithelial integrity, supporting gut microbiota, and enhancing water quality. Furthermore, the practical application of probiotics in fish diets can reduce the negative impact of antibiotics. The incorporation of these supplements into fish feeds would contribute to improving their productivity and efficient feeds utilization, thereby increasing fish production and safeguarding human health. This article provides an overview of the use of probiotic preparations in aquaculture. It presents information about the composition of the innate microflora in fish, as well as historical facts regarding the development of probiotics in aquaculture. The data analysis indicates that probiotics are effective and environmentally friendly, making them suitable for the entire aquaculture system, including primary and supplementary feeding, as well as water purification. They have a positive impact on the health of aquatic organisms and consumers. Additionally, the article discusses the appropriateness of probiotic use in aquaculture for dynamic and environmentally safe fish farming development, aiming to reduce the spread of antibiotic and chemical resistance and address disease treatment and prevention in fish farms.

**Key words:** probiotics, aquaculture, microbiota, fish farming.

## Пробіотики: інноваційний підхід до підвищення продуктивності аквакультури

П. Я. Пукало<sup>✉</sup>

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

Пробіотики – це живі корисні мікроорганізми, які вводяться в систему травлення через їжу або воду і сприяють зміцненню здоров'я, поліпшуючи внутрішній мікробіологічний баланс. Ці корисні мікроорганізми виробляють різноманітні речовини, такі як бактеріоцини, сидерофори, лізоцими, протеази та перекис водню, які ефективно пригнічують ріст шкідливих патогенів. Крім того, ці корисні бактерії виробляють низку ферментів, включаючи ферменти амілази, що виробляються *Aeromonas* spp., *Bacillus subtilis*, *Bacteroidaceae*, *Clostridium* spp., *Lactobacillus plantarum* і *Staphylococcus* sp., а також ферменти протеази і целюлази, які виробляються *B. subtilis*, *L. plantarum* і *Staphylococcus* sp. У сфері аквакультури пробіотики мають низку переваг і відіграють важливу роль у покращенні показників росту риб, стійкості до захворювань, підвищенні імунітету, забезпеченні стану здоров'я, цілісності кишкового епітелію, підтримці мікробіоти кишечнику та поліпшенні якості води. Крім того, практичне застосування пробіотиків у раціонах для риб може зменшити негативний вплив антибіотиків. Поширення цих добавок у кормах для риб сприя-

*тиме підвищенню їх продуктивності та ефективному використанню кормів, що своєю чергою підвищить виробництво риби та допоможе зберегти здоров'я людей. У даній статті зроблено огляд використання пробіотичних препаратів в аквакультурі. Наведена інформація про склад вродженої мікрофлори у риб, а також історичні факти стосовно розвитку пробіотиків в аквакультурі. Аналіз даних свідчить, що пробіотики позитивно впливають на здоров'я водних організмів та споживачів. Крім того, обговорено доцільність використання пробіотиків в аквакультурі для динамічного та екологічно безпечного розвитку рибництва з метою зменшення стійкості до антибіотиків та хімічних речовин і вирішення питань лікування та профілактики захворювань у рибницьких фермах.*

**Ключові слова:** пробіотики, аквакультура, мікробіота, рибництво.

## Вступ

Аквакультура є важливою діяльністю для підвищення продовольчої безпеки та додаткового заробітку для рибалок. Крім того, стрімкий приріст населення, зростаюча потреба в доступних джерелах білка та зменшення вилову риби з природних водойм створили необхідність в швидкому і невідкладному розвитку аквакультури. Останнім часом рибне господарство набуває все більшої популярності, оскільки аквакультура є найбільш перспективною діяльністю для задоволення світового попиту на продукти харчування. Темпи виробництва продукції аквакультури вищі, ніж у будь-якій іншій галузі виробництва їжі, і цей ріст буде вирішальним у боротьбі з нестачею їжі та недоїданням і відповідатиме зростаючому світовому попиту на їжу (El-Saadony et al., 2021).

Риба є багатим джерелом білків, жирних кислот, вітамінів, мінералів та важливих поживних мікроелементів. Проте збільшення рівня органічного забруднення та кількості умовно-патогенних бактерій у гідроекосистемі, особливо в системах закритого водопостачання з високою щільністю заселення, призводить до послаблення імунної відповіді гідробіонтів та великих втрат у виробництві.

Використання антимікробних препаратів як профілактичних та лікувальних засобів на сьогодні не є тривалим лікуванням, оскільки не завжди є ефективним: це призводить до дефіциту корисної мікробіоти, антибіотикорезистентності та зниження імунної відповіді й суттєво знижує приріст риби, тож спостерігається значний спад показників аквакультури (Balcazar et al., 2006).

Використання антибіотиків у виробництві харчових продуктів заборонено в багатьох країнах. Тому в даний час найбільш перспективним та ефективним засобом лікування і профілактики є використання препаратів на основі живих мікробних культур. Ці препарати мають ряд переваг порівняно з антимікробними препаратами інших груп. Вони є фізіологічно сумісними, мають виражену антимікробну активність щодо патогенних та умовно-патогенних бактерій, здійснюють імунокорегуючу та протизапальну дію, сприяють стимуляції моторної функції кишечника. Вони також менше сприяють формуванню стійких штамів мікроорганізмів. Пробіотичні препарати є дуже ефективними для забезпечення стійкості мікробіологічних екосистем та позитивно впливають на фізіологічні функції, біохімічні та поведінкові реакції організму господаря через оптимізацію його мікробіологічного статусу (Afc, 1989).

## Мета дослідження

Метою роботи було узагальнити літературні дані щодо використання пробіотичних препаратів для лікування бактеріальних захворювань гідробіонтів з метою підвищення продуктивності вирощування комерційної риби. Ця робота спрямована на збір та аналіз інформації про застосування пробіотиків у сфері аквакультури з метою з'ясування їхньої потенційної користі для підвищення якості та кількості вирощеної риби. Такий підхід може допомогти у боротьбі з бактеріальними інфекціями та посилити ефективність аквакультурного виробництва, сприяючи сталому розвитку галузі.

## Результати та їх обговорення

Аквакультура – це галузь сільського господарства, яка займається вирощуванням та розведенням водних живих організмів для отримання продуктів, таких як риба та інші водні види, а також для виробництва кормів, збереження та відтворення біоресурсів, інтродукції нових видів, переселення, акліматизації та реакліматизації гідробіонтів. Порівняно з рибальством, ця діяльність дозволяє вибіркове збільшення виробництва видів, які використовуються для споживання людиною, промисловості чи риболовлі. Внаслідок перетримки дикої популяції аквакультура стала економічно важливою галуззю в усьому світі. В останні десятиліття аквакультура значно посилила свій внесок у глобальне виробництво продуктів харчування, сировини для промислових та фармацевтичних цілей, а також постачання водних організмів для акваріумної торгівлі та заселення водойм (Martínez Cruz et al., 2012).

Аквакультура має тривалу історію, що почалася принаймні у 475 р. до н. е. в Китаї, однак стала важливою наприкінці сорокових років двадцятого століття, оскільки методи аквакультури можна було використовувати для заселення водойм як доповнення до природного розмноження. На сьогодні аквакультура є прибутковою галуззю (Cressey, 2009).

Проте інтенсифікація аквакультури передбачає вирощування на великій щільності, що спричинило значні збитки для навколишнього середовища через викиди концентрованих органічних відходів, які вибирають розчинений кисень в ставках, внаслідок чого утворюються токсичні метаболіти (такі як водень сульфід, метан, аміак та нітрити), які часто є причиною смертності. В таких умовах інтенсивного вирощування водні організми піддаються значному стресу, що призводить до збільшення випадків захворювань і зменшення продуктивності. Хвороби риб та погір-



шення екологічних умов часто виникають і призводять до значних економічних втрат (Bondad-Reantaso et al., 2005).

В аквакультури традиційно використовували антибіотики для запобігання захворюванням у культивованих видів. Однак це призвело до проблем, таких як залишки антибіотиків у тканинах гідробіонтів, розвиток стійкості бактерій і дисбаланс у мікробіоті шлунково-кишкового тракту водних видів. Особливо важливо зазначити, що Європейський Союз регулює використання антибіотиків в організмах, призначених для споживання людиною (Schmerold et al., 2023). Зараз споживачі націлюються на натуральні продукти без антибіотиків, і тенденція полягає в запобіганні захворюванням, а не їх лікуванні. В цьому контексті використання пробіотиків стає життєздатною альтернативою для обмеження патогенів та контролю захворювань у культурних видах аквакультури.

Використання антибіотиків у ветеринарії стало причиною стійкості бактерій до них, що має потенційні ризики для громадського здоров'я (Nomoto, 2005).

Стійкість до антибіотиків може бути набутою через хромосомні мутації або придбання плазмід. Хромосомні мутації не передаються іншим бактеріям, але резистентні плазміди можуть швидко розповсюджуватися, призводячи до високого відсотка патогенних бактерій, які стають стійкими до антибіотиків (Balcazar et al., 2006).

Пробіотик – це порівняно новий термін, який використовується для позначення мікроорганізмів, які пов'язані з корисними ефектами для організму господаря. Термін “пробіотик” походить від грецького слова “pro” і “bios”, що означає “живий”. Він мав різні значення протягом багатьох років. І. І. Мечников вперше описав позитивну роль деяких бактерій у фермерів, які споживали молоко з хвороботворними мікроорганізмами і зауважив, що залежність від кишкових мікробів для їжі дозволяє вжити заходів для зміни флори нашого тіла та замінити шкідливі мікроби корисними мікробами (Metchnikoff, 1907). Термін “пробіотик” був введений до 1965 року і використовувався для опису речовин, які продукуються мікроорганізмами і подовжують логарифмічну фазу росту інших видів мікроорганізмів (Lilly & Stillwell, 1965). У 1974 році термін “пробіотик” використав Паркер для опису живих мікробних харчових добавок, які сприяють мікробному балансу кишечника (Parker, 1974). Подальші дослідження розширили визначення пробіотиків, вказуючи, що вони можуть мати антимікробну дію, модифікувати мікробіоту, імунну систему та інше, що призводить до покращення здоров'я господаря (Zaloi'lo et al., 2021).

Протягом багатьох років дослідження були зосереджені на мікроорганізмах, характерних для кишкової мікробіоти, і термін “пробіотик” в основному обмежувався грам-позитивними молочнокислими бактеріями (Verschuere et al., 2000), особливо представниками родів *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* і *Streptococcus* (Vázquez et al., 1996). На відміну від наземних тварин шлунково-кишкова мікробіота водних видів особливо залежить від зовнішнього середо-

вища через потік води, що проходить через травний тракт. Таким чином, більшість бактерій тимчасово перебувають у кишечнику через постійне надходження води та їжі разом із наявними в них мікроорганізмами. Хоча повідомлялося про наявність в шлунково-кишковому тракті водних тварин потенційно патогенних бактерій, таких як *Salmonella*, *Listeria* та *Escherichia coli*, також були ідентифіковані пробіотичні бактерії та інші мікроорганізми. До них належать грам-позитивні бактерії, такі як *Bacillus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus* і кілька видів *Lactobacillus*; грам-негативні, факультативні анаеробні, такі як *Vibrio* і *Pseudomonas*, а також деякі гриби, дріжджі та водорості родів *Debaryomyces*, *Saccharomyces* і *Tetraselmis* відповідно (Irianto & Austin, 2002; Burr et al., 2005; Vine et al., 2006).

Перше емпіричне застосування пробіотиків в аквакультури зробив Kozasa M. (1986), враховуючи користь використання пробіотиків для людини і птахівництва. Він використовував спори *Bacillus toyoi* як добавку до корму для підвищення швидкості росту жовтохвоста *Seriola quinqueradiata*. У 1991 році Porubcan R. S. (1991) задокументував використання *Bacillus* spp., щоб перевірити його здатність збільшити продуктивність фермування *Penaeus monodon* і поліпшити якість води шляхом зниження концентрацій аміаку та нітритів. З метою уникнення або зменшення використання певних антимікробних засобів, був проведений біологічний контроль, описаний як використання природних ворогів для зменшення завданої шкоди шкідливим організмам. Іншими словами, пробіотики не можна вважати біологічними контрольними агентами, оскільки вони не завжди є природними агентами боротьби з патогенами (Gomez-Gil et al., 2000). Однак деякі пробіотики мають здатність пригнічувати ріст патогенних бактерій. Moriarty визначив здатність *Bacillus* spp. знижувати частку *Vibrio* spp. в ставках з креветками, особливо в осадових відкладеннях (Moriarty, 1998). Подальші дослідження підкреслюють здатність пробіотиків стимулювати апетит, підвищувати поглинання поживних речовин та підсилювати імунну систему господаря (Irianto & Austin, 2002; Wang et al., 2008).

Потреба в стійкій аквакультури стимулювала дослідження використання пробіотиків для водних організмів. Спочатку основний інтерес був спрямований на їхню роль як засобів стимулювання росту та зміцнення здоров'я тварин. Проте з часом були виявлені нові сфери застосування, такі як вплив на репродукцію та збільшення стійкості до стресу, хоча це потребує подальшого наукового дослідження.

Пробіотики застосовуються в аквакультури з метою покращення росту і здоров'я культивованих видів. Щодо їхньої ролі у збільшенні апетиту та засвоєності їжі – є більше невідомих. За результатами досліджень, пробіотики можуть колонізувати шлунково-кишковий тракт на тривалий період і мати численні переваги для гідробіонтів залежно від різних факторів, таких як вид, температура тіла, генетична стійкість і якість води. Вони також демонстрували позитивний вплив на ріст фітопланктону та коловерток, що є важливим живим кормом. Пробіотики успі-

шно використовувалися для посилення росту ставових та декоративних риб, а також вирощування моллюсків (Lara-Flores et al., 2003).

Пробіотичні мікроорганізми мають здатність виробляти речовини, які мають бактерицидну або бактериостатичну дію на патогенні бактерії в шлунково-кишковому тракті господаря. Це створює бар'єр проти розмноження умовно-патогенних мікроорганізмів. Ефект антибактеріальної дії може бути зумовлений виділенням антибіотиків, бактеріоцинів, сидерофорів, ферментів (лізоцимів, протеаз) або перекису водню, а також зміною рН у кишечнику через утворення органічних кислот (Verschuere et al., 2000).

Пробіотики також можуть підвищувати неспецифічну імунну відповідь у водних видів, таку як активність лізоциму, міграція нейтрофілів та бактерицидна активність, що сприяє стійкості риби до інфекцій. Вони здатні інактивувати кілька патогенів, таких як *Aeromonas hydrophila* та *Vibrio alginolyticus*. За допомогою пробіотиків можна створювати здорову мікробіоту в шлунково-кишковому тракті водних видів, зменшуючи кількість гетеротрофних мікроорганізмів.

У деяких випадках використання пробіотиків дозволило підвищити виживаність і ріст водних організмів порівняно з антимікробними засобами. Використання пробіотиків стало ефективним способом контролю захворювань і покращення здоров'я в аквакультурі. Додавання пробіотиків до корму дволіток коропа призвело до збільшення маси риб та рибопродуктивності (Dobrjans'ka et al., 2019).

Пробіотики поліпшують травлення водних тварин, продукуючи ферменти та нутрієнти, що полегшують засвоєння поживних речовин. В деяких дослідженнях виявлено позитивний вплив пробіотиків на ріст та активність травних ферментів у водних організмів. Наприклад, *Bacillus*-пробіотики підвищують розмір і активність риби, а також сприяють розвитку травного процесу. Такі пробіотики також сприяють засвоєнню сухої речовини, протеїну та фосфору у білих креветках *Litopenaeus vannamei* та *Fenneropenaeus indicus*. У гуппі та мечохвоста виявлено збільшення розмірів і активності травних ферментів у травному тракті при використанні *Bacillus subtilis* як пробіотика (Ghosh et al., 2008).

Дослідження показують, що пробіотичні штами, особливо грампозитивні бактерії роду *Bacillus*, можуть поліпшувати якість води в аквакультурі. Це можливо завдяки їхній ефективності у перетворенні органічної речовини на CO<sub>2</sub>. Збільшуючи концентрацію пробіотиків у виробничих ставках, рибоводи можуть зменшити накопичення розчиненого та твердого органічного вуглецю під час вегетаційного періоду і підтримувати баланс виробництва фітопланктону (Balcazar et al., 2006).

Додавання пробіотиків, таких як *Bacillus licheniformis* і *B. subtilis*, під час культивування тилаїпії підвищує якість води та покращує параметри, необхідні для вирощування риби. Це включає концентрацію розчиненого кисню, аміаку та рН (EL-Haroun et al., 2006).

Деякі дослідження також показують, що пробіотики можуть сприяти зменшенню концентрації аміаку,

нітратів та фосфатів у воді. Однак не всі дослідження підтверджують покращення якості води при застосуванні пробіотиків, і вони можуть варіювати залежно від конкретних умов аквакультури та виду пробіотика, що використовується.

Аквакультура часто вимагає інтенсивного вирощування, що може спричинити стрес у культивованих видів, таких як риби. Стрес може негативно впливати на ріст та розвиток тварин, включаючи синтез м'язового білка (Vianello et al., 2003). Додавання пробіотика *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *delbrueckii* до раціону європейського морського окуня (*Dicentrarchus labrax*) зменшує рівень гормону кортизолу в тканинах риби, що є маркером стресу. Це може свідчити про зменшення стресу у риб, які отримують пробіотик (Carnevali et al., 2006).

Дослідження також проводилися за допомогою стрес-тестів, таких як тепловий шок, на рибах, вирощених в рециркуляційних системах. Групи, які отримували пробіотики, виявили більшу толерантність до стресу порівняно з контрольною групою.

Рівні лактату та глюкози в плазмі також можуть служити індикаторами стресу. У дорадо (*Sparus auratus*), що отримували пробіотик, спостерігалось підвищення запасів глікогену і тригліцеридів у печінці, що свідчить про зменшення стресу.

Додавання пробіотиків також може позитивно впливати на антиоксидантну відповідь тварини на окислювальний стрес, збільшуючи активність антиоксидантних ферментів, таких як супероксиддисмутаза та каталаза (Tapia-Paniagua et al., 2012).

Пробіотичні добавки можуть позитивно впливати на репродуктивну здатність риб. У дослідженні Ghosh et al. (2007), використовуючи штаму *Bacillus subtilis*, виділений з кишечника *Cirrhinus mrigala*, доданий до раціону чотирьох видів декоративних риб, виявлено збільшення гонадосоматичного індексу, плодючості, життєздатності та виробництва мальків у самок всіх видів. Це свідчить про позитивний вплив пробіотика на репродукційну функцію риб.

Дослідники також вказали, що комплекс вітамінів групи В, синтезований пробіотиком, може сприяти зменшенню кількості мертвих або деформованих алевінів, що є ще одним позитивним аспектом впливу пробіотиків на репродукцію риб.

Аналогічні дослідження з використанням комерційного пробіотика, що містить різні бактерії, показали значне збільшення виробництва алевіну та відносної плодючості в групах, які отримували пробіотики порівняно з контрольною групою. Отримані результати свідчать про потенційну можливість використання пробіотиків для покращення репродуктивної здатності риб в аквакультурі (Abasali & Mohamad, 2010).

## Висновки

Використання пробіотиків у аквакультурі має значний вплив на водні організми. Пробіотики зменшують накопичення органічних забруднень та ефективно підтримують якість води. Сучасні пробіотичні організми можуть сприяти стійкому розвитку аквакультури,

підсилюючи два ключові фактори: ефективність росту та стійкість до захворювань.

Використання пробіотиків залишається актуальним напрямком, хоча їхнє потенційне застосування ще потребує подальших наукових досліджень та практичних випробувань. На цей час комерційні пробіотики не завжди надають очікуваний позитивний вплив, що підкреслює важливість пошуку та вивчення нових потенційних пробіотичних засобів з природного середовища. Цей процес спрямований на підвищення якості та безпеки продукції аквакультури, зменшення ризику захворювань риб і сприяє сталому та ефективному розвитку цієї галузі.

*Перспективи подальших досліджень* полягають у ретельному виборі потенційних пробіотичних препаратів, які будуть адаптовані до конкретних видів риб та умов середовища їх утримання. Необхідно глибше розібратися в механізмах дії цих препаратів, щоб ефективно впливати на здоров'я та продуктивність риб. Для цього необхідно проводити подальші дослідження, спрямовані на вивчення спеціалізованих пробіотиків для конкретних видів риб.

#### Відомості про конфлікт інтересів

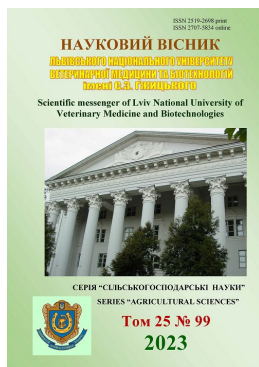
Автор зазначає, що в дослідженні немає жодних конфліктів інтересів з виробниками пробіотиків та товарів, які були згадані в статті. Згадка цих продуктів пов'язана виключно з використанням наукової літератури, яка була наведена у тексті, з метою демонстрації різноманітних можливостей застосування пробіотиків.

#### References

- Abasali, H., & Mohamad, S. (2010). Effect of dietary supplementation with probiotic on reproductive performance of female livebearing ornamental fish. *Research journal of animal sciences*, 4(4), 103–107. DOI: 10.3923/rjnasci.2010.103.107.
- Afrc, R. F. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of applied bacteriology*, 66(5), 365–378. DOI: 10.1111/j.1365-2672.1989.tb05105.x.
- Balcazar, J., de Blas, I., Ruiz-Zarzuola, I., et al. (2006). The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary microbiology*, 114(3-4), 173–186. DOI: 10.1016/j.vetmic.2006.01.009.
- Bondad-Reantaso, M. G. et al. (2005). Disease and health management in Asian aquaculture / *Veterinary parasitology*, 132(3-4), 249–272. DOI: 10.1016/j.vetpar.2005.07.005.
- Burr, G., Gatlin, D., & Ricke, S. (2005). Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. *Journal of the world aquaculture society*, 36(4), 425–436. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2005.tb00390.x.
- Carnevali, O. et al. (2006). Growth improvement by probiotic in European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*, L.), with particular attention to IGF-1, myostatin and cortisol gene expression. *Aquaculture*, 258(1-4), 430–438. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.04.025.
- Cressey, D. (2009). Aquaculture: future fish. *Nature*, 458(7237), 398–400. DOI: 10.1038/458398a.
- Dobryjans'ka, O. P., Deren', O. V., & Grygorenko, T. V. (2019). Produktyvni pokaznyky dvolitok koropa pry zastosuvanni v godivli prebiotyka v umovah vyroshhuval'nyh staviv Rybogospodars'ka nauka Ukrainy, 4(50), 95–108. DOI: 10.15407/fsu2019.04.095 (in Ukrainian).
- El-Haroun, E. R., Goda, A. M. A.-S., Kabir Chowdhury, M. A. (2006). Effect of dietary probiotic biogen supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture research*, 37(14), 1473–1480. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2006.01584.x.
- El-Saadony, M. T., Alagawany M., Patra A. K., Kar I., et al. (2021). The functionality of probiotics in aquaculture: an overview / *Fish & shellfish immunology*, 117, 36–52. DOI: 10.1016/j.fsi.2021.07.007.
- Ghosh, S., Sinha, A., & Sahu, C. (2007). Effect of probiotic on reproductive performance in female livebearing ornamental fish. *Aquaculture research*, 38(5), 518–526. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2007.01696.x.
- Ghosh, S., Sinha, A., & Sahu, C. (2008). Dietary probiotic supplementation in growth and health of live-bearing ornamental fishes. *Aquaculture nutrition*, 14(4), 289–299. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2007.00529.x.
- Gomez-Gil, B., Roque, A., & Turnbull, J. F. (2000). The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. *Aquaculture*, 191(1-3), 259–270. DOI: 10.1016/s0044-8486(00)00431-2.
- Irianto, A., & Austin, B. (2002). Probiotics in aquaculture. *Journal of fish diseases*, 25(11), 633–642. DOI: 10.1046/j.1365-2761.2002.00422.x.
- Kozasa, M. (1986). Toyocerin (*Bacillus toyoi*) as growth promoter for animal feeding. *Microbiologie Aliments Nutrition*, 4(2), 121–135.
- Lara-Flores, M., Olvera-Novoa, M. A., Guzmán-Méndez, B. E., López-Madrid, W. (2003). Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 216(1-4), 193–201. DOI: 10.1016/s0044-8486(02)00277-6.
- Lilly, D. M., & Stillwell, R. H. (1965). Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science*, 147(3659), 747–748. DOI: 10.1126/science.147.3659.747.
- Martínez Cruz, P., Ibáñez, A. L., Monroy Herмосillo, O. A., & Ramírez Saad, H. C. (2012). Use of probiotics in aquaculture. *ISRN microbiology*, 2012, 1–13. DOI: 10.5402/2012/916845.
- Metchnikoff, E. (1907). *The Prolongation of Life, Optimistic Studies*. London, UK: Mitchell Heinemann.
- Lactic acid as inhibiting intestinal putrefaction, 161–183.
- Moriarty, D. J. W. (1998). Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture*, 164(1-4), 351–358. DOI: 10.1016/s0044-8486(98)00199-9.
- Nomoto, K. (2005). Prevention of infections by probiotics. *Journal of bioscience and bioengineering*, 100(6), 583–592. DOI: 10.1263/jbb.100.583.
- Parker, R. B. (1974). Probiotics, the other half of the antibiotics story. *Animal Nutrition Health*, 29, 4–8.

- Porubcan, R. S. (1991). Reduction in chemical oxygen demand and improvement in *Penaeus monodon* yield in ponds inoculated with aerobic *Bacillus* bacteria. Proceedings of the Program and Abstracts of the 22nd Annual Conference and Exposition; June 1991; Puerto Rico, Spain. World Aquaculture Society.
- Porubcan, R. S. (1991). Reduction of ammonia nitrogen and nitrite in tanks of *Penaeus monodon* using floating biofilters containing processed diatomaceous earth media pre-inoculated with nitrifying bacteria. Proceedings of the Program and Abstracts of the 22nd Annual Conference and Exposition; June 1991; Puerto Rico, Spain. World Aquaculture Society.
- Schmerold, I., van Geijlswijk, I., & Gehring, R. (2023). European regulations on the use of antibiotics in veterinary medicine. *European journal of pharmaceutical sciences*, 189, 106473. DOI: 10.1016/j.ejps.2023.106473.
- Tapia-Paniagua, S. T., Díaz-Rosales, P., León-Rubio, J. M. et al. (2012). Use of the probiotic *Shewanella putrefaciens* pdp11 on the culture of senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup 1858) and gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture international*, 20(6), 1025–1039. DOI: 10.1007/s10499-012-9509-5.
- Vázquez, L., Hernández, R., Sainz, E., et al. (1996). Cambio en la flora intestinal de ratones por la administración de bifidobacterias y jugo de girasol. *Veterinaria México*, 27(2), 127–131. URL: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-208043>.
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. (2000). Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and molecular biology reviews*, 64(4), 655–671. DOI: 10.1128/mmr.64.4.655-671.2000.
- Vianello, S. et al. (2003). Myostatin expression during development and chronic stress in zebrafish (*Danio rerio*). *Journal of endocrinology*, 176(1), 47–59. DOI: 10.1677/joe.0.1760047.
- Vine, N. G., Leukes, W. D., & Kaiser, H. (2006). Probiotics in marine larviculture. *FEMS microbiology reviews*, 30(3), 404–427. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2006.00017.x.
- Wang, Y.-B., Li, J.-R., & Lin, J. (2008). Probiotics in aquaculture: challenges and outlook. *Aquaculture*, 281(1–4), 1–4. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.06.002.
- Zaloi'lo, I. A., Zaloi'lo, O. V., Rud', Ju. P., Grycynjak, I. I., & Zaloi'lo, Je. I. (2021). Zastosuvannja probiotykyv v akvakul'turi. *Rybogospodars'ka nauka Ukraïny*, 2, 59–81 (in Ukrainian).





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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9914  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.32/38:677.31:577.1

## Sulfur and Cystine Content in Various Sheep Wool Breeds and Their Correlation with Wool Growth and Strength

V. M. Tkachuk<sup>1</sup>, N. M. Ohorodnyk<sup>1</sup>, N. R. Motko<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Lviv National University of Nature Conservation, Dubliany, Ukraine

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

### Article info

Received 04.08.2023

Received in revised form

04.09.2023

Accepted 05.09.2023

*Tkachuk, V. M., Ohorodnyk, N. M., & Motko, N. R. (2023). Sulfur and Cystine Content in Various Sheep Wool Breeds and Their Correlation with Wool Growth and Strength. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 84–88. doi: 10.32718/nvlvet-a9914*

Lviv National University of  
Nature Conservation,  
Volodymyra Velykoho Str., 1,  
Dubliany, Lviv Region,  
80831, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-579-20-55  
E-mail: nataliamotko@ukr.net

This scholarly article presents a comprehensive analysis of sulfur and cystine content in the wool of various sheep breeds, with a particular focus on their relationship with wool growth and strength. The breeds under scrutiny include the Askanian fine-wool, Prekos, Latvian dark-headed, Ukrainian Carpathian mountain, and Karakul breeds. Our research revolves around wool samples extracted from the scapula area before the spring shearing process. Our findings reveal that the highest sulfur content is observed in the wool of Karakul sheep (3.05 %) and Prekos sheep (2.90 %), whereas the lowest sulfur content is noted in Latvian dark-headed sheep (2.65 %). Conversely, the highest cystine content is exhibited in the wool of Askanian fine-wool sheep (11.87 %) and Prekos sheep (11.46 %), while the lowest cystine content characterizes the wool of Karakul sheep (8.99 %) and the Latvian dark-headed breed (10.10 %). The genetic factors, specifically breed-specific characteristics, impact on the rate of wool growth. The most rapid growth rates are observed in Karakul sheep (873 mg/cm/day) and Askanian fine-wool sheep (857 mg/cm/day). Slightly lower growth rates are noted in Prekos breed sheep (844 mg/cm/day) and Ukrainian Carpathian mountain breed sheep (766 mg/cm/day). The lowest growth rates are recorded in Latvian dark-headed sheep (742 mg/cm/day). Furthermore, we establish that the highest tensile strength values are associated with the coarse wool of Karakul sheep (9.6 cN/tex) and the semi-coarse wool of Ukrainian Carpathian mountain sheep (9.3 cN/tex), as these fibers possess the thickest cuticular layer. Conversely, the lowest tensile strength values are observed in the wool of Latvian dark-headed sheep (7.0 cN/tex) and Prekos breed (7.1 cN/tex). An examination of the data reveals that there is no statistically significant correlation between the content of sulfur and cystine and the rate of wool growth. However, a robust direct correlational relationship is identified between the sulfur content and fiber strength (with correlation coefficients of  $r = 0.831$  for Karakul breed sheep wool,  $0.713$  for Latvian dark-headed,  $0.698$  for Ukrainian Carpathian mountain,  $0.544$  for Askanian fine-wool, and  $0.460$  for Prekos breed wool).

**Key words:** Sheep breeds, Wool, Sulfur, Cystine, Wool growth, Tensile strength, Correlational relationship.

## Вміст сульфуру та цистину у вовні різних порід овець і їх зв'язок з ростом вовни та її міцністю

V. M. Tkachuk<sup>1</sup>, N. M. Ohorodnyk<sup>1</sup>, N. R. Motko<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна

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

У статті наведено дані про особливості вмісту Сульфуру та цистину у вовні різних порід овець та їх зв'язок з ростом вовни і її міцністю. До уваги взяли такі породи: асканійську тонкорунну, прекос, латвійську темноголово, українську гірськокарпатську та каракульську. Об'єктом досліджень служила вовна, зразки якої відбирали з ділянки шкури за лопаткою перед весняною стрижкою. Показано, що найвищий вміст Сульфуру є у вовні каракульської породи (3,05 %) та породи прекос (2,90 %), а найнижчий — у латвійських темноголових овець (2,65 %). Натомість, найвищий вміст цистину зафіксовано у овець асканійської тонкорунної породи (11,87 %) та породи прекос (11,46 %), а найнижчим його вмістом характеризується вовна каракульських овець (8,99 %) та латвійської темноголової породи (10,10 %). Генетичні чинники, тобто породні особливості, впливають на темпи росту вовни. Найвищими вони є у каракульських овець (873 мг/см/добу) та овець асканійської тонкорунної породи (857 мг/см/добу). Децю нижчими в овець породи прекос (844 мг/см/добу) та української гірськокарпатської породи (766 мг/см/добу), а найнижчими — латвійських темноголових овець (742 мг/см/добу). Встановлено, що найвищі показники міцності на розрив характерні для грубої вовни каракульських (9,6 сН/текс) та напівгрубої українських гірськокарпатських овець (9,3 сН/текс), оскільки саме ці волокна характеризуються найтовстішим кутикулярним шаром. Натомість найнижчі показники міцності характерні для вовни овець латвійської темноголової породи (7,0 сН/текс) та прекос (7,1 сН/текс). У результаті аналізу отриманих даних між вмістом Сульфуру і цистину та інтенсивністю росту вовни не виявлено кореляційних зв'язків. Натомість між вмістом Сульфуру та міцністю волокон існує пряма корелятивна залежність ( $r = 0,831$  для вовни каракульської породи овець,  $0,713$  для латвійської темноголової,  $0,698$  для української гірськокарпатської,  $0,544$  для асканійської тонкорунної та  $0,460$  для вовни овець породи прекос).

**Ключові слова:** породи овець, вовна, Сульфур, цистин, природи вовни, міцність, корелятивна залежність.

## Вступ

Овеча вовна – це екологічно чистий матеріал, який, маючи унікальні фізико-хімічні властивості та широкі можливості поєднання з іншими волокнистими матеріалами, є цінною та незамінною сировиною для текстильної промисловості. Незамінність вовни зумовлена наявністю притаманного лише їй комплексу властивостей. Зокрема таких, як добрі санітарно-гігієнічні показники та теплорозізоляція, легкість, м'якість, висока гігроскопічність, валкоздатність, здатність пропускати ультрафіолетові промені (Mureşan et al., 2020; Ibrahim et al., 2022).

Питання якості вовняної сировини і досі залишається актуальним, оскільки вона ще досить низька і не завжди задовольняє вимоги текстильної промисловості. Значна кількість вовни належить до дефектної (Tkachuk et al., 2014). Лише поліпшення її якості надасть змогу конкурувати вовні із синтетичними волокнами (Saha et al., 2019).

Грунтовні знання щодо структури вовни, її хімічного складу та фізичних властивостей слугуватиме базою для подальшого розширення й поглиблення цієї проблематики. Це збагатить теоретичну основу практичного вівчарства у плані повноцінної реалізації генетичного потенціалу овець у продукуванні більшої кількості високоякісної вовни (Rippon, 2003).

Чиста, суха і обезжирена (позбавлена домішок) вовна майже на 96 % складається з білка кератину й лише незначна кількість представлена небілковими компонентами. До них належать ліпіди, продукти вуглеводного та білкового обміну (сечова кислота, пурини, амінокислоти, сечовина, глікоген, лимонна кислота, феноли тощо), мінеральні елементи (Zhang & Fan, 2021; Wu & Irwin, 2018).

Кератин належить до нерозчинних протеїнів зі значним вмістом Сульфуру. Саме кератинове волокно складається з понад 170 білкових молекул з молекулярною масою від декількох тисяч до 100000 Да (Deb-Choudhury, 2018).

До складу кератину входить близько 20 амінокислот, з яких найбільший відсоток припадає на цистин, глютамінову та аспарагінову кислоти, серин, лейцин, аргінін. Різні групи білків кератину вовни, як і морфо-

структурні компоненти, істотно відрізняються за амінокислотним складом (Zahn et al., 2005).

На молекулярному рівні кератини відрізняються від інших структурних протеїнів високим рівнем дисульфідних зв'язків, які забезпечують утворення компактної тривимірної структури, стійкої до біологічної та хімічної деградації.

Зауважимо, що саме цистин у вовні поперечно зв'язує головні поліпептидні ланцюги, які з'єднані дисульфідними зв'язками. Ці зв'язки утворюються в процесі формування волокна на останній стадії кератинізації. З ними тісно пов'язані фізико-механічні властивості вовни, наприклад повна нерозчинність у воді, спиртї, розбавлених розчинах солей, лугів і кислот, органічних розчинників, стійкість до травних ферментів та особлива міцність і висока пружність волокон. Волокна є тим жорсткіші, чим частіше їх компоненти об'єднані в сітку за допомогою поперечних дисульфідних зв'язки між залишками амінокислоти цистеїну. Варто зауважити, що ці дисульфідні зв'язки можуть видозмінюватися, руйнуватися або зміцнюватися і викликати значні зміни хімічних і фізико-механічних властивостей волокна (Plowman et al., 2021).

Основну частину вовни (80 %), розчинену після попереднього окиснення або відновлення, можна розділити на дві групи білків: з великою молекулярною масою і низьким вмістом Сульфуру – фібрилярна структура та з меншою молекулярною масою і високим вмістом Сульфуру – глобулярна структура (Flanagan et al., 2002). Сульфур у вовні перебуває в складі різних сульфуровмісних сполук, але найбільша його кількість є у цистині (в середньому близько 75 %). Значно менший відсоток припадає на цистеїн, метіонін, лантіонін та цистеїнову кислоту. Отже, будь-яка зміна загального балансу Сульфуру вовни залежатиме, передусім, від цистину. Проте ймовірно, що перерозподіл інших сульфуровмісних сполук також матиме відповідний вплив. Ця регуляція відбувається під дією генетичних чинників (Chai et al., 2021).

До основних фізико-механічних показників вовни належать її міцність, довжина, тонина, звивистість, колір, блиск, пружність, еластичність і пластичність. Міцність вовни – це опір волокон на розрив. Вона залежить від хімічного складу і структури вовняного

волокна і тісно пов'язана з тониною. Зокрема, чим грубше волокно, тим більша його міцність (Stapaj et al., 2019). Від міцності залежить стійкість волокон при первинній обробці, а також тривалість використання готових виробів. Міцність вовни на розрив виражають в абсолютних і відносних показниках. Абсолютна міцність характеризується зусиллям, під дією якого волокно розривається, а відносна – величиною розривного зусилля, що припадає на одиницю площі поперечного перетину волокна. У процесі переробки вовни, починаючи з її миття, карбонізації, чесання, відбілювання тощо, міцність волокон зазвичай зменшується. На міцність вовни також впливають конституція тварини, її фізіологічний стан, індивідуальні властивості, умови годівлі та утримання (Starkova et al., 2022). Отже, вовна володіє цілим комплексом ознак, що характеризують її фізичні, а отже – й технологічні властивості.

### Мета дослідження

Метою нашого дослідження було вивчення зв'язку росту вовни та її міцності з вмістом у ній Сульфуру і цистину у різних порід овець, зокрема прекос, асканійської тонкорунної, латвійської темноголової, української гірськокарпатської та каракульської.

### Матеріал і методи досліджень

Експериментальна частина роботи виконана на вівцematках таких порід овець: асканійській тонкорунній, прекос, латвійській темноголової, українській гірськокарпатській та каракульській. Вівцematки породи прекос утримувалися у ННВЦ “Комарнівське” Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, асканійської тонкорунної та каракульської порід належали дослідному господарству Інституту тваринництва степових районів ім. М. Ф. Іванова “Асканія-Нова”, вівцematки латвійської темноголової породи – господарству “Грядя”, тварини української гірськокарпатської породи (УГКП) – ФГ “Прометей” Коломийського району Івано-Франківської області.

Об'єктом біохімічних досліджень слугувала вовна, зразки якої відбирали з ділянки шкіри за лопаткою перед весняною стрижкою у чотирьох вівцematок з кожної породи. Перед дослідженнями вовну промивали в нейтральному миючому розчині при температурі 45–50 °С, ретельно ополіскували і висушували. Залишковий жир (віск) видаляли шляхом екстрагування взірців вовни в апараті Сокслетта чотирьохлористим вуглецем протягом 5 годин, а потім сумішшю спиртефіру.

Контроль за вовною продуктивністю досліджуваних тварин здійснювався шляхом обліку приросту волокон на обліковій площі шкіри розміром 100 см<sup>2</sup>. Сульфур визначали за методом І. А. Макара та співавторів, який ґрунтується на нефелометрії сульфату барію, стабілізованого гліцерином (Makar et al., 1989). Вміст цистину – за методом Фоліна-Марензі у модифікації Г. Цана і К. Траумана, принцип якого полягає у тому, що гідролізат вовни з фосфо-9-вольфрамовою

кислотою дає синювате забарвлення, інтенсивність якого залежить від вмісту цистину у досліджуваній пробі (Zahn & Traumann, 1954). Міцність вовни на розрив досліджували за допомогою апарата ДШ–3М (Vlizlo et al., 2012).

Одержані цифрові дані опрацьовано статистично за допомогою програми Microsoft EXCEL.

### Результати та їх обговорення

Синтез кератину невід'ємно пов'язаний з інтенсивним використанням сульфуровмісних сполук, головним чином амінокислоти цистеїну. Адже саме з двох молекул цистеїну складається цистин. Сполуки, в яких є –SH– групи, з одного боку – слугують пластичним матеріалом, а з іншого – визначають активність ензимів, які каталізують обмінні процеси у волосних фолікулах. Сама кератинізація вовнового волокна супроводжується окисненням сульфгідрильних груп у дисульфідні зв'язки.

Будь-яка зміна кількості загального Сульфуру у вовни залежить передусім від вмісту цистину. Зі зниженням його вмісту зменшується і вміст Сульфуру. Дисульфідні зв'язки у вовні, з якими тісно пов'язані її фізико-механічні властивості, формуються поліпептидними ланцюгами за допомогою цистину (Zhang, & Fan, 2021).

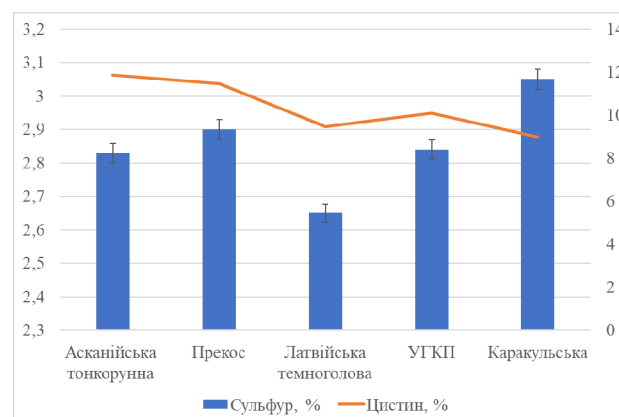
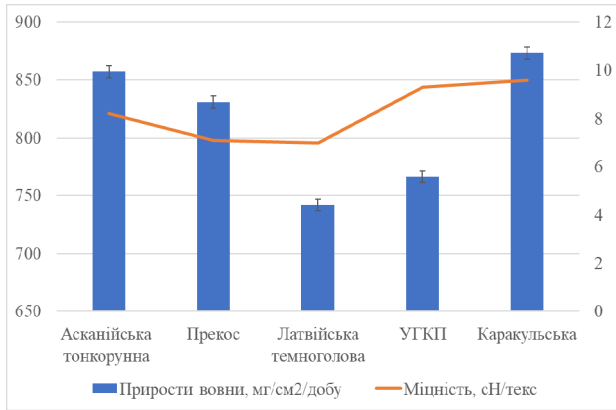


Рис. 1. Вміст Сульфуру та цистину у вовні різних порід овець

Результати досліджень насамперед засвідчили (рис. 1), що вміст у вовні Сульфуру та цистину значною мірою залежить від породи овець. Так, найвищий вміст Сульфуру виявили у овець каракульської породи (3,05 %) та породи прекос (2,90 %), а найнижчий – у латвійських темноголових овець (2,65 %). Натомість найвищий вміст цистину зафіксовано в овець асканійської тонкорунної породи (11,87 %) та породи прекос (11,46 %), а найнижчим його вмістом характеризується вовна каракульських овець (8,99 %) та овець латвійської темноголової породи (10,10 %). Ці особливості, очевидно, пов'язані з відмінностями у структурній організації вовни, оскільки, як відомо, каракульські вівці належать до грубововнових, українські гірськокарпатські – до напівгрубововнових, латвійські темноголові – до напівтонкорунних, а тварини аска-

нійської тонкорунної та породи прекос – до тонкорунних.

Встановлено, що генетичні чинники мали чіткий вплив на процеси росту вовни. Із даних **рис. 2** видно, що темпи росту вовни у тварин різних порід відрізнялись: найвищими вони виявилися у каракульських овець (873 мг/см/добу) та овець асканійської тонкорунної породи (857 мг/см/добу). Дещо нижча інтенсивність росту вовни спостерігалася у вівцематок породи прекос (844 мг/см/добу) та української гірськокарпатської породи (766 мг/см/добу), а найнижча була у латвійських темноголових овець (742 мг/см/добу).



**Рис. 2.** Прирости вовни та показники її міцності у різних порід овець

Міцність вовни чи не найважливіший з фізичних показників, що характеризує її технологічні властивості. Від міцності залежить стійкість волокон при первинній обробці вовни, зносостійкість та тривалість використання готових виробів.

Як показали дослідження (**рис. 2**), міцність вовни насамперед залежить від породи овець, а саме типу

волокон. Зокрема, найвищими показниками міцності на розрив характеризується груба вовна каракульських (9,6 сН/текс) та напівгруба українських гірськокарпатських овець (9,3 сН/текс). І це закономірно, оскільки, як показано у наших попередніх дослідженнях, саме ці волокна характеризуються найвищими показниками вмісту кількості внутрішніх ліпідів та бетакератоли, тобто кутикулярного шару волоса (**Tkachuk & Staraj, 2014**). Натомість найнижчі показники міцності характерні для вовни овець латвійської темноголової породи (7,0 сН/текс) та прекос (7,1 сН/текс).

Результати досліджень фізичних властивостей вовни до певної міри відзеркалюють особливості хімічного складу волокон, зокрема найвищі показники міцності вовни на розрив характерні для овець каракульської породи, і саме у цій вовні зафіксовано найвищий вміст Сульфуру. Натомість вовна латвійських темноголових овець, яка характеризується найнижчими показниками міцності, містить і найменшу кількість Сульфуру. Нагадаємо, що за міцність волокон відповідають дисульфідні зв'язки, які формуються саме за допомогою Сульфуру. Завдяки цим зв'язкам кератинові волокна також нерозчинні у воді та стійкіші до дії хімічних та фізичних чинників порівняно з іншими білками (**Deb-Choudhury et al., 2016**).

На жаль, у результаті аналізу отриманих даних (**табл. 1**) не виявлено зв'язків між вмістом у вовні Сульфуру та цистину з інтенсивністю росту вовни, натомість встановлено, що між вмістом Сульфуру та міцністю волокон існує пряма корелятивна залежність ( $r = 0,831$  – для вовни каракульської породи овець,  $0,713$  – для латвійської темноголової,  $0,698$  – для української гірськокарпатської,  $0,544$  – для асканійської тонкорунної та  $0,460$  – для вовни овець породи прекос).

**Таблиця 1**

Взаємозв'язки між міцністю та інтенсивністю росту вовни і вмістом у ній Сульфуру та цистину

Показники	Порода овець				
	Асканійська тонкорунна	Прекос	Латвійська темноголовка	УГКП	Каракульська
	Міцність				
Сульфур	0,544	0,460	0,713	0,698	0,831
Цистин	-0,234	0,145	0,354	-0,701	0,102
	Інтенсивність росту вовни				
Сульфур	0,542	-0,147	0,502	0,311	0,298
Цистин	0,374	-0,762	-0,440	-0,165	0,274

Отже, ріст вовни овець, її міцність, вміст у ній Сульфуру та цистину значною мірою залежать від генетичних чинників, тобто породних особливостей тварин.

### Висновки

1. Встановлено породні особливості росту вовни, її міцності, вмісту в ній Сульфуру та цистину. Показано, що найвищий вміст Сульфуру притаманний вовні каракульської породи та породи прекос, а найнижчий – латвійським темноголовим вівцям. Найвищий вміст цистину зафіксовано у вовні овець асканійської тон-

корунної породи та породи прекос, а найнижчий – у каракульських овець та латвійської темноголової породи.

2. Між вмістом Сульфуру та міцністю волокон існує пряма корелятивна залежність ( $r = 0,831$  для вовни каракульської породи овець,  $0,713$  для латвійської темноголової,  $0,698$  для української гірськокарпатської,  $0,544$  для асканійської тонкорунної та  $0,460$  для вовни овець породи прекос).

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження будуть спрямовані на охопленням більшої кількості порід овець різного напрямку продуктивності, а також впливу сезонних та годівельних чинни-



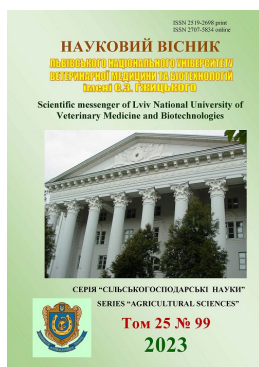
ків на формування фізико-хімічних властивостей вовняних волокон.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

### References

- Chai, Y., Sun, Y., Liu, B., Guo, L., Liu, Z., Zhou, L., Dai, L., Jia, C., Zhang, W., & Li, C. (2021). Role of sulfur metabolism gene and high-sulfur gene expression in wool growth regulation in the cashmere goat. *Front Genet*, 12, 715526. DOI: 10.3389/fgene.2021.715526.
- Deb-Choudhury, S. (2018). Crosslinking between trichocyte keratins and keratin associated proteins. *Adv Exp Med Biol*, 1054, 173–183. DOI: 10.1007/978-981-10-8195-8\_12.
- Deb-Choudhury, S., Plowman, J. E., & Harland, D. P. (2016). Isolation and analysis of keratins and keratin-associated proteins from hair and wool. *Methods Enzymol*, 568, 279–301. DOI: 10.1016/bs.mie.2015.07.018.
- Flanagan, L. M., Plowman, J. E., & Bryson W. G. (2002). The high sulphur proteins of wool: Towards an understanding of sheep breed diversity, 2(9), 1240–1246. DOI: 10.1002/1615-9861(200209)2:9<1240::AID-PROT1240>3.0.CO;2-#.
- Ibrahim, N. A., Amin, H. A., Abdel-Aziz, M. S., & Eid, B. M. (2022). A green approach for modification and functionalization of wool fabric using bio- and nano-technologies. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24, 3287–3302. DOI: 10.1007/s10098-022-02385-z.
- Makar, I. A., Gumenyuk, V. V., Lukashevsky, Z. F., & Stapay, P. V. (1989). Study of Wool Formation Processes. Methodical recommendations. Lviv, 19–20 (in Ukrainian).
- Mureşan, S. I. B., Tiuc, A. E., Nemeş, O., Vermeşan H., & Vasile, O. (2020). Innovative use of sheep wool for obtaining materials with improved sound-absorbing properties. *Materials (Basel)*, 13(3), 694. DOI: 10.3390/ma13030694.
- Plowman, J. E., Miller, R. E., Thomas, A., Grosvenor, A. J., Harland, D. P., & Deb-Choudhury, S. (2021). A detailed mapping of the readily accessible disulphide bonds in the cortex of wool fibres. *Proteins*, 89(6), 708–720. DOI: 10.1002/prot.26053.
- Rippon, J. A. (2003). *Wool. Encyclopedia of Polymer Science and Technology*. New York: Interscience.
- Saha, S., Arshad, M., Zubair, M., & Ullah, A. (2019). Keratin as a Biopolymer. In: *Keratin as a Protein Biopolymer*. Springer, Cham, 163–185. DOI: 10.1007/978-3-030-02901-2\_6.
- Stapaj, P. V., Tkachuk, V. M., Sedilo, G. M., & Ogorodnik, N. Z. (2019). Lipidi shkiri ta vovni ovec', ih rol' u procesah vovnoutvorennja i zberezheni prirodnih vlastivostej volokon. L'viv: Bona (in Ukrainian).
- Starkova, O., Sabalina, A., Voikiva, V., & Osite, A. (2022). Environmental effects on strength and failure strain distributions of sheep wool fibers. *Polymers (Basel)*, 14(13), 2651. DOI: 10.3390/polym14132651.
- Tkachuk, V. M., & Stapaj, P. V. (2014). Porivnialna kharakterystyka makrostruktury, khimichnogo skladu ta fizychnykh pokaznykiv vovni ovets riznykh porid. *Biologija tvaryn*, 16(4), 166–170 (in Ukrainian).
- Tkachuk, V. M., Havrylyak, V. V., Stapay, P. V., & Sedilo, H. M. (2014). Internal lipids of felted, yellowed and pathologically thin wool. *Ukr Biochem J*, 86(1), 131–138. DOI: 10.15407/ubj86.01.131.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B. et al. (2012). Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary. Lviv (in Ukrainian).
- Wu, D. D., & Irwin, D. M. (2018). Evolution of trichocyte keratin associated proteins. *Adv Exp Med Biol*, 1054, 47–56. DOI: 10.1007/978-981-10-8195-8\_5.
- Zahn, H., & Traumann, K. (1954). Zur Cystinanalyse von Wolle, Arbeitsvorschriften und Anwendungsbeispiele. *Melliand Textilber*, 35, 1069–1973.
- Zahn, H., Wortmann, F.-J., Wortmann, G. et al. (2005). *Wool*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Zhang, W., & Fan, Y. (2021). Structure of keratin. *Methods Mol Biol*, 2347, 41–53. DOI: 10.1007/978-1-0716-1574-4\_5.



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-a9915  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 632.154

## Ecological monitoring of the impact of agrochemical plant protection products on the adjacent areas of farming enterprises in Ternopil region

N. M. Glovyn, O. V. Pavliv✉

Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Berezhany Agritechnical Institute”, Berezhany, Ternopil region, Ukraine

### Article info

Received 04.08.2023  
Received in revised form  
04.09.2023  
Accepted 05.09.2023

**Glovyn, N. M., & Pavliv, O. V. (2023). Ecological monitoring of the impact of agrochemical plant protection products on the adjacent areas of farming enterprises in Ternopil region. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 89–93. doi: 10.32718/nvlvet-a9915**

Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Berezhany Agritechnical Institute”, Academicna Str, 20, Berezhany, Ternopil region, 47501, Ukraine.  
Tel.: +38-098-280-50-28  
E-mail: pavliv-1978@ukr.net

The article presents the results of ecological soil monitoring on the territories adjacent to agricultural storage facilities used for storing agrochemical plant protection products in the village of Vyshnivchyk, Ternopil region. The article is based on the study of the ecological monitoring of soil conditions on the territories adjacent to the areas where agrochemical plant protection products are stored. In most cases, these areas do not meet environmental and sanitary standards, posing a potential threat to the environment and the community's health. Inadequate storage conditions, which do not comply with the existing standards, release toxic residues from unused agrochemicals into the soil, water sources, and the air. Consequently, there is a risk of poisoning for both humans and animals. This study also includes an analysis of the composition of agrochemical substances from previous years on the territory of Vyshnivchyk village, Ternopil region (the territory of 'Denys K' Farm). A sheltered storage space near the village of Vyshnivchyk has been operating for more than 30 years. It was constructed in 1978 according to the standards of that time. Both bulk and liquid chemicals have been discharged into the quarry. The problem is further complicated because the landfill has no owner. It is unknown which specific toxic chemicals are present in the abandoned landfill. According to the accompanying documents, 465 tons of dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), over 200 tons of hexachlorane, and 7 tons of mercury and arsenic substances have been accumulated there. According to the results of the conducted agrochemical survey, the soil is characterized by a weakly acidic reaction (soil type – leached chernozem (black soil), coarse-silty, light-loamy, soil pH = 5.9; humus content – 3.6 %). Due to wind and water diffusion (pollutant dispersion up to 30 meters from the storage was detected), agrochemicals near the storage facility had the following content: 2,4-D amine salt (0.35), simazine (0.01–0.05 mg/kg), HCH (0.02–0.14), DDT (0.03–0.10), no detected methaphos, but present in the composition (0.19), no detected trichlorfon, but present in the composition (0.10) mg/kg. The productivity and stability of the ecosystems are significantly disrupted within a radius of up to 50 meters from the storage facility site, which hurts the biogeochemical cycling of substances. Therefore, the low presence of plant protection chemical residues near the storage facility in the village of Vyshnivchyk can be attributed to the fact that these pesticides were initially stored in the adjusted facility. However, over time (since the warehouse was established in 1978, and the containers have deteriorated), they have migrated into the soil beyond the storage area.

**Key words:** agrochemical plant protection products, substance concentration, persistent organic pollutants, agrochemicals, soil.

## Екологічний моніторинг впливу агрохімічних засобів захисту рослин фермерських господарств тернопільського району на прилеглі території

Н. М. Гловин, О. В. Павлів✉

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України “Бережанський агротехнічний інститут”, м. Бережани, Україна*

*У статті наведено результати екологічного моніторингу ґрунту на прискладській території з використання агрохімічних засобів захисту рослин с. Вишнівчик Тернопільського району. За основу написання статті взято дослідження екологічний моніторинг стану ґрунту при ділянках агрохімічних засобів захисту рослин Переважно території, де вони зберігаються, знаходяться в порушених еколого-санітарних нормах та загрожують довкіллю, можуть бути загрозою для здоров'я громади. Умови, які не відповідають існуючим стандартам зберігання, призводять до того, що токсичні залишки невикористаних агрохімікатів потрапляють до ґрунту, водних джерел і повітря, в результаті чого виникає ризик отруєння для людей і тварин. У даній роботі також проведено аналіз дослідження складу речовин агрохімзасобів попередніх років на території с. Вишнівчик, Тернопільського району (територія ФГ “Денис К”). Закрите складське приміщення біля Вишнівчика існує вже понад 30 років. Побудований він в 1978 році за тодішніми нормами. У кар’єр скидали як сипучі, так і рідкі хімікати. Якщо вірити супровідним документам, то лише дихлордифенілтрихлорметану там накопичено близько 465 т, гексахлорану – понад 200 т, а також 7 т речовин, що містять ртуть і миш’як. За результатами агрохімічного обстеження ґрунт характеризується слабо кислою реакцією (тип ґрунту – чорнозем вилугуваний, грубопилуватий, легкосуглинковий, рН сольове = 5,9; гумус – 3,6 %). За рахунок вітрової та водної дифузії хімічних сполук (виявлено розсіяння забруднення до 30 м від складу) біля складу вміст 2,4-Д-аміна сіль (0,35), симтриазин – 0,01 – 0,05 мг/кг, ГХЦГ – 0,02 – 0,14; ДДТ – 0,03 – 0,10. Від обстежуваної території об’єкту дослідження до 50 метрів виявлено занижену продуктивність і стійкість екосистем, що відповідно негативно відбивається на біогеохімічній колообіг речовин. Тобто, виявлена кількість залишків токсинів навколо території приміщення складування агрохімзасобів с. Вишнівчик виправдовується, що агрохімзасоби раніше зберігалися в адаптованому складі, але за тривалий період (склад створений у 1978 році, контейнери протерміновані, методом міграції розчиняються у ґрунт за межі сховища.*

**Ключові слова:** агрохімічні засоби захисту рослин, концентрація речовин, стійкі органічні забруднювачі, агрохімзасоби, ґрунт.

## Introduction

Studies on monitoring soil condition in the areas adjacent to agricultural enterprises, where the use of inappropriate or banned agrochemicals is prevalent, have been the focus of research by various scientists, including Akimov V. I., Andrusenko M. I., Holik Y. S., Krainov I. P., Biletska H. A., Petruk R. V., Petruk V. H., Bereziuk A. P., Baliuk S. A., Zhukorskyi O. M., Liuta N. H., Polkovnychenko S. A., Romanchenko I. S., Fedulova I. V., Mokliachuk L. I., Lokhanska V. Y. (Zakon Ukrainy..., 1995; Alekperova, 2005; Mykytas, 2008). In order to restore environmental stability, preserve biodiversity of flora and fauna, and protect agrocenoses, it is essential to unite the efforts of specialists from various fields, including ecologists, microbiologists, biologists, biotechnologists, agrochemists, and others, and initiate comprehensive research on the detection of the residues of outdated agrochemicals and their impact on soil microflora, flora, and fauna. Informed individuals are more likely to be cautious when facing potential dangers (Petruk et al., 2013; Ramos et al., 2017).

This research aimed to conduct the ecological monitoring of soil conditions around the storage facilities containing unusable agrochemicals in the village of Vyshnivchuk, Ternopil region. Thus, the research task was to substantiate ecological safety and profitability factors concerning the disposal of storage facilities and warehouses containing unusable agrochemicals.

## Materials and methods

Research methods included information and bibliographic research, analytical methods (literature analysis, results synthesis), chromatographic techniques, and statistical methods (assessing the likelihood of obtained results and determining correlation relationships). The inventory was carried out following the requirements of the norma-

tive and methodological document “Procedure for Comprehensive Inventory of Locations Accumulating Prohibited and Unusable Plant Protection Chemicals in Agriculture”, approved by the order of the Ministry of Agrarian Policy, Ministry of Ecology and Natural Resources, Ministry of Health on 18.10.2001 No. 315/376/412, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on 14.11.2001 under No. 951/6142 (Alekperova, 2005; Mykytas, 2008; Petruk & Petruk, 2010). Soil samples were collected according to the methodology of integrated soil-agrochemical monitoring of agricultural lands in Ukraine (1994) (Mykytas, 2008; Petruk et al., 2013; Ramos et al., 2017). Soil agrochemical indicators were determined using commonly accepted methods: humus (organic matter) content was determined using Simakov’s modification of the Tiurin method (DSTU 4289: 2004); soil pH was determined potentiometrically using the CINAU method (GOST 26483-85). The soil samples collected in the area of the storage facility of prohibited and unusable chemicals located in the village of Vyshnivchuk, Terebovlya district, were investigated. The soil type was leached chernozem (coarse-silty, light-loamy, pH salt = 5.9; humus – 3.6 %) (Alekperova, 2005; Mykytas, 2008). Data on the number of pesticide residues in the soil were obtained based on the research data of Ternopil Soil Research Laboratory “Oblderzhrodiuchist” by the officially established methodological guidelines (Klysenko, 1983) (Velychko & Yurchenko, 2017).

## Results and discussion

The research on conducting a comprehensive inventory of storage sites for prohibited agrochemical plant protection products in the Ternopil region began in 2004, and the assessment of their environmental condition and the organization of soil remediation efforts on these sites continues to this day.

**Table 1**

Storage and Disposal Status of Banned and Unsuitable for Use Agrochemical Substances in Ternopil Region (as of October 1, 2022)

№	Name of administrative-territorial unit of the region (district)	Amount, t	Number of storage facilities, u	Condition of storage facilities		
				good, u	satisfactory, u	unsatisfactory, u
1	Berezhany community	-	-	-	-	-
3	Buchach community	-	-	-	-	-
4	Husiatyn community	0,150	1	-	-	1
11	Monastyrysk community	-	-	-	-	-
12	Pidvolochysk community	5,500	2	-	-	2
13	Pidhaitsi community	-	-	-	-	-
14	Terebovlia community	11,000	2	-	1	1
15	Ternopil community	0,600	1	-	-	1
	Total	17,814	6	-	1	5

The research was conducted on the territory of the Terebovlia community in the Ternopil region, focusing on the storage facilities for unusable agrochemical substances located in the village of Rizdviany (TzOV “Karier Plus” territory) and the village of Vyshnivchyk (the territory of “Denys K” Farm). This article also covers the method of disposal of agrochemical substances in the village of Vyshnivchyk, Terebovlia community. Concerns about storing unusable pesticides in inadequate conditions and violating sanitary protection zones around the toxic chemical warehouse could further lead to environmental contamination. The toxic chemical landfill near Vyshnivchyk has existed for over 30 years. It was built in 1978 according to the standards of that time. When the former quarry, where bulk and liquid chemicals were disposed of, was filled, it was decided to preserve it. The problem is further complicated because the landfill has no owner. Currently, it is unknown which specific toxic chemicals are located in the preserved landfill. According to accompanying documents, it is believed that approximately 465 tons of dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and over 200 tons of hexachloride, as well as 7 tons of substances containing mercury and arsenic, are accumulated in the landfill (Mokliachuk et al., 2012; Lokhanska et al., 2012; Petruk et al., 2013). These substances are located beneath a layer of concrete and are covered with soil. However, this does not eliminate the problem since material tends to deteriorate over time, especially when exposed to harmful chemicals. If there are liquid toxic chemicals present, they could seep into the groundwater.

Additionally, it is crucial to maintain the safety of the toxic landfill and prevent any moisture from entering, as it could lead to its destruction. The results of the conducted selective soil investigations of the storage facility indicate significant contamination with residues of chlororganic, phosphororganic, and simazine pesticides. Within the scope of our research, we focused on the most dangerous and persistent chlororganic compounds, which constitute approximately 80 % of the total volume of industrial pesticides. This is because chlorine-containing agrochemicals are highly bioactive (Migliorini et al., 2014; Mahmood et al., 2017; Yurchenko & Velychko, 2018). The combination of chlorine ions with organic molecules synthesizes a biologically active compound that blocks more than 16 physiological processes in microorganisms, plants, and animals, including photosynthesis, cell division, and respiratory processes, and; therefore, modern

plant protection chemicals are produced based on bioactive chlorine-containing organic compounds (Ivankiv et al., 2014; Shah et al., 2016). Chlorinated cyclic hydrocarbons with hazardous toxic properties with a high half-life period characterize the chemical properties of chlorine-containing organic pesticides. Their degradation resistance increases with higher chlorine atom concentrations. These substances have hydrophobic properties and can accumulate in the soil for an extended period. They participate in trophic chains in the soil-plant-animal-human system and can persist in living organisms long.

Monitoring soil studies regarding the distribution of agrochemicals in the soil profile in the vertical direction show that toxicants accumulate in the soil up to a depth of 0.8 meters. This is because these toxic substances accumulate in the soil, especially in the root-containing horizon. Several literature sources confirm that soils, especially clay, and organic colloidal components, serve as excellent sorbents for 14 pesticides and heavy metals and can permanently or temporarily store these substances (Wiśniewski et al., 2015; Shah et al., 2016). The rates of soil fertility loss and soil degradation have become so high that a well-known soil scientist, H. V. Dobrovolskyi, notes the following: among the vast number of xenobiotics entering the soil, only a few dozen are registered, and their transformation products, which are often more toxic than the original substance itself, are not considered at all. When these compounds accumulate in the soil, they can undergo unpredictable reactions with each other, leading to chemical mutations and the emergence of substances unknown to humanity, the impact of which on the human body is unpredictable. Newly formed chemical compounds, such as heptachlor, are relatively less toxic. However, under the action of soil microorganisms, heptachlor can transform into heptachlor epoxide, which has a toxicity of 4–5 times higher (Yavorov & Nikitin, 2010). In addition, the accumulation of pesticide residues in the soil can also be explained by their persistence – the ability of agrochemicals to remain locally in the soil for an extended period. The evidence of this phenomenon is the detection of active DDT residues in the investigated area near the storage facility, indicating the significant persistence of this compound, which does not degrade under the influence of any factors. Any active substance typically degrades either through a chemical or a biological process. In other words, it reacts with specific soil chemical compounds, undergoes metabolic reactions, and loses



activity. Alternatively, it becomes a food source for bacteria that break down the substance molecules into smaller fragments with their enzymes and then absorb them. Persistence is the inability to engage in such chemical interactions or the “inappropriateness” of bacteria consumption (Ivankiv et al., 2014). An integral part of ecological monitoring research is the detection of residues of agrochemicals within the local ecosystem, specifically in plants collected from the areas near the storage facilities under study. Therefore, the levels of these residues in plants from the areas near the storage facilities were de-

termined (Yavorov & Nikitin, 2010; Mokliachuk et al., 2012). It was observed that as the distance from the storage site increased, the accumulation of toxic compounds in the plants decreased. Such studies were necessary because these areas were used for livestock grazing and haymaking (Table 2).

According to the analysis of the previous research conducted by scientists directly at the site to determine the residues of unused and prohibited substances, it is evident that this area has the highest level of contamination (Table 3) (Yavorov & Nikitin, 2010).

**Table 2**

Content of toxic compound residues in the soil and plants in the areas near the storage facilities, µg/kg, M±m

Distance from the storage, m Type of weed/object	Residues of chlororganic agrochemicals							
	α-HCH	β-HCH	γ-HCH	Aldrin	Heptachlor	DDE	DDD	DDT
Ternopil region, Terebovlia community, the village of Vyshnivchyk								
Soil, 1 m	0.70 ± 0.09	185.1 ± 40.6	20.4 ± 2.7	Not detected	Not detected	50.4 ± 8.6	50.1 ± 4.5	85.7 ± 1.12
Soil, 3 m	0.26 ± 0.04	1040.2 ± 200.1	20.12 ± 2.1	Not detected	Not detected	80.2 ± 7.3	45.12 ± 2.12	180.10 ± 23.25
Soil, 5–20 m	0.12 ± 0.01	185.1 ± 1.76	15.05 ± 1.08	5.62 ± 0.14	Not detected	1565.2 ± 166.2	70.07 ± 8.07	215.28 ± 6.45
Soil, Control, 1000 m	0.12 ± 0.01	16.12 ± 1.11	3.12 ± 0.14	Not detected	Not detected	55.3 ± 12.3	1.9 ± 0.10	Not detected
Yarrow, 5 m	0.33 ± 0.01	4.12 ± 0.12	5.12 ± 0.14	Not detected	0.33 ± 0.01	2.29 ± 0.22	1.26 ± 0.02	1.55 ± 0.03
Wormwood, 5 m	0.25 ± 0.03	14.14 ± 0.02	7.23 ± 0.12	Not detected	Not detected	2.18 ± 0.12	Not detected	Not detected
Stinging Nettle, 5 m	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Couch Grass, 20 m	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected

**Table 3**

Content of agrochemical substances in the soil (depth of samples 0–30 cm) depending on the distance from the toxic chemicals storage facility, mg/kg

Settlement, quantity of unidentified agrochemicals, kg.	Sampling location	Type of agrochemical	Agrochemical content, mg/kg in soil
The village of Vyshnivchyk Terebovlia community, 4000	Inside the storage facility	Simazine	7.5
		HCH	5.7
		DDT	3.7
		Metaphos	0.6
		Trichlorfon	0.4
		2,4-D-amine salt	1.4
	10 m from the storage facility	Simazine	Not detected
		HCH	0.04
		DDT	0.03
		Metaphos	0.09
		Trichlorfon	Not detected
		2,4-D-amine salt	0.03
100 m from the storage facility	Simazine	Not detected	
	HCH	0.01	
	DDT	0.02	
	Metaphos	0.04	
	Trichlorfon	Not detected	
	2,4-D-amine salt	0.01	

The maximum allowable concentration of toxicants in the soil: simazine – 0.2 mg/kg of soil; HCH – 0.1; DDT – 0.1; metaphos – 0.1; trichlorfon – 0.5; 2,4-D-amine salt – 0.25 mg/kg of soil (Ivankiv et al., 2014).

**Conclusions**

The storage facility was constructed using outdated technologies (1978), and therefore, it cannot guarantee suitability for further preservation of unsuitable agrochemi-

cals. Finding alternative methods to remove these substances, such as utilization through modern specialized technologies, is necessary. The highest concentration of toxicant residues was found near the storage facility (1–5 meters). Contamination was practically not detected within a distance of up to 100 meters. Therefore, it is necessary to inspect the condition of containers in old landfills, as this could cause contamination of the nearby ecosystems.

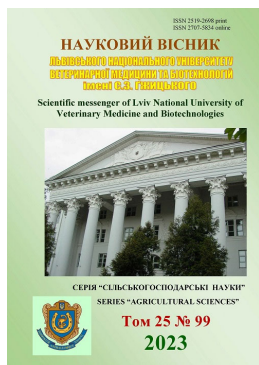
*Prospects for further research.* The conducted research serves as a warning signal to continue the study of the condition inside the storage facility and the containers filled with agrochemical substances.

#### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

#### References

- Alekperova, O. (2005). Kilka tsyfr shchodo zastosuvannia pestytsydiv v Ukraini. *Propozytsiia: Ukrainskyi zhurnal z pytan ahrobiznesu*, 4(119), 54–55 (in Ukrainian).
- Ivankiv, M., Vovk, S., & Marcyunovskyy, V. (2014). Accumulation of organochlorine pesticides in vegetation around of places of their storage. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis*, 315(32), 15–20. URL: <https://oa.zut.edu.pl/bitstream/handle/20.500.12539/1255/610.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Lokhanska, V. Y., Samkova, O. P., & Hutovska, H. F. (2012). Bioekolohichni monitorynh zabrudnennia igrunt, piddannoho bioremediatsii, u zoni skladu z neprydatnymy pestytsydamy. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarynogo universytetu*, 1, 157–161. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau\\_2012\\_1\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau_2012_1_38) (in Ukrainian).
- Mahmood, F., Khan, I. Ashraf, U., Shahzad, T., Hussain, S., Shahid, M., Abid, M., & Ullah, S. (2017). Effects of organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physico-chemical properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(1), 22–23. DOI: 10.4067/S0718-95162017005000002.
- Migliorini, P., Moschini, V., Tittarelli, F., Ciaccia, C., Benedettelli, S., Vazzana, C., & Canali, S. (2014). Agronomic performance, carbon storage and nitrogen utilisation of long-term organic and conventional stockless arable systems in Mediterranean area. *European Journal of Agronomy*, 52, 138–145. DOI: 10.1016/j.eja.2016.05.011.
- Mokliachuk, L. I., Baranov, Yu. S., Horodyska, I. M., & Monarkh, V. V. (2012). Sklady zberihannia neprydatnykh ta zaboronykh do vykorystannia khimichnykh zasobiv zakhystu roslyn – dzherelo nebezpeky dlia navkolyshnoho seredovyscha. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*, 1(57), 65–69. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/5005.pdf> (in Ukrainian).
- Mykytas, A. I. (2008). *Zbirnyk normatyvno-pravovykh aktiv ta metodychnykh materialiv z pytan bezpechnoho provedennia robiv iz pestytsydamy i ahrokhimikaty. Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy. DVNZ “KhDAU”*. Kherson: Kolos (in Ukrainian).
- Petruk, R. V., & Petruk, V. H. (2010). *Ekolohichna bezpeka khimichnykh skladiv, skhovyshch pestytsydiv do prylyhlykh zemel. Ekolohichni problemy rehioniv Ukrainy: mater. KhII Vseukrain. nauk. konf. studentiv, mahistriv i aspirantiv*. Odesa: ODEKU (in Ukrainian).
- Petruk, R. V., Petruk, V. H., & Bereziuk, A. P. (2013). *Ekolohichna bezpeka skladiv i skhovyshch otrutokhimikativ i vidnovlennia zemel navkolo nykh. Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 3, 197–202. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkdpu\\_2013\\_3\\_38](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkdpu_2013_3_38) (in Ukrainian).
- Ramos, M. K., Petruk, R. V., Ishchenko, V. A., & Petruk, H. D. (2017). *Dzherela ekolohichnoi nebezpeky u provintsii El-Oro Ekvadoru. Naukovi pratsi VNTU*, 1, 1–7. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/496/493> (in Ukrainian).
- Shah, G. M., Shah, G. A., Groot, J. C. J., Raza, M. A. S., Shahid, N., & Lantinga, E. A. (2016). Maize nitrogen recovery and dry matter production as affected by application of solid cattle manure subjected to various storage conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(3), 591–603. DOI: 10.4067/S0718-95162016005000030.
- Velychko, H. M., & Yurchenko, A. I. (2017). *Metody znezarazhennia gruntiv zabrudnenykh pestytsydamy v raioni roztashuvannia skladiv neprydatnykh do vykorystannia pestytsydiv. Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia materialy KhIII mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kharkiv*, 11–15 veresnia 2017 r. UKRNDIEP. Kharkiv: Raider, 65–73 (in Ukrainian).
- Wiśniewski, J., Kutylowska, M., & Trusz-Zdybek, A. (2015). *Badanie kinetyki procesu biodegradacji wybranych zanieczyszczeń organicznych w glebie. In book: Interdyscyplinarne Zagadnienia w Inżynierii i Ochronie Środowiska, edition: 5, chapter: 45, publisher: oficyna wydawnicza politechniki wrocławskiej*, 468–479.
- Yavorov, V. M., & Nikitin, O. K. (2010). *Stan zberihannia neprydatnykh ta zaboronykh do vykorystannia pestytsydiv ta nakopychennia yikh v gruntakh pryskladnykh terytorii Natsionalnoho pryrodnoho parku «Podilski Tovtry»*. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahrarynno-tekhnichnoho universytetu*, 18, 28–33. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu\\_2010\\_18\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu_2010_18_9) (in Ukrainian).
- Yurchenko, A. I., & Velychko, H. M. (2018). *Neprydatni pestytsydy: stan zberihannia ta problemy povodzhennia. Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia materialy KhIV mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kharkiv*, 10–14 veresnia 2018 r. UKRNDIEP. Kharkiv: Raider, 374–379 (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy “Pro pestytsydy i ahrokhimikaty” vid 02.03.95 (1995). Vidomosti Verkhovnoho Rady Ukrainy (VVR)*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-бп#Text> (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9916  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 619:579.6:636.087.63:636.5

## Temperature, microbiological and chemical composition of broiler chickens' excrement with litter after its composting with different doses of biodestructor

I. S. Osipenko<sup>✉</sup>, S. V. Merzlov

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 08.08.2023  
Received in revised form  
11.09.2023  
Accepted 12.09.2023

**Osipenko, I. S., & Merzlov, S. V. (2023). Temperature, microbiological and chemical composition of broiler chickens' excrement with litter after its composting with different doses of biodestructor. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 94–101. doi: 10.32718/nvlvet-a9916**

Bila Tserkva National Agrarian  
University, Bila Tserkva,  
09100, Ukraine.  
Tel.: +38-096-084-93-85  
E-mail: [innaosipenko1987@gmail.com](mailto:innaosipenko1987@gmail.com)

The rapid growth of production volumes of broiler chicken products both in our country and in most countries of the world is combined with an increase in industry waste. A significant percentage of this waste is poultry droppings with litter. In the absence of implemented technologies for rational disposal of broiler chicken droppings, economic and ecological problems arise locally. Considering the above, the search for effective methods of disposal of broiler chicken droppings is of scientific and practical importance. Composting poultry droppings with litter (sawdust of non-coniferous trees) can be an alternative method of rational disposal of this waste. To accelerate the fermentation of broiler litter, there is a practice of using various microbiological preparations. The effectiveness of using a biodestructor containing bacteria: *Bacillus* spp., *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides* during composting of broiler chicken excrement and its effect on the microbiological, chemical and physical parameters of fermented biomass remains unexplored. To conduct an experiment, 30 kg samples were formed from the excrement with the litter taken from the poultry house after broiler chickens had been reared for 42 days. In the control group, excrement samples were treated with water without a biodestructor. In the 1st, 2nd, and 3rd research groups, broiler chicken droppings were moistened with biodestructor solutions providing its doses of 143, 1430, and 2860 mg/t, respectively. Temperature and microbiological indicators were determined in the litter of broiler chickens during composting. In non-fermented litter of broiler chickens and litter composted for 150 days using a biodestructor, the crude protein content, mass fraction of Calcium, total Nitrogen and Phosphorus were determined. It has been established that the introduction of a biodestructor at a dose of 2860 mg/t of manure with a moisture content of 60.0 % leads to an increase in the activity of biochemical processes, which is confirmed by an increase in the temperature of the compost during the first hundred days of fermentation. The higher the dose of biodestructor was added to the litter of broiler chickens, the higher the KMAFAnM indicator and the numbers of *Bacillus* spp. bacteria in compost were higher. A regularity has been established that with the increase in the amount of biodestructor in the litter of broiler chickens, the number of *Staphylococcus* and *Clostridium* bacteria in the litter decreases. The use of a biodestructor at a dose of 2860 mg/t of broiler chicken droppings contributes to the increase of Nitrogen, crude protein, and Phosphorus in the compost and accelerates its mineralization compared to the control.

**Key words:** bacteria, hydrolytic enzymes, compost moisture, temperature, Calcium, Phosphorus, Nitrogen, Calcium.

## Температура, мікробіологічний та хімічний склад посліду курчат-бройлерів із підстилкою за його компостування з різними дозами біодеструктора

I. С. Осіпенко<sup>✉</sup>, С. В. Мерзлов

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Швидке зростання об'ємів виробництва продукції курчат-бройлерів як в нашій країні, так і в більшості держав світу поєднується зі збільшенням відходів галузі. Значний відсоток серед цих відходів припадає на послід птиці з підстилкою. За відсутності впроваджених технологій раціональної утилізації посліду курчат-бройлерів локально виникають господарсько-екологічні проблеми. Із огляду на вищесказане науково-практичне значення має пошук ефективних способів утилізації посліду курчат-бройлерів. Компостування посліду птиці з підстилкою (тирса нехвойних дерев) може виступати альтернативним способом раціональної утилізації цих відходів. Для прискорення ферментації посліду бройлерів є практика застосування різних мікробіологічних препаратів. Невивченим залишається питання ефективності використання біодеструктора із вмістом бактерій: *Bacillus spp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus thuringiensis* під час компостування посліду курчат-бройлерів та його впливу на мікробіологічні, хімічні та фізичні показники ферментованої біомаси. Для проведення експерименту з посліду з підстилкою відібраного з пташника після вирощування впродовж 42 днів курчат-бройлерів формували проби по 30 кг. У контрольній групі проби посліду обробляли водою без біодеструктора. У I, II та III дослідній групі послід курчат-бройлерів зволожували розчинами біодеструктора, забезпечуючи його дози, відповідно – 143, 1430 та 2860 мг/т. У посліді курчат-бройлерів під час компостування визначали температуру та мікробіологічні показники. У неферментованому посліді курчат-бройлерів та посліді, компостованому протягом 150 днів за використання біодеструктора визначали вміст сирого протеїну, масову частку Кальцію, загального Нітрогену та Фосфору. Встановлено, що внесення біодеструктора у дозі 2860 мг/т посліду із вологістю 60,0 % призводить до підвищення активності протікання біохімічних процесів, що підтверджується зростанням температури компосту протягом перших ста днів ферментування. Чим більша доза біодеструктора була внесена у послід курчат-бройлерів, тим показник КМАФАнМ та кількість бактерій *Bacillus spp.* у компості були вищими. Встановлено закономірність, що зі зростанням кількості біодеструктора у посліді курчат-бройлерів у останньому зменшується кількість бактерій *Staphylococcus* та *Clostridium*. Застосування біодеструктора у дозі 2860 мг/т посліду курчат-бройлерів сприяє підвищенню Нітрогену, сирого протеїну, Фосфору у компості та прискорює його мінералізацію у порівнянні із контролем.

**Ключові слова:** бактерії, гідролітичні ензими, волога компосту, температура, Кальцій, Фосфор, Нітроген, Кальцій.

## Вступ

Сучасні тенденції динаміки населення планети передбачають підвищення виробництва м'яса птиці, в тому числі курчат-бройлерів (Gerber et al., 2013). Розвиток галузі птахівництва призводить до накопичення великої маси посліду (Hepperly et al., 2009). Не винятком у цьому питанні є і Україна. Послід курчат-бройлерів із підстилкою є джерелом забруднення навколишнього середовища водночас містить значну кількість сухої речовини, в якій є поживні та мінеральні речовини. Серед поживних речовин значна кількість незасвоєних організмом птиці протеїнів, ліпідів та вуглеводів. Із макроелементів у посліді є Ферум, Кальцій, Фосфор, Нітроген, Сульфур, Калій, Магній. Послід містить мікроелементи Бор, Купрум, Молибден, Манган, Селен, Цинк (Amanullah et al., 2010; Leet & Volz, 2013; Shen et al., 2015).

Одним із ефективних способів переробки органічних відходів є компостування та вермикомпостування із залученням різних рас черв'яків. Застосування компостування сприяє підвищенню ефективності використання органічних відходів сільського господарства для ґрунтів та зниженню викидів шкідливих газів у повітря (Chattopadhyay, 2012; Nasiru et al., 2013; Zahag et al., 2016). Внесення у ґрунт органічного добрива, отриманого методом компостування, супроводжується збільшенням його родючості та вмісту гумусу (Cholilie et al., 2019; Suhartini et al., 2020).

Компостування органічних відходів є досить екологічним способом їх утилізації, яке базується на природних біотехнологічних методах. Для компостування застосовують відходи рослинництва, тваринництва (гній тварин та послід птиці), харчової промисловості, стічні води та промислові відходи (Ismayana et al., 2012; Karak et al., 2014).

Компостування органічних відходів передбачає протікання складних біологічних процесів в аеробних або анаеробних умовах (Khan et al., 2014) де задіяні різні види грибів, бактерій, актиноміцетів. Під час компостування за дії конгломерату мікроорганізмів

складні органічні сполуки піддаються гідролітичним процесам. За таких умов у компості утворюється тепло, виділяється вода, диоксид карбону та синтезуються нові органічні сполуки. Процеси деградації органічних сполук протікають за рахунок гідролітичних ензимів, які синтезують мікроорганізми (Raut et al., 2008). Важливу роль у гідратації полімерних структур компосту мають ензими бактерій та грибів: протеаза, целюлаза, ксиланаза, амілаза (Tiquia, 2002).

За проведення компостування проходить зміна температури у середині буртів. Із зміною рівня температури компосту змінюються популяції мікроорганізмів у ньому. Температура є одним із головних факторів, який впливає на активність бактерій в процесі компостування органічної біомаси. За таких умов утворюються різні температурні режими: психрофільний (до 20 °C), мезофільний (від 20 до 40 °C), термофільний (від 40 до 60 °C). Клітини мікроорганізмів, які існують за мезофільних умов, прискорюють процес біодеградації органічних відходів, під час якої окиснюються легкодоступні для бактерій субстрати моно і олігоцукри та білки. Із підвищенням температури в компості починають розмножуватись і розвиватись теплолюбні мікроорганізми. До них належать гриби (*Aspergillus fumigatus*), бактерій (*Bacillus subtilis*), актиноміцети (*Streptomyces* spp.) (Storm, 1985; Amir et al., 2008).

Термофільний режим є періодом найшвидшого розкладання, у цей період гідролізуються також і поліцукри, в тому числі й лігнін. За таких умов прискорюється гумусоутворення. Під час термофільної стадії розкладаються органічні забруднювачі у компості, руйнується насіння ряду бур'янів за рахунок підвищеної температури, гідролізу та окиснення. Підвищена температура та інтенсивна дія гідролітичних ензимів мікробного та рослинного походження також можуть інтенсифікувати денатурацію ДНК, тим самим знизити відсоток трансформації ряду генетично модифікованих матеріалів у систему землеробства (Deportes et al., 1995; Boulter et al., 2000).



На метаболічну активність мікроорганізмів впливає вміст вологи у біомасі компосту, кислотність середовища (рН), співвідношення Нітрогену до Карбону, ступінь збагачення Оксигеном, кратність перемішування біомаси (Liu et al., 2011; Nakasaki et al., 2011; Blazy et al., 2014).

Існує декілька способів компостування органічних відходів. Компостування проводять у відкритих буртах. Компост у буртах постійно перевертають і перемішують. Під час перебування буртів прискорюється виділення утвореного тепла, водяного пару і газів, біомаса збагачується Оксигеном.

Також існує компостування у статичних буртах, де органічні відходи складають на перфорованих трубах чи платформах. В даній системі перебування компосту не проводять відкачування газів і насичення Оксигеном проводять через труби. Бурти можуть бути відкритими і закритими полімерними матеріалами. Час компостування органічних відходів у буртах залежно від технології може становити від 9 до 104 тижнів.

Додавання препаратів мікроорганізмів (біодеструкторів) прискорює процес компостування органічних відходів, у тому числі й посліду птиці (Raut et al., 2008). Проте на даний час в Україні не широко вивчено ефективність використання бактеріальних біодеструкторів за компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою (тирса нехвойних дерев).

**Таблиця 1**

Схема експерименту

Група	Кількість проб у групі, шт	Маса посліду птиці з підстилкою у пробі, кг	Маса внесеного біодеструктора, мг/т	Об'єм води, дм <sup>3</sup>
Контрольна	3	30,0	-	1,5
I дослідна	3	30,0	143	1,5
II дослідна	3	30,0	1430	1,5
III дослідна	3	30,0	2860	1,5

Для змішування посліду птиці із розчином біодеструктора для кожної проби використовували нову поліетиленову плівку. До складу біодеструктора входили: *Bacillus spp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides*. Показник КМАФАнМ біодеструктора становив  $2,1 \times 10^9$  КУО/г.

Обліковий період становив 150 діб. Компостування проводили із використанням перемішування компосту один раз на тиждень. Керуючись даними (Ponsa et al., 2009), на початку експерименту вміст вологи компосту було доведено до рівня  $60,0 \pm 0,8$  %.

Мікробіологічні дослідження проводили за методикою, описаною у працях (Wollum, 1982). Проби для експериментів відбирали на 3, 30 та 150 добу компостування.

У неферментованому посліді курчат-бройлерів із підстилкою та посліді ферментованому протягом 150 діб за допомогою біодеструктора визначали вміст сирого протеїну, масову частку Кальцію, загального Нітрогену та Фосфору. Вміст загального Нітрогену визначали за методики, викладеної у (Bremner, 1996).

## Мета дослідження

Метою роботи є встановлення впливу різних доз біодеструктора зі складом бактерій: *Bacillus spp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides* на температурні показники під час компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою та його мікробіологічний і хімічний склад.

## Матеріал і методи досліджень

Для дослідження було відібрано 600 кг посліду птиці з підстилкою (тирса нехвойних дерев) з приміщення, де на глибокій підстилці 42 доби вирощували курчат-бройлерів. Послід тричі додатково рівномірно перемішували.

Для проведення досліджень за температури повітря 20–21 °С із загальної маси посліду відбирали проби по 30 кг. Далі проби розсипали тонким шаром на поліетиленову плівку і за постійного перемішування контрольні зразки зрошували водою без біодеструктора, дослідні зразки зрошували розчином біодеструктора. У I дослідній групі вміст біодеструктора у розчині становив із розрахунку 143 мг/т. У II і III дослідних групах послід птиці зрошували розчином біодеструктора, забезпечуючи дози внесення 1430 та 2860 мг/т (табл. 1).

Зволожені проби посліду водою (контроль) та розчином біодеструктора поміщали у поліетиленові мішки.

Сирий протеїн визначали за методикою К'ельдаля, описаною у (Liu et al., 2015), застосовуючи коефіцієнт перерахунку 6,25. Вміст Кальцію та Фосфору у ферментованому посліді курчат-бройлерів визначали згідно з інструкціями, наведеними у (Wolf et al., 2003). Температуру визначали за допомогою ртутного термометра, занурюючи його в товщу компосту на глибину 35–40 см і витримуючи 10 хвилин. Температуру компосту визначали через кожні 24 години.

Отримані дані досліджень обробляли, застосовуючи стандартні методи варіаційної статистики за використання програми Statistica. Вірогідність різниці між показниками були за умови:  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$  та  $P < 0,001$ .

## Результати та їх обговорення

Починаючи із другої доби експерименту, було встановлено, що температура компосту залежала від дози внесеного біодеструктора. Зростання або зниження температури у товщі субстрату прямопропор-

ційно зв'язано з активністю конгломерату мікроорганізмів (Tiquia et al., 1996). Чим доза була більшою, тим температура розігріву вищою. У III дослідній

групі на другу добу різниця із контролем становила 9,0 °C, або 24,6 % (рис. 1).

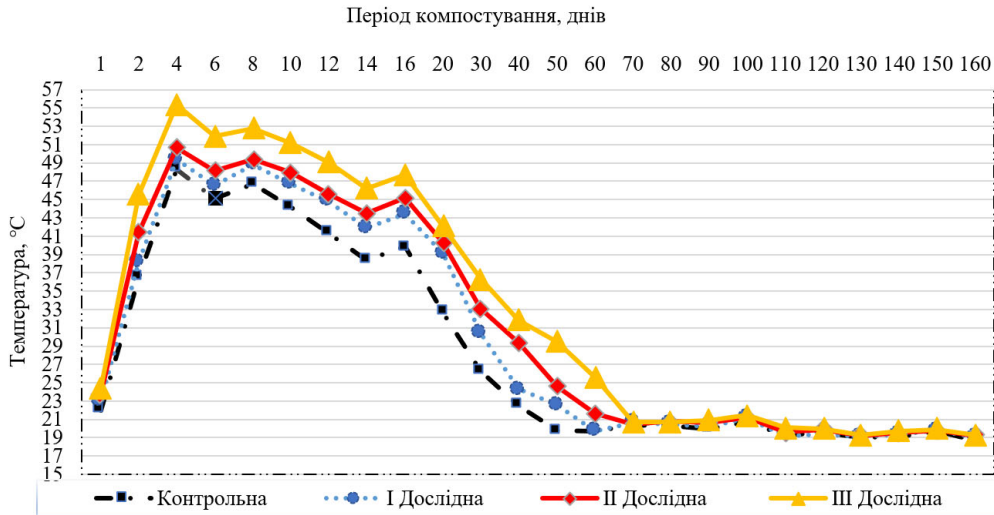


Рис. 1 Динаміка температури компосту

Найвища температура компосту протягом періоду ферментації була зафіксована у III дослідній групі на 4 добу після внесення біодеструктора. Порівнюючи із варіантом, де не застосовували біодеструктора (контроль), температура була вищою на 14,7 %. Із четвертої доби у дослідних групах температура поступово знижувалась в межах термофільного режиму до двадцятої доби. У контрольній групі температура компостованого посліду нижча ніж 40 °C була встановлена на чотирнадцяту добу. Процес компостування посліду птиці з підстилкою із двадцятої до п'ятдесятої доби у контрольній та I дослідній групі протікав у мезофільному режимі. У II та III дослідній групі підвищення температури компосту вище ніж 20 °C виявляли і на шістдесятю добу ферментування. Після шістдесятої

доби вірогідної різниці за температурою у посліді дослідних і контрольної групи не виявляли.

За вмісту найбільшої дози біодеструктора метаболічні процеси за дії ензимів мікроорганізмів протікали найінтенсивніше, що є поясненням підвищення температури порівняно з компостом, де використовували низьку дозу біодеструктора та контроль, де діяли мікроорганізми, які природним шляхом потрапили у послід птиці перед компостуванням.

Мікробіологічне дослідження проводили через три доби після обробки посліду птиці різними дозами біодеструктора. Встановлено, що у контролі КМАФАНМ становив  $2,4 \cdot 10^7$  КУО/г. За використання найменшої дози біодеструктора (I дослідна група) показник КМАФАНМ збільшився у 3,04 раза (табл. 2).

Таблиця 2

Деякий мікробіологічний склад посліду птиці із підстилкою (3 доба після початку експерименту), КУО/г

Показник	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
КМАФАНМ	$2,4 \cdot 10^7$	$7,3 \cdot 10^7$	$9,7 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^9$
<i>Bacillus</i> spp.	$1,1 \cdot 10^7$	$2,9 \cdot 10^7$	$6,9 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^9$
<i>Streptococcus</i>	$4,9 \cdot 10^6$	$7,9 \cdot 10^6$	$8,9 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^7$
<i>Staphylococcus</i>	$3,2 \cdot 10^5$	$3,1 \cdot 10^5$	$2,8 \cdot 10^5$	$2,6 \cdot 10^5$
<i>Clostridium</i>	$6,0 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^9$	$9,0 \cdot 10^8$	$7,2 \cdot 10^8$

У III дослідній групі було виявлене значне зростання КМАФАНМ. Порівнюючи із контролем, показник зріс у 208,3 раза за три доби експерименту.

Експериментально було доведено, що із підвищенням дози біодеструктора на одиницю маси посліду птиці із підстилкою кількість *Bacillus* spp. зростає. У I та II дослідній групі кількість даних бактерій була більшою ніж у контрольних пробах у 2,6 та 6,3 раза. За найбільшої дози біодеструктора (III дослідна група) кількість клітин *Bacillus* spp. збільшилась у 127,3 раза.

Встановлено позитивну динаміку зниження кількості бактерій *Clostridium* грампозитивні бактерії –

належать до патогенних бактерій) за внесення різних доз біодеструктора у послід птиці. За внесення біодеструктора у кількості 1430 мг/т кількість бактерій *Clostridium* була меншою ніж у контролі, у 6,7 раза. У III дослідній групі зниження кількості клітин бактерій цього виду було щодо контролю у 8,3 раза. Зі збільшенням вмісту біодеструктора у посліді птиці кількість патогенних бактерій *Clostridium* знижується, що додатково підтверджує біологічне явище природної конкуренції. Спостерігається, що зі збільшенням кількості біодеструктора в посліді птиці знижується кількість клітин *Staphylococcus*.

Повторне дослідження мікробіологічного складу посліду птиці за різних доз біодеструкторів у ньому проводили через місяць від початку експерименту (табл. 3).

Показник КМАФАнМ у контролі становив  $2,4 \cdot 10^8$  КУО/г. Порівнюючи з даними, отриманими у контролі, на 3 добу експерименту показник КМАФАнМ зріс у 10 разів, що свідчить про повільне проте постійне нарощування кількості бактерій у посліді птиці. Незначне зростання показника КМАФАнМ щодо даних на 3 добу спостерігається і в I дослідній групі

Виявлено, що показник КМАФАнМ за використання біодеструкторів був вищим, ніж у контролі. Стосовно даних, отриманих на 3 добу експерименту, показник КМАФАнМ у II та III дослідній групі знизився відповідно на 2,06 % та у 3,12 раза.

Найбільша кількість бактерій роду *Bacillus* spp. була виявлена у посліді птиці із III дослідної групи. Порівнюючи із контролем, цей показник був вищим у 4,6 раза. Проте щодо даних на 3 добу експерименту, вміст клітин *Bacillus* spp. зменшився у 1,4 раза.

Експериментально доведено, що у I та II дослідних групах кількість бактерій роду *Bacillus* spp. на 30 добу експерименту була більшою, ніж на 3 добу експерименту, відповідно у 6,2 та 8,8 раза.

Виявлено збереження закономірності зниження кількості бактерій роду *Clostridium* та *Staphylococcus* за використання біодеструкторів. У III дослідній групі кількість клітин даних мікроорганізмів порівняно з контролем була меншою у 18,4 та 6,3 раза.

На кінець дослідження показник КМАФАнМ та кількість бактерій у посліді дослідних та контрольної груп знизилась порівняно з дослідженням на 30 добу компостування (табл. 4).

Залишилась незмінною закономірність, що з підвищенням вмісту біодеструктора у посліді показник КМАФАнМ та кількість *Bacillus* spp. збільшується, а кількість бактерій *Staphylococcus* та *Clostridium* знижується.

Виявлено, що чим більше вносили біодеструктора у послід птиці, тим більше по завершенні компостування у біомасі було сирого протеїну. Найвища концентрація сирого протеїну була у III дослідній групі. Різниця із контролем становила 1,32 % ( $P < 0,05$ ). Дане явище можливо пояснити тим, що чим більше мікроорганізмів у компості, тим більша їхня біомаса, яка багата на протеїн. Експериментально встановлено, що вміст сирого протеїну у неферментованому посліді, який використовували для дослідження, становив 12,43 % (на натуральну вологу) (табл. 5).

**Таблиця 3**

Деякий мікробіологічний склад посліду птиці з підстилкою (30 доба після початку експерименту), КУО/г

Показник	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
КМАФАнМ	$2,4 \cdot 10^8$	$3,1 \cdot 10^8$	$9,5 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^9$
<i>Bacillus</i> spp.	$2,1 \cdot 10^8$	$2,8 \cdot 10^8$	$5,8 \cdot 10^8$	$9,7 \cdot 10^8$
<i>Streptococcus</i>	$3,9 \cdot 10^7$	$6,2 \cdot 10^5$	$1,9 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^7$
<i>Staphylococcus</i>	$1,7 \cdot 10^6$	$9,3 \cdot 10^5$	$4,9 \cdot 10^5$	$2,7 \cdot 10^5$
<i>Clostridium</i>	$8,5 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^9$	$5,2 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^8$

**Таблиця 4**

Деякий мікробіологічний склад посліду птиці з підстилкою (150 доба після початку експерименту), КУО/г

Показник	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
КМАФАнМ	$0,6 \cdot 10^8$	$0,8 \cdot 10^8$	$2,1 \cdot 10^8$	$3,8 \cdot 10^8$
<i>Bacillus</i> spp.	$5,1 \cdot 10^7$	$7,3 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$
<i>Streptococcus</i>	$1,5 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^5$	$7,6 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^7$
<i>Staphylococcus</i>	$4,2 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	$0,5 \cdot 10^5$
<i>Clostridium</i>	$3,1 \cdot 10^9$	$3,7 \cdot 10^8$	$1,9 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$

**Таблиця 5**

Деякі хімічні та біохімічні показники посліду птиці з підстилкою, n = 5

Показник	Неферментований послід	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
Сирий протеїн, %	$12,43 \pm 1,345$	$5,12 \pm 0,232$ b**	$5,40 \pm 0,311$ b**	$5,75 \pm 0,265$ b**	$6,44 \pm 0,244$ a* b**
Кальцій, г/кг	$14,3 \pm 1,832$	$40,3 \pm 3,288$ b**	$44,7 \pm 2,743$ b**	$45,3 \pm 3,541$ b***	$47,4 \pm 2,987$ b***
Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), %	$1,54 \pm 0,077$	$0,36 \pm 0,012$ b***	$0,46 \pm 0,027$ a* b***	$0,58 \pm 0,024$ a*** b***	$0,62 \pm 0,032$ a*** b***
Нітроген загальний, %	$1,99 \pm 0,052$	$0,82 \pm 0,042$	$0,86 \pm 0,033$	$0,92 \pm 0,025$	$1,03 \pm 0,043^{a*}$

Примітка: a\* –  $P < 0,05$ ; a\*\* –  $P < 0,01$  – щодо контролю; b\*\* –  $P < 0,01$ ; b\*\*\* –  $P < 0,001$  – щодо неферментованого посліду із підстилкою

У ферментованому посліді птиці із контрольної групи вміст сирого протеїну за час ферментування знижується у 2,242 раза. За використання біодеструк-

тора у дозі 2860 мг/т (III дослідна група) виявлено збереження вмісту сирого протеїну на 43,6 % щодо контролю.

Вміст Кальцію у ферментованому посліді птиці підвищується у 3,12–3,31 раза щодо неферментованого посліду птиці (I–III дослідні групи). Причому із збільшенням вмісту біодеструктора вміст Кальцію у посліді птиці зростає. Це явище пояснюється тим, що за підвищених доз біодеструктора прискорюється процес мінералізації посліду.

Доведено, що із підвищенням вмісту біодеструктора у посліді відсоток збереження Фосфору та Нітрогену після ферментації збільшується. За відсутності біодеструктора в посліді птиці (контрольна група) збереження Нітрогену після ферментації становило лише 0,82 %. За використання біодеструктора у дозі 2860 мг/т збереження Нітрогену у ферментованому посліді було на 0,21 % вище порівняно з контролем.

Враховуючи той фактор, що за використання біопрепаратів під час компостування органічних відходів знижується забруднення навколишнього середовища (Shen et al., 2015; Zahag et al., 2016), нами було вивчено температурну динаміку, деякі мікробіологічні та хімічні показники посліду курчат-бройлерів за ферментування його з використанням біодеструктора, який містив мікроорганізми *Bacillus* spp., *Bacillus subtilis*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides*.

Експериментальним способом нами було встановлено динаміку температури у компостованому посліді курчат-бройлерів за дії різних доз біодеструктора. Виявлено, що температура ферментації посліду бройлерів залежала від дози внесеного біодеструктора. Чим більша була доза біодеструктора, тим кількість бактерій на стартовому етапі компостування була вища, а відповідно час розігріву біомаси був меншим. Також доведено, що за використання найбільшої дози бактеріального препарату температура в середині ферментованого посліду курчат-бройлерів досягала найвищого піку. Отримані нами результати щодо залежності температури в середині компостованої органічної біомаси від кількості мезофільних та термофільних бактерій підтверджуються даними ряду авторів (Hwang et al., 2020). Дослідники стверджують, що чим інтенсивніше проходили біохімічні реакції у посліді птиці у поєднанні з органічними відходами, тим більше утворювалось енергії в середині компостованої біомаси. Також вони зазначають, що на біохімічні процеси в посліді птиці впливає кількість теплолюбних бактерій, які активно синтезують ензими для гідролізу органічних сполук у відходах.

Доведено, що за збільшення дози біодеструктора можливо пролонгувати мезофільні та термофільні етапи компостування посліду курчат-бройлерів, тим самим інтенсифікувати процеси деградації органічних сполук у відходах. До теплолюбних мікроорганізмів також належать і бактерії *Bacillus subtilis* (Amir et al., 2008). Наші дані підтверджуються дослідниками (Boulter et al., 2000), які зазначають, що за термофільних умов ферментації відходів проходить швидка деградація в них органічних сполук, у тому числі поліцукрів (лігнін).

Встановлено, що за використання різних доз біодеструктора витримуються класичні фази компостування: мезофільна (збільшення чисельності мезофіль-

них бактерій і підвищення температури до 40,0 °C); термофільна (домінують термофільні бактерії і температура збільшується до 55,0 °C за найбільшої дози біодеструктора у посліді курчат-бройлерів) триває 18–20 діб і фаза поступового зниження температури біомаси і її визрівання (тривалість 45–50 діб). Наші експериментальні дані знайшли підтвердження у працях (Liu et al., 2011; Khan et al., 2014), які наводять дані щодо протікання фаз компостування органічних відходів рослинного та тваринного походження. Тривалість термофільної фази компостування посліду курчат-бройлерів із підстилкою понад два тижні обґрунтовується оптимальним вмістом співвідношення Карбону до Нітрогену (Tiquia et al., 1996; Romero-Yam et al., 2015).

Виявлено, що показник КМАФАнМ та чисельність бактерій залежала від дози біодеструктора у посліді курчат-бройлерів та часу ферментації. Чим більше вносили біодеструктора, тим кількість бактерій *Bacillus* spp. збільшувалась. Наші дослідження збігаються з даними (Amir et al., 2008). Також доведено, що зі збільшенням кількості у ферментованому посліді бройлерів клітин *Bacillus* spp. кількість бактерій роду *Clostridium* та *Staphylococcus* зменшується. Обґрунтовується це явище біологічною конкуренцією і підтверджується дослідниками (Storm, 1985; Amir et al., 2008).

Доведено, що за компостування посліду курчат-бройлерів останній втрачає Нітроген, Фосфор та сирій протеїн. Даний процес обґрунтовується тим, що за дії ензимів гідролізуються органічні сполуки, в тому числі протеїн з утворенням аміаку, який переходить в атмосферне повітря. Дане пояснення підтверджується експериментальними даними (Yang et al., 2019). Також дослідники (Hwang et al., 2020) стверджують, що на перших етапах компостування утворюється до 75 % аміаку із протеїну.

Виявлено, що чим більшу дозу біодеструктора застосовували, тим вміст Фосфору та Нітрогену у посліді курчат-бройлерів після компостування був вищий. Дане явище має пояснення у працях (Sommer, 2001) і ґрунтується на тому, що чим більша кількість мікроорганізмів у посліді, тим вищий коефіцієнт переходу цих елементів із органічних відходів у біомасу бактерій.

Також виявлено, що чим вища доза біодеструктора, тим процес мінералізації посліду курчат-бройлерів інтенсивніший, що підтверджується збільшенням вмісту Кальцію.

Таким чином, отримані нами експериментальні дані не розбігаються із результатами досліджень інших авторів і є доповненням до них.

## Висновки

За внесення біодеструктора у послід курчат-бройлерів із підстилкою у кількості 2860 мг/т температура компосту протягом перших 60 діб підвищується на 5,9–9,4 °C. Процеси ферментації в компості у термофільному та мезофільному режимі пролонгуються відповідно на 6 та 20 діб.



Застосування найвищої дози біодеструктора призводить до найбільшого зростання кількості бактерій *Vacillus* spp. ( $5,0 \cdot 10^9$  КУО/г) на 3 добу компостування. На 150 добу компостування цей показник знизився у 5,6 раза порівняно з дослідженнями на 3 добу, проте щодо варіанту, де компостування проводили без біодеструктора, він був вищим у 4,9 раза. Внесення біодеструктора (2860 мг/т) супроводжувалося зниженням вмісту бактерій *Staphylococcus* та *Clostridium* у компості відповідно на 18,7 % – у 9 разів та у 8,3–23,8 раза.

Компостування посліду курчат-бройлерів із біодеструктором (2860 мг/т) призводить до підвищення у компості сирого протеїну, Нітрогену, Кальцію та Фосфору відповідно на 25,7 %, 25,6, 17,6 та 72,2 % щодо контролю.

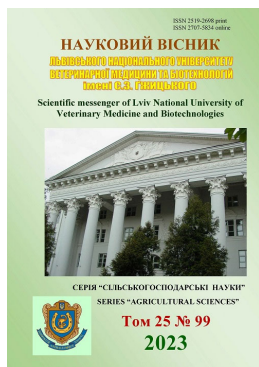
### Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

### References

- Amanullah, M. M., Sekar, S., & Muthukrishnan, P. (2010). Prospects and potential of poultry manure. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(4), 172–182. DOI: 10.3923/AJPS.2010.172.182.
- Amir, S., Merlina, G., Pinelli, E., Winterton, P., Revel, J. C., & Hafidi, M. (2008). Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis. *Journal of hazardous materials*, 159(2-3), 593–601. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2008.02.062.
- Blazy, V., de Guardia, A., Benoist, J. C., Daumoin, M., Lemasle, M., Wolbert, D., & Barrington, S. (2014). Process Conditions Influence on Pig Slaughter House Compost Quality Under Forced Aeration. *Waste and Biomass Valorization*, 5(3), 451–468. URL: <https://hal.science/hal-02598734>.
- Boulter, J. I., Boland, G. J., & Trevors, J. T. (2000). Compost: A study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16, 115–134. DOI: 10.1023/A:1008901420646.
- Bremner, J. M. (1996) Nitrogen Total. In: Sparks, D.L., Ed., *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods*, SSSA Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 1085–1122.
- Chattopadhyay, G. (2012). Use of vermicomposting biotechnology for recycling organic wastes in agriculture. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 1(1), 8. DOI: 10.1186/2251-7715-1-8.
- Cholilie, I. A., Sari, T. R., & Nurhermawati, R. (2019). Production of compost and worm casting organic fertiliser from lumbricus rubellus and its application to growth of red spinach plant (*Altenanthera amoena* V.). *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 2(1), 30–38. DOI: 10.21776/ub.afssaae.2019.002.01.5.
- Déportes, I., Benoit-Guyod, J. L., & Zmirou, D. (1995). Hazard to man and the environment posed by the use of urban waste compost: a review. *The Science of the total environment*, 172(2-3), 197–222. DOI: 10.1016/0048-9697(95)04808-1.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. URL: <http://www.fao.org/docrep/018/i3437e/i3437e.pdf>.
- Hepperly, P. R., Lotter, D., Ulsh, C. Z., Seidel, R., & Reider, C. (2009). Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content. *Compost Science & Utilization*, 17, 117–126. DOI: 10.1080/1065657X.2009.10702410.
- Hwang, H. Y., Kim, S. H., Kim, M. S., Park, S. J., & Lee, C. H. (2020). Co-composting of chicken manure with organic wastes: characterization of gases emissions and compost quality. *Appl. Biol. Chem*, 63, 3. DOI: 10.1186/s13765-019-0483-8.
- Ismayana, A., Indrasti, N. S., Suprihatin, Maddu, A., & Tip, A. F. (2012). Faktor rasio C/N awal dan laju aerasi pada proses co-composting bagasse dan blotong. *Journal of Agroindustrial Technology*, 22(3). URL: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/7096>.
- Karak, T., Sonar, I., Paul, R. K., Das, S., Boruah, R. K., Dutta, A. K., & Das, D. K. (2014). Composting of cow dung and crop residues using termite mounds as bulking agent. *Bioresource technology*, 169, 731–741. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.06.110.
- Khan, N., Clark, I., Sánchez-Monedero, M. A., Shea, S., Meier, S., & Bolan, N. (2014). Maturity indices in co-composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresource technology*, 168, 245–251. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.02.123.
- Leet, J. K., & Volz, D. C. (2013). Improving waste management strategies for small livestock farms. *Environmental science & technology*, 47(21), 11940–11941. DOI: 10.1021/es404078b.
- Liu, D., Zhang, R., Wu, H., Xu, D., Tang, Z., Yu, G., Xu, Z., & Shen, Q. (2011). Changes in biochemical and microbiological parameters during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource technology*, 102(19), 9040–9049. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.07.052.
- Liu, Z., Gonzalez, J.S., Wang, H., Gunasekaran, S., & Runge, T. (2015). Dairy manure protein analysis using UV-vis based on the Bradford method. *Analytical Methods*, 7, 2645–2652. DOI: 10.1039/C4AY03006K.
- Nakasaka, K., Ohtaki, A., Takemoto, M., & Fujiwara, S. (2011). Production of well-matured compost from night-soil sludge by an extremely short period of thermophilic composting. *Waste management (New York, N.Y.)*, 31(3), 495–501. DOI: 10.1016/j.wasman.2010.11.011.
- Nasiru, A., Ismail, N. & Ibrahim, M. H. (2013). Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of Waste Management*, 2013, 732759. DOI: 10.1155/2013/732759.
- Ponsá, S., Pagans, E., & Sánchez, A. (2009). Composting of dewatered wastewater sludge with various ratios of pruning waste used as a bulking agent and monitored

- by respirometer. *Biosystems Engineering*, 102, 433–443. DOI: 10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2009.01.002.
- Raut, M. P., Prince William, S. P., Bhattacharyya, J. K., Chakrabarti, T., & Devotta, S. (2008). Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste - a compost maturity analysis perspective. *Bioresource technology*, 99(14), 6512–6519. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.11.030.
- Romero-Yam, L. A., Almaraz-Suárez, J. J., Velasco-Velasco, J., Galvis-Spinola, A., & Gavi-Reyes, F. (2015). Microbial dynamic during composting of filter cake reactivated with chicken manure. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 21(1) 21–31. DOI: 10.5154.rchsh.2013.09.032.
- Shen, X., Huang, G., & Yang, Z. (2015). Compositional characteristics and energy potential of Chinese animal manure by type and as a whole. *Applied Energy*, 160, 108–119. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.09.034.
- Sommer, S. G. (2001). Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. *Eur. J. Agron.*, 14(2), 123–133. DOI: 10.1016/S1161-0301(00)00087-3.
- Strom, P. F. (1985). Effect of temperature on bacterial species diversity in thermophilic solid-waste composting. *Applied and environmental microbiology*, 50(4), 899–905. DOI: 10.1128/aem.50.4.899-905.1985.
- Suhartini, S., Wijana, S., Surjono, Wardhani, N. S., & Muttaqin, S. (2020). Composting of chicken manure for biofertiliser production: a case study in Kidal Village, Malang regency. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 524(1), 1–8. DOI: 10.1088/1755-1315/524/1/012016.
- Tiquia, S. M. (2002). Evolution of extracellular enzyme activities during manure composting. *Journal of applied microbiology*, 92(4), 764–775. DOI: 10.1046/j.1365-2672.2002.01582.x.
- Tiquia, S. M., Tam, N. F., & Hodgkiss, I. J. (1996). Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents. *Bioresource Technology*, 55, 201–206. DOI: 10.1016/0960-8524(95)00195-6.
- Wolf, A., Watson, M., & Wolf, N. (2003) Digestion and Dissolution Methods for P, K, Ca, Mg and Trace Elements. In: Peters, J., Ed., *Recommended Methods of Manure Analysis*, University of Wisconsin-Extension, Madison, 30–38.
- Wollum, A. G. (1982). Cultural methods for soil microorganisms. In: *Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological properties*, 2nd edn. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA, 781–813. URL: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.frontmatter>.
- Yang, F., Li, Y., Han, Y., Qian, W., Li, G., & Luo, W. (2019). Performance of mature compost to control gaseous emissions in kitchen waste composting. *The Science of the total environment*, 657, 262–269. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.030.
- Zhang, H., Li, G., Gu, J., Wang, G., Li, Y., & Zhang, D. (2016). Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH<sub>3</sub> emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste Manag.*, 58, 369–375. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.08.022.



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-a9917

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

UDC 636.2:636.084.52

## Hematological indicators of bulls and their meat productivity depending on the structure of the ration

O. O. Mil, N. M. Hordiychuk, T. B. Nahirniak, Y. I. Pivtorak✉

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

### Article info

Received 14.08.2023

Received in revised form

14.09.2023

Accepted 15.09.2023

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnology,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-068-619-24-92  
E-mail: [pivtorak2020@gmail.com](mailto:pivtorak2020@gmail.com)

**Mil, O. O., Hordiychuk, N. M., Nahirniak, T. B., & Pivtorak, Y. I. (2023). Hematological indicators of bulls and their meat productivity depending on the structure of the ration. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 102–107. doi: 10.32718/nvlvet-a9917**

The article reflects the results of long-term scientific research conducted by the department of animal feeding and feed technology on fattening cattle. The task of the research was to study the specifics of the formation of meat productivity by the body of bulls of the Volyn meat breed, depending on the level of feeding, which, under the same type of ration, fully meets the animal's need for nutrients, in particular, in dry matter, available energy, the fractional composition of protein, carbohydrates, minerals and biologically active substances. The question of the organization of full-fledged nutrition of livestock of specialized meat breeds with the same type of feeding all year round using hay-type monoforage is relevant, especially in the practice of fattening young animals, with the aim of obtaining veal meat and young beef. This type of fodder according to the recipe proposed by us is produced at the "Pchany-Denkovich" farm. More complex fodder mixtures of three, four and five components have also been developed, based on the principle of field-made compound feed, which has received the name grain hay. Rations of this type do not require the use of concentrated feed when fattening livestock. This is exactly the approach reflected in the materials of the scientific and practical publication on the intensity of the functional growth processes of muscle tissue without excess fat. The data obtained in our research allow us to conclude that there is a direct relationship between the total protein content in muscle tissue and the nutritional qualities of the forage in the ration. Monofeed components such as grain of corn cobs of milk-wax maturity and soybean pods provide a relatively high protein content in the feed, which ensured high average daily gains in live weight with a limited amount of concentrates. The control slaughter of bulls at the end of the experiment showed that the average pre-slaughter live weight was at the level of 541–501 kg. The slaughter yield of the carcass had a direct dependence on the structure of the ration with a slight intergroup difference, which was within 0.8–1.2 % in relation to the first group, whose ration compensated the animals' need for energy and protein due to concentrates and was usually more expensive. Therefore, the replacement of part of the concentrates in terms of nutrition of the second and third groups does not lead to a significant negative impact on the morphological composition of the carcasses, which gives reason to assert the effectiveness of such rations. The conducted studies on fattening bulls of the Volyn beef breed allow us to state that the harvesting of monoforage (corn-soybean) of the hay type, the nutritional value of which is more than 0.5 fodder unit, which contains a sufficient amount of protein, carbohydrates, vitamins and mineral salts, ensures high average daily gains in live weight and has a positive effect on the quality indicators of young beef meat. The production of this type of fodder allows to produce 78.1–99.8 hundredweights of fodder unit from 1 ha of fodder area and 6.1–13.9 hundredweights of digestible protein and makes it possible to reduce the consumption of concentrated feed in the structure of the rations of fattening animals.

**Key words:** fattening bulls, structure of rations, hematological parameters, average daily gains, live weight, monoforage, concentrates, slaughter parameters, slaughter products.

## Гематологічні показники бугайців та їх м'ясна продуктивність залежно від структури раціону

O. O. Міль, Н. М. Гордійчук, Т. Б. Нагірняк, Я. І. Півторак✉

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

У статті відображено результати тривалих наукових досліджень, які проводить кафедра годівлі тварин і технології кормів на відгодівельних бугайцях. Завданням досліджень було вивчити особливості формування м'ясної продуктивності організмом бугайців волинської м'ясної породи залежно від рівня годівлі, яка за однотипних раціонів повністю забезпечує потребу тварин у поживних речовинах, зокрема в сухій речовині, доступній енергії, фракційному складі протеїну, вуглеводів, мінеральних та біологічно-активних речовинах. Питання щодо організації повноцінного живлення худоби спеціалізованої м'ясної породи за цілорічно однотипної годівлі з використанням монокорму сінажного типу є актуальним, особливо в практиці відгодівлі молодняка, з метою отримання м'яса телятини та молодого яловичини. Такий вид корму за запропонованим нами рецептом виготовляється у фермерському господарстві "Пчани-Денькович". Розроблено також більш складні кормосумішки 3-4- і 5-компонентні за принципом: поле виготовляє комбікорм, який дістав назву зерносінаж. Раціони такого типу не вимагають використання концентрованих кормів при відгодівлі худоби. Саме такий підхід відображено у матеріалах науково-практичної публікації щодо інтенсивності функціональних процесів росту м'язової тканини без надлишку жиру. Отримані у наших дослідженнях дані дозволяють зробити висновок про пряму залежність між загальним вмістом білка в м'язовій тканині і поживними якостями кормів раціону. Такі компоненти монокорму, як зерно качанів кукурудзи молочно-воскової стиглості та стручків сої, забезпечують порівняно високий вміст протеїну в кормі, що забезпечило високі середньодобові прирости живої маси при обмеженій кількості концентратів. Проведений контрольний забій бугайців в кінці досліду показав, що середня передзабійна жива маса перебуває на рівні 541–501 кг. Забійний вихід туші мав пряму залежність від структури раціону з незначною міжгруповою різницею – в межах 0,8–1,2 % щодо першої групи, раціон якої компенсував потребу тварин в енергії та протеїні за рахунок концентратів і, звичайно, був дорожчим. Отже, заміна частини концентратів за поживністю другої і третьої груп не призводить до суттєво негативного впливу на морфологічний склад туші, що дає підставу твердити про ефективність таких раціонів. Проведені дослідження на відгодівельних бугайцях волинської м'ясної породи дозволяють стверджувати, що заготівля монокорму (кукурудзяно-соевого) сінажного типу, поживність якого становить понад 0,5 корм. од., який містить достатню кількість протеїну, вуглеводів, вітамінів та мінеральних солей, забезпечує високі середньодобові прирости живої маси і позитивно впливає на якісні показники м'яса молодого яловичини. Виробництво такого виду корму дозволяє з 1 га кормової площі виробляти відповідно 78,1–99,8 ц корм. од. та 6,1–13,9 ц перетраченого протеїну та дає можливість зменшити витрати концентрованих кормів в структурі раціонів тварин на відгодівлі.

**Ключові слова:** відгодівельні бугайці, структура раціонів, гематологічні показники, середньодобові прирости, жива маса, монокорм, концентрати, забійні показники, продукти забою.

## Вступ

В умовах інтенсивного виробництва м'яса молодого яловичини, щоб забезпечити високу продуктивність відгодівельних тварин, неможливо обійтись без дотримання деталізованих норм потреби тварин у поживних та біологічно активних речовинах (Bashchenko et al., 2021; Borshch et al., 2021; Mylostyvyi et al., 2021, 2022). Висока м'ясна продуктивність потребує постійного моніторингу за станом обміну речовин, здоров'ям тварин, ранньою діагностикою і своєчасним проведенням лікувально-профілактичних заходів (Stybel et al., 2021; Sidashova et al., 2022; Kuljaba et al., 2022). Весь процес обміну речовин між клітинами організму та зовнішнім середовищем відбувається через кров, яка транспортує поживні речовини до клітин, забираючи від них продукти їхнього метаболізму (Hryshchuk et al., 2021, 2022). Це пояснює актуальність вивчення морфологічних і біохімічних показників крові, які мають важливе значення для оцінки рівня обміну речовин в організмі тварин, що безпосередньо впливає на продуктивність.

Таким чином, виробництво яловичини тісно пов'язане з типом годівлі худоби та пропорційно відповідає максимальному використанню основного виду корму в структурі кормового раціону. Практика застосування цілорічно однотипної годівлі на раціонах з використанням монокормів викликає особливу зацікавленість у науковців в технології промислової відгодівлі молодняка великої рогатої худоби (Denkovich et al., 2019; Povroznyk et al., 2021).

Теоретичні питання щодо організації повноцінної годівлі худоби спеціалізованих м'ясних порід продовжують вивчатися. Спрямування цих досліджень різноманітне, але всі вони акцентовані на пошуки

нових альтернативних кормових засобів, які б здешевлювали виробництво м'яса яловичини, не погіршуючи при цьому її якісних показників (Mil & Pivtorak, 2023).

## Мета дослідження

Метою роботи було дослідити гематологічні показники бугайців та їх м'ясну продуктивність залежно від структури раціону.

## Матеріал і методи досліджень

Експериментальну частину досліджень проведено в умовах фермерського господарства "Пчани-Денькович" Стрийського району Львівської області на трьох групах відгодівельних бугайців волинської м'ясної породи по десять голів у кожній групі за схемою, наведеною у таблиці 1.

Раціони годівлі піддослідних тварин були збалансовані за вмістом поживних речовин з урахуванням сухої речовини, доступної енергії та протеїну, а також включенням до складу комбікорму сольово-мінерального преміксу.

За час проведення досліду було вивчено і проаналізовано такі показники: хімічний склад і поживність виготовленого монокорму та комбікорму, а також повноту поїдання кормів тваринами, живу масу піддослідних бугайців, динаміку їх середньодобових приростів у різні вікові періоди.

Зразки крові відбирали з яремної вени 5 тварин з кожної групи в останній день третього місяця. В зразках крові визначали найбільш важливі морфологічні та біохімічні показники за методиками, описаними В. В. Влізлом.



**Таблиця 1**

Схема науково-виробничого досліджу (n = 10)

Група піддослідних тварин	Тривалість досліджу, діб	Структура раціонів інтенсивного періоду вирощування
1 – контрольна	300	ОР – грубі (сіно – 20 %), соковиті (монокорм сінажного типу 50 %, комбікорм – 30 %)
2 – дослідна	300	ОР – заміна 20 % комбікорму за поживністю на монокорм
3 – дослідна	300	ОР – заміна 30 % комбікорму за поживністю на монокорм

По завершенні відгодівлі з кожної групи було відібрано по 3 голови типових тварин і проведено контрольний забій у забійному цеху з подальшою обвалкою.

Визначали живу масу при знятті з відгодівлі, передзабійну живу масу, масу туші, масу внутрішнього жиру, забійний вихід туші.

За результатами обвалки враховувалась сортність м'яса, кількість м'язової, кісткової і сполучної тканини. Також було відібрано середні зразки для визначення хімічного складу та оцінки якісних показників.

Отримані результати піддавались статистичній обробці за допомогою загальноприйнятих методів варі-

аційної статистики з оцінкою середньоарифметичної похибки і розрахунками вірогідності різниць за методом Стьюдента з використанням програмного забезпечення “Microsoft Excel 2003”.

### Результати та їх обговорення

Дослідження метаболітів крові з метою контролю продуктивного розвитку відгодівельних бугайців залежно від впливу досліджуваного фактора наведено у таблиці 2.

**Таблиця 2**

Морфологічні компоненти крові піддослідних бугайців (M ± m, n = 5)

Показники	Групи		
	1 – контрольна	2 – дослідна	3 – дослідна
Гемоглобін, г/л	102,3 ± 3,41	103,5 ± 1,70	105,8 ± 2,63*
Еритроцити, Т/л	6,58 ± 0,28	6,67 ± 0,12	6,97 ± 0,27*
Лейкоцити, Г/л	7,82 ± 0,40	7,83 ± 0,39	7,94 ± 0,48
Фагоцитарна активність, %	40,8 ± 1,92	44,5 ± 2,32	44,7 ± 2,80

Порівняльний аналіз між гематологічними показниками показав зростання вмісту гемоглобіну та еритроцитів на 3,42–5,925 порівняно з контролем. Що стосується лейкоцитів, то їх вміст був у межах фізіологічної норми. Проте за фагоцитарною активністю нейтрофілів у крові тварин спостерігалось їх зростання: на 6,65 – друга група і 6,5 % – третя, що вказує на позитивну дію досліджуваного фактора.

Враховуючи особливості цілорічно однотипної відгодівлі молодняку великої рогатої худоби, нами було проведено визначення біохімічного профілю сироватки крові піддослідних бугайців. Загальновідомо, що білки крові виконують функцію будівельного матеріалу для клітин і тканин самого організму, а також від них залежить ефективність засвоєння поживних речовин раціону. Оптимальні результати дослідження наведено у таблиці 3.

**Таблиця 3**

Середні показники біохімічного профілю сироватки крові піддослідних бугайців (M ± m, n = 5)

Показник	Групи		
	1 – контрольна	2 – дослідна	3 – дослідна
Загальний білок, г/л	80,81 ± 1,81	83,25 ± 1,30	84,73 ± 0,91*
Альбуміни, г/л	33,20 ± 2,08	36,33 ± 1,71	37,31 ± 0,53*
Глобуліни, г/л	47,88 ± 2,38	46,92 ± 2,90	47,42 ± 1,73
α-глобуліни, г/л	12,0 ± 0,84	12,64 ± 0,36	13,80 ± 0,32
β-глобуліни, г/л	14,27 ± 0,70	12,14 ± 0,28	12,31 ± 0,24
γ-глобуліни, г/л	20,87 ± 1,24	22,14 ± 0,64	21,31 ± 0,36
Білковий коефіцієнт, Аі	0,59 ± 0,10	0,56 ± 0,08	0,56 ± 0,06
АсАТ, од/л	46 ± 1,34	44 ± 1,24	42 ± 1,64
АлАТ, од/л	21 ± 1,36	20 ± 1,72	17 ± 1,84
Глюкоза, ммоль/л	2,46 ± 0,06	2,86 ± 0,07	2,91 ± 0,08
Сечовина, ммоль/л	3,42 ± 0,09	3,77 ± 0,11	3,95 ± 0,14
Каротин, мг%	0,61	0,60	0,62
Холестерин, ммоль/л	3,48 ± 1,42	3,49 ± 1,40	3,50 ± 1,40
Кальцій загальний, ммоль/л	2,70 ± 0,12	2,72 ± 0,13	2,75 ± 0,15
Фосфор неорганічний, ммоль/л	1,60 ± 0,05	1,63 ± 0,06	1,67 ± 0,08

Проведений аналіз отриманих показників показав, що рівень основних білків крові альбумінів і глобулінів характеризує забезпеченість тварин білками корму. Так, кількість загального білка і його фракцій в крові піддослідних тварин були в межах оптимальних норм залежно від досліджуваного фактора живлення. Дещо вищий показник вмісту альбумінів спостерігався у тварин 2-ї та 3-ї дослідних груп. Рівень загального білка в сироватці крові тварин контрольної групи був дещо нижчим порівняно з тваринами дослідних груп, аналогічна тенденція прослідковувалася з вмістом глобулінів.

Кінцевим продуктом білкового обміну є сечовина, яка відображає концентрацію аміаку в рубці жуйних, а її вміст у крові впливає не тільки на споживання сирого протеїну, але і його перетравлюваність, а також баланс енергії в організмі тварин.

Зміна рівня сечовини в крові пов'язана насамперед з функціональним станом печінки. Велика частина протеїну кормів піддається в рубці гідролізу до амінокислот з подальшим їх дезамінуванням до аміаку, надлишок якого всмоктується в кров, потрапляє в печінку і перетворюється в сечовину, що в кінцевому результаті призводить до її зростання.

В наших дослідженнях спостерігається збільшення концентрації сечовини в крові корів, структура раціону яких містила моно корм (друга і третя дослідні групи).

Відомо, що ферменти крові є біологічними катализаторами, які беруть участь у всіх життєво-важливих процесах організму і за якими також можна судити про перебіг обмінних процесів в організмі. Враховуючи те, що в синтезі білка найбільше значення мають ферменти, які каталізують перетворення, у яких бере участь глутамінова кислота, так звані трансамінази крові, нами була проаналізована активність аспартат – (АсАТ) та аланін-амінотрансфераз (АлАТ).

Виявлено, що згодовування в структурі раціону моно корму 20 і 30 % за поживністю сприяє зниженню активності АлАТ. Аланін-амінотрансфераза – це тканинний фермент, каталітична активність якого підвищується при нестачі глюкози з метою її синтезу з амінокислот. Оскільки у крові тварин зазначених груп спостерігається підвищення вмісту глюкози та загального білка в крові, це призводить до зменшення використання ферментів. Зниження активності трансаміназ у сироватці крові може свідчити про зменшення інтенсивності деструктивних процесів в печінці. Зміна рівня цукру в крові бугайців обернено пропорційно впливає на активність аланін-амінотрансферази.

Одним з основних біохімічних показників, що характеризують вуглеводний обмін, є рівень глюкози в крові. Вуглеводний обмін відповідає за забезпеченість організму енергією. На рівень вуглеводного обміну у тварин, крім вуглеводної забезпеченості раціону, впливає активність бродильних процесів в передшлунках, оскільки основна частина вуглеводів у них використовується у вигляді летких жирних кислот, які беруть участь в синтезі глікогену, жиру, а також в енергетичному обміні.

У тварин дослідних груп за впливу досліджуваного фактора спостерігалася збільшення концентрації глюкози в сироватці крові порівняно з контрольною групою.

Головним завданням проведених досліджень було отримання молодого яловичини в найбільш оптимальні терміни вирощування. Відомо, що попит на телятину і молоду яловичину надзвичайно високий, тому одним із вагомих чинників однопипної відгодівлі худоби, особливо спеціалізованих м'ясних порід, є рівень ефективності засвоєння поживних речовин раціону.

Показники приростів живої маси піддослідних тварин наведено у таблиці 4.

**Таблиця 4**

Динаміка продуктивності піддослідних груп ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ )

Група	Середньодобові прирости, г			Жива маса при знятті з відгодівлі, кг
	6 місяців	9 місяців	12 місяців	
1 – контрольна	905 ± 8,4	1120 ± 10,7	1210 ± 10,7	501 ± 9,3
2 – дослідна	893 ± 7,6	1080 ± 16,0	1160 ± 10,6	515 ± 9,0
3 – дослідна	769 ± 9,7	989 ± 13,4	1030 ± 11,0	541 ± 8,1

Аналіз приростів живої маси піддослідного молодяку за період дослідження свідчить про те, що в першій групі у 6-місячному віці вони склали в середньому 905 г і перевищували показники тварин третьої групи відповідно на 1,33 і 15,02 %. Подібна тенденція спостерігалася у віці 9 та 12 місяців, що можна пояснити

вищою кількістю концентратів у раціоні тварин цієї групи, що відповідно призводить до підвищення вартості відгодівлі у виразі економічної ефективності.

Після завершення заключного періоду відгодівлі було проведено контрольний забій піддослідних бугайців (табл. 5).

**Таблиця 5**

Забійні якості піддослідних бугайців ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

Групи	Передзабійна жива маса, кг	Маса охолодженої туші, кг	Забійний вихід, %
1 – контрольна	501 ± 9,3	298 ± 2,4	545 ± 1,3
2 – дослідна	515 ± 9,0	275 ± 3,0	54,7 ± 1,2
3 – дослідна	541 ± 8,1	269 ± 2,8	55,3 ± 1,1

Одержані результати показали, що середня передзабійна жива маса бугайців була на рівні 501–541 кг. Забійний вихід туші мав пряму залежність від структури раціону з незначною міжгруповою різницею, яка перебувала в межах 0,8–1,2 % щодо першої групи, раціон якої компенсував потребу тварин в енергії та протеїні за рахунок концентратів і, звичайно, був дорожчим.

**Таблиця 6**

Морфологічний склад туш ( $M \pm m, n = 3$ )

Група	Маса охолодженої туші, кг	Сортовий розподіл тканин, кг				
		м'язової			жирової	кісткової
		вищий	перший	другий		
1 – контрольна	298 ± 2,4	46	115	94	6	37
2 – дослідна	275 ± 3,0	45	105	86	5	34
3 – дослідна	269 ± 2,8	43	103	85	5	44

Проведене обвалювання туш вказує на те, що всі туші піддослідних бугайців відповідали першій категорії з явно вираженим жировим поливом. При цьому різна кількість концентратів в структурі раціонів по-різному вплинула на сортовий розподіл м'яса. Незначну перевагу в кількості м'язової тканини вищого і першого сорту мали бугайці першої групи, вищою

Таким чином, заміна частини концентрованих кормів за поживністю другої-третьої групи не призвела до суттєвого негативного впливу на визначені показники, що дає підставу говорити про ефективність таких раціонів. Також це підтверджують показники морфологічного складу туш, які наведені у таблиці 6.

була в цій групі й кількість жирової тканини. Варто зазначити, що бугайці другої і третьої груп за кількістю і якістю м'яса суттєво не відрізнялися між собою.

Для проведення хімічного аналізу м'яса було відібрано середні зразки та проведена порівняльна оцінка їхнього складу (табл. 7).

**Таблиця 7**

Хімічний склад м'яса піддослідних бугайців, % ( $M \pm m, n = 3$ )

Група	Показник				
	вода	Білок	Жир	зола	відношення білка до жиру
1 – контрольна	72,5 ± 0,14	15,7 ± 0,02	11,0 ± 0,04	1,0 ± 0,05	1,43:1
2 – дослідна	71,5 ± 0,14	16,3 ± 0,03	10,5 ± 0,02	1,4 ± 0,03	1,55:1
3 – дослідна	71,7 ± 0,14	18,6 ± 0,03	10,8 ± 0,02	1,0 ± 0,04	1,71:1

Аналіз отриманих даних хімічного складу показав, що за вмістом білка м'ясо бугайців другої і третьої груп на 1,2 і 2,9 % переважало першу. Така аналогія спостерігалася і за вмістом жиру. Відношення білка до жиру найбільш оптимальним було у бугайців, які відгодувалися на раціоні з обмеженою 20–30 % кількістю концентратів. Такі раціони були найбільш оптимальними як у поживному, так і у зворотному еквіваленті.

Проведена грошова оцінка даного типу відгодівлі худоби підтвердила наші очікування щодо використання монокорму сінажного типу взамін частини концентратів у складі раціону цілорічної однотипної годівлі бугайців. Так, при незначному зниженні середньодобових приростів у дослідних групах затрати корму на 1 кг живої маси у кормових одиницях, а також у МДж обмінної енергії перебували в межах 8,7–8,9 і 87–89 відповідно та не перевищували розроблених економічних норм для тварин на відгодівлі.

**Висновки**

Проведені дослідження на відгодівельних бугайцях волинської м'ясної породи дають підставу стверджувати, що заготівля монокорму (кукурудзяно-

соевого) сінажного типу, поживність якого становить понад 0,5 корм. од., що містить достатню кількість протеїну різних за розчинністю фракцій, вуглеводів, вітамінів та мінеральних солей, забезпечує високі середньодобові прирости живої маси і позитивно впливає на якісні показники м'яса молоді яловичини.

Виробництво такого виду корму дозволяє з 1 га кормової площі виробляти 78,1–99,8 ц корм. од. та 6,1–13,9 ц перетравного протеїну та дає можливість зменшити витрати концентрованих кормів в структурі раціонів тварин на відгодівлі.

**Відомості про конфлікт інтересів**

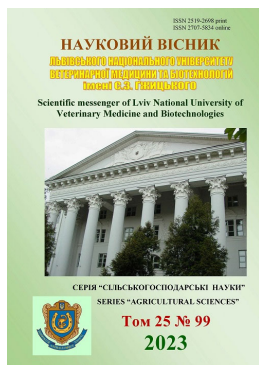
Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

**References**

Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebulytsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Gutyj, B. V. (2021). The cow's calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021\_105.

- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Kachan, L. M., Mashkin, Yu. O., Bilkevich, V. V., Stovbetska, L. S., Kochuk-Yashchenko, O. A., Shalovylo, S. H., Cherniy, N., Matryshuk, T. V., Guta, Z. A., & Bodnar, P. V. (2021). Hematological status of cows with different stress tolerance. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(7), 14–21. DOI: 10.15421/2021\_237.
- Borshch, O. O., Ruban, S. Yu., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Afanasenko, V. Yu., Malina, V. V., Ivantsiv, V. V., Fedorchenko, M. M., Bondarenko, L. V., Katsaraba, O. A., Chorniy, M. V., Shchepetilnikov, Y. O., Sachuk, R. M., Dmytriv, O. Y., & Kava, S. (2021). Strength of limbs and hoof horn from local Ukrainian cows and their crossbreeding with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 174–177. DOI: 10.15421/2021\_160.
- Denkovich, B., Kharko, M., & Pivtorak, Y. (2019). Hematological indices of cows and their milk production for use in the composition of the diet of the drug “Biosprint”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(90), 32–36. DOI: 10.32718/nvlvet-a9006.
- Hryshchuk, I. A., Karpovsky, V. I., Danchuk, V. V., Postoy, R. V., Gutyj, 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>.
- Hryshchuk, I. A., Karpovskiy, V. I., Zhurenko, O. V., Kryvoruchko, D. I., & Gutyj, B. V. (2022). The content of saturated fatty acids in the blood plasma of cows in the winter period depends on autonomic nervous regulation. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(106), 114–118. DOI: 10.32718/nvlvet10618.
- 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.
- Mil, O., & Pivtorak, Y. (2023). Effectiveness of fattening cattle on diets of different energy levels with the use of probiotic feed additive “PROGALplv”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 47–52. DOI: 10.32718/nvlvet-a9808.
- Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Cherniy, N., Lieshchova M., Skliarov, P., Gutyj, B., Kornienko, V., & Mylostyva D. (2022). Clinical significance of measuring fatty acids in biological fluids of dairy cows (in blood and milk) with a focus on heat stress. *Multidisciplinary Reviews*, 5(2), e2022011. DOI: 10.31893/multirev.2022011.
- Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Tsap, S., Begma, N., Cherniy, N., Gutyj, B., & Izhboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *J Anim Behav Biometeorol*, 9(4), 2134. DOI: 10.31893/jabb.21034.
- 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.
- Povroznik, G. V., Pivtorak, Y. I., & Leskiv, K. Y. (2021). The growth intensity of young animals and productive indicators of laying quails under the action of probiotic feed additive “PROPOUL plv”. *Colloquium-journal*, 35(122), 18–20. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=3278061>.
- Sidashova, S., Gutyj, B., Shnaider, V., Honcharenko, V., Shcherbatyi, A., Stadnytska, O., & Hulencko, M. (2022). Clinical manifestations of taste distortion in highly productive cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(108), 164–174. DOI: 10.32718/nvlvet10824.
- Stybel, V., Gutyj, B., Gufriy, D., Slivinska, L., Frejuk, D., Kuljaba, O., Martyshuk, T., Guta, Z., & Leno, M. (2021). The effect of butaselmavit and closaverm 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.





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-a9918  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 619:636.087.63:613.67:636.5

## Application of the fermented broiler chickens manure under different aeration regimes during vermiculture cultivation

P. V. Kovtun, S. V. Merzlov✉

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 17.08.2023  
Received in revised form  
18.09.2023  
Accepted 19.09.2023

Bila Tserkva National Agrarian  
University, 8/1 Soborna sq.,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-098-660-90-85  
E-mail: 0986609085@ukr.net

**Kovtun, P. V., & Merzlov, S. V. (2023). Application of the fermented broiler chickens manure under different aeration regimes during vermiculture cultivation. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 108–113. doi: 10.32718/nvlvet-a9918**

The growth of poultry population in Ukraine and in the world leads to a number of environmental problems such as concentration and accumulation of large masses of manure without litter and manure mixed with organic litter. A rational way to dispose poultry manure, including broiler chickens' manure, is to produce vermicompost from it by growing there a hybrid of local red worm or *Eisenia fetida*. Unfermented broiler manure contains a high concentration of nitrogen-containing compounds, including ammonia, which has a negative effect on worms. Even at low ammonia concentrations in the organic biomass, the worms die. Traditional methods can take more than 17 months to compost broiler manure. One of the ways to speed up composting is to apply bioprocessing devices and aeration of the manure. The effectiveness of growing vermiculture on the fermented broiler manure with a biodegrader and different aeration regimes remains insufficiently studied. For the experimental cultivation of worms, we used the broiler chicken manure fermented for 160 days, which was enriched with air once every 10 days by mechanical mixing (control), 15 minutes a day using a compressor (I experimental group) and twice a day for 15 minutes using a compressor (II experimental group). The study determined the number of adult and immature worms, their weight, the number of cocoons and their weight. It has been experimentally found that fermented broiler chicken manure under different aeration regimes with litter as part of the vermiculture substrate has an effect on the reproduction and weight of worms and their cocoons. Growing worms on a substrate from fermented broiler chickens' manure with a daily one-time air enrichment with a compressor increases the number of mature worms by 15.7 % compared to the control group. The largest mass of mature worms was recorded in the first experimental group. It was proved that the use of fermented broiler manure with active aeration (experimental group I) as a substrate increased the number and weight of immature worms by 10.3 and 33.3 %, respectively, compared to the control. The largest number of cocoons has been found in the first experimental group.

**Key words:** worm mass, worm cocoons, total protein, substrate, chicken manure, biodestructor.

## Застосування посліду курчат-бройлерів, ферментованого за різних режимів аерації, під час вирощування вермикультури

П. В. Ковтун, С. В. Мерзлов✉

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Зростання поголів'я птиці в Україні та світі призводить до виникнення ряду екологічних проблем концентрування та накопичення великої маси посліду без підстилки і посліду, змішаного з підстилкою органічної природи. Раціональним способом утилізації посліду птиці, в тому числі й курчат-бройлерів, є одержання із нього біогумусу за допомогою вирощування на ньому гібрида червоних каліфорнійських або місцевих гнійових черв'яків. Неферментований послід курчат-бройлерів містить велику концентрацію нітрогеновмісних сполук, в тому числі й аміаку, що негативно впливає на черв'яків. Навіть за незначних концентрацій аміаку в органічній біомасі черв'яки гинуть. За традиційних методів період компостування посліду курчат-бройлерів може тривати понад

17 місяців. Одним зі способів прискорення компостування є використання біопрепаратів та аерації посліду. Недостатньо вивченим залишається питання ефективності вирощування вермикультури на посліді курчат-бройлерів, ферментованого за участі біодеструктора та різних режимів аерації. Для експериментального вирощування черв'яків застосовували ферментований упродовж 160 діб послід курчат-бройлерів, який збагачували повітрям один раз на 10 діб способом механічного перемішування (контроль), щодобово по 15 хвилин за допомогою компресора (I дослідна група) і щодобово два рази по 15 хвилин за допомогою компресора (II дослідна група). Під час дослідження визначали кількість дорослих і нестатевозрілих черв'яків, їхню масу, кількість коконів і їх масу в мікроложках. Експериментально було виявлено, що ферментований за різних режимів аерації послід курчат-бройлерів із підстилкою у складі субстрату для вермикультури має вплив на розмноження і масу черв'яків та їх коконів. За вирощування черв'яків на субстраті з посліду курчат-бройлерів ферментованого за щодобового одноразового збагачення повітрям за допомогою компресора збільшується кількість статевозрілих черв'яків на 15,7 % щодо контрольної групи. Найбільша маса статевозрілих черв'яків була зафіксована у I дослідній групі. Доведено, що за використання у складі субстрату посліду бройлерів ферментованого із активною аерацією (I дослідна група), кількість і маса нестатевозрілих черв'яків збільшується відповідно на 10,3 та 33,3 % щодо контролю. Найбільша кількість коконів встановлена у мікроложках із I дослідної групи.

**Ключові слова:** маса черв'яків, кокони черв'яків, загальний білок, субстрат, послід птиці, біодеструктор.

## Вступ

Накопичення великих обсягів посліду птиці має низку господарсько-екологічних проблем. Експлуатація непідготовлених гноєсховищ і надмірне, постійне внесення посліду курчат-бройлерів на невеликих територіях є двома основними причинами забруднення навколишнього середовища (Hepperly et al., 2009; Zekker et al., 2019; Zekker et al., 2021).

Одночасно послід птиці, в тому числі й відходи курчат-бройлерів із підстилкою, є перспективним джерелом поживних речовин (протеїни, вуглеводи та ліпіди), біологічно активних та мінералів, які можливо використовувати ефективно у біоконверсних комплексах, застосовуючи бактерії, мікроводорості, простіші, безхребетних (вермикультура) тощо (Leet & Volz, 2013; Shen et al., 2015).

Ефективними господарсько-екологічними методами утилізації та використання посліду птиці та стічних вод є їх анаеробна ферментація, компостування за активної аерації та дії конгломерату мікроорганізмів з подальшим вирощуванням на ньому біомаси гібрида червоних каліфорнійських черв'яків (Nasiru et al., 2013; Zhang et al., 2016; Zekker et al., 2019, 2021; Osipenko & Merzlov, 2023).

Таким чином, проведення експериментів щодо встановлення ефективності вирощування біомаси вермикультури на субстраті з посліду курчат-бройлерів з вмістом підстилки, компостованого за участі біодеструкторів та активної щодобової аерації, має важливе науково-практичне значення.

Для вирощування вермикультури не допускається використання свіжого гною або посліду сільськогосподарських тварин та птиці. Послід птиці необхідно обов'язково ферментувати. На даний час є велика кількість способів ферментування посліду птиці. Одним із ефективних способів є компостування за допомогою конгломерату мікроорганізмів. Ензими бактерій гідролізують органічну частину посліду, внаслідок чого утворюються доступні сполуки і енергія, необхідні мікроорганізмам для інтенсивного розмноження і росту. За процесу компостування із використанням біодеструкторів проходить підготовка поживних речовин для використання черв'яками і оптимізується вміст аміаку, надмірна концентрація якого є токсичною для вермикультури (Hepperly et al., 2009; Osipenko & Merzlov, 2023).

Під час організації процесу вермикультивування використовують гібрид червоних каліфорнійських черв'яків або гнойових. Такі червяки швидко споживають субстрат і інтенсивно розмножуються (Brown, 2019).

За дії черв'яків і їх сприяння у субстраті здійснюється біоокиснення органічних сполук за мезофільних умов (Nasiru et al., 2013). На даний час промислове ведення вермикультивування поширене у Сполучених Штатах Америки, Країнах Європи, Азії та Далекого Сходу. Основною метою цієї технології є утилізація органічних відходів, одержання біомаси черв'яків та біогумусу. За дії вермикультури на послід птиці прискорюється його мінералізація, внаслідок чого Нітроген, Фосфор, Калій та мікроелементи стають доступними у біогумусі для рослин (Kangmin & Peizhen, 2009; Coyne & Knutzen, 2010; Yadav et al., 2014).

Розміщення черв'яків у свіжий послід птиці призводить до їх швидкої загибелі. Для усунення токсичної концентрації аміаку послід ферментують (компостують). За даними (Haug, 2018) процес ферментування посліду птиці за дії ензимів мікроорганізмів можливо виразити в реакціях: субстрат + O<sub>2</sub> = компост + CO<sub>2</sub> + NH<sub>3</sub> + біомаса. Традиційно без внесення біопрепаратів компостування продовжується 15–19 місяців. Використання біодеструкторів прискорює час ферментування посліду птиці (Blazy et al., 2014). Також додатково можливо інтенсифікувати метаболічні процеси розпаду органічних сполук у посліді птиці за дії ензимів мікроорганізмів, проводячи постійне збагачення біомаси Оксигеном. Дослідження, спрямовані на встановлення ефективності вирощування вермикультури на субстраті з ферментованого посліду птиці за різних режимів збагачення його Оксигеном, мають науково-практичний інтерес.

## Мета дослідження

Метою роботи є встановлення ефективності вирощування вермикультури на субстраті, який містить послід курчат-бройлерів із підстилкою, ферментований за різних режимів аерації.

## Матеріал і методи досліджень

Вплив посліду курчат-бройлерів із підстилкою (солома злакових культур) компостованого із використанням біодеструкторів та за різних режимів аерації

на ріст і розмноження черв'яків проводили в умовах ННДЦ Білоцерківського національного аграрного університету. Із підготовленого посліду птиці з вологістю  $65,5 \pm 0,5$  %. формували по 5 мікролож у кожній групі. У контролі використовували послід, який ферментували за участі суміші біодеструкторів і використанням аерації шляхом переміщення біомаси один раз на 10 діб. У I дослідній групі мікроложу формували із посліду ферментованого за додаткової аерації (нагнітання повітря компресором через барбітажні трубки розміщені в середині бурта один раз на добу впродовж 15 хв). У II дослідній групі для формування мікролож брали послід курчат-бройлерів ферментований за додаткової аерації (нагнітання повітря компресором через барбітажні трубки, розміщені всередині бурта два рази на добу впродовж 15 хв).

Середня маса статевозрілих черв'яків, які вносили у мікроложу на початку експерименту, становила  $0,71 \pm 0,02$  г. Експеримент тривав 120 діб від початку заселення мікролож черв'яками.

По завершенні досліджень підраховували кількість черв'яків, розділяючи їх на статевозрілих і особин, які не досягли статевої зрілості, та кількість і масу коконів.

Температура повітря в цеху, де розміщали мікроложу впродовж експерименту, становила  $24-26$  °С. Один раз на три доби здійснювали аерацію субстрату із черв'яками у мікроложу (табл. 1).

**Таблиця 1**

Схема постановки дослідження

Група	Кількість внесених особин в мікролож, шт	Маса базового субстрату в одному мікроложі, кг	Субстрат
Контрольна	120	17,0	Послід курчат-бройлерів, компостований упродовж 160 діб із використанням суміші біодеструкторів і перемішуванням один раз на 10 діб
I дослідна	120	17,0	Послід курчат-бройлерів, компостований упродовж 160 діб із використанням суміші біодеструкторів і аерацією впродовж 15 хв один раз на добу нагнітанням повітря компресором
II дослідна	120	17,0	Послід курчат-бройлерів, компостований упродовж 160 діб із використанням суміші біодеструкторів і аерацією впродовж 15 хв два рази на добу нагнітанням повітря компресором

Масу коконів та черв'яків зважували, використовуючи техно-хімічні аналітичні ваги.

Отримані експериментальні дані обробляли, використовуючи стандартні методи варіаційної статистики за допомогою програми Statistica.

**Результати досліджень**

По завершенні 120 доби експерименту в контрольних мікроложу середньому було виявлено 153 шт. статевозрілих черв'яків. У перший місяць після закладання експерименту в цій групі було утворено по 4-6 коконів, що дало можливість наростити 53 особи-

ни, які досягли статевої зрілості. За вирощування вермикультури на субстраті, який складається із посліду курчат-бройлерів, компостованого за щодобового одноразового додаткового збагачення повітрям, виявлено збільшення кількості статевозрілих черв'яків на 15,7 % щодо контролю ( $P < 0,01$ ). Це підтверджує найкращу адаптацію черв'яків у цьому субстраті і швидкий прояв репродуктивних функцій. У II дослідній групі виявлено збільшення кількості статевозрілих черв'яків на 14,4 % щодо контролю. Різниця була статистично значущою (табл. 2).

**Таблиця 2**

Кількість черв'яків на 120 добу експерименту ( $M \pm m, n = 5$ )

Група	Статевозрілі особини в одному мікроложі		Особини, які не досягли статевої зрілості в мікроложі	
	чисельність, шт.	вага, г	чисельність, шт.	вага, г
Контрольна	$153 \pm 3,2$	$110,5 \pm 0,97$	$5800 \pm 33,2$	$348,9 \pm 12,57$
I дослідна	$177 \pm 3,1^{**}$	$136,3 \pm 0,72^{***}$	$6400 \pm 59,8^{**}$	$512,5 \pm 11,32^{***}$
II дослідна	$175 \pm 3,7^{**}$	$131,7 \pm 0,85^{***}$	$6310 \pm 70,7^{**}$	$442,3 \pm 13,88^{***}$

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

Встановлено вплив субстрату на масу тіла статевозрілих черв'яків. Маса одного черв'яка у контролі була на рівні 0,722 г. У мікроложу із I дослідної групи середня маса одного черв'яка (статевозрілого) була більшою, ніж у контрольній групі, на 6,6 %. Різниця мала статистичну значущість. Маса однієї особини із

II дослідної групи була меншою на 2,5 % щодо I дослідної групи і на 3,8 % більшою, ніж у контролі.

Оцінюючи чисельність черв'яків, які не набули статевої зрілості, було виявлено, що найменша кількість була у мікроложу із контрольної групи. За вирощування черв'яків на субстраті з ферментованого посліду курчат-бройлерів, який аерували щодня про-

довж 15 хв один раз на добу, їхня чисельність була більшою, ніж у контролі, на 10,3 % ( $P < 0,01$ ). Встановлено також зростання чисельності популяції щодо контрольної групи у мікроложах, де вермикультура культивувалась на посліді бройлерів, який аерували щодня впродовж 15 хв два рази на добу. Різниця становила 8,8 % і була статистично значущою.

Маса черв'яків, які не набули статевої зрілості у мікроложах, із контрольної групи була на рівні 0,06 г. За культивування черв'яків на субстраті з ферментованого посліду курчат-бройлерів за додаткового збагачення повітрям (I дослідна група) середня маса однієї особини збільшується на 33,3 %. Дещо нижча середня маса одного статевонезрілого черв'яка була встановлена у II дослідній групі. Різниця із I дослідною групою становила 12,5 %. Проте щодо контролю маса одного черв'яка була вищою на 16,7 %.

Порівнюючи показники кількості і маси черв'яків між I та II дослідною групами, статистично значущої різниці не було виявлено. Доведено, що вирощування вермикультури на субстраті з посліду курчат-бройлерів ферментованого за додаткового збагачення його повітрям можливо виростити більшу кількість і масу черв'яків за рахунок оптимального вмісту і доступності поживних речовин.

Кількість коконів черв'яків є показником інтенсивності їх репродуктивних процесів. Найменша кількість спаровувань черв'яків була у контрольній групі, де як субстрат використовували компостований послід курчат-бройлерів без активної аерації. На 120 добу досліджень кількість коконів становила 180 штук. Виявлено, що за використання посліду птиці ферментованого за активного збагачення повітрям кількість коконів у мікроложах збільшується. У I дослідній групі кількість коконів була вищою на 9,4 % щодо показника у контрольній групі (рис 1).

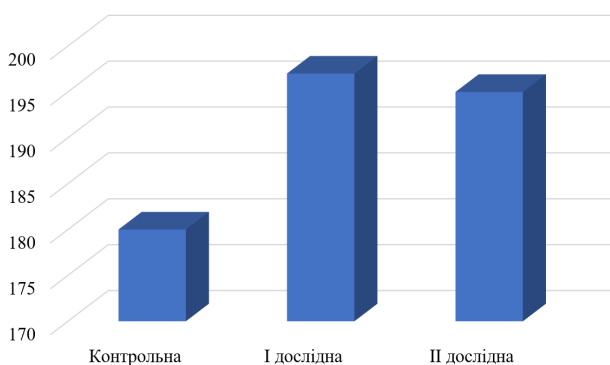


Рис. 1. Кількість коконів, шт

За вирощування вермикультури на компостованому із дворазовим щоденним процесом аерації посліді бройлерів кількість коконів збільшується на 8,3 % щодо контролю. Кількість коконів збільшувалась пропорційно чисельності статевозрілих черв'яків у групах.

Кількість особин, що розвиваються у коконі, впливають на масу останніх. Середня маса коконів у контрольній групі становила 14,7 мг. За вирощування черв'яків на компостованому посліді курчат-бройлерів у I дослідній групі маса утворених ними

коконів була більшою на 10,9 % порівняно з контрольною групою. Різниця мала статистичну значущість (рис. 2).

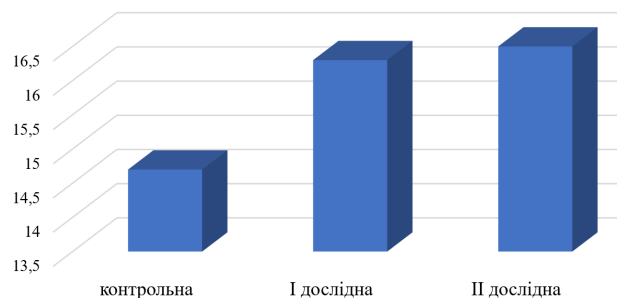


Рис. 2. Маса коконів, мг

У II дослідній групі маса коконів була більшою на 12,2 % щодо контролю ( $P < 0,05$ ). Різниця із I дослідною групою не мала статистичної значущості і становила лише 1,2 %.

## Обговорення

Експериментально доведено вплив посліду курчат-бройлерів, ферментованого за різних режимів аерації, у складі субстрату на розмноження і ріст черв'яків. Під час вирощування вермикультури на посліді бройлерів, який компостували за щодобової додаткової аерації впродовж 15 хвилин, збільшується кількість статевозрілих черв'яків у одному ложі порівняно з варіантом, де субстрат містив послід, який збагачували повітрям шляхом його перемішування один раз на 10 діб. Враховуючи той факт, що дослідний період культивування вермикультури становив 120 діб, а період статевої зрілості у черв'яків настає у 88–92-добовому віці (Mashkin & Merzlov, 2015), то збільшення чисельності таких особин у мікроложі є свідченням швидкої адаптації черв'яків до нового середовища, накопичення поживних речовин у їх організмі та більш раннього спаровування і відкладання коконів. Обґрунтуванням такого явища є те, що за додаткової аерації посліду курчат-бройлерів (збагачення Оксигеном) під час ферментування в останньому мінімізується вміст шкідливих сполук для вермикультури, що дозволяє швидко їй адаптуватись до нового середовища. Дана інформація підтверджується дослідженнями (Nasiru et al., 2013), які стверджують, що збагачення Оксигеном посліду курчат-бройлерів під час його компостування аеробним способом сприяє інтенсифікації деградації органічних сполук (зменшення вмісту аміаку) і прискорення ферментації. За компостування посліду вміст амонійних солей має бути меншим за показник 5 мг/кг субстрату, що дозволяє швидко адаптуватись черв'якам до середовища (Chaoui, 2010).

Окрім збільшення чисельності статевозрілих черв'яків, застосування у складі субстрату посліду курчат-бройлерів, який компостували за щодобової додаткової аерації упродовж 15 хвилин, призводить до збільшення чисельності черв'яків, які не досягли статевої зрілості і їх маси. Поясненням такого явища



може бути те, що за рахунок зміни інтенсивності аерації можливо впливати на інтенсивність діяльності мікробного конгломерату, тим самим регулювати гідроліз поживних речовин у органічній біомасі (Sesay et al., 1997). За такого регульованого гідролізу інтенсифікуються процеси розкладання простих сполук (карбонові кислоти, цукроза) та складних полімерів, у тому числі лігноцелюлози (Epstein, 1997). Також дослідниками (Boulter et al., 2000) стверджується, що позитивний ефект додаткової аерації посліду курчат-бройлерів може пояснюватись збільшенням тривалості підвищення температури до термофільного режиму. Внаслідок чого розвивається більше термофільних мікроорганізмів, які здатні краще гідролізувати більш складні полімери (натуральні та антропогенні) і підвищувати їх доступність для подальшого використання безхребетними. Крім того, збільшення біомаси термофільних мікроорганізмів сприяє більшому акумулюванню амінокислот, доступних джерел Нітрогену та біологічно активних речовин у ферментованій біомасі. Виходячи із цього, включення у субстрат посліду бройлерів ферментованого за додаткової аерації сприяє створенню умови оптимізації вмісту поживних речовин для вермикюльтури і прояву її генетичного потенціалу щодо нарощування маси і розмноження.

Експериментально було встановлено позитивний вплив посліду курчат-бройлерів ферментованого за додаткової аерації у складі субстрату на кількість і масу коконів у ложі. Таким чином, підтверджується закономірність: чим якісніший субстрат за вмістом поживних речовин, тим відтворювальна здатність вермикюльтури є вищою (Herasymenko et al., 2006).

### Висновки

1. Використання субстрату з умістом посліду курчат-бройлерів із підстилкою, компостованого за додаткової аерації по 15 хвилин щодобово, сприяє підвищенню розмноження і росту черв'яків. Кількість статевозрілих черв'яків і статевонезрілих черв'яків та їхня маса була більшою відповідно на 15,6 і 10,3 % та 23,3 і 46,8 % щодо варіанту, де вермикюльтуру вирощували на посліді бройлерів, ферментовану за аерації шляхом її перемішування один раз на 10 діб.

2. Ферментований послід курчат-бройлерів за додаткової аерації по 15 хвилин щодобово у складі субстрату сприяє підвищенню маси і кількості коконів відповідно на 12,2 та 9,4 % щодо контролю.

### Відомості про конфлікт інтересів

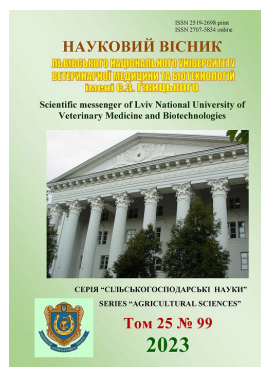
Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

### References

Blazy, V., Guardia de, A., Benoist, J. C., Daumoin, M., Lemasl, M., Wolbert, D., & Barrington, S. (2014). Process condition influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste Biomass Valor*, 5, 451–468. URL: <https://hal.science/hal-02598734>.

- Boulter, J. I., Boland, G. J., & Trevors, J. T. (2000). Compost: A study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16, 115–134. DOI: 10.1023/A:1008901420646.
- Brown, K. D. (2019). *Earthworm Recorder's Handbook*. Earthworm society of Britain. URL: <https://www.earthwormsoc.org.uk/sites/default/files/2019-09/NERS%20Earthworm%20Recorder%27s%20Handbook%20v8.pdf>.
- Chaoui, H. (2010). Vermicasting (or Vermicomposting): Processing Organic Wastes Through Earthworms. *AGDEX 743/537*. 2-6.
- Coyne, K., & Knutzen, E. (2010). *The Urban Homestead: Your Guide to Self-Sufficient Living in the Heart of the City*. Port Townsend: Process Self Reliance series.
- Epstein, E. (1997) *The Science of Composting*. CRC Press LLC, Florida.
- Haug, R.T. (2018). *The practical handbook of compost engineering*. Routledge. DOI: 10.1201/9780203736234.
- Hepperly, P. R., Lotter, D., Ulsh, C. Z., Seidel, R., & Reider, C. (2009). Compost, Manure and Synthetic Fertilizer Influences Crop Yields, Soil Properties, Nitrate Leaching and Crop Nutrient Content. *Compost Science & Utilization*, 17, 117–126. DOI: 10.1080/1065657X.2009.10702410.
- Herasymenko, V. H., Herasymenko, M. O., Tsvilikhovskiy, M. I., Kotsiumbas, I. Ia., Zakharenko, M. O., Obrazhei, A. F., & Holovko, A. M. (2006). *Biotechnolohiia*. Kyiv, Firma "INKOS" (in Ukrainian).
- Kangmin, L., & Peizhen, L. (2010). Earthworms helping economy, improving ecology and protecting heals. *International Journal of Global Environmental Issues*, 10(3), 354–365. DOI: 10.1504/IJGENVI.2010.037276.
- Leet, J. K., & Volz, D. C. (2013). Improving waste management strategies for small livestock farms. *Environmental science & technology*, 47(21), 11940–11941. DOI: 10.1021/es404078b.
- Mashkin, Yu. O., & Merzlov, S. V. (2015). Vermykultyvuvannia – alternatyvnyi sposib oderzhannia bilkovo-mineralnoi kormovoi dobavky. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva*, 2, 132–135 (in Ukrainian).
- Nasiru, A., Ismail, N. & Ibrahim, M. H. (2013). Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of Waste Management*, 2013, 732759. DOI: 10.1155/2013/732759.
- Osipenko, I. S., & Merzlov, S. V. (2023). Biokhimichni ta khimichni sklad biomasy vermykultury, vyroshchenoi na poslidi ptytsi, fermentovanoho pryskorenym metodom. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten DNDKI veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*, 24(1), 105–113. DOI: 10.36359/scivp.2023-24-1 (in Ukrainian).
- Sesay, A. A., Lasaridi, K., Stentioford, E., & Budd, T. (1997). Controlled composting of paper sludge using the aerated static pile method. *Compost Science & Utilization*, 5, 82–96. DOI: 10.1080/1065657X.1997.10701866.
- Shen, X., Huang, G., Yang, Z. & Han, L. (2015). Compositional characteristics and energy potential of Chinese animal manure by type and as a whole. *Applied Ener-*

- gy, Elsevier, 160, 108–119. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.09.034.
- Sinha, R., Valani, D., Chauhan, K. A., & Agarwal, S. M. (2010). Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 2(7), 113–128. URL: <https://academicjournals.org/journal/JABSD/article-abstract/7892986625>.
- Yadav, S. K., Miah, Md. F., Makin, A. A., & Khan, Z. K. (2014). Small-Scale Compost Production through vermiculture Biotechnology. *International J. of research in Agriculture and Forestry*, 1(2), 7-12. URL: <http://www.ijraf.org/pdf/v1-i2/2.pdf>.
- Zekker, I., Kivirüüt, A., Rikmann, E., Mandel, A., Jaagura, M., Tenno, T., Artemchuk, O., Rubin, S.d., & Tenno, T. (2019). Enhanced efficiency of nitrifying-anammox sequencing batch reactor achieved at low decrease rates of oxidation–reduction potential. *Environ. Eng. Sci.*, 36(3), 350–360. URL: <https://www.liebertpub.com/doi/epub/10.1089/ees.2018.0225>.
- Zekker, I., Raudkivi, M., Artemchuk, O., Rikmann, E., Priks, H., Jaagura, M., & Tenno, T. (2021). Mainstream-sidestream wastewater switching promotes anammox nitrogen removal rate in organic-rich, low-temperature streams. *Environmental technology*, 42(19), 3073–3082. DOI: 10.1080/09593330.2020.1721566.
- Zhang, H., Li, G., Gu, J., Wang, G., Li, Y., & Zhang, D. (2016). Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH<sub>3</sub> emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste management (New York, N.Y.)*, 58, 369–375. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.08.022.



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-a9919

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

UDC 63:631.872:633.1:625

## Physical and chemical indicators of wheat straw fermented with a biodestructor of domestic production

L. V. Mitiohlo<sup>1</sup>, S. V. Merzlov<sup>2</sup>, H. V. Merzlova<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>State enterprise “Experimental Farm “Niva” of the M. V. Zubets Institute of Animal Breeding and Genetics of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine”, Hrystynivka village, Cherkasy region, Ukraine

<sup>2</sup>Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 21.08.2023

Received in revised form

25.09.2023

Accepted 26.09.2023

**Mitiohlo, L. V., Merzlov, S. V., & Merzlova, H. V. (2023). Physical and chemical indicators of wheat straw fermented with a biodestructor of domestic production. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 114–119. doi: 10.32718/nvlvet-a9919**

State enterprise “Experimental Farm “Niva” of the M. V. Zubets Institute of Animal Breeding and Genetics of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine”, Hrystynivka village, Cherkasy region, 20009, Ukraine

Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1 Soborna sq., Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-096-901-31-99  
E-mail: merzlovagv@ukr.net

Cereal straw, including wheat one, is widely used in animal husbandry. Wheat straw is used as bedding and a component of rations. Violation of storage conditions and excessive volumes of harvesting causes a large mass of straw to deteriorate every year, which has a negative impact on the environment. Uncontrolled rotting of straw increases the amount of gas emissions into the air. An effective way of disposing of spoiled wheat straw is its fermentation using biological preparations to obtain biocompost. The problem of the effectiveness of composting spoiled wheat straw using the domestic biodestructor BTU-CENTER remains unexplored. The aim of the work was to determine the effect of different doses of the BTU-CENTER biodestructor on the physical and chemical parameters of fermented wheat straw. For the experiment, 4 groups of piles were formed. In the piles from the control group, straw composting was carried out without the use of a biodestructor. A biodestructor was added to the straw from the 1st experimental group at the rate of 7.0 cm<sup>3</sup>/t of biomass with a moisture content of 65.5 %. Spoiled straw in the II and III experimental groups was treated with a biodestructor solution, providing its doses in the range of 14.0 and 28.0 cm<sup>3</sup>/t. Aeration of the piles was carried out by stirring the straw periodically every 8 days. During composting, the temperature of the straw biomass in the middle of the piles was determined. The content of crude protein, Phosphorus, Calcium and Nitrogen was determined in the fermented straw. It has been established that the heating of straw in the piles started from the second day of composting. An increase in the temperature of the biomass in the experimental piles was observed up to the 12th day, and in the control group up to the 14th day of composting. It was found that the higher the dose of the biodestructor used during straw processing, the higher the temperature in the middle of the piles. In the III experimental group, on the 12th day of composting, the highest straw temperature was established in the middle of the piles. The difference with control, I and II experimental groups was 21.4; 15.9 and 4.1 % respectively. The longest fermentation of wheat straw under the thermophilic regime was established in the group where the highest dose of biodestructor was used – 18 days. It has been proved that the use of high doses of the biodestructor increases the content of crude protein, Nitrogen, Phosphorus and Calcium in the fermented wheat straw biomass relatively to the control one.

**Key words:** biological preparation, macro elements, biomass, temperature, composting, Phosphorus, Nitrogen, Calcium.

## Фізико-хімічні показники соломи пшениці, ферментованої біодеструктором вітчизняного виробництва

Л. В. Мітіюгло<sup>1</sup>, С. В. Мерзлов<sup>2</sup>, Г. В. Мерзлова<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Державне підприємство “Дослідне господарство “Нива” Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця Національної академії аграрних наук України, село Христинівка, Черкаська обл., Україна

<sup>2</sup>Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Солома злакових, у тому числі пшениці, широко використовується в тваринництві. Солому пшениці застосовують як підстилку і складову раціонів. За порушення умов зберігання та надмірних об'ємів заготовівці щороку псується велика маса соломи, що негативно впливає на навколишнє середовище. За неконтрольованого гниття соломи збільшується кількість викидів газів у повітря. Ефективним способом утилізації зіпсованої соломи пшениці є її ферментування за використання біопрепаратів для одержання біокомпосту. Невивченим залишається питання ефективності компостування зіпсованої соломи пшениці за використання вітчизняного біодеструктора БТУ-ЦЕНТР. Метою роботи було встановлення впливу різних доз біодеструктора БТУ-ЦЕНТР на фізико-хімічні показники ферментованої соломи пшениці. Для експерименту було сформовано 4 групи буртів. У буртах із контрольної групи компостування соломи проводили без використання біодеструктора. До соломи із I дослідної групи додавали біодеструктор із розрахунку 7,0 см<sup>3</sup>/т біомаси із вологістю 65,5 %. Зіпсовану солому у II та III дослідних групах обробляли розчином біодеструктора, забезпечуючи його дози в межах 14,0 та 28,0 см<sup>3</sup>/т. Аерацію буртів проводили шляхом перемішування соломи періодично через кожних 8 діб. Упродовж компостування визначали температуру біомаси соломи всередині буртів. У ферментованій соломі визначали вміст сирого протеїну, Фосфору, Кальцію та Нітрогену. Встановлено, що розігрів соломи у буртах розпочинався із другої доби компостування. Зростання температури біомаси у дослідних буртах відмічалось до 12 доби, а у контрольній групі – до 14 доби компостування. Виявлено, що чим більшу дозу біодеструктора використовували під час обробки соломи, тим температура всередині буртів була більшою. У III дослідній групі на 12 добу компостування встановлена найбільша температура соломи всередині буртів. Різниця із контролем, I та II дослідними групами була відповідно – 21,4; 15,9 та 4,1 %. Найдовше ферментування соломи пшениці за термофільного режиму було встановлено у групі, де застосовували найвищу дозу біодеструктора – 18 діб. Доведено, що за використання високих доз біодеструктора підвищується вміст сирого протеїну, Нітрогену, Фосфору та Кальцію у ферментованій біомасі соломи пшениці щодо контролю.

**Ключові слова:** біопрепарат, макроелементи, біомаса, температура, компостування, Фосфор, Нітроген, Кальцій.

### Вступ

За сучасних технологій ведення тваринництва застосовують значні обсяги соломи злакових культур, у тому числі й соломи пшениці. У раціонах жуйних тварин, безпосередньо сухостійних і лактуючих корів, широко використовують солому пшениці (Havekes et al., 2020). Солому за додаткового подрібнення використовують як підстилку для птиці (Kovtun & Merzlov, 2023) та сільськогосподарських тварин (André & Tuytens, 2005).

Для зберігання і мобільності використання солому злакових тюкують у тюки різних розмірів і ваги. В багатьох господарствах за наявності значних земельних площ і невеликої кількості тварин заготовлена солома протягом сезону не використовується і значна маса соломи залежується впродовж 3–4 років і з часом псується. Виникають питання щодо пошуку способів утилізації зіпсованої соломи злакових.

Таким чином, господарська корисність соломи витрачається даремно і зіпсована солома у великих об'ємах може становити серйозну проблему забруднення середовища. Щоб вирішити проблеми щодо зниження забруднення навколишнього середовища та ефективно використати зіпсовану солому, проводиться пошук нових способів її утилізації (Gao et al., 2008).

Привабливою технологією утилізації соломи пшениці є виробництво біоетанолу. Проте технологія є досить затратною з економічної точки зору, що не дає можливості широкого впровадження у виробництво (Talebniya et al., 2010).

Для одержання із зіпсованої соломи злакових цінного продукту для агропромислового сектору доцільно застосовувати біоконверсійні технології із залученням біопрепаратів (Zhang et al., 2016). Для ферментування соломи рису використовують інокулянти, які містять один (переважно *L. plantarum*) або декілька видів (*L. plantarum* у поєднанні з *Pediococcus*, *Enterococcus* або *Lactococcus* spp.), (*L. fermentum*, *L. plantarum* і *L. paracasei*) бактерій (Gao et al., 2008). У

доступній літературі недостатньо інформації щодо впливу біопрепаратів БТУ-ЦЕНТР, які містять бактерії *Bacillus* spp. для одержання компосту на фізико-хімічні показники ферментованої соломи пшениці.

У процесі компостування ензими мікроорганізмів різної природи гідролізують поживні речовини, в тому числі вуглеводи та білки, у зіпсованій соломі. Для інтенсивного протікання цих процесів проводиться оптимізація біомаси за вологою та вмістом есенціальних факторів живлення. Обробка соломи таким чином прискорює перегнивання, одержання біодобрива і є ефективним способом зменшення забруднення зовнішнього середовища.

Перегнивання соломи пшениці без використання біопрепаратів пролонгує процес викидів шкідливих газів у зовнішнє середовище, погіршується якість одержаних добрив (Raut et al., 2008; Amir et al., 2008; Khan et al., 2014; Blazy et al., 2014).

Використання біодеструкторів призводить до значного скорочення часу компостування відходів рослинництва (Chattopadhyay, 2012; Nasiru et al., 2013; Zhang et al., 2016).

Немає достатньої, вичерпної інформації у першоджерелах щодо технологічних і хімічних показників рослинних відходів за їх компостування вітчизняними біопрепаратами для виготовлення компостів.

### Мета дослідження

Метою досліджень є встановлення фізико-хімічних показників соломи пшеничної після ферментування її різними дозами біопрепарату для приготування компосту вітчизняного виробництва.

### Матеріал і методи досліджень

Під час ферментування зіпсованої соломи пшениці за рідних доз біодеструктора виробництва БТУ-ЦЕНТР проводили визначення температури всередині буртів. Ферментування зіпсованої соломи пшениці із вмістом вологи 65,5 % проводили у буртах із масою



по 250 кг. Солому пшениці у контролі компостували, не використовуючи біодеструктора. У I дослідній групі солому ферментували, використовуючи біопрепарат у дозі 7,0 см<sup>3</sup>/т. У біомасу в буртах II дослідної групи вносили біодеструктор у дозі 14,0 см<sup>3</sup>/т. Зіпсовану солому в III дослідній групі обробляли розчином біодеструктора, забезпечуючи його вміст на рівні 28,0 см<sup>3</sup>/т. Переміщування соломи пшениці у буртах здійснювали періодично через кожних 8 діб (табл. 1).

вану солому в III дослідній групі обробляли розчином біодеструктора, забезпечуючи його вміст на рівні 28,0 см<sup>3</sup>/т. Переміщування соломи пшениці у буртах здійснювали періодично через кожних 8 діб (табл. 1).

**Таблиця 1**

Схема дослідю

Група	Кількість буртів у групі, шт	Маса зіпсованої соломи пшениці у бурті, кг	Доза біодеструктора, см <sup>3</sup> /т
Контрольна	4	250,0	-
I дослідна	4	250,0	7,0
II дослідна	4	250,0	14,0
III дослідна	4	250,0	28,0

Хімічні дослідження проводили у зіпсованій соломі пшениці до компостування і соломі, яку компостували 110 діб. Проводили визначення вмісту Фосфору, загального Нітрогену, Кальцію та масової частки сирого протеїну. Нітроген визначали, керуючись методикою (Bremner, 1996).

За використання методики К'ельдаля (Liu et al., 2015) визначали масову частку сирого протеїну в біомасі соломи пшениці. Макроелементи Фосфор і Кальцій досліджували методикою, описаною у (Wolf et al., 2003).

Значення температури всередині буртів ферментованої соломи пшениці визначали, застосовуючи термометри за вимогами ДСТУ OIML R 133:2019. Показники одержували на глибині 32–38 см.

Статистичні обрахунки одержаних даних здійснювали за використання стандартних методів програми Statistica.

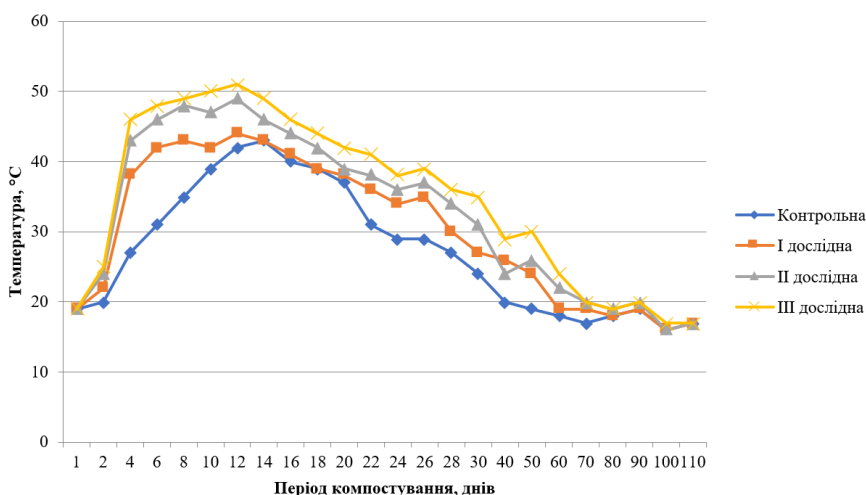
**Результати досліджень**

Температура зіпсованої соломи пшениці у добу закладання експерименту становила 19,0 °С. На 2 добу компостування у контрольній групі температура в буртах зросла до 20,0 °С. У цей самий період за дода-

вання до соломи пшениці біодеструктора у дозі 7,0 см<sup>3</sup>/т зростає температура у компостованій масі на 10,0 % порівняно з контролем. Підвищення дози біопрепарату до 14,0 та 28,0 см<sup>3</sup>/т сприяло зростанню температури соломи щодо контрольної групи відповідно на 20,0 та 25,0 %.

Температура соломи всередині буртів на 4 добу ферментування у дослідних групах зросла відповідно – у 2,0; 2,3 та 2,4 раза щодо температури біомаси на початку експерименту. У контролі температура на 4 добу зросла на 42,1 % щодо цього показника у першу добу компостування. Найвища температура соломи пшениці на 4 добу була у III дослідній групі. Показник був вищим на 70,3 % порівняно з контрольною групою.

Всередині буртів температура соломи пшениці у дослідних групах зростала до 12 доби, а в контрольній групі – до 14 доби ферментування. Доведено, що чим більше у зіпсовану солому пшениці вносили біодеструктора, тим температура всередині буртів була більшою. На 12 добу найбільша температура соломи виявлена у III дослідній групі. Різниця із контролем, I та II дослідними групами була відповідно – 21,4; 15,9 та 4,1 % (рис. 1).



**Рис. 1.** Динаміка температури компосту

У дослідних групах температура соломи пшениці на 14 добу знизилась відповідно на 2,3; 6,1 та 3,9 % щодо показника на 12 добу компостування. Із 14 до 80

доби залишалась тенденція – чим більшу дозу біодеструктора вносили у солому, тим температура була вищою.

У контролі температура компостування соломи пшениці в термофільному режимі була із 12 по 16 добу. За внесення біопрепарату в дозі 7,0 см<sup>3</sup>/т тривалість термофільного режиму пролонгується на 6 діб (із 6 до 16 доби). Найтриваліше компостування соломи пшениці у термофільному режимі було виявлено у варіанті, де застосовували найвищу дозу біодеструктора – 18 діб.

На кінець другого місяця ферментування температура соломи пшениці із III дослідної групи була вищою щодо контролю, I та II дослідної групи відповідно на 33,3; 26,3 та 9,1 %. Після 90 доби компостування помітної різниці за температурою всередині буртів соломи між дослідними і контрольною групами не було встановлено. Температура ферментованої маси відповідала температурі повітря.

Під час дослідження низки хімічних показників соломи пшениці до і після компостування встановлено вплив різних доз біодеструктора на їх значення. В зіпсованій соломі до ферментування вміст сирого протеїну становив 2,3 %. За ферментування соломи без використання біопрепарату вміст сирого протеїну

зменшився у 2,34 раза щодо вмісту протеїну до компостування. За внесення найменшої дози біодеструктора за компостування у соломі вмісту сирого протеїну знижується у 2,07 раза. Різниця мала статистичну значущість. У III дослідній групі вміст сирого протеїну в кінці ферментування знизився щодо показника до компостування у 1,88 раза. Виявлено вплив дії біодеструктора на підвищення збереження сирого протеїну у ферментованій соломі. За внесення біодеструктора у дозі 7,0 см<sup>3</sup>/т вміст сирого протеїну у компостованій соломі був більшим на 0,13 % порівняно з контрольною групою. У III дослідній групі вміст сирого протеїну у ферментованій біомасі був більшим щодо контролю на 0,24 %.

Найбільший вміст сирого протеїну серед дослідних груп у соломі пшениці після компостування був у групі де використовували дозу біодеструктора 28,0 см<sup>3</sup>/т. Різниця була статистично значущою порівняно з контролем. Зростання вмісту сирого протеїну у соломі пшениці після компостування пояснюється кількістю мікроорганізмів, яку трансформували протеїн і Нітроген у свою біомасу (табл. 2).

**Таблиця 2**

Хімічні показники соломи пшениці до і після компостування, n = 5

Показник	Зіпсована солома пшениці до ферментації	Група			
		контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Сирий протеїн, %	2,30 ± 0,110	0,98 ± 0,077 <sup>2***</sup>	1,11 ± 0,085 <sup>2**</sup>	1,14 ± 0,106 <sup>2**</sup>	1,22 ± 0,087 <sup>1*2**</sup>
Уміст Кальцію, г/кг	2,90 ± 0,171	4,93 ± 0,231 <sup>2**</sup>	5,02 ± 0,121 <sup>2***</sup>	5,11 ± 0,109 <sup>2***</sup>	5,20 ± 0,137 <sup>2***</sup>
Уміст Фосфору, г/кг	0,91 ± 0,043	0,43 ± 0,021 <sup>2**</sup>	0,51 ± 0,019 <sup>1*2***</sup>	0,55 ± 0,017 <sup>1*2**</sup>	0,59 ± 0,020 <sup>1*2**</sup>
Уміст Нітрогену, г/кг	3,68 ± 0,234	1,57 ± 0,143	1,78 ± 0,065	1,82 ± 0,054	1,95 ± 0,043

Примітка: <sup>1\*</sup> – P < 0,05; <sup>1\*\*</sup> – P < 0,01 – щодо контролю; <sup>2\*\*</sup> – P < 0,01; <sup>2\*\*\*</sup> – P < 0,001 – щодо неферментованої соломи пшениці

Внаслідок процесу мінералізації та зниження вмісту сухої речовини виявлено зміни вмісту Кальцію у ферментованій масі соломи. На кінець ферментування вміст Кальцію у компостованій біомасі збільшується. У контрольній групі за компостування підвищився вміст Кальцію у соломі пшениці на 70,0 % (P < 0,01) щодо показника до ферментування. У II та III дослідних групах вміст Кальцію збільшився відповідно на 73,1 та 76,2 % порівняно з умістом цього елемента у соломі до компостування. Різниця була статистично значущою (Sparks et al., 1996).

Встановлено збільшення вмісту Кальцію у соломі, ферментованій за використання біодеструктора у дозі 28,0 см<sup>3</sup>/т на 5,4 % щодо контрольної групи. Зі збільшенням дози біодеструктора у зіпсованій соломі вміст Кальцію за компостування зростає. У II та III дослідних групах зростання цього елемента у ферментованій соломі було більшим, ніж у контрольній групі, відповідно на 1,8 та 3,6 %.

Вміст Нітрогену за процесу компостування біомаси соломи пшениці значно знижується. У контролі вміст Нітрогену в соломі був на рівні 1,57 г/кг. Зменшення вмісту Нітрогену за ферментування щодо показника у зіпсованій соломі до компостування було в 2,34 раза. Досліджуючи вміст елемента у біомасі соломи із дослідних груп, виявлено, що за дії різних доз

біодеструктора вміст Нітрогену був більшим відповідно на 13,3; 15,9 та 24,2 % щод контролю.

Доведено, що за деградації органічних сполук у зіпсованій соломі за дії біокатализаторів бактеріального походження паралельно знижується вміст Фосфору. За використання біодеструктора втрати Фосфору у ферментованій біомасі соломи зменшуються. Чим більше до зіпсованої соломи пшениці вносили біодеструктора, тим вміст Фосфору був вищим.

### Обговорення

Нами за допомогою досліджень було встановлено, що під час компостування температура зіпсованої соломи пшениці всередині буртів залежала від часу ферментації. Наші дослідження мають підтвердження у працях (Liu et al., 2011; Khan et al., 2014), де стверджується, що компостування гною тварин та рослинних відходів проходить у три фази: мезофільну – протягом якої збільшується активність мезофільних мікроорганізмів і збільшується температура до 40,0 °C всередині біомаси. Процес триває декілька діб. Термофільний період (високотемпературний) триває від 5 до 65 діб (залежно від маси і природи органічних відходів). За такої температури основними продуцентами гідролітичних ензимів є термофільні бактерії. На третій фазі настає поступове охолодження біомаси і

дозрівання. Під час цієї фази домінуючу роль відіграють термофільні бактерії. Нами підтверджено, що під час компостування зіпсованої соломи пшениці за дози біодеструктора БТУ-ЦЕНТР 28,0 см<sup>3</sup>/т на першій фазі мезофільний режим тривав 3 доби, високотемпературна фаза тривала 18 діб, період охолодження у мезофільному режимі становив 48 діб.

Короткий період високотемпературної фази можливо обґрунтувати тим, що біомаса соломи пшениці має порівняно низький вміст Нітрогену. Дане явище має підтвердження у працях (Tiquia et al., 1996; Romero-Yam et al., 2015), де стверджується, що від співвідношення Карбону до Нітрогену (C:N) в органічних рештках залежить розвиток мікроорганізмів та динаміка температури.

Одержані нами дані щодо збільшення температури компостування залежності від чисельності конгломерату мікроорганізмів збігаються з результатами досліджень (Hwang, 2020). Hwang H. Y. із авторами стверджують, що за компостування курячого посліду із різними органічними відходами виділення тепла залежало від деградації органічної речовини у відходах. У свою чергу деградація органічних відходів залежала від діяльності мезофільних і термофільних мікроорганізмів.

Доведено, що процес компостування соломи пшениці призводить до втрат сирого протеїну та Нітрогену у ферментованій біомасі порівняно із зіпсованою соломою до компостування. Пояснюється це тим, що мікроорганізми за дії своїх ензимів швидко розщеплюють органічні сполуки соломи у мезофільній та особливо термофільній фазі. За гідролізу білків утворюється велика кількість аміаку, який з часом елімінується у навколишнє середовище. Ці дослідження узгоджуються даними, описаними (Yang et al., 2019). Від 40,0 до 75,0 % аміаку утворюється на перших етапах компостування органічних відходів (Hwang et al., 2020). За нашими даними, зменшення Нітрогену у ферментованій соломі пшениці за рахунок елімінації аміаку впродовж 110 діб ферментування становило від 2,3 рази до 47,1 %.

Згідно з результатами досліджень доведено, що за збільшення дози біодеструктора вміст Нітрогену та Фосфору у ферментованій біомасі соломи збільшується. Даний процес обґрунтовується тим, що чим більше мікроорганізмів у компості, тим відсоток трансформації елемента із органічних відходів у біомасу конгломерату мікроорганізмів є більшим (Sommer, 2001).

За дії компостування проходить біохімічна мінералізація органічних сполук. За розпаду білків та вуглеводів соломи пшениці Кальцій не утворює летючих сполук і не елімінується у навколишнє середовище. Тому можливо вважати, чим більший вміст Кальцію у ферментованій біомасі соломи, тим мінералізація останнього є ефективнішою. Із підвищенням дози біодеструктора вміст Кальцію у ферментованій біомасі зростає.

Отже, результати наших досліджень не розбігаються з даними інших дослідників і є доповненням до них.

## Висновки

Встановлено, що температура під час компостування зіпсованої соломи пшениці змінювалася залежно від дози додавання у неї мікробіологічного препарату. Чим більшу дозу біодеструктора вносили у біомасу, тим температура компостування була вищою. За використання біодеструктора у дозі 28,0 см<sup>3</sup>/т на 12 добу компостування температура соломи була вищою на 21,4 %.

За використання біодеструктора у дозі 28,0 см<sup>3</sup>/т прискорюється мінералізація соломи пшениці, знижується елімінація у навколишнє середовище із біомаси Нітрогену та Фосфору відповідно на 26,7 та 37,2 щодо контрольного варіанту.

*Перспективи подальших досліджень.* Науково-практичне значення має висвітлення подальших досліджень мікробіологічних показників у компостованій біомасі зіпсованої соломи пшениці за дії вітчизняного біодеструктора БТУ-ЦЕНТР.

## Відомості про конфлікт інтересів

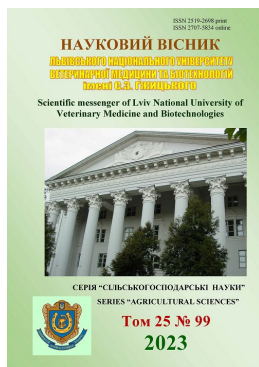
Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

## References

- Amir, S., Merlina, G., Pinelli, E., Winterton, P., Revel, J. C., & Hafidi, M. (2008). Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis. *Journal of hazardous materials*, 159(2-3), 593–601. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2008.02.062.
- André, F., & Tuytens, M. (2005). The importance of straw for pig and cattle welfare: A review. *Applied Animal Behaviour Science*, 92(3), 261–282. DOI: 10.1016/j.applanim.2005.05.007.
- Blazy, V., de Guardia, A., Benoist, J. C., Daumoin, M., Lemasle, M., Wolbert, D., & Barrington, S. (2014). Process conditions influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste and Biomass Valorization*, 5(3), 451–468. URL: <https://hal.science/hal-02598734>.
- Bremner, J. M. (1996). Nitrogen – total. In: Sparks DL, editor. *Methods of soil analysis. Part 3 – Chemical methods*. Madison, WI:SSSA Inc. 1085-121.
- Chattopadhyay, G. N. (2012). Use of vermicomposting biotechnology for recycling organic wastes in agriculture. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 1, 1–6. DOI: 10.1186/2251-7715-1-8.
- DSTU OIML R 133:2019 Termometry ridynni sklani (OIML R 133:2002, IDT) (in Ukrainian).
- Gao, L., Yang, H., Wang, X., Huang, Z., Ishii, M., Igarashi, Y., & Cui, Z. (2008). Rice straw fermentation using lactic acid bacteria. *Bioresour technol*, 99(8), 2742–2748. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.07.001.
- Havekes, C. D., Duffield, T. F., Carpenter, A. J., & DeVries, T. J. (2020). Effects of wheat straw chop length in high-straw dry cow diets on intake, health, and performance of dairy cows across the transition

- period. *Journal of dairy science*, 103(1), 254–271. DOI: 10.3168/jds.2019-17033.
- Havekes, C. D., Duffield, T. F., Carpenter, A. J., & DeVries, T. J. (2020). Effects of molasses-based liquid feed supplementation to a high-straw dry cow diet on feed intake, health, and performance of dairy cows across the transition period. *Journal of dairy science*, 103(6), 5070–5089. DOI: 10.3168/jds.2019-18085.
- Havekes, C. D., Duffield, T. F., Carpenter, A. J., & DeVries, T. J. (2020). Moisture content of high-straw dry cow diets affects intake, health, and performance of transition dairy cows. *Journal of dairy science*, 103(2), 1500–1515. DOI: 10.3168/jds.2019-17557.
- Hwang, H. Y., Kim, S. H., Kim, M. S., Park, S. J., & Lee, C. H. (2020). Co-composting of chicken manure with organic wastes: characterization of gases emissions and compost quality. *Applied Biological Chemistry*, 63, 3. DOI: 10.1186/s13765-019-0483-8.
- Khan, N., Clark, I., Sánchez-Monedero, M. A., Shea, S., Meier, S. & Bolan, N. (2014). Maturity indices in co-composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresource technology*, 168, 245–251. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.02.123.
- Kovtun, P. V., & Merzlov, S.V. (2023). Pokaznyky mikrobiolohichnoho skladu poslidu kurchat-broileriv iz pidstylkoiu za riznoho chasu zberihannia. *Naukovotekhnichniyi biuleten DNDKI veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok*, 24(1), 48–55 (in Ukrainian).
- Liu, D., Zhang, R., Wu, H., Xu, D., Tang, Z., Yu, G., Xu, Z., & Shen, Q. (2011). Changes in biochemical and microbiological parameters during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource technology*, 102(19), 9040–9049. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.07.052.
- Liu, Z., Gonzalez, J. S., Wang, H., Gunasekaran, S., & Runge, T. (2015). Dairy manure protein analysis using UV-vis based on the Bradford method. *Analytical Methods*, 7, 2645–2652. DOI: 10.1039/C4AY03006K.
- Nasiru, A., Ismail, N. & Ibrahim, M.H. (2013). Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of Waste Management*, 2013, 732759. DOI: 10.1155/2013/732759.
- Raut, M. P., Prince William, S. P., Bhattacharyya, J. K., Chakrabarti, T., & Devotta, S. (2008). Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste - a compost maturity analysis perspective. *Bioresource technology*, 99(14), 6512–6519. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.11.030.
- Romero-Yam, L. A., Almaraz-Suárez, J. J., Velasco-Velasco, J., Galvis-Spinola, A., Gavi-Reyes, F. (2015). Microbial dynamic during composting of filter cake reactivated with chicken manure. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 21(1) 21–31. DOI: 10.5154/r.rchsh.2013.09.032.
- Sommer, S. G. (2001). Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. *European Journal of Agronomy*, 14(2), 123–133. DOI: 10.1016/S1161-0301(00)00087-3.
- Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabai, M. A., Johnston, C. T., & Sumner, M. E. (1996). *Methods of soil analysis. Part 3 – chemical methods*. DOI: 10.2136/sssabookser5.3.
- Talebna, F., Karakashev, D., & Angelidaki, I. (2010). Production of bioethanol from wheat straw: An overview on pretreatment, hydrolysis and fermentation. *Bioresource technology*, 101(13), 4744–4753. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.11.080.
- Tiquia, S. M., Tam, N. F., & Hodgkiss, I. J. (1996). Microbial activities during composting of spent pigmanure sawdust litter at different moisture contents. *Bioresource Technology*, 55(6), 201–206. DOI: 10.1016/0960-8524(95)00195-6.
- Wolf, A., Watson, M., & Wolf, N. (2003). Digestion and Dissolution Methods for P, K, Ca, Mg and Trace Elements. In: Peters, J., Ed., *Recommended Methods of Manure Analysis*. University of Wisconsin-Extension, Madison, 30–38.
- Yang, F., Li, Y., Han, Y., Qian, W., Li, G., & Luo, W. (2019). Performance of mature compost to control gaseous emissions in kitchen waste composting. *The Science of the total environment*, 657, 262–269. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.030.
- Zhang, H., Li, G., Gu, J., Wang, G., Li, Y., & Zhang, D. (2016). Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH<sub>3</sub> emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste management*, 58, 369–375. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.08.022.





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-a9920  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.74.088

## Methods of selecting dogs for the needs of canine units of the sector of security and defense of Ukraine

S. V. Serkhovets<sup>1</sup>, N. P. Mazur<sup>2,3✉</sup>, S. V. Klepatskyi<sup>1</sup>, O. R. Kovalchuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>B. Khmelnytsky National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine, Khmelnytsky, Ukraine

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

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine.

### Article info

Received 24.08.2023

Received in revised form

25.09.2023

Accepted 26.09.2023

**Serkhovets, S. V., Mazur, N. P., Klepatskyi, S. V., & Kovalchuk, O. R. (2023). Methods of selecting dogs for the needs of canine units of the sector of security and defense of Ukraine. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 120–125. doi: 10.32718/nvlvet-a9920**

B. Khmelnytsky National Academy  
of the State Border Guard Service  
of Ukraine, Shevchenko str., 46,  
Khmelnytsky, 29000, Ukraine.

Institute of Animal Biology NAAS,  
V. Stusa str., 38, Lviv, 79034,  
Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National Univer-  
sity of Veterinary Medicine and  
Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-289-27-27  
E-mail: Babikn@i.ua

In the article the main criteria and indicators in terms of selecting dogs for the service needs of canine units of the security and defense sector of Ukraine are being examined. Based on the results of the analysis of domestic and foreign experience in the application of various methods of selection of service dogs, the problem issues of dogs selection for service needs are being identified. An analysis of the international experience of canine units (on the example of canine units of the USA, Spain, and Germany) in organizing the selection of dogs for the performance of service tasks is being carried out, and the main ways of its implementation in the conditions of the existing system of canine support of the units of the security and defense sector of Ukraine are worked out. On the basis of a detailed analysis of the requirements of the governing documents, which determine the order of organization of the activities of canine units, special and professional literature, the main methodical recommendations for the organization of the dogs selection for the purpose of their further use in breeding work and training according to the relevant specialization (special, search, guard, search-assault, mine-searching) are discovered. A generalized approach and a variant of the improved methodology for determining the suitability of a dog for service use are proposed, the main components of which are the assessment of the physiological state of the dog's main body systems, exterior and constitution, nervous system, physical endurance and working qualities of dogs. The methods of dogs testing to determine their suitability for official use involve two stages: primary – testing of dogs according to the relevant sections, which is carried out on the day of arrival at the Kennel Training Center or on the day of the arrival of the dog selection commission to the owner of the dog (section A “Evaluation of the physiological state”, section B “Evaluation of the nervous system of dogs and the degree of socialization”, section B “Evaluation of working qualities of dogs” – the direction of further use (specialization) is taken into consideration, section D “Evaluation of dogs by exterior and constitution” – if necessary); repeated stage – repeated testing according to the algorithm of the first stage (section A – if necessary), which is carried out on 2–4 days. It is recommended to check a compliance with the breed standard by evaluating the main parameters of the dog according to the exterior and constitution. During the selection according to the defined criteria, it is mandatory to take into consideration the future purpose of the dog, in particular, use in a breeding business or for a service training. In case of selection of dogs with the aim of their further use in units of reproduction of service dogs as pedigrees, their suitability indicators will be higher and must satisfy the basic requirements set forth by canine units (breeding value, strong type of constitution and nervous system, exterior evaluations not lower “good” and “very good”).

**Key words:** service dogs, selection, canine units, exterior, constitution, type of higher nervous activity, working qualities.

# Методика відбору собак для потреб кінологічних підрозділів сектору безпеки і оборони України

С. В. Серховець<sup>1</sup>, Н. П. Мазур<sup>2,3✉</sup>, С. В. Клепацький<sup>1</sup>, О. Р. Ковальчук<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національна академія Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького, м. Хмельницький, Україна

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

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті розглянуто основні критерії та показники відбору собак для службових потреб кінологічних підрозділів складових сектору безпеки і оборони України. За результатами аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду застосування різних методик відбору службових собак виокремлено проблемні питання селекції собак для службових потреб. Проведено аналіз міжнародного досвіду діяльності кінологічних підрозділів (на прикладі кінологічних підрозділів США, Іспанії, Німеччини) щодо організації селекції собак для виконання службових завдань та опрацьовано основні шляхи його впровадження в умовах системи кінологічного забезпечення складових сектору безпеки і оборони України. На основі детального аналізу вимог керівних документів, які визначають порядок організації діяльності кінологічних підрозділів, спеціальної та фахової літератури, розкрито основні методичні рекомендації щодо організації відбору собак з метою подальшого їх використання у племінній справі та підготовці за відповідною спеціалізацією (спеціальні, розшукові, вартові, розшуково-штурмові, мінно-розшукові). Запропоновано узагальнений підхід та варіант удосконаленої методики для визначення придатності собаки для службового використання, основними складовими якої є оцінювання фізіологічного стану основних систем організму собаки, екстер'єру та конституції, нервової системи, фізичної витривалості та робочих якостей собак. Методика тестування собак на визначення їхньої придатності до службового використання передбачає два етапи: первинний – тестування собак за відповідними розділами, яке проводиться у день прибуття до Кінологічного навчального центру або у день прибуття комісії з відбору собак до власника собаки (розділ А “Оцінювання фізіологічного стану”, розділ Б “Оцінювання нервової системи собак та ступеня соціалізації”, розділ В “Оцінювання робочих якостей собак” – враховується напрям подальшого використання (спеціалізація), розділ Г “Оцінювання собак за екстер'єром та конституцією” – за потреби); повторний етап – повторне тестування за алгоритмом першого етапу (розділ А – за потреби), яке проводиться на 2–4 день. Перевірку відповідності стандарту породи рекомендується здійснювати шляхом оцінювання основних показників собаки за екстер'єром та конституцією. Під час відбору за окресленим критерієм обов'язковою умовою є урахування майбутнього призначення собаки, зокрема використання у племінній справі або для службового дресирування. У випадку відбору собак з метою їх подальшого використання у підрозділах відтворення службових собак як племінних, показники їхньої придатності будуть вищими та повинні задовольняти основні вимоги, які висуваються кінологічними підрозділами (племінна цінність, міцний тип конституції та нервової системи, оцінки за екстер'єром не нижче “добре” та “дуже добре”).

**Ключові слова:** службові собаки, відбір, кінологічні підрозділи, екстер'єр, конституція, тип вищої нервової діяльності, робочі якості.

## Вступ

Важливу роль у ефективній діяльності кінологічних підрозділів складових сектору безпеки і оборони, інших центральних органів виконавчої влади України (далі – кінологічні підрозділи) відіграє якісно організоване комплектування зазначених підрозділів службовими собаками. Окреслені заходи передбачають відбір собак з метою їх подальшого використання у службовій діяльності з урахуванням напряму підготовки (спеціалізації). Проведення якісного відбору собак для потреб кінологічних підрозділів вирішує низку питань, зокрема: дозволяє виділити кращих представників породи з потрібними робочими якостями; знижує витрати часу на підготовку службових собак відповідно до умов випробування; забезпечує оптимальне використання матеріальних та інших ресурсів, необхідних для забезпечення такої підготовки; сприяє закріпленню позитивних якостей під час розведення службових собак в умовах службових розплідників та поліпшення якості потомства (Nikityuk et al., 2022).

Результати аналізу міжнародного досвіду щодо селекції собак для службових потреб дозволили стверджувати, що ця тема є актуальною і водночас досить суперечливою. Зокрема, невирішеним питанням, яке стоїть перед кінологічними підрозділами, зацікавленими у підготовці робочих собак, є кількісна оцінка

варіацій у поведінці емпіричним шляхом і розуміння того, як відмінності в поведінці передбачають подальшу продуктивність у робочому середовищі (Sinn et al., 2010).

Протягом останніх десятиліть для відбору собак розроблено низку поведінкових тестів. Сфери їх застосування досить різноманітні: відбір для селекційних цілей, розвиток поведінки, вплив генотипу і фенотипу на поведінку, здатність до навчання (дресирування), прогнозування працездатності, виявлення поведінкових проблем. Урахування таких підходів стало підґрунтям розробки методології пошуку стандартизації поведінкового тестування собак (Diederich & Giffroy, 2006). Водночас серед значної кількості тестів для відбору собак було помічено декілька зазвичай типових недоліків цих тестів: невелика популярність суб'єктивних, значна кількість персоналу, який потрібно залучати для проведення тестів, недостатньо визначені можливі варіанти поведінки, складний план проведення перевірки, велика тривалість тестування тощо (Haverbeke et al., 2009).

Відбір собак для потреб кінологічних підрозділів передбачає проведення низки організаційних, методичних та практичних заходів спрямованих на встановлення відповідності собак критеріям, які висуваються до них з урахуванням подальшого напряму використання. Важливу роль у відборі собак відіграє

випробування нервової системи та різних поведінкових реакцій організму. Досить змістовні результати дослідження властивостей нервових процесів вищої нервової діяльності собак, особливостей поведінки, а також методики визначення їхніх робочих якостей знаходимо у працях вітчизняних та зарубіжних вчених (Serpell & Hsu, 2005; Barnard et al., 2012; McGreevy et al., 2013; Horowitz, 2014; McGarrity et al., 2016; Bula et al., 2019; Kovalenko & Ruban, 2019; Nikityuk et al., 2022).

Незважаючи на достатню зацікавленість окресленим питанням, поза увагою сучасних науковців залишається комплексний підхід до організації та проведення тестування фізіологічного стану собак, нервової системи, робочих якостей, а також оцінювання екстер'єру та конституції під час їх відбору для потреб кінологічних підрозділів. Актуальність дослідження посилюють суперечності, які виявлено за результатами аналізу наукових джерел. Йдеться про суперечності між наявним досвідом кінологічного забезпечення оперативно-службової (службово-бойової) діяльності та відсутністю єдиних підходів до методики відбору собак для потреб кінологічних підрозділів; достатнім теоретичним обґрунтуванням критеріїв відбору собак та відсутністю уніфікованих тестів для визначення їхньої придатності до службового використання.

### Матеріал і методи досліджень

Основні методи дослідження: теоретичні – аналіз наукової літератури, нормативно-правових документів, синтез, класифікація, узагальнення, порівняння і систематизація даних з метою вивчення стану проблеми дослідження, з'ясування сутності та структури його базових понять; обґрунтування методики відбору собак для службових потреб кінологічних підрозділів.

### Результати та їх обговорення

Вважаємо, що нинішні підходи до відбору собак, які передбачають лише визначення переважаючої реакції у собак, сили збудження та гальмування нервових процесів собаки, загального стану здоров'я та стану органів чуття (нюх, слух і зір) не відповідають сучасним підходам до селекції собак для потреб кінологічних підрозділів. Основою для активного використання собак у службовій діяльності є фізіологічні особливості нюхового аналізатора та фізичні можливості організму собаки (Serkhovets et al., 2020), а також низка інших біологічних, психологічних та соціальних характеристик. Однак основні критерії та вимоги до відбору собак для потреб кінологічних підрозділів закріплено у відповідних керівних документах, що регулюють питання організації кінологічного забезпечення оперативно-службової (службово-бойової) діяльності. Наявність власного досвіду організації кінологічного забезпечення, а також результати аналізу керівних документів та спеціальної літератури дозволили стверджувати, що кінологічні підрозділи комплектуються собаками, які вирощені у відомчих підрозділах відтворення службових собак (племінних розплідниках), закупленими за державні кошти у

фізичних чи юридичних осіб або безкоштовно переданими від них, а також власними собаками фахівців кінологічних підрозділів. Проте узагальнення міжнародного досвіду способів комплектування кінологічних підрозділів (на прикладі кінологічних підрозділів США, Іспанії, Німеччини) дозволили стверджувати, що основним способом комплектування їхніх підрозділів є закупівля собак у фізичних (юридичних) осіб, яка здійснюється спеціальними фахівцями. Процедура відбору собак оголошується зацікавленими кінологічними підрозділами у засобах масової інформації, де зазначаються основні критерії та показники придатності собак, час, місце та порядок тестування собак. Закупівля собак після відповідного відбору, оформлюється договором.

Незалежно від способу комплектування, фахівцями кінологічних підрозділів проводиться комісійна перевірка придатності собак для службового дресирування, яка передбачає їх тестування (випробування) за певними критеріями, що визначають ступінь їхньої придатності до використання (показники придатності). Результати аналізу навчальної та спеціальної літератури, а також урахування основних завдань, які покладаються на кінологічні підрозділи складових (пошук, переслідування, затримання правопорушників на ділянці місцевості, у транспортних засобах, будівлях, спорудах, їх конвоювання; підтримання громадського порядку; пошук та виявлення наркотичних засобів, психотропних та вибухових речовин, стрілецької зброї, боєприпасів тощо в транспортних засобах, будівлях, спорудах, вантажах та багажі, на тілі людини; мінно-розшукова та розшуково-штурмова служби; пошук людей серед завалів внаслідок техногенних катастроф чи збройної агресії), дозволили узагальнити основні критерії придатності собак для їх службового використання.

Так, найбільш вагомими критеріями відбору собак з метою їх подальшого службового використання є: відповідність стандарту породи, до якої вони належать (відповідність екстер'єру та конституції); вгодваність (кондиція); стан здоров'я (відсутність вад, хвороб та недоліків, які унеможливають або обмежують їхнє службове використання); фізичний розвиток (витривалість, швидкість, тип кістяка, розвиненість мускулатури); вік (до трьох років); розвиненість аналізаторів організму собаки (гострота нюхового, слухового та зорового аналізаторів); нервова система (тип вищої нервової діяльності); переважаюча реакція поведінки (орієнтувальна, захисна, харчова, пошукова); робочі якості (контакт з дресирувальником, стійкість до стороннього впливу, навички ведення боротьби з фігурантом/дікоюм (помічником дресирувальника), реакція здобуття предмета для апортування, пошукова реакція поведінки, реакція на постріли, соціалізація).

Однак комплекс основних критеріїв можуть доповнювати й додаткові (індивідуальні особливості), а саме: стать, умови утримання, наявність або відсутність попередньої підготовки, порода (Serpell & Hsu, 2005); лякливність, комунікабельність (інтерес до гри з людиною), розсіяність і агресія (Svartberg et al., 2005); міцна нервова система, добре розвинуті органи чуття

та виражена реакція здобуття предметів (Afanasyev & Serkhovets, 2015); поведінка собаки щодо незнайомих людей, реакція собаки на незвичні (нестандартні) ситуації, інших тварин, постріли, психічний опір (Fiszdon, 2017); походження (родовід), екстер'єр, фізичний та психічний стани, якість потомства або комплексна оцінка, яка виставляється за результатами бонітування (під час відбору собак для племінного розведення) (Serkhovets et al., 2020); здатність до навчання (пов'язана з різними когнітивними, поведінковими та соціальними характеристиками, необхідними для навчання) (Lazarowski et al., 2020).

З метою забезпечення комплексного підходу під час оцінювання придатності собак до подальшого використання у кінологічних підрозділах, вважаємо, що зазначені вимоги (критерії) доцільно умовно об'єднати у такі групи: оцінювання фізіологічного стану собак; оцінювання нервової системи собак/соціалізація; оцінювання робочих якостей собак; оцінювання собак за екстер'єром та конституцією (виступає обов'язковим критерієм під час відбору собак для підрозділів відтворення службових собак). Це визначено експериментальним фактором у методиці відбору собак для потреб кінологічних підрозділів.

На нашу думку, такий поділ, дозволяє виокремити розділи, за якими фахівці-кінологи будуть здійснювати тестування собак, що своєю чергою дозволить розробити уніфікований підхід для визначення придатності собаки для службового використання та запропонувати відповідний алгоритм дій (методичні рекомендації). Узагальнені результати такого підходу у таблиці.

Запропонована методика відбору собак передбачає такі етапи:

✓ первинний етап – тестування собак за відповідними розділами, яке проводиться у день прибуття до Кінологічного навчального центру або у день прибуття комісії з відбору собак до власника собаки (розділ А “Оцінювання фізіологічного стану”, розділ Б “Оцінювання нервової системи собак та ступеня соціалізації”, розділ В “Оцінювання робочих якостей собак” – враховується напрям подальшого використання (спеціалізація), розділ Г “Оцінювання собак за екстер'єром та конституцією” – за потреби);

✓ повторний етап – повторне тестування за алгоритмом першого етапу (розділ А – за потреби), яке проводиться на 2–4 день.

Для проведення заходів передбачених розділом А “Оцінювання фізіологічного стану” обов'язково залучається фахівець ветеринарної медицини. Стан здоров'я, загальний розвиток, вгодованість визначаються зовнішнім оглядом, зважуванням, а також спостереженням за поведінкою собаки.

Методика проведення відбору собак за розділами Б та В покладається на фахівців кінологічних підрозділів. Для перевірки собак за критеріями розділу Б

використовувалися такі тести: 1) тест на контактність, 2) оцінювання соціальної адаптованості (соціалізації), який передбачав перевірку ставлення собаки до групи людей та інших тварин, перевірку реакції собаки на приміщення (виробничі цехи, станції технічного обслуговування автомобілів (шиномонтаж), складські або підвальні приміщення, транспортне депо, залізничний вокзал, приміщення (будівлі, споруди) із дзеркалами, різним покриттям для підлоги та освітленням, сходами (бажано виконані з металу, що проглядається), підземні переходи, під'їзди будинків, тунелі), перевірку реакції собаки на автомашини (залізничні вагони); 3) визначення переважаючої реакції поведінки (з урахуванням напряму подальшого використання – розшукова, спеціальна служби); 4) перевірка реакції собаки на сильні звукові (постріли) або світлові подразники; 5) перевірка реакції собаки на нетипові ситуації; перевірка реакції собаки на фронтальну (“лобову”) атаку фігуранта/дікоя (використовувався для розшукових собак).

Розділ В “Оцінювання робочих якостей собак”. Практичні заходи відбору за окресленим етапом передбачали проведення таких тестувань: 1) перевірка фізичної витривалості (здійснювалася під час бігу на дистанції: для собак великих порід – 3 кілометри; для собак малих порід – 1 кілометр); 2) перевірка прив'язаності собаки до людини та контакту з нею (здатність вступати в гру з людиною та бути зосередженою на ній, модифікувати свою поведінку); 3) перевірка реакції здобуття предметів різних за формою та розмірами (апортування видимого предмета, апортування предмета, який за перешкодою, позначення апортувального предмета/дресирувального рукава (обгавкування), позначення апортувального предмета (безконтактне позначення в багажі); 4) перевірка пошукової реакції (виявлення апортувального предмету серед подібних йому, виявлення апортувального предмету у середній (високій) траві або штучній перешкоді (перевіряється інтенсивність та тривалість пошуку), виявлення ласощів на місцевості, робота за запаховим слідом людини (для розшукової служби).

Перевірку відповідності стандарту породи рекомендується здійснювати шляхом оцінювання основних показників собаки за екстер'єром та конституцією. Під час відбору за окресленим критерієм обов'язковою умовою є урахування майбутнього призначення собаки, зокрема використання у племінній справі або для службового дресирування. У випадку відбору собак з метою їх подальшого використання у підрозділах відтворення службових собак як племінних, показники їхньої придатності будуть вищими та повинні задовольняти основні вимоги, які висуваються кінологічними підрозділами (племінна цінність, міцний тип конституції та нервової системи, оцінки за екстер'єром не нижче ніж “добре” та “дуже добре”).



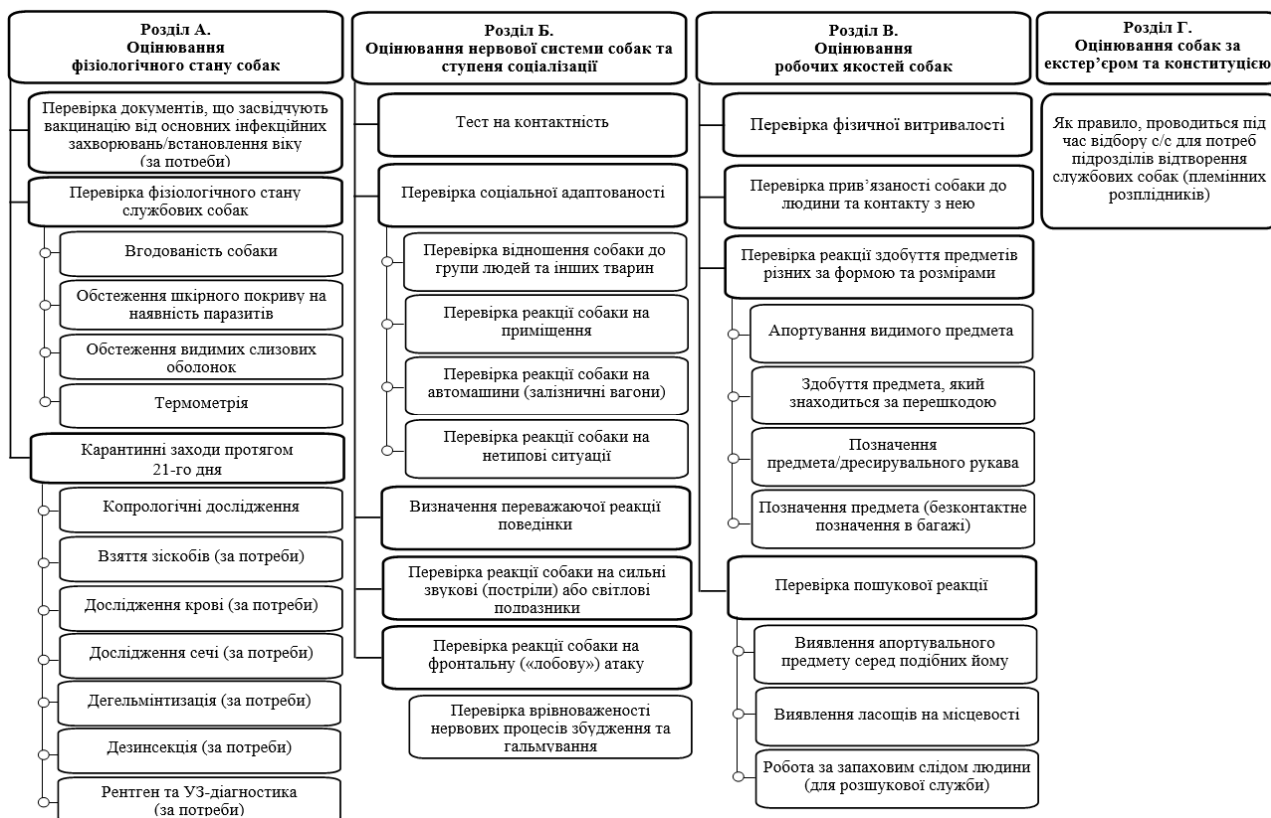


Рис. 1. Організація відбору собак для службового використання

Під час визначення відповідності стандарту породи (розділ Г “Оцінювання собак за екстер’єром та конституцією”) особа, яка проводить перевірку, повинна керуватися офіційними стандартами, відповідно до класифікації порід собак Міжнародної кінологічної федерації.

Практичні заходи визначені запропонованою методикою відбору собак носить комплексний характер, однак фактором, що частково погіршує достовірність такого тестування, є потреба у визначенні типу вищої нервової діяльності (далі – ВНД). Обумовлено це тим, що визначення типу ВНД у собак є досить складним питанням та може бути вирішене лише шляхом детального вивчення нервової системи собаки під час тривалого періоду дресування, особливо у початковому (першому). Проте умови й тривалість підготовки кінологів зі службовими собаками у державних кінологічних навчальних центрах не дозволяють здійснювати лабораторну перевірку типів ВНД, що своєю чергою зумовлює необхідність у пошуку найбільш ефективних методик їх визначення.

Враховуючи, що поведінка є одним із критеріїв відбору собак для службового дресування, а також підбору методики застосування відповідних подразників з метою вироблення потрібних умовних рефлексів та формування навичок, вважаємо, що саме визначення реакцій поведінки собаки (основних та переважаючих) на певні подразники, які застосовуються фахівцями кінологічних підрозділів під час тестування нервової системи, а також відповідна рефлекторна діяльність собаки є підставою для відповідних висновків щодо типів ВНД, але не ВНД загалом.

Таким чином, основними експериментальними факторами у запропонованій методиці визначено поетапність тестування, різноманітність тестів для визначення ступеня соціалізації, перевірки нервової системи та робочих якостей.

### Висновки

1. За допомогою аналізу значної кількості тестів для відбору собак було виявлено їхні недоліки, які полягають у невеликій популяції суб’єктів, значній кількості персоналу, який потрібно залучати для проведення тестів, недостатньо визначених можливих варіантах поведінки, складному плані проведення перевірки, великій тривалості тестування тощо.

2. Встановлено відсутність єдиних підходів до методики відбору собак для потреб кінологічних підрозділів та уніфікованих тестів для визначення їх придатності до службового використання.

3. З метою забезпечення комплексного підходу під час оцінювання придатності собак до подальшого використання у кінологічних підрозділах нами запропоновано основні та додаткові критерії, умовно об’єднати у такі групи: оцінювання фізіологічного стану собак; оцінювання нервової системи собак/соціалізація; оцінювання робочих якостей собак; оцінювання собак за екстер’єром та конституцією (виступає обов’язковим критерієм під час відбору собак для підрозділів відтворення службових собак).

4. Перевірку відповідності стандарту породи рекомендуємо здійснювати шляхом оцінювання основних показників собаки за екстер’єром та конституці-

єю. Під час відбору за окресленим критерієм обов'язковою умовою є урахування майбутнього призначення собаки, зокрема використання у племінній справі або для службового дресирування.

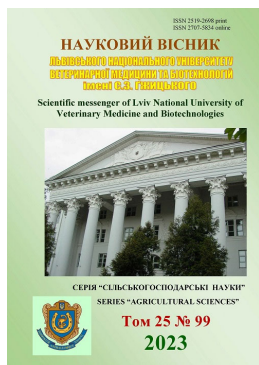
*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому буде розкрито зміст тестів, за якими проводиться відбір собак для подальшого службового використання.

#### Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

#### References

- Afanasyev, A. O., & Serkhovets, S. V. (2015). Basics of training canine inspectors with service dogs to search for explosives, weapons, ammunition: training method. manual Khmelnytskyi: Publishing House of NADPSU (in Ukrainian).
- Barnard, S., Siracusa, C., Reisner, I., Valsecchi, P. & Serpell, J. A. (2012). Validity of model devices used to assess canine temperament in behavioral tests. *Appl Anim Behav Sci*, 138(1-2), 79–87. DOI: 10.1016/j.applanim.2012.02.017.
- Bula, L. V., Pavlenko, Yu. M., Svysenko, S. V., & Malikova, A. I. (2019). Working qualities and indicators of nervous activity of breed dogs Central Asia. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 4(39), 92–98. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2019.4.13 (in Ukrainian).
- Diederich, C., & Giffroy, J.-M. (2006). Behavioural testing in dogs: A review of methodology in search for standardization. *Appl Anim Behav Sci*, 97(1), 51–72. DOI: 10.1016/j.applanim.2005.11.018.
- Fiszdon, K. (2017). Testy psychiczne i ich skuteczność. *Trzecie Warsztaty Kynologiczne “Szkolenie i użytkowanie psów” Szczecin*, 29–34.
- Haverbeke, A., Smet, A., Depiereux, E., Giffroy, J.-M., & Diederich, C. (2009) Assessing undesired aggression in military working dogs. *Appl Anim Behav Sci*, 117(1–2), 55–62. DOI: 10.1016/j.applanim.2008.12.002.
- Horowitz, A. (2014). *Domestic dog cognition and behavior: The scientific study of Canis familiaris*. Springer-Verlag Publishing, 274. DOI: 10.1007/978-3-642-53994-7.
- Kovalenko, V. M., & Ruban, E. V. (2019). Selection of service dogs by types of higher nervous activity. *Scientific and technical bulletin of the Animal Husbandry Institute of the National Academy of Sciences*, 122, 102–109 (in Ukrainian).
- Lazarowski, L., Waggoner, L. P., Krichbaum, S., Singletary, M., Haney, P., Rogers, B., & Angle, C. (2020). Selecting Dogs for Explosives Detection: Behavioral Characteristics. *Front. Vet. Sci.*, 7, 597. DOI: 10.3389/fvets.2020.00597.
- McGarity, M. E., Sinn, D. L., Thomas, S. G., Marti, C. N., & Gosling, S. D. (2016). Comparing the predictive validity of behavioral codings and behavioral ratings in a working-dog breeding program. *Appl Animal Behav Sci*, 179, 82–94. DOI: 10.1016/j.applanim.2016.03.013.
- McGreevy, P. D., Georgevsky, D., Carrasco, J., Valenzuela, M., Duffy, D. L., & Serpell, J. A. (2013) Dog Behavior Co-Varies with Height, Bodyweight and Skull Shape. *PLoS ONE*, 8(12), e80529. DOI: 10.1371/journal.pone.0080529.
- Nikityuk, A., Kupriyenko, D., Afanasiev, A., Osipov, S., & Serkhovets, S. (2022). Scientific-methodical support and automation of service dogs selection during their staffing of state border service of Ukraine bodies. *Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine*, 3(88), 91–124. DOI: 10.32453/3.v88i3.1212 (in Ukrainian).
- Serkhovets, S. V., Mazur, N. P. & Dymchuk, A. V. (2020). Working qualities of search dogs of German and Belgian shepherd breeds. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 22(93), 113–118. DOI: 10.32718/nvlvet-a9319 (in Ukrainian).
- Serpell, J., & Hsu, Yu. (2005). Effects of breed, sex, and neuter status on trainability in dogs. *Anthrozoos A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals*, 18, 196–207. DOI: 10.2752/089279305785594135.
- Sinn, D. L., Gosling, S. D., & Hilliard, S. (2010). Personality and performance in military working dogs: reliability and predictive validity of behavioral tests. *Appl Anim Behav Sci*, 127(1–2), 51–65. DOI: 10.1016/j.applanim.2010.08.007.
- Svartberg, K., Tapper, I., Temrin, H., Radesäter, T., & Thorman, S. (2005). Consistency of personality traits in dogs. *Animal Behaviour*, 69(2), 283–291. DOI: 10.1016/j.anbehav.2004.04.011.



## 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-a9921

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

UDC 639.3.043.13

### Use of insects in feeding of fish (review)

O. Konoval, M. Sychov<sup>✉</sup>, D. Umanets, I. Ilchuk, I. Balanchuk, S. Boiarchuk, V. Otchenashko, T. Holubeva

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

#### Article info

Received 28.08.2023

Received in revised form

28.09.2023

Accepted 29.09.2023

**Konoval, O., Sychov, M., Umanets, D., Ilchuk, I., Balanchuk, I., Boiarchuk, S., Otchenashko, V., & Holubeva, T. (2023). Use of insects in feeding of fish (review). Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 126–133. doi: 10.32718/nvlvet-a9921**

National University of Life and Environmental Science of Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: +38-050-502-80-19 E-mail: [sychov@ukr.net](mailto:sychov@ukr.net)

Aquaculture is the fastest growing sector of the global food industry, signaling a paradigm shift in how we meet the growing demand for fish. The current aquaculture production system relies heavily on fishmeal, which is becoming increasingly unsustainable due to stagnant or declining fish catches, especially wild marine fish stocks. A significant percentage of fish stocks are already almost completely used. This situation, combined with the increasing demand for fish, suggests that fishmeal will become a more limiting ingredient, both from a production and price perspective. In response to these pressing issues, there has been a notable surge in research to explore potential alternatives, such as insect meal, which is one of the critical means to ensure the sustainability of aquaculture and overcome the limitations of fishmeal. Insects hold significant promise in the field of animal nutrition, and further research is needed to fully understand their nutritional value in the context of animal feed applications. Insect farming can be effectively done on human by-products or waste, allowing them to convert this rich, cheap organic waste into protein-rich animal biomass suitable for animal consumption. Analytical review found that insect meal has sufficient nutrient composition suitable for potential inclusion in fish feed as a versatile protein source to create individual nutrient profiles. It is worth noting that a wide range of insect species, their various habitats, developmental stages, feeding behavior and other characteristics can affect the nutritional value of insect meal. This diversity makes insect meal an attractive target for further research as an alternative to fish meal.

**Key words:** aquaculture, arthropods, feed additives, protein, amino acids, nutrients.

### Використання комах у годівлі риб (огляд)

O. O. Коновал, М. Ю. Сичов<sup>✉</sup>, Д. П. Уманець, І. І. Ільчук, І. М. Баланчук, С. В. Боярчук, В. В. Отченашко, Т. А. Голубєва

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

Аквакультура є найбільш швидкозростаючим сектором світової харчової промисловості, що свідчить про зміну парадигми в тому, як ми задовольняємо зростаючий попит на рибу. Сучасна система виробництва продукції аквакультури значною мірою покладається на рибне борошно, яке стає все більш нестійким через стагнацію або скорочення вилову риби, особливо диких морських рибних запасів. Значний відсоток рибних запасів вже майже повністю використаний. Ця ситуація в поєднанні зі зростаючим попитом на рибу свідчить про те, що рибне борошно стане обмежувальним інгредієнтом як з точки зору виробництва, так і з точки зору ціни. У відповідь на ці нагальні проблеми спостерігається помітний сплеск досліджень, спрямованих на вивчення потенційних альтернатив, таких як комашине борошно, яке має одне з вирішальних значень для забезпечення сталості аквакультури та подолання обмежень рибного борошна. Комахи мають значні перспективи у сфері годівлі тварин, і для повного розуміння їхньої поживної цінності в контексті застосування в кормах для тварин необхідні подальші дослідження. Вирощування комах можна ефективно проводити на побічних продуктах або відходах життєдіяльності людини, що дозволяє їм перетворювати ці цінні, дешеві органічні відходи в багату на білок тваринну біомасу, придатну для харчування тварин. За результатами аналітичного огляду встановлено, що борошно з комах має достатній склад поживних речовин, придатний для потенційного включення в корм для риб як універсального джерелом білка для створення індивідуальних профілів поживних речовин. Варто зазначити, що

*широкий спектр видів комах, їх різноманітні середовища існування, стадії розвитку, харчова поведінка та інші характеристики можуть впливати на поживну цінність борошна з комах. Така різноманітність робить борошно з комах привабливим об'єктом для подальших досліджень як альтернативи рибному борошну.*

**Ключові слова:** аквакультура, членистоногі, добавки до кормів, протеїн, амінокислоти, елементи живлення.

## Вступ

Важлива роль риби як основного джерела білка, незамінних жирів, життєво важливих мінералів та основних вітамінів є незаперечною, особливо в умовах швидкого зростання населення планети (FAO, 2018). Прогнози показують, що для підтримки поточного рівня споживання на душу населення попит на рибу в найближчі десятиліття зросте більш ніж на 20 мільйонів тонн (Magalhães et al., 2017). Таке різке зростання створює очевидний виклик: покладатися виключно на дикий вилов риби нерационально, оскільки це загрожує як збереженню морських ресурсів, так і довгостроковій життєздатності рибного господарства. Ці цілі відстоюють численні міжнародні та національні інституції (FAO, 2017; FAO, 2018).

Вплив цього виклику вже відчувається, оскільки рибальство сприяє зниженню доступності диких водних організмів. Ефективне вирішення проблеми надмірної експлуатації рибних запасів стало ключовим глобальним питанням. Вона вимагає комплексного, далекоглядного підходу, який би збалансував харчові потреби зростаючого населення з необхідністю збереження морських екосистем.

Аквакультура передбачає цілеспрямоване вирощування, розведення та виробництво різноманітних водних організмів у контрольованому морському або прісноводному середовищі. Це ефективно зменшує навантаження на природні рибні популяції та пом'якшує потенціал для подальшої деградації навколишнього середовища (FAO, 2018).

За даними Продовольчої та Сільськогосподарської Організації ООН, розвиток аквакультури призвів до вирощування приблизно 600 різних видів риб. Цей різноманітний асортимент водних біоресурсів задовольняє харчові потреби мільйонів людей і робить значний внесок у світову економіку. Обсяги виробництва перевищують 100 мільйонів тонн, а глобальна вартість становить близько 170 мільярдів доларів, що становить майже половину світового виробництва риби. Прогнозується, що до 2030 року ця цифра зросте на безпрецедентні 62 %, що підкреслює ключову роль аквакультури у забезпеченні майбутньої глобальної продовольчої безпеки (FAO, 2018). Таке багатобічне зростання також вимагає виваженого та сталого підходу для забезпечення довгострокової життєздатності аквакультури в усьому світі.

У відповідь на ці нагальні проблеми спостерігається помітний сплеск досліджень, спрямованих на оцінку економічної та екологічної сталості практики аквакультури (Volpe et al., 2013). Одним з ключових аспектів такої оцінки є визнання того, що сталість аквакультури нерозривно пов'язана з характером та якістю кормів, що використовуються на аквафермах. Тип корму, що використовується, не лише суттєво впливає на здоров'я вирощуваної риби, а й потенцій-

но може бути джерелом забруднення води та екосистем.

З екологічної точки зору – значна залежність від рибного борошна, жиру та інших морських джерел білка у складі кормів для риб є суттєвою проблемою (Bossier & Ekasari, 2017; Gasco et al., 2018). Ця проблема впливає з реальності, що океанічні ресурси не в змозі забезпечити виробництво величезної кількості кормів для риб, необхідних для задоволення постійно зростаючого світового попиту на аквакультуру (Gasco et al., 2018). Це підтверджує про нагальність розробки більш стійких та екологічно відповідальних альтернатив для виробництва кормів для риби.

Водночас, з економічної точки зору, глобальне зростання попиту на рибу має вплив на вартість кормів, що робить її першочерговою проблемою, яка відбивається на всій аквакультурі загалом (FAO, 2018). Зростання вартості кормів має економічні наслідки як для великомасштабних аквакультурних підприємств, так і для дрібних рибних фермерів і становить значний виклик для підтримки економічної життєздатності галузі.

Враховуючи цей складний контекст, перед дослідниками все частіше постає завдання пошуку інноваційних рішень як на рівні галузі, так і на рівні фермерських підприємств. Ці рішення повинні не лише обмежити навантаження на навколишнє середовище, пов'язане з аквакультурою, а й допомогти в управлінні та зниженні витрат на корми, що постійно зростають. Вкрай важливо визнати, що ці два виміри сталого розвитку в аквакультурі взаємопов'язані й повинні вирішуватися в синергії. Пошук альтернативних і більш стійких джерел кормів, а також розробка ефективних методів годівлі є критично важливими для забезпечення довгострокової стійкості та життєздатності сектору аквакультури у світі, де попит на рибу продовжує стрімко зростати.

У прагненні до сталої аквакультури дослідницькі зусилля були спрямовані як на макrorівневі стратегії, спрямовані на розробку систем, що сприяють досягненню екологічних цілей, так і на мікрорівневий аналіз економічної стійкості та конкурентоспроможності окремих компаній з плином часу (Van Huis et al., 2013; Gasco et al., 2018; FAO, 2018). Ці екологічні цілі включають зменшення споживання ресурсів, мінімізацію впливу аквакультури на навколишнє середовище, сприяння оптимальному розвитку, росту та відтворенню риби, а також заміну рибного борошна у рецептурах кормів екологічно чистими альтернативами. Досягнення цих цілей має першорядне значення не лише для збереження довкілля, а й для підвищення продуктивності, прибутковості та довгострокової стійкості аквакультури.

Однак на шляху до цих цілей стоїть значна перешкода – вартість кормів, яка становить значну частину загальної собівартості продукції – від 40 % до 70 %



(Ogunji et al., 2008; Kleih et al., 2013; Shaalan et al., 2017; Henry et al., 2018). Зростання цін на корми не було співмірним з відповідним зростанням кінцевих ринкових цін на продукцію аквакультури, насамперед через інтенсивну горизонтальну та вертикальну конкуренцію (Adwan, 2017). Така невідповідність між витратами на виробничі ресурси та ринковими цінами має далекосяжні економічні наслідки, створюючи значне навантаження на окремі підприємства в секторі аквакультури (Shaalan et al., 2017).

Як потенційну альтернативу традиційному рибному борошну на рибних фермах почали використовувати соевий шрот. Однак ця заміна зазнала критики за те, що вона спричинила конкуренцію за землекористування та сприяла значному погіршенню стану довкілля (Van Huis et al., 2013; Gasco et al., 2018). Крім того, було виявлено, що соевий шрот містить антипоживні фактори, які можуть подразнювати травний канал риби, роблячи його менш смачним і забезпечуючи меншу кількість сірковмісних амінокислот, таких як метіонін і цистеїн.

З іншого боку, численні наукові дані свідчать про те, що комахи є багатообіцяючою альтернативою комбікормам, риб'ячому жиру та звичайним білковим кормам у рецептурах кормів для аквакультури. Продукти з комах характеризуються високим вмістом протеїну, який зазвичай становить від 45 % до 70 %. Вони також мають сприятливий профіль незамінних амінокислот і містять значний вміст ліпідів, який може коливатися від 8 % до 35 % залежно від використовуваного процесу екстракції ліпідів (Gasco et al., 2018).

### Мета дослідження

Мета – розглянути можливість використання комах у годівлі риб.

### Матеріал і методи досліджень

У процесі досліджень були використані методи аналізу і узагальнення на основі інформації, отриманої з літературних та інформаційних джерел, щодо оцінки поживного складу комах та досвіду їх використання в годівлі риб.

### Результати та їх обговорення

Визнаючи нагальні екологічні та економічні виклики, що стоять перед галуззю аквакультури, Європейська Комісія зробила значний крок вперед, прийнявши Регламент 893/2017. Цей Регламент відкрив шлях до використання семи видів комах у складі кормів для риб, визнавши їхній потенціал у вирішенні цих питань сталого розвитку. Серед окремих видів комах три виявилися особливо перспективними: жовтий борошняний хрущак (*Tenebrio molitor*), солдатська чорна муха (*Hermetia illucens*) та звичайна кімнатна муха (*Musca domestica*). Їх життєздатність як альтернативних кормових інгредієнтів тісно пов'язана з їх потенціалом для широкомасштабного вирощування з використанням органічних побічних продуктів, що

відповідає принципам циркулярної економіки та безвідходності (Meneguz et al., 2018).

Дослідження, проведене (Belforti et al., 2015), продемонструвало, що додавання *T. molitor* до корму для райдужної форелі, навіть у пропорції 50 %, не мало негативного впливу на приріст ваги. Аналогічно – в інших дослідженнях вивчалася заміна рибного борошна на хрущака у раціонах різних видів риб, включаючи європейського морського окуня, звичайного сома та тиліпію (*Hermetia illucens*). Ці дослідження в сукупності вказують на те, що хрущак може слугувати частковою заміною рибного борошна в раціонах багатьох видів риб (Henry et al., 2018).

З точки зору ринку – індустрія вирощування комах стрімко набирає обертів і на арену виходять численні компанії та стартапи. В Європі такі компанії, як Innovafeed, Ynsect, Protix, Mutatec та Hermetia Baruth GmbH, досягли значних успіхів у виробництві борошна з комах для використання в харчовій та кормовій промисловості. За межами Європи такі компанії, як Entofood, Agriprotein, Enviroflight і Enterra, також зробили помітний внесок у зростаючий сектор.

Завдяки своїм властивостям борошно з комах має потенціал для революції у виробництві аквакультури та стимулювання зростання окремих компаній, що в кінцевому підсумку знизить вартість кормів. Ця трансформація може відбутися, навіть незважаючи на те, що поточні ринкові ціни на борошно з комах зазвичай перевищують ціни на рибне борошно.

Аналіз різних видів комах виявляє значний діапазон вмісту протеїну, який можна порівняти з соєвим шротом, але загалом нижчий, ніж у рибному борошні. Зокрема, види з ряду Перетинчастокрилі (*Orthoptera*) зазвичай демонструють вищий рівень сирого протеїну, що коливається від 60 % до 70 %. Однак важливо враховувати, що всі зразки в цьому ряді є дорослими особинами, які мають більше хітину (і зв'язаного з хітином азоту) і нижчий вміст жиру, що підвищує рівень протеїну.

На противагу цьому види лускокрилих (*Diptera*) демонструють рівні протеїну від 40 % до 50 %. Між різними дослідженнями є значні розбіжності. Наприклад, значення протеїну для личинок *Musca domestica* було зафіксовано на рівні 46,9 %, що узгоджується з даними (Ogunji et al., 2008) на рівні 47,1 %, тимчасом як інші дослідники повідомляють про більш різноманітні результати – від 37,5 % (Bossier & Ekasari, 2017) до 56,8 % (Bernard et al., 1997). Лялечки *Musca domestica*, за спостереженнями, демонстрували вищий вміст протеїну – 58,3 % порівняно з 40,1 %. Тим часом вміст СП у личинках *Hermetia illucens* (36,2 %) близький до значень, отриманих (Sheppard et al., 2002) – 37,8 %, що трохи нижче 40,6 %, зазначених (Newton et al., 1977). Значення СП для *Eristalis te-x* на рівні 40,9 % відображає результати (Ramos-Elorduy, 1997) для *Eristalis sp.* на рівні 40,7 %.

У ряді Рівнокрилі (*Coleoptera*) *Rhynchophorus ferrugineus* має найнижчий вміст протеїну – 35 %. Види роду *Rhynchophorus* зазвичай менш багаті на білок: (Banjo et al., 2006) повідомляють, що *Rhynchophorus phoenicis* містить лише 28,4 % білка. І навпаки, личинки *Tenebrio molitor* продемонстрували

вміст протеїну 58,4 %, а *Zophoba morio* – 53,5%. Значення як для *Tenebrio*, так і для *Zophoba* дещо перевищували дані інших дослідників, коливаючись між 47 % і 53 % для *Tenebrio molitor* (Finke et al., 1989; Bernard et al., 1997; Finke, 2007) і 46,8 % для *Zophoba morio* (Finke, 2002).

Дійсно, відмінності у вмісті білка, що спостерігаються серед різних видів комах, можна пояснити кількома факторами, ускладнює зробити остаточні висновки, особливо при порівнянні різних рядів комах. Ці фактори включають фазу розвитку комах, відмінності в харчових звичках різних популяцій та методи переробки (Fasakin et al., 2003; Banjo et al., 2006). Отже, встановлення чітких відмінностей між рядами комах, заснованих виключно на вмісті білка, стає складним завданням.

Крім того, визначення сирого протеїну у комах є унікальною проблемою через наявність нітрогену в складі N-ацетилглюкозаміну, складової полімеру хітину, який не є легкозасвоюваним (Finke, 2002). Однак важливо зазначити, що кількість нітрогену, що міститься в хітині, порівняно невелика. Як наслідок – для більшості безхребетних вміст азоту може слугувати досить точною оцінкою загального вмісту протеїну (Finke, 2002). Це міркування є життєво важливим для точної оцінки поживної цінності кормів на основі комах для аквакультури та іншого використання.

Вміст жиру в комах демонструє значну розбіжність і має тенденцію коливатися між різними стадіями їхнього розвитку, часто потрапляючи в діапазон від 15 % до 30 %. Зокрема, *Zophoba morio* виділяється як вид з найвищим вмістом жиру – 38 %. Це значення дещо нижче, ніж у (Finke, 2002), який зафіксував його на рівні 42 %. Загалом личинки ряду видів комах зазвичай містять значну кількість жиру, що часто перевищує 25 %. Наприклад, у личинках *Tenebrio molitor* у дослідженні було виявлено 30 % жиру, що нижче за показники інших дослідників (від 38 % до 43 %) (Finke, 2002, 2007).

Личинки та лялечки *Musca domestica* демонстрували порівняно високий рівень жиру в цьому дослідженні – 31,3 % та 33,7 % відповідно, що перевищує дані інших авторів. Ці відмінності особливо помітні у випадку личинок, оскільки в попередніх дослідженнях вміст жиру коливався від 13,5 % до 25 % (Bernard et al., 1997; Sheppard et al., 2002; Ogunji et al., 2006; Ogunji et al., 2008; Aniebo & Owen, 2010). Для лялечок вміст жиру був помітно вищим, ніж 15,8 %, про які повідомляли (Bernard et al., 1997).

Вміст жиру в личинках *Hermetia illucens*, який у цьому дослідженні становив 18 %, помітно нижчий, ніж за даними інших дослідників, і перевищує 30% (Newton et al., 1977; Sheppard et al., 2002).

Крім того, на вміст жиру суттєво впливає стадія розвитку, причому личинкові стадії зазвичай містять більше жиру, ніж дорослі особини (Barker et al., 1998). Наприклад, у *Acheta domestica* вміст жиру коливається від 14 % до 22 % на різних стадіях розвитку (Bernard et al., 1997; Finke, 2002, 2007). Варто зазначити, що відмінності у вмісті ліпідів у одного і того ж виду, про які повідомляють різні автори, можуть бути

пов'язані не тільки зі стадією розвитку, а й з віком комах.

Крім того, варто зазначити, що рівень ліпідів у комах зазвичай перевищує вміст ліпідів у рибному борошні та соєвому шроті. Така різниця у вмісті ліпідів може потенційно створювати проблеми при додаванні комах до рибних кормів, оскільки вищий вміст ліпідів може вимагати коригування рецептури корму для підтримання бажаного балансу поживних речовин.

У таблиці 1 наведено короткий опис поживного складу біомаси *Hermetia illucens*, підкреслюючи її значний вміст білків, жирів і мінералів. Згідно з даними таблиці 1, наданими (Ogunji et al., 2008), вміст сирого протеїну та жиру в біомасі *Hermetia illucens* коливається від 30 % до 52 % та від 21 % до 40 % від сухої речовини відповідно.

Порівнюючи вміст сирого протеїну в біомасі *Hermetia illucens* з широко використовуваним джерелом рослинного протеїну – соєвим шротом, можна помітити значну схожість. Крім того, валова енергетична цінність біомаси має тенденцію до перевищення енергетичної цінності традиційних джерел енергії для тварин, таких як кукурудзяний та пшеничний шрот. Варто зазначити, що знежирена біомаса *Hermetia illucens* має вищий вміст сирого протеїну порівняно з соєвим шротом і має схожість з рибним борошном (Surendra et al., 2016).

Збалансований профіль незамінних амінокислот є вирішальним фактором, що визначає якість білка. Традиційні комерційні водні корми значною мірою покладаються на рибне борошно як основне джерело протеїну через його високий вміст протеїну та збалансований профіль незамінних амінокислот. Рибне борошно особливо багате на засвоювані незамінні амінокислоти, такі як лізин, метіонін і лейцин, яких часто не вистачає в зерні, що зазвичай використовується як основа в більшості кормів для тварин (Makkar et al., 2014).

У таблиці 2 наведений приблизний склад амінокислот. Серед цих груп *Diptera* демонструє найбільшу схожість з рибним борошном за вмістом незамінних та лімітуючих амінокислот. Види *Diptera* демонструють подібну частку метіоніну порівняно з рибним борошном, а також вищі значення гістидину, лізину та треоніну. На противагу цьому види з ряду Лускокрилі та Твердокрилі демонструють вищий вміст лейцину.

Ці результати узгоджуються з попередніми дослідженнями, які постійно спостерігали низький рівень метіоніну в лускокрилих (Bernard et al., 1997; Finke, 2002; Fasakin et al., 2003) і твердокрилих (Finke, 2002, 2007; Makkar et al., 2014), тимчасом як види двокрилих мають тенденцію до вищого рівня метіоніну (Newton et al., 1977; Ogunji et al., 2006). Що стосується лізину, то пропорції, які спостерігаються як для *Coleoptera*, так і для *Orthoptera* на рівні 6 %, узгоджуються зі значеннями, про які повідомляє Finke (Finke, 2002, 2007). У випадку з двокрилими – рівень лізину, зафіксований у цьому дослідженні на рівні 8 %, відповідає значенню, раніше задокументованому (Newton et al., 1977).

**Таблиця 1**

Орієнтовний склад біомаси *Hermetia illucens*, вирощеної на різних органічних відходах (Одиниця виміру: % сухої речовини; % ліофілізованої речовини кукулю) (Surendra et al., 2020)

Компонент	Стадія росту	Сирий протеїн	Сирий жир	Вуглеводи	Сира клітковина	Зола	Валова енергія (ккал/кг)	Хітин
Комбікорм для курей	Передлялечки	41,2	33,6	–	–	10	–	6,2
Біогаз	Передлялечки	42,2	21,8	–	–	19,7	–	5,6
Овочеві відходи	Передлялечки	39,9	37,1	–	–	9,6	–	5,7
Відходи ресторанів	Передлялечки	43,1	38,6	–	–	2,7	–	6,7
Відходи кафетерію	Передлялечки	43,7	31,8	12,3	10,1	6,0	5751,7	–
Відходи овочів та фруктів	Личинки	41,9	26,3	–	–	13	–	6,2
Відходи овочів та фруктів	Передлялечки	39,9	30,8	–	–	5,7	–	–
Фруктові відходи	Передлялечки	43,8	46,8	–	–	5,7	27825,2	–
Відходи виноробства	Личинки	34,4	32,2	–	–	14,6	–	5,3
Відходи пивоваріння	Личинки	53	29,9	–	–	7,3	–	1,4
Бурі водорості	Личинки	41,3	8,1	–	–	15,8	–	–
Харчові відходи	Передлялечки	42,0 – 43,7	35,0 – 37,2	–	–	3,1 – 4,6	–	–
Свинячий гній	Передлялечки	42,8	36,5	–	–	3,7	–	–
Пташиний послід	Передлялечки	41,7	36,2	–	–	3,8	–	–
Гній ВРХ	Передлялечки	41,2	35,7	–	–	4,9	–	–
Ферентована кукурудзяна солома	Передлялечки	41,8	30,5	–	–	8,2	–	–

**Таблиця 2**

Амінокислотний склад комах у порівнянні з еталонними показниками ФАО щодо потреби в білку, соєвому та рибному борошні, соєвому та рибному борошні (Makkar et al., 2014)

Амінокислоти	Личинки чорної солдатської мухи	Борошно з опаришів мух	Борошно з сарани	Цвіркун	Шрот з лялечок шовкопряда	Рибне борошно	Соєве борошно
Метіонін	2,1	2,2	2,3	1,4	3,5	2,7	1,32
Цистин	0,1	0,7	1,1	0,8	1,0	0,8	1,38
Валін	8,2	4,0	4,0	5,1	5,5	4,9	4,50
Ізолейцин	5,1	3,2	4,0	4,4	5,1	4,2	4,16
Лейцин	7,9	5,4	5,8	9,8	7,5	7,2	7,58
Фенілаланін	5,2	4,6	3,4	3,0	5,2	3,9	5,16
Тирозин	6,9	4,7	3,3	5,2	5,9	3,1	3,35
Гістидин	3,0	2,4	3,0	2,3	2,6	2,4	3,06
Лізін	6,6	6,1	4,7	5,4	7,0	7,5	6,18
Трионін	3,7	3,5	3,5	3,6	5,1	4,1	3,78
Триптофан	0,5	1,5	0,8	0,6	0,9	1,0	1,36
Серин	3,1	3,6	5,0	4,6	5,0	3,9	5,18
Аргінін	5,6	4,6	5,6	6,1	5,6	6,2	7,64
Глутамінова кислота	10,9	11,7	15,4	10,4	13,9	12,6	19,92
Аспаргінова кислота	11,0	7,5	9,4	7,7	10,4	9,1	14,14
Пролін	6,6	3,3	2,9	5,6	5,2	4,2	5,99
Гліцин	5,7	4,2	4,8	5,2	4,8	6,4	4,52
Аланін	7,7	5,8	4,6	8,8	5,8	6,3	4,54

Пропорції аргініну в цьому дослідженні виявилися адекватними для *Diptera* і *Orthoptera*, але види *Coleoptera* демонструють дефіцит аргініну. Ці результати дещо відрізняються від попередніх досліджень, де частка аргініну в організмі прямокрилих становила приблизно 7% (Finke, 2002, 2007), тимчасом як для двокрилих (Newton et al., 1977; Ogunji et al., 2006) і лускокрилих (Finke, 2002, 2007) – близько 5%.

Якщо оцінювати схожість з рибним борошном, то амінокислотний профіль *Diptera* помітно перевершує профіль соєвого борошна. Таким чином, *Diptera* потенційно може слугувати кращою заміною рибного

борошна в рецептурах рибних кормів. Хоча кожен вид комах може відчувати дефіцит певних незамінних амінокислот, можна розробити корм, який досягне збалансованого амінокислотного профілю шляхом поєднання декількох видів комах. Такий підхід може стати перспективною стратегією для створення повноцінних і збалансованих кормів для аквакультури та інших галузей, що сприятиме сталому використанню джерел білка на основі комах.

Жирнокислотний склад комах, як зазначає Ramos-Elorduy (Ramos-Elorduy, 2008), зазвичай характеризується вищим рівнем поліненасичених жирів порівняно

з рибним борошном, але нижчим, ніж у соєвому борошні. Подібно до сої – комахи зазвичай мають нижчий рівень поліненасичених жирів n-3 порівняно з рибним борошном. Bukkens (Bukkens, 1997) повідомив про значну кількість лінолевої кислоти в профілях жирних кислот усіх проаналізованих видів комах. Відповідно до висновків інших дослідників Екпо і Онгбінде (Ekpo & Onigbinde, 2007), Finke (Finke, 2002, 2007) і Катаяма та ін. (Katayama et al., 2008) наземним комахам зазвичай не вистачає ейкозапентаєнової кислоти і докозагексаєнової кислоти у складі їх жирних кислот. Виняток становлять такі види, як *Chrysomya megacephala* та *Calliphora vicina*, які містять від 1,3 % до 1,5 % ейкозапентаєнової кислоти. Однак ці пропорції значно нижчі, ніж у рибному борошні, яке може містити від 14 % до 16 % ейкозапентаєнової кислоти.

Відсутність ейкозапентаєнової і докозагексаєнової кислот в комах є одним з основних обмежень для їх використання в кормах для морських риб. Це обмеження пов'язане з тим, що ейкозапентаєнова і докозагексаєнова кислоти є незамінними поживними речовинами для багатьох морських видів риб і мають важливе значення для загального здоров'я та росту риб. Отже, нестача цих незамінних жирних кислот у кормах на основі комах може накласти обмеження на їх включення до складу аквакормів, особливо тих, що призначені для морських видів риб.

Дані Finke (2002) свідчать про те, що жирнокислотним складом комах можна керувати за допомогою їхнього раціону, і ці дієтичні маніпуляції можуть мати значний вплив на поживну цінність комашиного корму. Відмінності в жирнокислотному складі комах також можуть бути пов'язані з їх харчуванням.

Таким чином, дані узгоджуються з висновками (Justi et al., 2003), які вказують на те, що вміст жирних кислот у комах більше залежить від їхнього раціону, тимчасом як амінокислотний склад тісніше пов'язаний з їхньою таксономічною класифікацією. Таке розуміння підкреслює потенціал для маніпулювання поживною цінністю комашиного шроту шляхом управління раціоном харчування, що робить комах універсальним джерелом білка з потенціалом для створення індивідуальних профілів поживних речовин.

### Висновки

Дані дослідження вказують на те, що борошно з комах має достатній склад поживних речовин, придатний для потенційного включення в корм для риб. Варто зазначити, що широкий спектр видів комах, їх різноманітні середовища існування, стадії розвитку, харчова поведінка та інші характеристики можуть впливати на поживну цінність борошна з комах. Така різноманітність робить борошно з комах привабливим об'єктом для подальших досліджень як альтернативу рибному борошну.

Амінокислотний профіль борошна з комах *Diptera* свідчить про можливість використання його як альтернативного джерела протеїну в аквакультурі. Однак необхідні додаткові дослідження для оцінки таких

факторів, як засвоєваність, вміст хітину, травні ефекти, наявність токсинів, методи обробки борошна, оптимальні комбінації різних видів комах, а також потенційна модифікація поживних профілів комах за допомогою коригування раціону або умов вирощування.

Сучасна система виробництва продукції аквакультури значною мірою покладається на рибне борошно, яке стає все більш нестійким через стагнацію або скорочення вилову риби. Зростаючий попит на рибу свідчить про те, що рибне борошно стане більш обмежувальним інгредієнтом як з точки зору виробництва, так і з точки зору ціни. Тому вивчення потенційних альтернатив, таких як комашино борошно, має вирішальне значення для забезпечення сталості аквакультури та подолання обмежень рибного борошна.

Включення комашиного борошна в раціон тварин може запропонувати стійке та ресурсоефективне вирішення проблем, з якими стикаються традиційні джерела протеїну, особливо в контексті аквакультури та виробництва кормів для тварин.

*Перспективи подальших досліджень.* В подальшому планується використання різноманітного комашиного борошна у годівлі риби вітчизняної селекції. Введення його до складу комбікормів українського виробництва – як альтернативи заміни рибного борошна та потенційного протеїнового корму.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

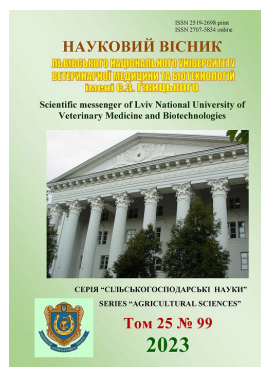
### References

- Adeniyi, T. & Kuton, M. & Ayegbokiki, A., & Olankanmi, L. (2015). Economic A-lyze of Costs and Return of Fish Farming in Saki-East Local Government Area of Oyo State, Nigeria. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6, 5. DOI: 10.4172/2155-9546.1000306.
- Adwan, O. M. A. (2017). Analyzing Fish Farming System in the Jordan Valley Comparative study. *Journal of Social Sciences*, 6(4), 827–832. URL: [https://centrefexcellence.net/J/JSS/Vol6/No4/JSSarticle10,6\\_4\\_pp827-832.pdf](https://centrefexcellence.net/J/JSS/Vol6/No4/JSSarticle10,6_4_pp827-832.pdf).
- Aniebo, A. O., & Owen, O. J. (2010). Effects of Age and Method of Drying on the Proximate Composition of Housefly Larvae (*Musca domestica* Lineus) Meal (HFLM). *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(5), 485–487. DOI: 10.3923/pjn.2010.485.487.
- Banjo, A. D., Lawal, O. A., & Songonuga, E. A. (2006). The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 5(6), 298–301. URL: <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/6678/1/jb06047.pdf>.
- Barker, D., Fitzpatrick, M.P., & Dierenfeld, E. S. (1998). Nutrient composition of selected whole invertebrates. *Zoo Biology*, 17(2), 123–134. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2361(1998)17:2%3C123::AID-ZOO7%3E3.0.CO;2-B.
- Barroso, F. G., Sánchez-Muros, M. J., Segura, M., Morote, E., Torres, A., Ramos, R., & Guil, J. M. C. (2017). In-



- sects as food: Enrichment of larvae of *Hermetia illucens* with omega 3 fatty acids by means of dietary modifications. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62, 8–13. DOI: 10.1016/j.jfca.2017.04.008.
- Belforti, M., Gai, F., Lussiana, C., Ren, M., Malfatto, V. M., Rotolo, L., De Marco, M., Dabbou, S., Schiavone, A., Zoccarato, I., & Gasco, L. (2015). *Tenebrio Molitor* Meal in Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Diets: Effects on Animal Performance, Nutrient Digestibility and Chemical Composition of Fillets. *Italian Journal of Animal Science*, 14(4), 4170. DOI: 10.4081/ijas.2015.4170.
- Bernard, J. B., Allen, M. E., & Ullrey, D. E. (1997). Feeding captive insectivorous animals: nutritional aspects of insects as food. *Nutrition Advisory Group Handbook*, 3, 1–7. URL: <https://nagonline.net/wp-content/uploads/2014/01/NAG-FS003-97-Insects-JONI-FEB-24-2002-MODIFIED.pdf>.
- Bossier, P., & Ekasari, J. (2017). Biofloc technology application in aquaculture to support sustainable development goals. *Microbial Biotechnology*, 10(5), 1012–1016. DOI: 10.1111/1751-7915.12836.
- Bukkens, S. G. (1997). The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2–4), 287–319. DOI: 10.1080/03670244.1997.9991521.
- Danieli, P. P., Lussiana, C., Gasco, L., Amici, A., & Ronchi, B. (2019). The Effects of Diet Formulation on the Yield, Proximate Composition, and Fatty Acid Profile of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Prepupae Intended for Animal Feed. *Animals*, 9(4), 178. DOI: 10.3390/ani9040178.
- Dickson, M., Nasr-Allah, A., Kenawy, D., & Kruijssen, F. (2016). Increasing fish farm profitability through aquaculture best Management practice training in Egypt. *Aquaculture*, 465, 172–178. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2016.09.015.
- Ekpo, K. E., & Onigbinde, A. (2007). Characterization of Lipids in Winged Reproductives of the Termite *Macrotermis bellicosus*. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(3), 247–251. DOI: 10.3923/pjn.2007.247.251.
- FAO (2017). *FAO and the SDGs. Indicators: Measuring up to the 2030 Agenda for Sustainable Development*; FAO: Rome, Italy
- FAO (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 – Meeting the sustainable development goals*. Rome.
- Fasakin, E. A., Balogun, A. M., & Oo, A. (2003). Evaluation of full-fat and defatted maggot meals in the feeding of clariid catfish *Clarias gariepinus* fingerlings. *Aquaculture Research*, 34(9), 733–738. DOI: 10.1046/j.1365-2109.2003.00876.x.
- Finke, M. D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269–285. DOI: 10.1002/zoo.10031.
- Finke, M. D. (2007). Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biology*, 26(2), 105–115. DOI: 10.1002/zoo.20123.
- Finke, M. D., DeFoliart, G. R., & Benevenga, N. J. (1989). Use of a Four-Parameter Logistic Model to Evaluate the Quality of the Protein from Three Insect Species when Fed to Rats. *Journal of Nutrition*, 119(6), 864–871. DOI: 10.1093/jn/119.6.864.
- Gasco, L., Gai, F., Maricchiolo, G., Genovese, L., Ragonese, S., Bottari, T., & Caruso, G. (2018). Fishmeal Alternative protein sources for aquaculture feeds. In *Springer briefs in molecular science*, 1–28. DOI: 10.1007/978-3-319-77941-6\_1.
- Gasco, L., Henry, M., Piccolo, G., Marono, S., Gai, F., Ren, M., Lussiana, C., Antonopoulou, E., Mola, P., & Chatzifotis, S. (2016). *Tenebrio molitor* meal in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) juveniles: Growth performance, whole body composition and in vivo apparent digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 220, 34–45. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2016.07.003.
- Henry, M., Gasco, L., Chatzifotis, S., & Piccolo, G. (2018). Does dietary insect meal affect the fish immune system? The case of mealworm, *Tenebrio molitor* on European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Developmental and Comparative Immunology*, 81, 204–209. DOI: 10.1016/j.dci.2017.12.002.
- Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., & Fountoulaki, E. (2015). Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology*, 203, 1–22. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001.
- Holmer, M., Black, K., Duarte, C. M., Marbà, N., & Karakassis, I. (2008). *Aquaculture in the Ecosystem*. Springer Netherlands. DOI: 10.1007/978-1-4020-6810-2.
- Justi, K. C., Hayashi, C., Visentainer, J. V., De Souza, N. E., & Matsushita, M. (2003). The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. *Food Chemistry*, 80(4), 489–493. DOI: 10.1016/s0308-8146(02)00317-5.
- Katayama, N., Ishikawa, Y., Takaoki, M., Yamashita, Nakayama, S., Kiguchi, K., Kok, R., Wada, H., & Mitsuhashi, J. (2008). Entomophagy: A key to space agriculture. *Advances in Space Research*, 41(5), 701–705. DOI: 10.1016/j.asr.2007.01.027.
- Kleih, U., Linton, J. C., Marr, A., Mactaggart, M., Naziri, D., & Orchard, J. E. (2013). Financial services for small and medium-scale aquaculture and fisheries producers. *Marine Policy*, 37, 106–114. DOI: 10.1016/j.marpol.2012.04.006.
- Magalhães, R., Sánchez-López, A. M., Leal, R. S., Martínez-Llorens, S., Oliva-Teles, A., & Perés, H. (2017). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 476, 79–85. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.04.021.
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008.
- Meneguz, M., Schiavone, A., Gai, F., Dama, A., Lussia, C., Ren, M., & Gasco, L. (2018). Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(15), 5776–5784. DOI: 10.1002/jsfa.9127.
- Newton, G. L., Booram, C. V., Barker, R. W., & Hale, O. M. (1977). Dried *hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine. *Journal of Animal Science*, 44(3), 395–400. DOI: 10.2527/jas1977.443395x.

- Ogunji, J. O., Kloas, W., Wirth, M., Neumann, N., & Pietsch, C. (2008). Effect of housefly maggot meal (mameal) diets on the performance, concentration of plasma glucose, cortisol and blood characteristics of *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 92(4), 511–518. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2007.00745.x.
- Ogunji, J., Kloas, W., Wirth, M., Schulz, C., & Rennert, B. (2006). Housefly Maggot Meal (Mameal): An Emerging Substitute of Fishmeal in Tilapia Diets.
- Ramos-Elorduy, J. (1997). Insects: A sustainable source of food? *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2–4), 247–276. DOI: 10.1080/03670244.1997.9991519.
- Ramos-Elorduy, J. (2008). Energy Supplied by Edible Insects from Mexico and their Nutritional and Ecological Importance. *Ecology of Food and Nutrition*, 47(3), 280–297. DOI: 10.1080/03670240701805074.
- Roncarati, A., Gasco, L., Parisi, G., & Terova, G. (2015). Growth performance of common catfish (*Ameiurus melas* Raf.) fingerlings fed mealworm (*Tenebrio molitor*) diet. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(3), 233–240. DOI: 10.3920/jiff2014.0006.
- Sánchez-Muros, M. J., De Haro, C., Sanz, A., Trenzado, C. E., Villareces, S., & Barroso, F. G. (2015). Nutritional evaluation of *Tenebrio molitor* meal as fishmeal substitute for tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet. *Aquaculture Nutrition*, 22(5), 943–955. DOI: 10.1111/anu.12313.
- Shalan, M., El-Mahdy, M., Saleh, M., & El-Matbouli, M. (2017). Aquaculture in Egypt: Insights on the current trends and future perspectives for sustainable development. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(1), 99–110. DOI: 10.1080/23308249.2017.1358696.
- Sheppard, D. C., Tomberlin, J. K., Joyce, J. A., Kiser, B. C., & Sumner, S. M. (2002). Rearing methods for the Black Soldier fly (Diptera: Stratiomyidae): Table 1. *Journal of Medical Entomology*, 39(4), 695–698. DOI: 10.1603/0022-2585-39.4.695.
- Surendra, K., Olivier, R., Tomberlin, J. K., Jha, R., & Khanal, S. K. (2016). Bioconversion of organic wastes into biodiesel and animal feed via insect farming. *Renewable Energy*, 98, 197–202. DOI: 10.1016/j.renene.2016.03.022.
- Surendra, K., Tomberlin, J. K., Van Huis, A., Cammack, J. A., Heckmann, L., & Khanal, S. K. (2020). Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae) (BSF). *Waste Management*, 117, 58–80. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.07.050.
- Van Huis, A., Van Isterbeek, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper*, 171. URL: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>.
- Volpe, J. P., Gee, J., Ethier, V., Beck, M., Wilson, A., & Stoner, J. (2013). Global Aquaculture Performance Index (GAPI): the first global environmental assessment of marine fish farming. *Sustainability*, 5(9), 3976–3991. DOI: 10.3390/su5093976.



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-a9922  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.52/.58.087.7

## Saving and productivity of broiler chickens for feeding an optimal dose of zinc proteinate

B. S. Bomko<sup>1</sup>✉, Y. V. Syvachenko<sup>1</sup>, Yu. G. Kropyvka<sup>2</sup>

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

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

### Article info

Received 30.08.2023

Received in revised form  
02.10.2023

Accepted 03.10.2023

Bila Tserkva National Agrarian  
University, pl. 8/1 Soborna, Bila  
Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-067-526-19-87  
E-mail: godivlya@ukr.net

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

**Bomko, B. S., Syvachenko, Y. V., & Kropyvka, Yu. G. (2023). Saving and productivity of broiler chickens for feeding an optimal dose of zinc proteinate. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 134–138. doi: 10.32718/nvlvet-a9922**

On the basis of conducted scientific research, it was set that the use of inorganic salts of trace elements in animal and poultry feed leads to environmental pollution with heavy metals due to their low biological availability for the animal organism. Therefore, in recent years, a number of investigations have been conducted to study the effectiveness of using organic trace elements in animal and poultry feed. The article deals with the results of a scientific and economic experiment on the investigation of the influence of domestically produced zinc proteinate in combination with zinc sulfate on indicators of preservation, growth intensity and feed conversion in broiler chickens. Broiler chickens of the control group were fed with a complete ration balanced in terms of necessary nutrients, in accordance with the age periods of the growth of the poultry, with the addition of 50 g per ton of zinc sulfate. Then, the broiler chickens of the research groups were received the same compound feed, but with the addition of 50 g and 30 g per ton of zinc proteinate compound feed. The live weight of broiler chickens of the research groups was significantly higher than the control. At the age of one week, it tended to increase in the chickens of the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> research groups, and at the age of 14, 21, 28, 35 and 42 days, the live weight of the chickens of the 3<sup>rd</sup> research group exceeded the live weight of the poultry of the control group, respectively, by 15.8 g ( $P < 0.05$ ); 37.0 ( $P < 0.01$ ); 96.8 ( $P < 0.05$ ); 115.9 ( $P < 0.01$ ) and 177.7 g ( $P < 0.05$ ), or by 4.7 %, 4.6, 7.6, 6.5 and 7.1 %, while the chickens of the 2<sup>nd</sup> research group at this time exceeded the control group chickens in terms of live weight, but were slightly behind the peers of the 3<sup>rd</sup> research group. The researched doses of zinc proteinate contributed to the increase in the preservation of poultry stock by 4–5 %, the average daily weight gain of broilers in the research groups compared to the control, respectively, by 5.1–7.2 %. The European index of efficiency of broiler chickens growing for zinc proteinate feeding was increased by 48.4 and 76.7 units compared to the control group which were fed with zinc sulfate and at the same time feed costs per 1 kg of growth was decreased by 2.4–3.2 %.

**Key words:** broiler chickens, zinc proteinate, zinc sulfate, preservation, average daily growth.

## Збереженість і продуктивність курчат-бройлерів за згодовування оптимальної дози протеїнату цинку

В. С. Бомко<sup>1</sup>✉, Є. В. Сіваченко<sup>1</sup>, Ю. Г. Кропивка<sup>2</sup>

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

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

На основі проведених наукових досліджень було встановлено, що використання неорганічних солей мікроелементів у годівлі тварин і птиці призводить до забруднення навколишнього середовища важкими металами через низьку біологічну доступність їх

для тваринного організму. Тому, в останні роки проведена ціла низка досліджень з вивчення ефективності використання в годівлі тварин і птиці органічних мікроелементів. В статті наведені результати науково-господарського дослідження з вивчення впливу протеїнату цинку вітчизняного виробництва в поєднанні з сульфатом цинку на показники збереженості, інтенсивності росту та конверсії корму у курчат-бройлерів. Курчатам-бройлерам контрольної групи згодовували повнораціонний збалансований за необхідними елементами живлення комбікорм, відповідно до вікових періодів росту птиці, з додаванням 50 г на тонну комбікорму сульфату цинку. Тоді, як курчата-бройлери дослідних груп отримували такий же комбікорм, але з додаванням 50 г і 30 г на тонну комбікорму протеїнату цинку. Жива маса курчат-бройлерів дослідних груп була достовірно вищою за контроль. У тижневу віці вона мала тенденцію до збільшення у курчат 2-ї і 3-ї дослідних груп, а у віці 14, 21, 28, 35 і 42 діб – жива маса курчат 3-ї дослідної групи переважала живу масу птиці контрольної групи, відповідно, на 15,8 г ( $P < 0,05$ ); 37,0 ( $P < 0,01$ ); 96,8 ( $P < 0,05$ ), 115,9 ( $P < 0,01$ ) і 177,7 г ( $P < 0,05$ ), або на 4,7 %, 4,6, 7,6, 6,5 і 7,1 %, тоді як курчата 2-ї дослідної групи у цей час, за живою масою переважали курчат контрольної групи, але децю відставали від ровесників 3-ї дослідної групи. Досліджувані дози протеїнату цинку сприяли підвищенню збереженості поголів'я птиці на 4–5 %, середньодобових приростів живої маси бройлерів дослідних груп порівняно з контролем, відповідно, на 5,1–7,2 %. Європейський індекс ефективності вирощування курчат-бройлерів за згодовування протеїнату цинку зростає порівняно з контрольною групою, якій згодовували сульфат цинку, на 48,4 і 76,7 од. та водночас зменшувалися затрати корму на 1 кг приросту на 2,4–3,2 %.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, протеїнат цинку, сульфат цинку, збереженість, середньодобові прирости.

## Вступ

Годівля птиці – найважливіша складова технології виробництва продукції птахівництва, на яку припадає до 65 % всіх виробничих затрат (Ibatullin, 2007; Sychov, 2016; Sychov et al., 2022). Висока вартість комбікормів, використання застарілих норм годівлі сільськогосподарської птиці та проблема дефіциту якісного кормового білка – на сьогоднішній день є найбільшими недоліками сучасного вітчизняного птахівництва (Mahovs'kyj, 2017; Ostapyuk & Gutyj, 2020).

З огляду на вище сказане та з врахуванням того, що в ранній постнатальний період свого існування курчата-бройлери мають недорозвинену травну систему, через яку у перші дні і навіть тижні свого життя у них понижена здатність до високоефективного перетравлення корму, до цієї частини технології має бути максимально звернена увага, щоб не втратити час для інтенсивного нарощування м'язової тканини і розвитку внутрішніх органів (Borodaj et al., 2006; Brezvyun et al., 2021).

В зв'язку з цим, в останні роки відбуваються суттєві зміни в технології виробництва м'яса сільськогосподарської птиці, а саме, вдосконалені системи нормованої годівлі та використання різних кормових добавок, в тому числі мінеральних з метою розробки ефективних рецептів комбікормів (Bashchenko et al., 2020).

Повноцінне мінеральне живлення є однією з основних передумов високої продуктивності птиці. Нестача окремих мінеральних елементів, а також порушення співвідношення між їх вмістом у комбікормах, призводить до зниження рівня використання поживних речовин кормів (Bron's'ka, 2010; Vertijchuk & Gljebova, 2012; Ljemjeshjeva et al., 2012; Sobolev et al., 2020, 2021).

Основні поживні і біологічно активні речовини кормів та кормових добавок, в тому числі мікроелементи, повинні надходити в організм курчат-бройлерів з повнораціонним комбікормом у оптимальних кількостях та легко засвоєній та легкодоступній для організму формі (Kravciv, 2005).

На сьогоднішній день, дослідженнями ряду вчених доведено, що встановлені норми для курчат-бройлерів за концентрацією енергії та основних поживних речо-

вин у повнораціонних комбікормах не викликають сумнівів, але до концентрації деяких мікроелементів та рівню їх засвоєння організмом є деякі питання (Pentyljuk, 2004; Mel'nyk, 2015; Caruk et al., 2015; Medvid' et al., 2017).

Науковцями встановлено (Habibian et al., 2015), що характерною особливістю мікроелементів органічного походження, так званих хелатних форм біогенних металів є те, що розмір органічної фракції та тип зв'язку не є обмеженням у визначенні органічних мінералів, а такі необхідні метали, як Cu, Fe, Zn та Mn можуть утворювати скоординовані зв'язки, які стабільні в кишечнику з органічними лігандами і можуть дисоціювати при метаболізмі в організмі тварин, тоді як справжні ковалентні зв'язки не можуть.

Хелатні форми біогенних металів мають низьку токсичність і високу біодоступність завдяки їх ідентичній природній структурі, більш ефективні при менших дозах застосування (Bao et al., 2007) і мають переваги перед неорганічними солями, які використовуються в практиці тваринництва. Вони також можуть використовуватись для виробництва бактерицидних й антивірусних препаратів та протиалергійних засобів, що є досить актуальним та перспективним. Наприклад комплекс Цинку задіяний в структурі інсуліну, комплекс Кобальту в структурі вітаміну B<sub>12</sub> (Gayathri & Panda, 2018).

Використання мікроелементів органічного походження в повнораціонних комбікормах курчат-бройлерів в оптимальній кількості сприяють інтенсифікації обмінних процесів в їх організмі, ефективному засвоєнню поживних та біологічно активних речовин кормів і підвищують коефіцієнт трансформації їх у продукцію (Kravtsiv & Dubiniak, 2007; Majewska et al., 2016) з меншим виділенням з калом та сечею, в результаті зменшуються затрати енергії на їх виведення з організму.

Бройлери, яким згодовували раціон з добавкою органічного Хрому (0,5 мкг/кг), показали збільшення приросту маси тіла порівняно з птицею, яка отримувала неорганічні джерела Хрому (Mohammed et al., 2014). У бройлерів, яких годували мінеральним протеїнатом, кількість випадків асцити зменшилась з 5 % до 2 % (Habibian et al., 2015).

Різні наукові дослідження демонструють, що доза хелатних мінералів може бути зменшена в комерцій-



них складах кормів для бройлерів без будь якого негативного впливу на продуктивність їх виробництва (Ashmead, 1993; Khomyn et al., 2014; Elam et al., 2015) та на антиоксидантні захисні системи (Mohammadi et al., 2015). Введення хелатних мінералів на рівні 25 % стандартних рекомендацій не має шкідливого впливу на показники ефективності, такі як збільшення маси тіла та споживання корму (Mohammed et al., 2014).

Тому надто важливим є визначення оптимальних доз та способів згодовування цих препаратів тваринам і птиці, у тому числі курчатам-бройлерам, з метою підвищення трансформації поживних речовин корму у продукцію.

### Мета дослідження

Мета дослідження – експериментально з'ясувати вплив згодовування різних доз протеїнату цинку на збереженість і продуктивність курчат-бройлерів.

### Таблиця 1

Схема науково-господарського дослідіу на курчатах-бройлерах (n = 100)

Група	Препарати та дози їх згодовування
1 контрольна	Повнораціонний комбікорм (ПК) з вмістом Цинку 50 г на тонну комбікорму за рахунок сульфату цинку
2 дослідна	ПК з вмістом Цинку 50 г/т комбікорму за рахунок протеїнату цинку
3 дослідна	ПК з вмістом Цинку 30 г/т комбікорму за рахунок протеїнату цинку

До комбікорму бройлерам 3-ї дослідної групи додавали 30 г/т протеїнату цинку. При цьому воду випоювали з ніпельних напувалок. Під час дослідіу тривалість світлового дня становила 24 год. за інтенсивності освітлення 5 лк. Температуру в приміщенні фіксували щоденно, вона була в межах норми упродовж всього періоду дослідіу.

### Матеріал і методи досліджень

Відповідно до мети дослідіу був проведений науково-господарський дослідіу на 3 групах-аналогах курчат-бройлерів кросу “Кобб-500” з чотирьохдобового до 42-добового віку по 100 голів у кожній групі (50 півників і 50 курочок) за схемою (табл. 1).

Піддослідіу птицю утримували в кліткових батареях (до 14-денного віку по 25 голів у клітці, з двохижневого віку та до забою – по 7–8 голів у клітці).

Упродовж дослідіу курчатам-бройлерам 1-ї контрольної групи згодовували повнораціонний збалансований за необхідними елементами живлення комбікорм відповідно до вікових періодів росту птиці з добавкою 50 г на тонну комбікорму сульфату цинку. Курчата-бройлери 2-ї дослідної групи отримували такий же комбікорм, але з добавкою 50 г/т протеїнату цинку.

В експерименті вивчали збереженість, динаміку живої маси та затрати корму на приріст живої маси за загальноприйнятими методиками.

Комплексну оцінку ефективності вирощування бройлерів проводили за Європейським індексом, який обчислювали за формулою:

$$\frac{\text{збереженість, \%} \times \text{середня жива маса, кг}}{\text{середній вік забою, днів}} : \text{конверсія корму} \times 100$$

Отримані матеріали дослідіу обробляли за стандартними методами варіаційної статистики з використанням комп'ютерної програми Statistica. Достовірність різниці у показниках між дослідіними і контрольними групами птиці вважали статистично вірогідними за: \*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001.

### Результати та їх обговорення

При вирощуванні курчат-бройлерів велику увагу приділяли їх збереженості відносно початкової кількості. Так як непередбачуваний відхід молодняку приводить до непродуктивних витрат та збитків по виробництву м'яса. Аналіз результатів дослідіу показав, що заміна сульфату цинку на його протеїнат сприяє збереженості поголів'я та покращує динаміку живої маси курчат-бройлерів дослідіних груп (табл. 2).

Так, якщо в контрольній групі зберіглося 91 % курчат, то у 2-й дослідній групі збереженість поголів'я була вищою на 4 %, у 3-й – на 5 %.

Динаміка живої маси курчат-бройлерів дослідіних груп протягом усього періоду вирощування була дос-

товірно вищою за контроль. Так, у тижневому віці жива маса мала тенденцію до збільшення у курчат 2-ї і 3-ї дослідіних груп, а у віці 14, 21, 28, 35 і 42-доби жива маса курчат 3-ї дослідіної групи переважала живу масу птиці контрольної групи, відповідно, на 15,8 (P < 0,05); 37,0 (P < 0,01); 96 (P < 0,05); 115,9 (P < 0,01) і 177,7 г (P < 0,05), або на 4,5; 4,8; 7,5; 6,5 і 7,1 %, тоді як курчата 2-ї дослідіної групи у зазначені періоди вирощування за живою масою переважали курчат 1-ї контрольної групи, але дещо відставали від ровесників 3-ї дослідіної групи.

Надто важливим показником ефективності вирощування курчат-бройлерів є затрати корму на 1 кг приросту їх живої маси. За весь період дослідіу птиця 1-ї (контрольної) групи спожила, у середньому 4422,6 г/голову комбікорму, 2-ї дослідіної групи – 4494,0 г, а 3-ї дослідіної групи – 4527,6 г.

У наших дослідіженнях, незважаючи на те, що птиця дослідіних груп споживала на 1,62–2,37 % корму більше, ці затрати у контрольній птиці становили 1,80 кг/кг, а в 2-й, і 3-й дослідіних групах, відповідно, на 5,56; 10,00 % менше.

**Таблиця 2**

Збереженість, динаміка живої маси та конверсія корму у піддослідних курчат-бройлерів, г (M ± m)

Показник	Група		
	контрольна	дослідні	
	1	2	3
Кількість курчат на початку досліджу, гол.	100	100	100
Кількість курчат в кінці досліджу, гол.	91	95	96
Збереженість, %	91,0	95,0	96,0
Жива маса у віці: 1 доби	40,50 ± 0,44	40,90 ± 0,50	40,40 ± 0,499
7 днів	119,40 ± 1,09	120,10 ± 1,15	119,80 ± 1,03
14 днів	334,0 ± 3,36	349,6 ± 3,22**	349,8 ± 3,62**
21 дня	796,9 ± 7,50	825,2 ± 8,19*	833,9 ± 4,60**
28 днів	1279,0 ± 32,07	1360,4 ± 20,41*	1375,8 ± 21,31*
35 днів	1781,3 ± 20,48	1885,4 ± 30,08*	1897,2 ± 24,72**
42 днів	2492,7 ± 56,41	2618,4 ± 47,21	2670,4 ± 56,19*
Затрати корму на 1 кг приросту, кг	1,80	1,70	1,62
Європейський індекс ефективності вирощування, од.	300,0	348,4	376,7
± до контролю, од.	0	+48,4	+76,7

Примітка: \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001 порівняно з контрольною групою

Найбільш об'єктивним показником економічної оцінки вирощування курчат-бройлерів є Європейський індекс ефективності, який у 2-й і 3-й дослідних групах, що отримували протеїнат цинку, перевищував контроль, відповідно, на 48,4 і 76,7 одиниці.

### Висновки

1. Додавання до комбікорму курчат-бройлерів протеїнату цинку в дозах 50 і 30 г/т комбікорму, порівняно з контролем, підвищує збереженість поголів'я птиці на 4–5 % та Європейський індекс ефективності вирощування на 48,4–76,7 од. і зменшує затрати корму на приріст на 5,56–10,00 %.

2. За комплексною оцінкою результатів досліджень, оптимальною дозою протеїнату цинку для курчат-бройлерів можна вважати 30 г/т комбікорму.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу протеїнату цинку на якість м'яса та забійні і гематологічні показники курчат-бройлерів.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Aksu, T., Özsoy, B., Aksu, D.S., Yörük, M.A., & Gül, M. (2011). The effects of lower levels of organically complexed zinc, copper and manganese in broiler diets on performance, mineral concentration of tibia and mineral excretion. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 17(1), 141–146. DOI: 10.9775/kvfd.2010.2735.

Ashmead, H. D. (1993). Comparative intestinal absorption and subsequent metabolism of metal aminoacid quelates and inorganic metal salts. In: Ashmead HD, editor. *The roles of aminoacid quelates in animal nutrition*. Westwood: Noyes Publications, 273–289.

Bao, Y. M., Choct, M., Iji, P. A., & Bruerton, K. (2007). Effect of organically complexed copper, iron, manganese and zinc on broiler performance, mineral excretion and accumulation in tissues. *J. Appl. Poult. Res.*, 16(3), 448–455. DOI: 10.1093/japr/16.3.448.

Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Gutyj, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapyuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., & Leskiv, Kh. Ya. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 164–168. DOI: 10.15421/2020\_276.

Borodaj, V. P., Sahac'kyj, M. I., & Vetrijchuk, A. I. (2006). *Tehnologija vyrobnyctva produkcii' ptahivnyctva: pidruchnyk*. Vinnycja : Nova knyga (in Ukrainian).

Brezvyn, O. M., Guta, Z. A., Gutyj, B. V., Fijalovych, L. M., Karpovskiy, V. I., Shnaider, V. L., Farionik, T. V., Dankovych, R. S., Lisovska, T. O., Bushuieva, I. V., Parchenko, V. V., Magrelo, N. V., Slobodjuk, N. M., Demus, N. V., & Leskiv, Kh. Ya. (2021). The influence of HamekoTox on the morphological and biochemical indices of the blood of laying hens in spontaneous fumonisin toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 249–253. DOI: 10.15421/2021\_107.

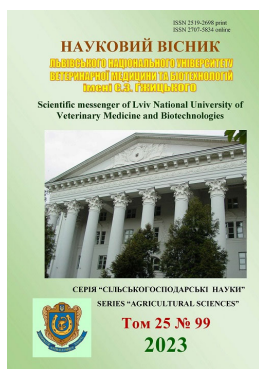
Brons'ka, O. Ju. (2010). Rozvytok rynku m'jasnoi' produkcii' jak chynnyk zabezpechennja prodovol'choi' bezpeky derzhavy. *Zbirnyk naukovykh prac' Tavr. derzh. agrotehnolog. un-tu*, 2(10), 100–104 (in Ukrainian).

Caruk, L. L., Berezhnjuk, N. A., & Chornolata, L. P. (2017). Balans mineral'nyh rehovyn u organizmi kurchat-brojleriv. *Agrarna nauka ta harchovi tehnologii'*, 2, 111–117. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt\\_2017\\_2\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2017_2_17) (in Ukrainian).

Elam, M. L., Johnson, S. A., & Hooshmand, S. A. (2015). A Calcium Collagen Chelate Dietary Supplement Attenuates Bone Loss in Postmenopausal Women with 154 Osteopenia: A Randomized Controlled Trial. *J. Med. Food.*, 18(3), 324–331. DOI: 10.1089/jmf.2014.0100.

Gayathri, S. L., & Panda, N. (2018). Chelated minerals and its effect on animal production: A review. *Agric. Rev.* 39(4), 314–320. URL: <https://arccarticles.s3.amazonaws.com/arcc/Final-attachment-published-R-1823.pdf>.

- Habibian, M., Sadeghi, G., Ghazi, S., & Moeini, M. M. (2015). Selenium as a feed supplement for heat-stressed poultry: A review. *Biol. Trace Elem. Res.*, 165(2), 183–193. DOI: 10.1007/s12011-015-0275-x.
- Ibatullin, I. I. (2007). *Godivlja sil'skogospodars'kyh tvaryn: pidruchnyk*. Vinnycja: Nova knyga (in Ukrainian).
- Khomyn, M. M., Fedoruk, R. S., Kropyvka, S. Y., & Khrabko, M. I. (2014). Influence of citrates of chromium, selenium, cobalt and zinc on the biological value of milk and productivity of cows. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 16(2(59)), 338–344 (in Ukrainian).
- Kravciv, R. J. (2005). Helatni spoluky mikroelementiv z aminokyslotamy – novi komponenty premiksiv dlja tvaryn i ptyci. *Naukovyj visnyk Akademii' nauk vyshhoi' shkoly Ukrainy*, 3(29), 106–115 (in Ukrainian).
- Kravtsiv, R. Y., & Dubiniak, N. E. (2007). Physiological value of zinc in the organism of animals. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 9(4(35)), 69–73 (in Ukrainian).
- Ljemjeshjeva, M. M., Ajsobari, E. E., Jurchenko V. V., (2012). Efektyvnist' vykorystannja kompleksnyh kormovyh dobavok u ptahivnyctvi. *Visnyk agrarnoi' nauky*, 3, 42–44 (in Ukrainian).
- Mahovs'kyj, D. V. (2017). Suchasni tendencii' rozvytku regional'nogo rynku m'jasa v Ukraini. *Visnyk Pryazovs'kogo derzhavnogo tehničnogo universytetu*. Serija: Ekonomichni nauky, 33, 58–64 (in Ukrainian).
- Majewska, D., Szczerbińska, D., Ligocki, M., Buclaw, M., Sammel, A., Tarasewicz, Z., Romaniszyn, K., & Majewski, J. (2016). Comparison of the mineral and fatty acid profiles of ostrich, turkey and broiler chicken livers. *Br. Poult. Sci.*, 57(2), 193–200. DOI: 10.1080/00071668.2016.1154136.
- Medvid', S. M., Gunchak, A. V., Gutyj, B. V., Ratyck, I. B. (2017). Perspektyvy racional'nogo zabezpechennja kurchat-brojleriv mineral'nymy rehovynamy. *Naukovyj visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotekhnologij imeni S.Z. Gzhyck'kogo*. 19(79), 127–134. DOI: 10.15421/nvlvet7925 (in Ukrainian).
- Mel'nyk, A. Ju. (2015). Dejaki pokaznyky mineral'nogo ta lipidnogo obminiv u kurchat-brojleriv 33-dobovogo viku za vykorystannja preparatu dekvavit. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu*. Serija: Veterynarna medycyna, 7(37), 44–47. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/367> (in Ukrainian).
- Mohammadi, V., Ghazanfari, S., Mohammadi-Sangcheshmeh, A., & Nazaran, M. H. (2015). Comparative effects of zinc-nano complexes, zinc-sulphate and zinc-methionine on performance in broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 56(4), 486–493. DOI: 10.1080/00071668.2015.1064093.
- Mohammed, H. H., El-Sayed, B. M., Abd El-Razik, W. M., Ali, M. A., & Abd El-Aziz, R. M. (2014). The influence of chromium sources on growth performance, economic efficiency, some maintenance behaviour, blood metabolites and carcass traits in broiler chickens. *Glob. Vet.*, 12(5), 599–605. DOI: 10.5829/idosi.gv.2014.12.05.83113.
- Nazarenko, S. M., Tymoshenko, R. Ju., & Fotina, T. I. (2019). Bakterioskopija mazkiv-vidbytkiv m'jasa kurchat-brojleriv za umov vykorystannja v racionaln helatnyh mikroelementiv. *Naukovo-praktychna konferencija vykladachiv, aspirantiv ta studentiv*, 17–20 kvitnja 2019 r.: tezy dopov. Sumy, 240 (in Ukrainian).
- Ostapyuk, A. Y., & Gutyj, B. V. (2020). Influence of milk thistle, methifene and sylimevit on the morphological parameters of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 42–46. DOI: 10.32718/ujvas3-1.08.
- Pentyljuk, S. I. (2004). Suchasni kormovi preparaty bioaktyvnyh rehovyn. *Kombikormy 2004: Zbirka dopovidej II Mizhnarodnoi' konferencii'*. Kyi'v: Poligrafika, 52–54 (in Ukrainian).
- Polishhuk, A. A., & Bulavkina, T. P. (2010). Suchasni kormovi dobavky v godivli tvaryn ta ptyci. *Efektyvni kormy ta godivlja*, 7, 24–28 (in Ukrainian).
- Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Borshch, O. O., Nedashkivsky, V. M., Kachan, L. M., Karkach, P. M., Nedashkivska, N. V., Poroshinska, O. A., Stovbetska, L. S., Emelyanenko, A. A., Shmayun, S. S., & Guta, Z. A. (2020). Selenium in natural environment and food chains. A Review. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 148–158. DOI: 10.15421/2020\_182.
- Sobolev, O. I., Lisohurska, D. V., Pyvovar, P. V., Topolnytskyi, P. P., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Borshch, O. O., Liskovich, V. A., Verkholiuk, M. M., Petryszak, O. Y., Kuliaba, O. V., Golodiuk, I. P., Naumjuk, O. S., Petryszak, R. A., & Dutka, H. I. (2021). Modeling the effect of different dose of selenium additives in compound feed on the efficiency of broiler chicken growth. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 292–299. DOI: 10.15421/2021\_113.
- Sychov, M. Yu. (2016). The digestibility of nutrients at different levels and sources of lipids in duck diets. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*, 6(1), 361–374. DOI: 10.15421/201621.
- Sychov, M., Ilchuk, I., Umanets, D., Kuzmenko, O., & Orishchuk, O. (2022). Slaughter parameters of broiler chickens at different levels and ratios of arginine and lysine in the compound feed. *Acta Fytotechnica et Zootechnica* link is disabled, 25(4), 285–293. DOI: 10.15414/afz.2022.25.04.285-293.
- Tymoshenko, R. Ju., Opanasenko, Ju. M., & Vijevs'kyj, G. S. (2018). Vplyv organichnyh mikroelementiv na produktyvnist' ptyci. *Visnyk Sums'kogo NAU*, 1(49), 50–53 (in Ukrainian).
- Vertijchuk, A. I., & Gljebova, Ju. A. (2012). Vplyv godivli ptyci na jakist' produkci. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy*. Ser.: Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci. tvarynnyctva, 179, 136–142 (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9923  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.52/.58.053.09:661.155.3:084

## Feed digestibility, Nitrogen balance and productivity of broiler chickens with different sources of Copper in their compound feed

B. S. Bomko<sup>✉</sup>, M. S. Zakharchuk

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

### Article info

Received 04.09.2023  
Received in revised form  
04.10.2023  
Accepted 05.10.2023

Bila Tserkva National Agrarian  
University, pl. 8/1 Soborna, Bila  
Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-067-526-19-87  
E-mail: godivlya@ukr.net

**Bomko, B. S., & Zakharchuk, M. S. (2023). Feed digestibility, Nitrogen balance and productivity of broiler chickens with different sources of Copper in their compound feed. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 139–144. doi: 10.32718/nvlvet-a9923**

Studying the influence of various sources of Copper, namely its inorganic and organic form, on the digestibility and assimilation of nutrients in the organism of broiler chickens is actual. The purpose of the work: in a physiological (exchange) research conducted against the background of a scientific and economic experiment in the conditions of the vivarium of the Bila Tserkva National Agricultural University on 3 groups (50 heads each) of broiler chickens of the “Cobb-500” cross, to investigate the influence of inorganic and organic forms of Cuprum on the digestibility of nutrients, Nitrogen balance and poultry productivity. The first control group received cuprum sulfate, on average during the growing period 16.5 g/t of compound feed, the second and the third - experimental groups, which received 16.5 g/t and 12.5 g/t of cuprum proteinate compound feed, accordingly. According to the digestibility of raw protein, the broilers of the research groups exceeded the control analogues by 4.5–6.2 % ( $P \leq 0.05$ ), crude fat – 3.1–4.3 % ( $P \leq 0.05$ ), crude fiber – 3.5–4.4 % ( $P \leq 0.01$ ) and BER nitrogen-free extractive substances by 2.2–6.4 % ( $P \leq 0.05$ ). Nitrogen balance was positive in all experimental groups, but in broiler chickens of groups 2 and 3, compared to the control, its daily deposits were higher by 3.5–6.4 % ( $P \leq 0.05$ ). Improvement of digestibility of nutrients and Nitrogen balance due to the use of cuprum proteinate caused an increase in the preservation of poultry stock in the experimental groups by 5.6–7.2 %. The replacement of copper sulfate with its proteinate, at the same concentration of the trace element in compound feed, had a positive influence on the average daily increments of broiler chickens and, accordingly, on their live weight. The advantage of the chickens of the 2<sup>nd</sup> experimental group over the control analogues was 7.5 % in terms of average daily gains and 9.4 % in terms of body weight at the end of the experiment. A decrease of 25 % compared to the control in the concentration of Copper in the compound feed of the chickens of the third experimental group also had a positive influence on the productivity of the poultry. Their advantage over control analogues in average daily body weight gain was 3.8 %, and in live weight – 5.8 %. A linear dependence of the productivity of broiler chickens on the amount of feed consumed was noted. Compared to the control analogues, the broilers of the 2<sup>nd</sup> experimental group consumed 3.3 % more feed, and the chickens of the 3<sup>rd</sup> experimental group exceeded the poultry of the control group by 1.5 %. Thus, compared to cuprum sulfate, cuprum proteinate is a more effective source of trace elements in compound feed for broiler chickens. At the same time, the concentration of Copper in poultry compound feed should be: at the age of 5–21 days – 18.2 g/t, 22–35 days – 16.8 g/t, 36–42 days – 12 g/t, or 16.5 g/t on average over the period of the experiment.

**Key words:** broiler chickens, cuprum proteinate, digestibility, nitrogen balance, productivity.

## Перетравність корму, баланс Нітрогену та продуктивність курчат-бройлерів за різних джерел Купруму в їх комбікормах

В. С. Бомко<sup>✉</sup>, М. С. Захарчук

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна



Вивчення впливу різних джерел Купруму, а саме його неорганічної та органічної форми на перетравність і засвоєння поживних речовин в організмі курчат-бройлерів є актуальним. Мета роботи: у фізіологічному (обмінному) досліді, проведеному на фоні науково-господарського експерименту в умовах віварію Білоцерківського НАУ на 3 групах (по 50 голів) курчат-бройлерів кросу "Кобб-500", дослідити вплив неорганічних та органічних форм Купруму на перетравність поживних речовин, баланс Нітрогену та продуктивність птиці. Перша контрольна група отримувала сульфат купруму, в середньому за період вирощування 16,5 г/т комбікорму, друга і третя – дослідні, які отримували відповідно 16,5 г/т і 12,5 г/т комбікорму протеїнату купруму. За перетравністю сирого протеїну бройлери дослідних груп переважали контрольні аналоги на 4,5–6,2 % ( $P \leq 0,05$ ), сирого жиру – 3,1–4,3 % ( $P \leq 0,05$ ), сирого клітковини – 3,5–4,4 % ( $P \leq 0,01$ ) і БЕР на 2,2–6,4 % ( $P \leq 0,05$ ). Баланс Нітрогену був додатним у всіх піддослідних групах, проте у курчат-бройлерів 2 і 3 груп, порівняно з контролем, щодобові його відкладення були вищими на 3,5–6,4 % ( $P \leq 0,05$ ). Покращення перетравності поживних речовин і балансу Нітрогену за використання протеїнату купруму зумовило підвищення збереженості поголів'я птиці у дослідних групах на 5,6–7,2 %. Заміна сульфату купруму на його протеїнат, за однакової концентрації мікроелементу у комбікормі, позитивно вплинула на середньодобові прирости курчат-бройлерів, а відповідно і їх живу масу. Перевага курчат 2-ї дослідної групи над контрольними аналогами становила 7,5 % за середньодобовими приростами та 9,4 % за масою тіла наприкінці досліду. Зниження на 25 % порівняно з контролем концентрації Купруму в комбікормі курчат третьої дослідної групи також позитивно вплинуло на продуктивність птиці. Їх перевага над контрольними аналогами за середньодобовим приростом маси тіла становила 3,8 %, а за живою масою – 5,8 %. Відмічена пряmlinійна залежність продуктивності курчат-бройлерів від кількості спожитого корму. Порівняно з контрольними аналогами, бройлери 2-ї дослідної групи спожили на 3,3 % більше корму, а курчата 3-ї дослідної групи перевершили птицю контрольної групи за цим показником на 1,5 %. Таким чином, протеїнат купруму порівняно із сульфатом купруму є ефективнішим джерелом мікроелементу в комбікормах курчат-бройлерів. При цьому концентрація Купруму у комбікормах птиці повинна становити: у віці 5–21 доба – 18,2 г/т, 22–35 діб – 16,8 г/т, 36–42 доби – 12 г/т, або 16,5 г/т в середньому за період досліду.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, протеїнат купруму, перетравність, баланс Нітрогену, продуктивність.

## Вступ

Сучасне птахівництво – перспективна галузь сільськогосподарського виробництва, що здатна за відносно невеликий проміжок часу забезпечити населення нашої країни продуктами харчування – м'ясом та яйцями (Provatorov & Provatorova, 2004; Sychov et al., 2022).

В зв'язку з тим, що травна система у курчат-бройлерів відразу після виведення не досить зріла і нездатна високоефективно перетравлювати різні види кормів, у тому числі зернові, з високим вмістом вуглеводів, у їх годівлі використовують різні кормові і стимулюючі добавки, в тому числі мінеральні.

Природні мінерали – це неорганічні сполуки, які беруть участь у великій кількості метаболічних процесів у організмі тварин і птиці (Ibatullin, 2007; Sobolev et al., 2020, 2021). Мінеральні елементи мінералів забезпечують нормальну функціональність клітин і мають типові концентрації для кожного органу. Накопичення їх протягом тривалого періоду в організмі або надходження їх в організм у великих концентраціях може викликати токсичність. Дефіцит мінеральних елементів, в тому числі мікроелементів, призводить до порушення обміну речовин у організмі (Bitjuc'kyj, 2007; Vertijchuk & Gljebova, 2012; Ostapyuk & Gutj, 2020).

Для покриття дефіциту мікроелементів в раціонах тварин використовували дешеві сольові неорганічні джерела, які ніколи не вимагали до себе великої уваги з точки зору якості (Yegani & Korver, 2010; Jiang et al., 2015). Неорганічні форми мікроелементів засвоювались організмом тварин погано, а виведені незасвоєні мікроелементи з організму заражували навколишнє середовище важкими металами (Levyck'kyj, 2003; Smetanina et al., 2016). В зв'язку з цим органічні мінерали стали предметом все більшої уваги науковців.

На даний час продовжуються дослідження, які направлені на пошук безпечних дешевих мінеральних кормових добавок і які будуть покращувати збереженість птиці та стимулювати її ріст з метою збільшення

забійного виходу тушок птиці (Sahac'kyj, 2006; Seo et al., 2008), в тому числі мікроелементів органічного походження.

Аналіз спеціальної літератури засвідчує низку досліджень, проведених на тваринах і птиці з вивченням ефективності використання різних форм і доз органічних мікроелементів в їх комбікормах (Smetanina et al., 2016). Білки та вуглеводи – найчастіші кандидати, як органічні складові в органо-мінеральній комбінації (Orobchenko et al., 2020).

Дослідження останнього десятиліття показали, що до мікроелементів органічного походження входять мікроелементи зв'язані з органічними сполуками з будь яких мінералів (Seo et al., 2008), а їх використання значною мірою залежить від ліганду з яким зв'язаний метал.

Як правило лігандом є білки або окремі амінокислоти та вуглеводи, як органічні складові в органо-мінеральній комбінації і які називають халатними сполуками.

Хелатні мінерали – це молекули, які мають метал, зв'язаний з органікою ліганд через скоординовані зв'язки; але багато органічних мінералів не є хелати або навіть не пов'язані через скоординовані зв'язки (Gayathri & Panda, 2018).

Хелатні сполуки амінокислот з іонами металів не тільки мають високу біодоступність, але і використовуються як джерело макро- та мікроелементів (Sunder et al., 2007; Supakatisant & Phupong, 2015). При цьому, дослідниками встановлено, що хелатна форма мікроелементів мала меншу токсичність у порівнянні із їх неорганічними нехелатними солями (Talba et al., 2011).

Використання органічних мінералів значною мірою залежить від ліганду; а отже, передбачається для кращого використання для годівлі тварини використовувати амінокислоти та інші дрібні молекули з полегшеним доступом до клітини.

Крім того вони проникають крізь клітинні мембрани, а їх іони металу в хелатній сполуці не потребують додаткової обробки і готові до засвоєння і ви-

користання клітинами макроорганізму (Sandstrom, 1992).

В даний час мінеральні хелати дорожчі за традиційні мінеральні добавки. Однак є ознаки на те, що принаймні в деяких ситуаціях хелатні мінерали можуть досягти біологічних цілей краще, ніж неорганічні джерела (Patton, 1997).

Як свідчать результати досліджень зарубіжних авторів (Talba et al., 2011; Supakatisant & Phupong, 2015; Gayathri & Panda, 2018), застосування в годівлі органічних мікроелементів поліпшує перетравність і засвоєння поживних речовин, підвищує продуктивність тварин і птиці та зменшує затрати корму на продукцію. Використання металохелатів, як джерел мінеральних елементів, обумовлює використання Нітрогену, збільшує синтез білка, і, як наслідок, знижує витрати корму на продукцію.

Ряд авторів повідомляють, що додавання хелатних мікроелементів у раціон птиці покращує показники продуктивності, стан здоров'я птиці та якість м'яса. Показники продуктивності несучок та яєчної шкаралупи покращилася після добавки метіоніну Купруму у порівнянні з продуктивністю птиці, якій додавали в раціон сульфат Купруму (Yenice et al., 2015).

Серед курчат з добавкою хелатних мікроелементів спостерігалось значне збільшення приросту маси тіла, відкладення мінеральних речовин у тканині та імуні-

тету, поряд з покращенням коефіцієнту перетравлення корму порівняно з курчатами, які отримували неорганічні мікроелементи у подібній дозі (Rao et al., 2016).

Відмічено покращення коефіцієнту перетравлення корму у курчат, яких годували раціоном збагаченим органічними мінеральними речовинами, порівняно з тими, яким згодовували неорганічні мікроелементи (1,63 проти 1,74) (Yenice et al., 2015).

### Мета дослідження

Мета дослідження – вивчити вплив різних доз протеїнату купруму на перетравність поживних речовин, баланс Нітрогену, конверсію корму та продуктивність курчат-бройлерів, порівняно з сульфатом купруму.

### Матеріал і методи досліджень

Відповідно до мети дослідження, у 2021 році був проведений науково-господарський дослід на курчатах-бройлерах кросу “Кобб-500”. Для дослідів було відібрано 150 голів курчат-бройлерів, яких розподілили на 3 групи по 50 голів у кожній, з однаковою кількістю півників і курочок. Схема дослідів наведена в таблиці 1.

**Таблиця 1**

Схема науково-господарського дослідів на курчатах-бройлерах

Група	Вік, діб			
	5–21	22–35	36–42	5–42
1 контрольна	Добавка на 1 т комбікорму, г			
	Купруму за рахунок сульфату			
2 дослідна	Купруму за рахунок протеїнату			
	18,2	16,8	12,0	16,5
3 дослідна	13,9	12,6	9,0	12,5

Впродовж дослідів курчат-бройлерів усіх піддослідних груп годували повнораціонними комбікормами у відповідності з їх віковими періодами росту (5–21, 22–35, 36–42 діб). Напували курчат водою за допомогою ніпельних напувалок. Під час дослідів тривалість світлового дня становила 24 год. за інтенсивності освітлення 5 лк, температура в приміщенні, яку фіксували щоденно, була в межах норми впродовж всього дослідів. Балансовий дослід з вивчення перетравності поживних речовин корму і балансу Нітрогену, проводили на фоні науково-господарського експерименту. Балансовий дослід проводили індивідуальним методом на 3-х курчатах-бройлерах з кожної піддослідної групи, аналогів за статтю упродовж 8 діб, з яких 3 – підготовчі і 5 – облікові. В обліковий період враховували кількість спожитого курчатами комбікорму та виділеного посліду. Зразки посліду відбирали для аналізу і консервували 20 % розчином соляної кислоти з розрахунку 5 мл на 100 г маси зразка.

У науково-господарському експерименті вивчали збереженість поголів'я, споживання корму і затрати його на приріст, динаміку живої маси та показники середньодобових приростів птиці.

Отримані матеріали дослідів обробляли за стандартними методами варіаційної статистики з використанням комп'ютерних програм Microsoft Excel та Statistica. Достовірність різниці у показниках між дослідними і контрольною групами птиці вважали статистично вірогідними: \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.

### Результати та їх обговорення

Згодовування протеїнату купруму курчатам-бройлерам 2-ї і 3-ї дослідних груп зумовлювало підвищення перетравності поживних речовин в них, у місячному віці, однозначно в усіх групах, порівняно з контролем (табл. 2).

**Таблиця 2**

Перетравність поживних речовин у курчат-бройлерів, %

Показник	Групи		
	контрольна	дослідні	
	1	2	3
Сирий протеїн	83,2 ± 0,68	88,4 ± 0,89*	86,9 ± 0,56*
Сирий жир	74,4 ± 0,71*	77,6 ± 0,90*	76,7 ± 0,43*
Сира клітковина	17,9 ± 0,32	18,7 ± 0,30**	18,5 ± 0,23**
БЕР	84,3 ± 0,55	89,7 ± 0,60*	86,2 ± 0,34*

Примітка. Тут і далі – дослідні порівняно з контролем: \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001

Як показали результати досліджень (табл. 2), коефіцієнти перетравності сирого протеїну у курчат-бройлерів дослідних груп переважали контрольних аналогів на 4,5–6,2 % (P < 0,05), сирого жиру – 3,1–4,3 % (P < 0,05), сирої клітковини – 3,5–4,4 % (P < 0,01) і БЕР – на 2,2–6,4 % (P < 0,05).

Щодо перетравності сирої клітковини, то з усіх поживних речовин вона перетравлювалася найгірше – лише на 17,9–18,7 %. Що стосується безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), які відносяться до групи легкоперетравних, то коефіцієнти перетравності їх були майже на одному рівні з перетравністю сирого протеїну і коливалися від 84,3 % у контрольній групі до – 89,7 % у 2-й дослідній групі.

Серед дослідних груп кращими показниками перетравності сирого протеїну, сирого жиру, сирої клітковини і БЕР відзначаються бройлери 2-ї дослідної групи, яким згодовували протеїнат купруму у кількості 16,5 г/т комбікорму.

Доза протеїнату купруму 12,5 г/т комбікорму, яку використовували в комбікормі 3-ї дослідної групи, покращила також коефіцієнти перетравності сирого протеїну, жиру і клітковини та БЕР у бройлерів порівняно з контрольною групою, відповідно, на 4,5; 3,1;

3,5 та 2,2 % (P < 0,05), проте не мали істотних переваг перед їх ровесниками з 2-ї дослідної групи.

Однозначність поліпшення перетравності поживних речовин у всіх без винятку дослідних групах бройлерів, порівняно з контролем, дає підстави стверджувати про позитивний вплив протеїнату, як джерела Купруму.

Поряд з перетравністю, для ефективного використання кормів, надто важливе значення має ступінь засвоєння поживних речовин корму в організмі, оскільки це є одним із найвагоміших чинників забезпечення високого рівня продуктивності птиці. Відомо, що ступінь конверсії кормового протеїну в білок тканин організму впливає на інтенсивність росту курчат-бройлерів і залежить від надходження повноцінного протеїну в їх організм. Тому, дослідження балансу Нітрогену дозволяє більш глибоко оцінити характер обміну білка, виявити його залежність від факторів зовнішнього впливу, зокрема, від збалансованості раціону за поживними і біологічно активними речовинами. Аналіз експериментальних даних досліджу показав, що баланс Нітрогену був додатним у всіх групах (табл. 3).

**Таблиця 3**

Середньодобовий баланс Нітрогену у курчат-бройлерів, г/добу

Показник	Групи		
	контрольна	дослідні	
	1	2	3
Спожито	3,66 ± 0,454	3,79 ± 0,344	3,62 ± 0,437
Виділено з послідом	1,68 ± 0,212	1,38 ± 0,169	1,36 ± 0,216
Відкладено в тілі	1,98 ± 0,112	2,41 ± 0,064***	2,26 ± 0,830***
У % до контролю	100,0	121,7	114,1
У % від спожитого	54,07 ± 2,1	63,59 ± 1,9	62,43 ± 2,2
± до контролю	–	+9,52	+8,36

У курчат-бройлерів 2-ї і 3-ї дослідних груп, порівняно з контрольними ровесниками, щодобові відкладення Нітрогену були вищими, відповідно, на 21,7 і 14,1 % (P < 0,001). Щоправда, варто зазначити, що підвищення рівня утриманого в організмі Нітрогену було неадекватним дозам протеїнату купруму. Якщо за дози 16,5 г/т комбікорму відкладення Нітрогену в тілі бройлерів 2-ї дослідної групи зростали проти контролю на 21,7 %, то за дози 12,5 г/т комбікорму це зростання було на рівні 14,1 %. Порівняння кількості утриманого Нітрогену в організмі курчат 2-ї і 3-ї дослідної груп між собою показує, що воно було вищим на 0,15 г в курчат-бройлерів 2-ї дослідної групи. Це

дає підставу стверджувати, що стимулюючий ефект збільшення засвоєння Нітрогену в організмі бройлерів максимально реалізується вже за дози протеїнату купруму 16,5 г/т, яку можна у даному разі вважати оптимальною.

Покращення перетравності поживних речовин і балансу Нітрогену під впливом протеїнату купруму зумовило кращу збереженість та інтенсивність росту курчат-бройлерів дослідних груп. Зокрема, збереженість поглов'я птиці у 2-й і 3-й дослідних групах становила 98,5–97,9 % проти 92,8 % у контролі. Дані обставини є приводом для ствердження щодо можливості заміни сульфату купруму у раціонах курчат-

бройлерів на протеїнат купруму. За загальною оцінкою отриманих результатів, кращий ефект було відзначено за дози протеїнату купруму 16,5 г/т комбікорму.

### Висновки

Додавання протеїнату купруму 16,5 г/т комбікорму впродовж 42 діб справляє позитивний вплив на перетравність поживних речовин (сирий протеїн, жир, клітковина і БЕР) та засвоєння Нітрогену, що, у свою чергу, сприяє покращенню збереженості погोलів'я птиці та підвищенню середньодобового і абсолютного приросту живої маси тіла курчат за одночасного зменшення затрат корму на приріст.

### Відомості про конфлікт інтересів

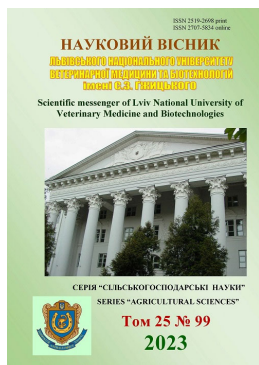
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Bitjuc'kyj, V. S. (2007). Biotehnologija oderzhannja kompleksnyh antyanemichnyh preparativ ta i'h zastosuvannja dlja korekcii' adaptyvnyh system organizmu porosjat v postnatal'nomu ontogenezi: avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja d-ra s.-g. nauk: spec. 03.00.20 "Biotehnologija". Bila Cerkva (in Ukrainian).
- Gayathri, S. L., & Panda, N. (2018). Chelated minerals and its effect on animal production: A review. *Agric. Rev.*, 39(4), 314–320. URL: <https://arccarticles.s3.amazonaws.com/arcc/Final-attachment-published-R-1823.pdf>.
- Ibatullin, I. I. (2007). *Godivlja sil'skogospodars'kyh tvaryn: pidruchnyk Vinnycja: "Nova knyga"* (in Ukrainian).
- Jiang, H., Wang, Z., Ma, Y., Qu, Y., Lu, X., Luo, H. (2015). Effects of dietary lycopene supplementation on plasma lipid profile, lipid peroxidation and antioxidant defense system in feedlot Bamei lamb. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 28(7), 958–965. DOI: 10.5713/ajas.14.0887.
- Levyck'kyj, T. R. (2003). Problemy kontrolju jakosti kormovyh dobavok ta premiksiv pry i'h vyrobnyctvi ta zastosuvanni. Stan ta perspektyvy rozvytku kombikormovogo vyrobnyctva Ukraїny: I Mizhnarodna naukovo-praktychna konferencija "Ukraїna – Kombikormy 2003". Kyїv, 31–36 (in Ukrainian).
- Orobchenko, O. L., Roman'ko, M. Ye., Paliy, A. P., Dotsenko, R. V., Morozenko, D. V., Glijebova, K. V., Doletskyi, S. P. and Palii, A. P. (2020). Evaluation of Ag, Cu, Fe and MnO<sub>2</sub> nanoparticle mixture effect on histomorphological state of internal organs and tissues in laying hens. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 165–174. DOI: 10.15421/2020\_184.
- Ostapyuk, A. Y., & Gutyj, B. V. (2020). Influence of milk thistle, methifene and sylimevit on the morphological parameters of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 42–46. DOI: 10.32718/ujvas3-1.08.
- Patton, R. (1997). Efficacy of chelated minerals: review of literature. *Proceedings of the 2nd Conference of the Nutrition Advisory Group of the 160 American Zoo and Aquarium Association on Zoo and Wildlife Nutrition*, 1997 16- 19 out; Ft. Worth, Texas. EUA; 1979. P.14-31.
- Provatorov, G. V., & Provatorova, V. O. (2004). *Godivlja sil'skogospodars'kyh tvaryn*. Sumy: Universytets'ka knyga (in Ukrainian).
- Rao, S. R., Prakash, B., Raju, M. V., Panda, A. K., Kumari, R. K., & Reddy, E. P. (2016). Effect of supplementing organic forms of zinc, selenium and chromium on performance, antioxidant and immune responses in broiler chicken reared in tropical summer. *Biol. Trace Elem. Res.*, 172(2), 511–520. DOI: 10.1007/s12011-015-0587-x.
- Sahac'kyj, M. I. (2006). *Tehnologija vyrobnyctva produkcii' ptahivnyctva: pidruchnyk*. Vinnycja: Nova Knyga (in Ukrainian).
- Sandstrom, B. (1992). Dose dependence of zinc and magnesium absorption in man. *Proceedings of the Nutrition Society*, 51, 211–218.
- Seo, S. H., Lee, H. K., Lee, W. S., Shin, K. S., & Paik, I. K., (2008). The effect of level and period of Femehtionine chelate supplementation on the iron content of broiler meat. *Asian-australas. J. Anim. Sci.*, 21, 1501–1505. DOI: 10.5713/ajas.2008.80085.
- Smetanina, O. V., Ibatulin, I. I., & Bomko, V. S. (2016). Vplyv zmishanoligandnogo kompleksu Kobal'tu na peretravnist' pozhyvnyh rehovyn vysokoproduktyvnyh koriv golshtyns'koi' porody nimec'koi' selekcii'. *Naukovyj visnyk L'viv'skogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotehnologij im. S.Z. G'zhyc'kogo*, 18(1(65), 130–134 (in Ukrainian).
- Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Borshch, O. O., Nedashkivsky, V. M., Kachan, L. M., Karkach, P. M., Nedashkivska, N. V., Poroshinska, O. A., Stovbetska, L. S., Emelyanenko, A. A., Shmayun, S. S., & Guta, Z. A. (2020). Selenium in natural environment and food chains. A Review. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 148–158. DOI: 10.15421/2020\_182.
- Sobolev, O. I., Lisohurska, D. V., Pyvovar, P. V., Topolnytskyi, P. P., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Borshch, O. O., Liskovich, V. A., Verkholiuk, M. M., Petryszak, O. Y., Kuliaba, O. V., Golodiuk, I. P., Naumjuk, O. S., Petryszak, R. A., & Dutka, H. I. (2021). Modeling the effect of different dose of selenium additives in compound feed on the efficiency of broiler chicken growth. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 292–299. DOI: 10.15421/2021\_113.
- Sunder, G. S., Panda, A. K., Gopinath, N. C. S., Rao, S. V. Rama, Raju, M. V. L.N., Reddy, M. R., Kumar, Ch. V. (2007). Effects of Higher Levels of Zinc Supplementation on Performance, Mineral Availability, and Immune Competence in Broiler Chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(1), 79–86. DOI: 10.3382/japr.2007-00029.
- Supakatisant, C., & Phupong, V. (2015). Oral magnesium for relief in pregnancy induced leg cramps: a randomised controlled trial. *Matern. Child Nutr.*, 11(2), 139–145. DOI: 10.1111/j.1740-8709.2012.00440.x.
- Sychov, M., Ilchuk, I., Umanets, D., Kuzmenko, O., & Orishchuk, O. (2022) Slaughter parameters of broiler chickens at different levels and ratios of arginine and



- lysine in the compound feed. *Acta Fytotechnica et Zootechnicathis link is disabled*, 25(4), 285–293. DOI: 10.15414/afz.2022.25.04.285-293.
- Talba, T., Shui, X. W., Cheng, Q., & Tian, X. (2011). Antidiabetic effect of glucosaminic acid cobalt (II) chelate in streptozotocin induced diabetes in mice. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.*, 4, 137–140. DOI: 10.2147/DMSO.S18025.
- Vertijchuk, A. I., & Gljebova, Ju. A. (2012). Vplyv godivli ptyci na jakist' produkci. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy. Ser.: Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkci' tvarynnyctva*, 179,136–142 (in Ukrainian).
- Yegani, M., & Korver, D. R. (2010). Application of egg yolk antibodies as replacement for antibiotics in poultry. *World's Poult. Sci. J.*, 66, 27–37. DOI: 10.1017/S0043933910000048.
- Yenice, E., Mizrak, C., Gultekin, M., Zafer, A. T., & Tunca, M. (2015). Effects of dietary organic or inorganic manganese, zinc, copper and chrome supplementation on the performance, egg quality and hatching characteristics of laying breeder hens. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 62(1), 63–68. URL: <http://vetjournal.ankara.edu.tr/en/download/article-file/657958>.



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-a9924  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.2.082

## Issues of forage quality under industrial milk production in the south of Ukraine

A. A. A. Elfeel, R. Susol<sup>✉</sup>, N. Kirovych

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

### Article info

Received 06.09.2023  
Received in revised form  
09.10.2023  
Accepted 10.10.2023

Odesa State Agrarian University,  
Kanatna Str., 99, Odesa,  
65039, Ukraine.  
Tel.: +38-067-919-84-82  
E-mail: r.susol@ukr.net

*Elfeel, A. A. A., Susol, R., & Kirovych, N. (2023). Issues of forage quality under industrial milk production in the south of Ukraine. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 145–150. doi: 10.32718/nvlvet-a9924*

The purpose of the article is to determine the average quality of traditional forage (maize silage and alfalfa haylage) and innovative dietary components – rye silage on the example of average milk production farms in Odesa Oblast with moderate and intensive levels of technological process and to determine the impact of the risky land use zone in the South of Ukraine against the background of global warming on the quality of these dietary ingredients in order to determine further directions of forage production in the southern region of Ukraine. Scientific and economic experiments were conducted in Odesa Oblast according to the methods generally accepted in dairy farming, and laboratory studies of corn silage, alfalfa haylage, rye silage samples in a specialized laboratory for forage research using the NIRS technique were used to assess the quality of forages. NIRS has been successfully used in the prediction of nutritional value through direct scanning of forage samples. The analysis of corn silage shows that the basic indicators of its quality, such as dry matter content, metabolizable energy concentration, pH, level of digestibility of organic matter as a percentage of total dry matter, and starch content are below the existing standards, because due to hot weather conditions, silage is often forced to be harvested during the suboptimal phase of its maturity. An assessment of the mineral composition of corn, rye and alfalfa silage shows that the indicators are typical, taking into account the specifics of each crop in the southern region of Ukraine, so the existing deficit of manganese, cobalt, zinc and copper can be covered with the use of specialized premixes. Due to the difficulties of agrotechnical cultivation of corn silage and alfalfa haylage, which has recently developed in the risky land use zone of southern Ukraine and against the background of global warming, fodder crops have to be grown in more favorable (wet) seasons of the year, such as winter rye or triticale, etc. or their combination with corn silage and alfalfa haylage.

**Key words:** dairy cows, corn silage, rye silage, alfalfa haylage, analysis, forage production process.

## Питання якості фуражних кормів за промислового виробництва молока в умовах півдня України

A. A. A. Elfeel, P. L. Susol<sup>✉</sup>, N. O. Kirovych

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Мета роботи – визначення середньостатистичної якості традиційних фуражних кормів (кукурудзяного силосу і люцернового сінажу) та інноваційних складових раціону – житнього силосу на прикладі пересічних господарств з виробництва молока Одеської області з помірним та інтенсивним рівнями технологічного процесу та визначення впливу зони ризикованого землекористування півдня України на фоні глобального потепління на якість цих інгредієнтів раціону з метою подальшого визначення напрямів кормовиробництва у південному регіоні України. Науково-господарські дослідження проведено в умовах Одеської області за загальноприйнятими у молочному тваринництві методиками, а лабораторні дослідження зразків кукурудзяного силосу, люцернового сінажу, житнього силосу в умовах спеціалізованої лабораторії з дослідження кормів з використанням методики інфрачервоної спектроскопії (NIRS) була використана для оцінки якості кормів, оскільки NIRS успішно використовується для прогнозування поживної цінності шляхом прямого сканування зразків кормів. Проведений аналіз кукурудзяного силосу засвідчує, що базові показники його якості на вміст сухої речовини, концентрація обмінної енергії, рівень pH, рівень перетравності органічної речовини від загального

*складу сухої речовини, вміст крохмалю знаходяться нижче існуючих нормативних показників, тому що через спекотні погодні умови силос часто вимушено починають збирати під час неоптимальної фази його зрілості. Оцінка мінерального складу кукурудзяного, житнього силосів і люцернового сінажу засвідчує типовість показників з урахуванням специфічності кожної культури для південного регіону України, тому існуючий дефіцит марганцю, кобальту, цинку і міді цілком можна покрити за рахунок використання спеціалізованих преміксів. У зв'язку зі складнощами агротехнічного вирощування кукурудзи на силос та люцернового сінажу, що складається останнім часом в зоні ризикованого землекористування півдня України та на фоні глобального потепління, виникає необхідність переходу до кормових культур, що вирощуються у більш сприятливі (зволожені) сезони року на кшталт озимого жита або тритикале, тощо або їх комбінації з кукурудзяним силосом та люцерновим сінажем.*

**Ключові слова:** дійні корови, кукурудзяний силос, життній силос, люцерновий сінаж, аналіз, процес кормовиробництва.

## Introduction

The livestock breeding industry is a rather dynamic sector of agricultural production. It provides people with animal protein. Like any industry, it faces various challenges for its development. One of the most recent barriers is the information about global warming, which is associated with cattle breeding. At the same time, Professor Dr Wilhelm Windisch notes that challenging the myth livestock was considered by many to “pollute the environment” and “compete with humans for food”. Livestock delivers high quality food protein and kilocalories from a given agricultural area equivalent to 50–100 % of primary vegan food without food competition, solely from the circulation of inevitably occurring, non-edible biomass, while delivering fertilizers and promoting vegan production. Concluding he said, the impact of livestock feeding on the environment and climate had 2 steps: 1) Feeding within circularity: fully sustainable, but limited and low-input production capacity 2) Feeding through food competition: a burden to the environment and climate but highly productive ([website: All about Feed, 2023](#)).

There are other problems in dairy farming, such as the fact that milk production is carried out with low levels of technology, mainly on small farms, which leads to low levels of productivity, reproductive capacity, hygiene and inefficient management, which is more typical for developing countries ([Astaiza Martinez et al., 2017](#)).

High feed costs have cut deeper into dairy farmers pockets, especially as milk prices continue to sink lower and lower. According to the University of Minnesota, over the last decade, total feed costs of a dairy herd have become a better predictor of profitability than milk production. With no end to the higher feed cost trend in sight, farmers are looking at ways to get the most out of their rations while minimizing wasted feed ([website: Dairy herd Management, 2023](#)).

Another relevant problem is the quantity and quality of fodder. The lack or inadequate quality of feed often leads to metabolic problems: subclinical acidosis, ketosis, etc. ([Garzon & Espinosa, 2018](#); [Vallejo-Timaran et al., 2020](#)).

Nutrition management needs to be improved ([Eadie, 2019](#)).

Optimization of the technology for rearing replacement cattle, taking into account the specific needs of a particular dairy breed and their growth patterns, is always a topical issue in dairy farming today. The growth of young cattle directly depends on the genotype and strength of the feed base, the key place in the formation of which is occupied by forage ([Pidpala et al., 2019](#); [Kramarenko et al., 2022](#)).

At the same time, the production of quality milk remains an important challenge. The term “milk of optimal quality” means milk containing at least 3.0 % protein and more (milk suitable for cheese production) and, accordingly, 3.6 % fat and more, but with the obligatory compliance with the fat: protein ratio of 1.2 : 1, which primarily indicates the absence of metabolic disorders in the cow's body, such as acidosis, ketosis, etc. It is quite difficult to achieve the required balance between protein and fat in cow's milk without the rational use of fodder in practical production conditions, especially without the use of special additives such as rumen buffers, etc.

The question often arises as to which forage is better: hay, haylage, silage? High-quality hay has a positive effect on the formation of rumen microflora and high productivity of dairy herds, but hay has few prospects for its use on a modern industrial-scale dairy farm ([Susol, 2018](#)).

The nutritional characteristics of triticale harvested at the tube stage are more desirable for lactating cows than triticale harvested at later stages of maturity, when fibre content increases and crude protein content decreases, but approximately 70.0 % of the yield loss can also be attributed to this management choice. Despite these differences, an informed management decision for lactating cows may still favour harvesting early due to better nutritional characteristics, the need to quickly plant a double crop of maize, or both. The timing of triticale harvesting for other livestock classes may be more flexible, but prioritising a double crop of maize, soybean or sorghum may reduce the negative impact on dry matter yield of a secondary factor ([Coblentz et al., 2018](#)).

Grass silage-based diets often result in poor nitrogen utilization when fed to dairy cows. Perennial ryegrass cultivars with high concentrations of water-soluble carbohydrates (WSC) have proven potential for correcting this imbalance when fed fresh, and have also been shown to increase feed intake, milk production, and N utilization ([Bertilsson et al., 2017](#)).

## The aim of our work

The aim of our work is to determine the average quality of traditional fodder (corn silage and alfalfa haylage) and innovative dietary components – rye silage on the example of average milk production farms in Odesa Oblast with moderate and intensive levels of technological process and to determine the impact of the risky land use zone of southern Ukraine against the background of global warming on the quality of these dietary ingredients in order to further determine the directions of fodder production in the southern region of Ukraine.

### Material and methods

The scientific and economic experiments were conducted in the conditions of the State Enterprise “Andriivske” (moderate level of production technology) and LLC “Shabo Farm” (intensive level of production technology) of Bilhorod-Dnistrovskiyi district of Odesa Oblast according to the methods generally accepted in dairy farming (Ibatulina & Zhukorskoho, 2017), and laboratory studies of samples of corn silage, alfalfa haylage, rye silage in a specialised forage research laboratory Frank Wright LTD (Ashbourne, United Kingdom) using the NIRS technique has been used to assess the quality of forages (Carvalho da Paz et al., 2019). NIRS has been successfully used in the prediction of nutritional value through direct scanning of forage samples (Stuth et al., 2003; Boschma et al., 2017). In the laboratory, each of the indicators was determined in at least 10 replicates, so the result presented here is the arithmetic average.

Samples of fodder were taken using a Nasco sampler from different parts and at different heights of the silage or haylage storage facilities in 2.0 kg each. Then the sample was thoroughly mixed and 0.5 kg was taken using the square method for further vacuuming and air delivery to the laboratory. The research was conducted in November 2021.

### Results

Due to climate change over the past 10–15 years, it has become increasingly difficult to grow corn for silage and alfalfa for hay in southern Ukraine, so we need to think about promising, drought-resistant and at the same time efficient crops that can be an alternative to corn and alfalfa. One of the most promising crops for forage production in southern Ukraine could be winter rye or any other winter crop that can be silage.

The analysis of the actual results of corn silage yields (Fig. 1) indicates the presence of relatively productive years (2010, 2017, 2018, 2021, where the yield was from 165 to 234 c/ha) and problematic years (2000, 2015, 2016, 2019, 2020, 2022, where the yield was from 52 to 123 c/ha). Thus, out of the last eight years of the period 2015–2022, four years, equivalent to 50.0 %, were problematic in terms of silage yield, and this is without taking into account the quality issue, as due to droughts, harvesting begins before the grain reaches milky-wax ripeness, which means a deficit of starch and metabolic energy.

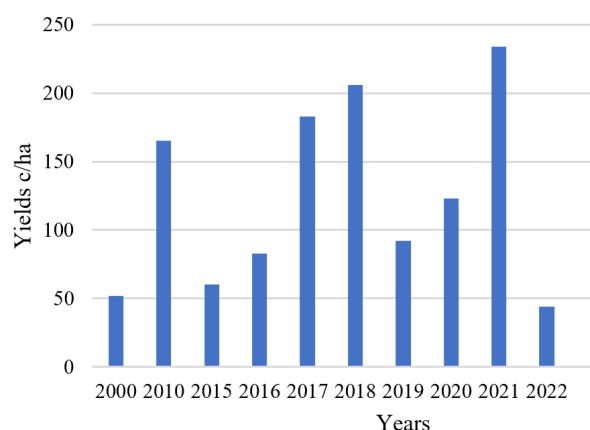


Fig. 1. Dynamics of corn silage yield in Odesa Oblast

Thus, in the conditions of local farms, corn silage remains the main available juicy forage for the dairy herd. The actual general analysis of corn silage in the conditions of a farm with a moderate level of technology (without the use of preservatives, laying time of 4–5 days) proves (Table 1) that the content of dry matter and crude protein in the silage is within the normal range (32.0–38.0 %) – 32.9 % and (7.0–9.0%) – 7.6 %, respectively. The energy concentration in this sample was 10.4 MJ/kg dry matter, which is below the norm of 11.6–12.4 MJ/kg dry matter, which is primarily due to the starch content, the actual content of which is too low at 23.5 % (the normative indicator is 35.0–45.0 %). The proper pH level was found to be 4.0 (normal pH is 3.9–4.2) against the background of an overestimated lactic acid content (70.1 g/kg in fact, while the norm is 25.0–50.0 g/kg). The content of ammonia nitrogen in total nitrogen is actually 5.5 %, while the permissible norm is 4.0 % or less, which indicates an increased likelihood of decay. The actual crude ash content reached 4.5 %, which is in line with the current standard of 4.0–5.0 % and indicates that the silo is not contaminated by soil. The actual content of neutral-detergent fibre in the silage was 53.1 %, which is higher than the existing standard (35–45 %). The situation is similar with acid-detergent fibre (52.26), which is significantly higher than the standard (27.8 and 28.0–36.0 %), which to some extent affects the calculated (projected) consumption rate, which is also below the existing standard (110–130) – 101.2 g/kg, respectively.

Table 1

Forage analysing (Dry Matter) maize and rye silage and lucerne haylage

Indicator	maize silage *	maize silage**	lucerne haylage **	rye silage*
Dry matter, %.	32.9	27.5	35.1	23.3
ME, MJ/kg	10.4	11.1	9.5	11.0
Crude protein, % DM	7.6	9.6	23.4	12.7
D Value, %.	66.2	69.9	73.1	69.0
pH	4.0	3.7	4.9	4.8
NH3-N in total N, %.	5.5	2.9	14.0	7.1
Ash, %.	4.5	4.6	12.6	8.2
Starch, %.	23.6	15.3	-	-
NDF, %.	38.2	55.1	33.9	51.9
Lactic acid, g/kg	70.1	96.5	59.0	43.1
Intake, g/kg of ML	101.2	98.4	89.9	96.4

Notes (hereinafter): \* - in farm conditions with a moderate level of technology (without the use of preservatives); \*\* - in the conditions of a farm with an intensive level of technology (with the use of preservatives).



Evaluation of the results of average samples of corn silage in 2021, which were laid in the conditions of a farm with an intensive level of technology in dairy farming: the use of hybrid corn varieties, the use of special preservatives, the timing of laying one pit in 2–3 days proves that the dry matter content in corn silage is slightly lower than the existing norm (32.0–38.0 %) – 27.5 % against the background of an increased crude protein content of 9.6 % at a norm of 7.0–9.0 %.

The energy concentration in this sample was 11.1 MJ/kg dry matter, while the norm is 11.6–12.4 MJ/kg dry matter, which is primarily due to the starch content, the actual content of which was only 15.3 % (the normative value is 35.0–45.0 %). A low pH of 3.7 was found (normal pH is 3.9–4.2), which will contribute to acidosis and is caused by an overestimated lactic acid content (96.5 g/kg in fact, while the norm is 25.0–50.0 g/kg). The content of ammonia nitrogen in total nitrogen is actually 2.9 %, while the permissible rate is 4.0 % or less, indicating the absence of decay processes. The actual content of crude ash reached 4.6 %, which corresponds to the existing norm of 4.0–5.0 % and indicates that the silage is not contaminated with soil.

**Table 2**  
The mineral analysis of maize and rye silage, lucerne haylage

Indicator	maize silage *	maize silage**	lucerne haylage **	rye silage *
Calcium, %.	0.29	0.58	3.05	0,45
Phosphorus, %.	0.20	0.18	0.85	0.42
Magnesium, %.	0.22	0.25	0.47	0.16
Sodium, %	0.01	0.23	0.15	0.05
Potassium, %	0.64	1.79	1.13	1.34
Chlorine, %	0.17	0.70	0.31	0.90
Sulphur, %.	0.09	0.14	0.35	0.20
Iron, mg/kg	357.3	456.1	921.2	373.5
Copper, mg/kg	4.2	5.3	10.3	8.85
Manganese, mg/kg	32.4	64.6	117.3	74.5
Cobalt, mg/kg	0.05	0.14	0.32	0.08
Zinc, mg/kg	15.8	26.3	32.2	29.9
Selenium, mg/kg	0.059	0.107	0.16	0.12
Aluminium, mg/kg	45.5	393.2	1158.0	48.8
Lead, mg/kg	0.16	0.39	0.56	0.22
Molybdenum, mg/kg	0.82	0.43	0.51	0.79

For example, the content of macronutrients such as calcium, magnesium, sodium, potassium, chlorine, sulphur, and the content of macronutrient selenium meets the existing standards; iron and aluminium exceed the optimal level, while manganese, cobalt, zinc and copper are in deficit.

Modern dairy cattle rations for industrial production involve the use of alfalfa haylage, which, according to many scientists and practitioners, is an excellent supplement to corn silage-based rations and saves on expensive protein ingredients in feed. The actual overall analysis of alfalfa haylage showed that the dry matter content of 35.1 % is well within the average samples tested by the laboratory in 2021 (35.2 %), but the crude protein content of 23.4 % is significantly higher than the average laboratory samples (19.4 %), which further emphasizes the value of this ingredient. Typical for alfalfa haylage is the low sugar content (12.0 %) and the absence of starch. The

The actual content of neutral-detergent fibre in the silage was 55.1 %, which is higher than the existing standard (35–45 %). At the same time, the content of acid-detergent fibre is within the upper limit of the standard (27.8 and 28.0–36.0 %, respectively). The estimated (forecasted) consumption rate is below the existing standard (110–130) – 98.7 g/kg. The indicator of feed conversion into milk has an actual content of 305.0 units in this silage, which is below the norm (320–380 units), which in turn can lead to a decrease in rumen pH and cause acidosis.

Regarding the assessment of the mineral composition of silage in a farm with a moderate level of technology (Table 2), it is worth noting that it is, on the one hand, typical for the southern region of Ukraine – the content of macronutrients such as phosphorus, magnesium, sulphur and the content of trace elements such as selenium meets the existing standards; iron, aluminium exceed the optimal levels, while sodium, potassium, sulphur, manganese, cobalt, zinc and copper are at a deficient level. The low calcium content is atypical in this case, as it is usually sufficient in the silage due to the high level in the soil.

slightly lower content of neutral detergent fibre (33.9 %), acid detergent fibre (25.3 %) and acid detergent lignin (49.0 %) compared to the average laboratory samples (42.2 %, 32.5 % and 61.0 %, respectively) results in a higher crude protein content.

Our actual mineral analysis of alfalfa haylage showed that this ingredient is rich in macronutrients: calcium, phosphorus, sulphur, and trace elements: iron, cobalt, selenium, aluminium, and copper. It has been established that alfalfa haylage has a moderate content of sodium, manganese, molybdenum, and copper. Alfalfa haylage is low in potassium, chlorine, zinc and, of course, lead. Again, we can see that there is an increased iron content, but it is levelled out by the above-mentioned antagonist, aluminium.

In general, it should be noted that if we optimize the timing of alfalfa for haylage, we get fodder with an optimal level of dry matter and an increased level of crude

protein. As for the mineral composition of alfalfa haylage, it can be considered typical for the south of Ukraine.

In our opinion, rye silage is most promising for forage production in the South of Ukraine, as its growing season is more humid (autumn, winter, spring). Thus, in terms of dry matter content, rye haylage is significantly inferior to corn silage by 9.6 %, but rye silage is 5.1 % higher in terms of crude protein and 2.8 % higher in terms of organic matter digestibility. In terms of metabolizable energy, rye silage also has an advantage of 0.6 MJ/kg dry matter under moderate feed production technology and has a more alkaline environment by 0.8 units, an increased level of ammonia nitrogen from total nitrogen by 1.6 %, and an increased level of ash by 3.7 % compared to corn silage.

Of course, corn silage is rich in starch, with a content of 23.6 %, which is not present in rye haylage. However, on the other hand, high starch levels can cause metabolic disorders such as acidosis with subsequent problems with reproduction and reduced productive longevity of the herd, etc. On the contrary, rye haylage is a more natural feed for cattle and contributes to the level of herd safety.

In terms of such a critically important indicator as neutral-detergent fibre for ruminants, rye silage has a significant advantage of 13.7 % under moderate feed production technology. The content of lactic acid is 27.0 % higher in corn silage, which is quite natural due to the presence of starch.

These feed ingredients differ from each other and from the predicted consumption by 4.8 g/kg in favors of corn silage under moderate feed production technology, but this is only a laboratory calculation, and the effectiveness of each of these ingredients can be assessed only through actual use in feeding dairy cows.

### Discussion

We understand that cattle are ruminants, therefore, for the effective functioning of these individuals and the production of the desired amount of milk with optimal quality, ruminants need a certain amount of fodder (approximately at least 60.0 % of the dry matter of the diet is the proportion of fodder in the structure of a “healthy” diet). In the current realities of “domestic technologies” of feeding, the available fodder is corn silage, haylage and hay of cereals or legumes, straw, etc. (Provatorov et al., 2007; Ruban & Vasylevskyi, 2015; Riznychuk, 2016; Riznychuk et al., 2023).

Forages are the basis for the formation of a healthy cow's diet (Nasr et al., 2017), as inadequate nutritional management of the studied herds in the pre- and postpartum period increased the incidence of subacute ruminal acidosis during the first 60 days after calving and increased the risk of anestrus at 60 days after calving, as well as other adverse effects on reproductive performance. Feeding a transitional ration is an important tool for the adaptation of rumen microflora to feed additives and improving reproductive performance (Stefanska et al., 2017).

Increasing the ratio of NDF to starch in the diet promotes the development of rumen papillae and alters the expression of genes associated with rumen papillae uptake, metabolism and cell growth (Ma et al., 2017). In this

case, the use of rye silage in the diets increases the ratio of NDC to starch in the diets.

There is a lot of information on the benefits of maize silage as an easily digestible ingredient that provides high energy intake when used in dairy cow diets (website: Dairy Global), but currently, globally, maize is the third most important crop in terms of harvested area. Due to its importance, assessing variations in regional climatic suitability under climate change is critical.

The potential current and future climatic distribution of maize on a global level was modelled using the CLIMEX distribution model with climate data from 2050 to 2100. The change in area under future climate was analyzed at the continental level and for the major maize-producing countries in the world. The tropical regions, South America, Africa and Oceania show the greatest loss of climatic suitability for maize cultivation. At the same time, Asia, Europe and North America are showing an increase in climatic suitability.

This study indicates that, globally, large areas currently suitable for maize cultivation will suffer from heat and drought, which may limit maize production (Ramirez-Cabral et al., 2017). In such circumstances, the transition to silage harvesting from winter cereals is a promising way out of this situation, which has recently developed in the risky land use zone of southern Ukraine and against the background of global warming.

### Conclusions

The analysis of corn silage shows that the basic indicators of its quality, such as dry matter content, concentration of metabolizable energy, pH, level of digestibility of organic matter as a percentage of total dry matter, and starch content are below the existing standards, because due to hot weather conditions, silage is often forced to be harvested during the suboptimal phase of its maturity. It is worth noting that this situation is not uncommon in the southern region in the context of ongoing global warming.

Comparing the mineral composition of different levels of technology, a common pattern of typical deficiencies in phosphorus, sulphur, manganese, cobalt, and zinc can be observed. The situation with calcium content is ambiguous. In addition, it is worth noting that elevated iron levels are not a problem because aluminium, which is its antagonist, is also in excess.

The content of heavy metals lead and molybdenum is at a low level, as required by environmental safety.

An assessment of the mineral composition of corn, rye silage and alfalfa haylage shows that the indicators are typical, taking into account the specifics of each crop in the southern region of Ukraine, so the existing deficit of manganese, cobalt, zinc and copper can be covered by the use of specialized premixes.

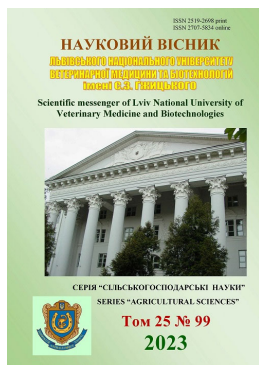
Due to the difficulties of growing corn silage and alfalfa haylage in the recent risky land use zone of southern Ukraine and against the background of global warming, it is necessary to move to fodder crops grown in more favourable (wet) seasons, such as winter rye or triticale, or a combination of these with corn silage and alfalfa haylage.

### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### References

- 5 Ways to Help Minimize Feed Refusals. Dairy herd Management: website. URL: <https://www.dairyherd.com/news/dairy-production/5-ways-help-minimize-feed-refusals>.
- Astaiza Martínez, J. M., Munoz Ordóñez, M. R., Benavides Melo, C. J., Vallejo Timaran, D. A., Chaves Velasquez, C. A. (2017). Technical and productive characterization of milk production systems in the Sibundoy Valley (Putumayo, Colombia). *Rev. Med. Vet.*, 34, 31–43. DOI: 10.19052/mv.4253.
- Bertilsson, J., Åkerlind, M., & Eriksson, T. (2017). The effects of high-sugar ryegrass/red clover silage diets on intake, production, digestibility, and N utilization in dairy cows, as measured in vivo and predicted by the NorFor model. *Journal of Dairy Science*, 100(10), 7990–8003. DOI: 10.3168/jds.2017-12874.
- Boschma, S. P., Murphy, S. R., & Harden, S. (2017). Growth rate and nutritive value of sown tropical perennial grasses in a variable summer-dominant rainfall environment, Australia. *Grass and Forage Science*, 72(2), 234–247. DOI: 10.1111/gfs.12237.
- Carvalho da Paz, C., Maciel e Silva, A. G., & Coutinho do Rego, A. (2019). Use of near infrared spectroscopy for the evaluation of forage for ruminants. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 62, 1–8. DOI: 10.22491/rca.2019.2923.
- Coblentz, W. K., Akins, M. S., Kalscheur, K. F., Brink, G. E., & Cavadini, J. S. (2018). Effects of growth stage and growing degree-day accumulations on triticale forages: Dry matter yield, nutritive value, and in vitro dry matter disappearance. *J. Dairy Sci.*, 101, 8965–8985. DOI: 10.3168/jds.2018-14868.
- Eadie, T. (2019). Planning dairy operation feeding systems for expansion. DAIRY PRODUCER: website. URL: <https://www.dairyproducer.com/planning-dairy-operation-feeding-systems-for-expansion-2>.
- Garzon A. A. M., & Espinosa, O. O. J. (2018). Incidence and prevalence of clinical and subclinical ketosis in grazing dairy cattle in the Cundiboyacencian Andean plateau, Colombia. *Rev. CES Med. Zootec*, 13, 121–136. DOI: 10.21615/cesmvz.13.2.3.
- Ibatulina, I. I., & Zhukorskoho, O. M. (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnystvii: posibnyk. Kyiv (in Ukrainian).
- Kramarenko, A. S., Kalynychenko, H. I., Susol, R. L., Papakina, N. S., & Kramarenko, S. S. (2022). Principal Component Analysis of Body Weight Traits and Subsequent Milk Production in Red Steppe Breed Heifers. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, 76(2), 307–313. DOI: 10.2478/prolas-2022-0044.
- Ma, L., Zhao, M., Zhao, L. S., Xu, J. C., Loo, J. J., & Bu, D. P. (2017). Effects of dietary neutral detergent fiber and starch ratio on rumen epithelial cell morphological structure and gene expression in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100, 3705–3712. DOI: 10.3168/jds.2016-11772.
- More digestible corn for more energy absorption per bite. DAIRY GLOBAL: website. URL: <https://www.dairyglobal.net/health-and-nutrition/nutrition/more-digestible-corn-for-more-energy-absorption-per-bite>.
- Nasr, M. Y., Elkhodary, S. A., Beder, N. A., & Elshafey, B. G. (2017). Epidemiological and diagnostic studies on subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Alexandria J. Vet. Sci.*, 53, 83–90. DOI: 10.5455/ajvs.255218.
- Pidpala, T. V., Strikha, L. O., & Vetushniak, T. Yu. (2019). Otsinka osoblyvostei intensyvnoi tekhnolohii vyrobnytstva moloka. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 106, 26–30. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/106\\_2019/30.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/106_2019/30.pdf) (in Ukrainian).
- Provatorov, H. V., Ladyka, V. I., & Bondarchuk, L. V. (2007). Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnyist kormiv dlia riznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn: dovidnyk. Sumy: TOV «VTD «Universytetska knyha» (in Ukrainian).
- Ramirez-Cabral, N. Y. Z., Kumar, L., & Shabani, F. (2017). Global alterations in areas of suitability for maize production from climate change and using a mechanistic species distribution model (CLIMEX). *Scientific Reports*, 7, 5910. DOI: 10.1038/s41598-017-05804-0.
- Riznychuk, I. F. (2016). Hodivlia koriv za intensyvnoi tekhnolohii vyrobnytstva moloka. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 6, 8–13 (in Ukrainian).
- Riznychuk, I., Nikolenko, I., Kyshlaly, O., Mazhylovska, K., & Harbar, A. (2023). Prohrama hodivli koriv za periodamy vyrobnychoho tsyklusu. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*, 107, 99–103 (in Ukrainian).
- Ruban, S. Yu., & Vasylevskyi, M. V. (2015). Orhanizatsiia normovanoi hodivli v skotarstvi. Kyiv (in Ukrainian).
- Stefanska, B., Nowak, W., Komisarek, J., Taciak, M., Barszcz, M., & Skomial, J. (2017). Prevalence and consequence of subacute ruminal acidosis in Polish dairy herds. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)*, 101, 694–702. DOI: 10.1111/jpn.12592.
- Stuth, J., Jama, A., & Tolleson, D. (2003). Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. *Field Crops Research*, 84(1-2), 45–56. DOI: 10.1016/S0378-4290(03)00140-0.
- Susol, R. L. (2018). Profilaktyka metobolichnykh rozladiv u molochnomu skotarstvi. *Tvarynnystvo ta veterynariia*, 10, 48–50 (in Ukrainian).
- Sustainable livestock production: Challenges & impact on the feed sector. ALL ABOUT FEED: website. URL: <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/raw-materials/sustainable-livestock-production-challenges-and-impact-on-the-feed-sector>.
- Ural, K. (2017). Correlation between ruminal pH and body condition score in cows with subacute ruminal acidosis. *Rev. MVZ Cordoba*, 22(3), 6215–6224.
- Vallejo-Timaran, D., Reyes-Velez, J., VanLeeuwen, J., Maldonado-Estrada, J., & Astaiza-Martinez, J. (2020). Incidence and effects of subacute ruminal acidosis and subclinical ketosis with respect to postpartum anestrous in grazing dairy cows. *Heliyon*, 6(4), e03712. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e03712.



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-a9925  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 638.1:379.8:615.8 (477.81)

## The current state of beekeeping in Ukraine and prospects for the development of apitourism in the Rivne region

R. M. Sachuk<sup>1</sup>✉, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, V. O. Pepko<sup>3</sup>, T. A. Velesyk<sup>1</sup>, O. I. Portukhai<sup>1</sup>, M. I. Kostolovych<sup>1</sup>,  
O. A. Katsaraba<sup>2</sup>, I. V. Halka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Rivne State University for the Humanities, Rivne, Ukraine

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

<sup>3</sup>Ternopil Research Station, Institute of Veterinary Medicine, NAAN, Ternopil, Ukraine

### Article info

Received 08.09.2023

Received in revised form  
09.10.2023

Accepted 10.10.2023

*Sachuk, R. M., Gutyj, B. V., Pepko, V. O., Velesyk, T. A., Portukhai, O. I., Kostolovych, M. I., Katsaraba, O. A., & Halka, I. V. (2023). The current state of beekeeping in Ukraine and prospects for the development of apitourism in the Rivne region. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 151–156. doi: 10.32718/nvlvet-a9925*

Rivne State University for the  
Humanities, Plastova Str., 29-a,  
Rivne, 33028, Ukraine.  
Tel.: +38-097-671-90-63  
E-mail: sachuk.08@ukr.net

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

Ternopil Research Station,  
Institute of Veterinary Medicine,  
NAAN, Troleybusna Str., 12,  
Ternopil, 46027, Ukraine.

The article examines the current state and problems of beekeeping products market development in the Rivne region and Ukraine. The prospects for the development of apitourism in the Rivne region have been assessed. It has been established that Ukraine has sufficient resources for the intensification of the development of tourist and recreational activities, the use of which will contribute to the development of infrastructure and the solution of a number of social and economic issues of the activities of territorial communities, the development of environmental education, the dissemination of knowledge about the history and culture of our people, and the improvement of the population. Apitourism, as a component of rural green tourism of the Rivne region, will contribute to the preservation of jobs in rural areas and is a way to ensure the development of the infrastructure of non-urbanized rural areas with minimal technogenic load. The further development of apitourism will contribute to the growth of a positive image of Ukraine in the international arena as a producer and exporter of high-quality beekeeping products. The territory of the Rivne region is sufficiently equipped with natural objects for the development of beekeeping and apitourism in particular. In the presence of significant areas of the objects of the nature reserve fund, the territory of which is not subject to significant anthropogenic load, it is possible to increase the production of beekeeping products from ecologically clean territories and the implementation of state and regional programs for the development of this type of activity. On the example of one of the personal peasant households, it was established that the apitherapy of the private estate of Malih Sadiv is a young direction of modern medicine in the Rivne region. It consists in the use of healing products produced by bees. They are used to improve the health of the human body to strengthen immunity. The air inside the api-inhalation room is saturated with biologically active substances of propolis, which has antimicrobial properties.

**Key words:** beekeeping products, apitherapy, homestead, tourism, api-inhalation room.

## Сучасний стан бджільництва в Україні та перспективи розвитку апітуризму в Рівненській області

Р. М. Сачук<sup>1</sup>✉, Б. В. Гутій<sup>2</sup>, В. О. Пепко<sup>3</sup>, Т. А. Велесик<sup>1</sup>, О. І. Портухай<sup>1</sup>, М. І. Костолович<sup>1</sup>,  
О. А. Кацараба<sup>2</sup>, І. В. Галка<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

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

<sup>3</sup>Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини НААН, м. Тернопіль, Україна



У статті розглянуто сучасний стан та проблеми розвитку ринку продукції бджільництва в Рівненській області та Україні. Оцінено перспективи розвитку апітуризму в Рівненській області. Встановлено, що Україна володіє достатніми для інтенсифікації розвитку туристично-рекреаційної діяльності ресурсами, використання яких сприятиме розвитку інфраструктури та вирішенню ряду соціальних та економічних питань діяльності територіальних громад, розвитку екологічної освіти, поширенню знань про історію та культуру нашого народу, оздоровлення населення. Апітуризм як складова сільського зеленого туризму Рівненщини, сприятиме збереженню робочих місць в сільській місцевості та є способом забезпечення розвитку інфраструктури неурбанізованих сільських територій при мінімальному техногенному навантаженні. Подальший розвиток апітуризму сприятиме зростанню позитивного іміджу України на міжнародній арені, як виробника і експортера якісної продукції бджільництва. Територія Рівненської області достатньо забезпечена природними об'єктами для розвитку бджільництва та апітуризму зокрема. За наявності значних площ об'єктів природно-заповідного фонду, територія яких не зазнає значного антропогенного навантаження, можливе збільшення обсягів виробництва продукції бджільництва з екологічно чистих територій та впровадження державних і регіональних програм розвитку даного виду діяльності. На прикладі одного з особистих селянських господарств встановлено, що апітерапія приватної садиби с. Малі Сади є молодим напрямком сучасної медицини Рівненської області. Вона полягає у використанні цілющих продуктів, вироблених бджолами. Їх застосовують для оздоровлення організму людини та зміцнення імунітету. Повітря апіінгаляційної кімнати всередині насичене біологічно активними речовинами прополісу, який має антимікробні властивості.

**Ключові слова:** продукція бджільництва, апітерапія, садиба, туризм, апіінгаляційна кімната.

## Вступ

Нині екологічний туризм набуває значного поширення як в Україні, так і світі. Розвитку екотуризму в Україні сприяють як природні – наявність природних об'єктів і природних умов (національних природних та ландшафтних парків, заказників, інших заповідних територій), так і культурно-історичні аспекти (багата культурна спадщина, проведення етнофестивалів тощо), а також наявність людських та матеріальних ресурсів (Halahuta, 2016; Sovenko, 2016).

Розвиток екологічного туризму як складової частини туристично-рекреаційної галузі в Україні, має потенційну можливість стати важливим джерелом наповнення бюджету.

Бджільництво в Україні має прадавні традиції, що сформувалися протягом значного історичного шляху. Апітуризм як форма екологічного туризму, має потенційні можливості для вирішення низки проблем місцевих громад у сільській місцевості: збереження робочих місць, запобігання скороченню чисельності населення через виїзд молоді до міст, попит на туристичні послуги, що надаються окремими пасіками, перевищує пропозицію у зв'язку з непристосованістю більшості пасік для відвідування туристами. Тобто бджільництво може стати потенційним фактором дестинації екотуризму для місцевих громад (Hurova, 2016).

Природно-рекреаційний потенціал регіонів тісно пов'язаний з розвитком екологічної мережі. В Рівненській області мережа природно-заповідного фонду станом на 01.01.2021 року включає 317 об'єктів загальною площею 203,6 тис. га, що складає 10,15 % загальної площі області, в тому числі 28 об'єктів загальнодержавного значення площею 90,3 тис. га (у тому числі національний природний парк “Дермансько-Острозький”, Нобельський НПП, Рівненський природний заповідник, регіональні ландшафтні парки – “Прип'ять-Стохід”, “Надслучанський” та “Дермансько-Мостівський”) та 289 об'єктів місцевого значення площею 113,3 тис. га (Bila et al., 2021).

## Мета дослідження

Мета роботи – розглянути перспективи та основні напрями розвитку апітуризму в Україні та Рівненській області.

## Матеріал і методи досліджень

Проаналізовано результати сучасних наукових досліджень у сфері бджільництва, статистичні дані Державної служби статистики України, передумови та перспективи розвитку апітуризму в Україні та Рівненській області.

Дослідження проводилися на базі кафедри екології, географії та хімії Рівненського державного гуманітарного університету та приватної садиби с. Малі Сади Дубенського району Рівненської області.

## Результати та їх обговорення

Апітуризм – це форма туризму, пов'язана з бджільництвом як традиційною професією та продуктами бджільництва в екологічному, харчовому та медичному аспектах (Shykerynets, 2012; Wos', 2014; Senkiv et al., 2020).

До продуктів бджільництва належать: бджолина отрута, цілюща енергетика бджолиної сім'ї, котрі завдяки лікувальним властивостям сформували споживчий попит на відвідування пасік, які мають власну інфраструктуру (вулики, апікабінки, апіхатини). Це сприяло формуванню потужної складової лікувального туризму – апітерапії, що обумовлює нетрадиційну туристичну дестинацію сільської місцевості (Korobka, 2012; Siromakha & Arion, 2021).

Основні функції апітуризму такі:

- просвітницька (популяризація екологічної діяльності, інформування туристів про роль бджіл в екосистемах);
- туристична (привертає увагу до специфіки природи та традицій регіону, зокрема до роботи бджоляра та історії бджільництва);
- оздоровча (сприяє поширенню природних методів лікування та продуктів бджільництва, які, у разі правильного застосування можуть замінити фармакологічні препарати);

- соціальна (дає змогу активізувати місцеву громаду через створення нових робочих місць, розвивати агротуризм і скористатися потенціалом знань і досвідом пасічників (Wos', 2014).

Територіальні громади, усвідомивши свою провідну роль носія української культури та ідентичності, відіграють важливу роль у створенні пасіки як туристичної атракції. Такі об'єкти є додатковими можливостями для популяризації української культури, поширення знань про історичні, природні, етнографічні особливості України (Halahuta, 2016).

Серед країн Європи лідером у сфері апітуризму є Словенія, де цим видом діяльності цікавляться як внутрішні, так і зовнішні туристи. Спостерігається активний розвиток апітуризму в Польщі, Німеччині, Чехії, Литві та Іспанії.

За даними Державної статистичної служби України, протягом 2019 року наша держава експортувала 55,6 тис. тонн меду на суму понад 100 млн дол., що на 12,7 % перевищує показник 2018 року. Провідне місце у виробництві меду в Україні належить приватним господарствам (близько 98,0 %). Найбільше меду

виробляють на території Полтавської, Кіровоградської, Житомирської та Вінницької областей (Senkiv et al., 2020).

Відповідно до бюлетеня “Виробництво продукції тваринництва” Державної статистичної служби України (без урахування територій, які тимчасово окуповані РФ та територій, де ведуться (велися) бойові дії), у 2022 році в Україні вироблено 63,1 тис. тонн меду, що складає 92,01 % показника 2021 року. Основна частина загального обсягу виробництва меду у 2022 році припадає на приватні господарства – 62503 тони (проти 67873 тонн у 2021 році (-7,9 %). Виробництво меду підприємствами у 2022 році порівняно з 2021 роком скоротилось з 685 до 576 тонн (-109 тонн або -15,9 %). Обсяг виробництва воску в 2022 році склав 874,9 тонн, що становить 92,3 % показника 2021 року (947,6 тонн).

У 2022 році суттєво зросло виробництво меду у Сумській (134,0 % показника 2021 року), Тернопільській (127,0 %), Хмельницькій (122,0 %), Кіровоградській (117,0 %), Волинській (105,8 %), Рівненській (105,9 %), Житомирській обл. (101,2 %) (рис. 1).

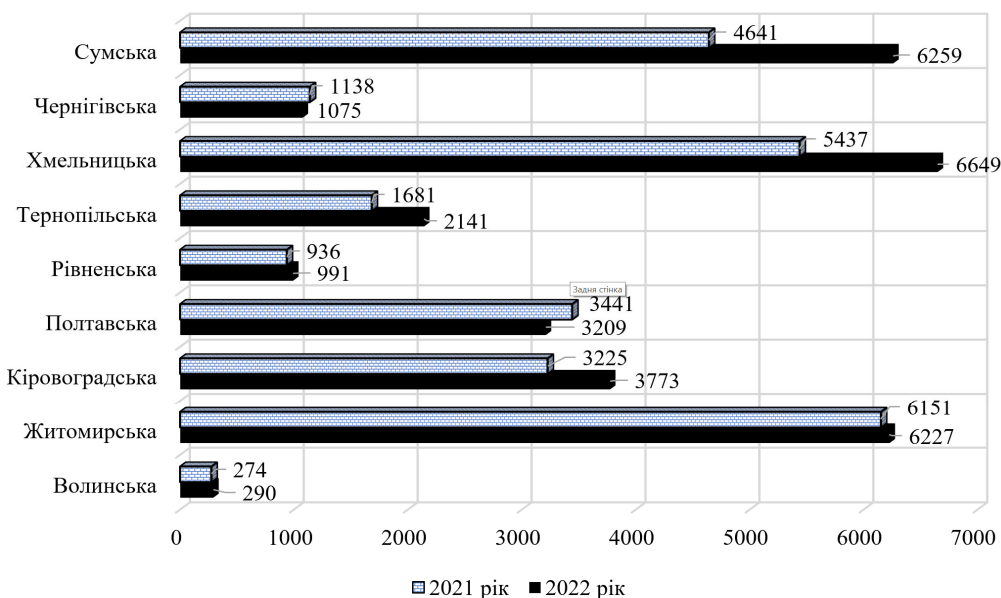


Рис. 1. Обсяги виробництва меду в Україні в 2022 та 2021 роках в окремих областях, тис. тонн

Враховуючи сучасний стан бджільництва в Україні та Рівненській області, апітуризм виступає важливою складовою міжнародного іміджу країни, вираженням регіональної та локальної культурної ідентичності, що сприяє розвитку туризму та міжнародному визнанню галузі бджільництва.

Проведені власні дослідження показали, що переважна більшість об'єктів (14 з проаналізованих 20) мають рекламні стенди з медом та продуктами бджільництва. Це основна форма апітуризму, яка приваблює туристів (особливо коли є можливість скуштувати різні види меду) і приносить вимірну користь власнику пасіки. У більшості аналізованих об'єктів стенд з медом став початком розвитку пропозиції апітуризму. Далі пропозиція була сформована шляхом прямого контакту з клієнтами та аналізу їхніх інтересів. Власники 14 досліджуваних об'єктів проводять нав-

чальні заняття, пов'язані з бджільництвом, екологією, географією, поширенням та біологією бджоли. Найчастіше такі заняття відбуваються в спеціально обладнаних кімнатах і доповнюються відвідуванням пасіки. Щоб звести до мінімуму страх людей перед укусами, вони використовують спеціальний захисний одяг для пасічників.

Власники пасік, які не мають спеціальних кабінетів, ведуть презентації в школах та дитячих садках. Під час таких занять бджолярі, використовуючи наочні посібники (демонстративний вулик, стільники із запечатаним медом, інвентар бджоляра), пояснюють функціонування бджолиної сім'ї та процес виробництва й отримання меду. Двадцять пасічних господарств пропонують туристам огляд пасіки та участь у майстер-класах, пов'язаних з отриманням меду (рис. 2).



Рис. 2. Цех на пасіці с. Малі Сади Дубенського району Рівненської області

Обсяг доступних заходів і розмір групи залежать від місць прийому та кількості працівників, залучених до проведення занять такого типу. Поширеними є туристичні пам'ятки, знайдені на пасіці, та музеї про-

сто неба. Такі збірки зафіксовано на 8 об'єктах. Ще одна цікава пропозиція бджолеферм апі-туризму – майстерні з виготовлення свічок з воску, які приваблюють багатьох туристів (рис. 3).



Рис. 3. Воскові свічки з приватної садиби с. Малі Сади Дубенського району Рівненської області

Цікавою ініціативою, яка все частіше застосовується на пасіках та агротуристичних господарствах, є сади медоносів, де кожна рослина чітко описується назвою, періодом цвітіння та корисністю для бджіл (медоносність). Створення такої пропозиції вимагає порівняно невеликих фінансових вкладень і приносить значний ефект, слугуючи навчальним матеріалом, візуальною привабливістю та додатковою користю для бджіл. Ще одним елементом пропозиції апі-туризму, що має величезну кількість розвивального потенціалу, є апітерапія – застосування меду та продуктів бджільництва для лікування різних захворювань. Таке лікування безпосередньо впливає на організм пацієнта, тому проводиться тільки під контролем лікаря. Однак існує низка методів лікування, які не вимагають участі лікаря і можуть позитивно вплинути на здоров'я та красу.

Найпопулярніший вид апітерапії, що використовується на пасіках (6 пасік мають в своєму асортименті) – апі-інгаляційні кімнати, де відвідувачі відпочивають у спеціальних комфортних умовах, сидячи в кріслах та дихаючи повітрям вулика, насиченим фунгіцидними та бактеріцидними речовинами. Такі інгаляції

позитивно впливають на дихальну систему, підтримують імунітет, знижують стрес і стомлюваність, поліпшують настрій (рис. 4). Сеанси апі-інгаляції рекомендовані людям з астмою при захворюваннях дихальної системи, при невротичних станах і станах значного виснаження. Крім сеансів апі-інгаляцій (зокрема на словенських пасіках), пропозиції арі-спра полягають в релаксаційних масажах з використанням меду та бджолиного воску, косметичних масок, скрабів для тіла і навіть ванни з медом.

Варто зазначити, що бджолярі, які починають створювати власні пропозиції апітуризму, зацікавлені у застосуванні апітерапії в різних її формах на власних пасіках. Однак така розширена пропозиція потребує значних інвестицій як у приміщення, так і навчання персоналу. Тому дана пропозиція зазвичай недоступна для невеликих ферм апітуризму, які починають свою діяльність. Відвідування пасік та бджільницьких ферм виявили також пропозицію, пов'язану з кулінарією, зокрема проведення майстер-класів, на яких було представлено різноманітні способи використання меду та продукту бджільництва в кулінарії.





**Рис. 4.** Апібудиночок з апі-інгаляційною кімнатою з приватної садиби с. Малі Сади Дубенського району Рівненської області

Під час таких занять можна дізнатися про старовинні та сучасні рецепти страв з медом, здобути навички приготування та випічки, а також спекти медовий пряник. На **рис. 5** показано вироблену продукцію Малосадівського ліцею продукцію. Продукція виготовлялася під час участі у благодійному майстер-класі з розпису медових пряничків до Свята Покрови. Як і в попередньому випадку, організація такого типу майстерень для великих груп потребує відповідних приміщень, які можуть собі дозволити ліцеї та окремі власники пасік.

Проте індивідуальним туристам такі майстер-класи можуть бути корисними в агротуристичних садибах, власники яких мають невеликі домашні пасіки і де є місце для місцевої кухні. Як показують дослідження, більшість туристів, які відвідали садиби апітуризму, повертаються туди, скориставшись іншими формами пропозиції або з метою поставки меду та продуктів бджільництва. Ця група реципієнтів стає природним рекламоносцем, який приваблює інших клієнтів і туристів.



**Рис. 5.** Медові пряники та інша продукція бджільництва з приватної садиби с. Малі Сади Дубенського району Рівненської області

Щоб перевірити інтерес туристів до пропозиції апітуризму, проведено опитування серед 60 людей, які раніше не брали в ньому участі.

Як показує аналіз опитування, найбільш привабливою для туристів буде можливість отримання інформації про застосування меду та продуктів бджільництва. Другою виявилось можливість скуштувати мед, на що вказали 45,5 % респондентів. Понад 35 % респондентів із задоволенням взяли б участь у семінарах, пов'язаних із застосуванням меду в кулінарії. Дуже популярною була також можливість відвідування пасіки та участь у цехах відкачування меду (25,5 %). Майстерні з виготовлення свічок з бджолиного воску були привабливими для понад 15 % респондентів. Апітерапія викликала досить високий інтерес (49,5 %).

Пам'ятками, які пропонували пасіки, були демонстративні сади медоносних рослин, які залучили лише 7,5 % респондентів. Як показують проведені дослідження, є високий попит на пропозицію апітуризму серед різних груп користувачів, що створює значний шанс для розвитку цього виду туризму. Інтерес до створення пропозиції апітуризму також можна побачити серед спільноти пасічників у різних країнах. З року в рік зростає обсяг туристичних послуг, які надають пасіки і збільшується кількість бджільницьких господарств.

Позитивним залишається і приклад одного з особистих селянських господарств, де встановлено, що апітерапія приватної садиби с. Малих Садів є молодим напрямком сучасної медицини Рівненської області. Вона полягає у використанні цілющих продуктів, вироблених бджолами. Їх застосовують для оздоров-



лення організму людини, для зміцнення імунітету. Повітря апі-інгаляційної кімнати всередині насичене біологічно активними речовинами прополісу, який має антимікробні властивості (рис. 4).

Надзвичайно важливим мотиватором для створення пропозиції апітуризму є спостереження передового досвіду в таких країнах, як Словенія, де апітуризм викликає великий інтерес і приносить реальний прибуток місцевим жителям. Можливість навчальних поїздок та обміну досвідом між бджолярами з різних країн призводить до динамічного розвитку в більшості європейських країн.

### Висновки

Україна володіє достатніми для інтенсифікації розвитку туристично-рекреаційної діяльності ресурсами, використання яких сприятиме розвитку інфраструктури й вирішенню ряду соціальних та економічних питань діяльності територіальних громад, розвитку екологічної освіти, поширенню знань про історію та культуру нашого народу, оздоровлення населення.

Апітуризм як складова сільського зеленого туризму сприятиме збереженню робочих місць в сільській місцевості та є способом забезпечення розвитку інфраструктури неурбанізованих сільських територій, при мінімальному техногенному навантаженні.

Подальший розвиток апітуризму сприятиме зростанню позитивного іміджу України на міжнародній арені – як виробника і експортера якісної продукції бджільництва.

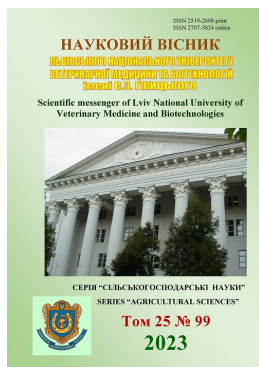
Територія Рівненської області достатньо забезпечена природними об'єктами для розвитку бджільництва та апітуризму зокрема. За наявності значних площ об'єктів природно-заповідного фонду, територія яких не зазнає значного антропогенного навантаження, можливе збільшення обсягів виробленої продукції бджільництва з екологічно чистих територій і впровадження державних та регіональних програм розвитку даного виду діяльності.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Bila, T. (Eds). (2021). *Dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Rivnenskkii oblasti* [Report on the state of the natural environment in the Rivne region]. Rivne: Ltd "Terno-hrag" (in Ukrainian).
- Halahuta, O. V. (2016). *Ekolohichniy turizm yak perspektivnyi napriam turizmu v Ukraini* [Ecological tourism as a promising direction of tourism in Ukraine]. *Proceedings from Recreational resources and hearty services in the regions of Ukraine '16: I Vseukrainska Internet-konferentsiia* (17 travnia 2016 roku) – 1st All-Ukrainian Internet Conference (pp. 69-72). Chercasy: Chabanenko Yu. A. (in Ukrainian).
- Hurova, D. D. (2016). *Apituryzm – novyi vyd silskoho zelenoho turizmu v Ukraini* [Apitourism is a new type of rural green tourism in Ukraine]. *Proceedings from Recreational resources and hearty services in the regions of Ukraine '16: I Vseukrainska Internet-konferentsiia* (17 travnia 2016 roku) – 1st All-Ukrainian Internet Conference (pp. 72-75). Chercasy: Chabanenko Yu. A. (in Ukrainian).
- Korobka, S. V. (2012). *Zelenyi turizm yak faktor pidvyschennia konkurentospromozhnosti silskoi mistsevosti* [Green tourism as factor of increase of competitiveness of rural locality]. *Ekonomika. Upravlinnia. Innovatsii – Economy. Management. Innovations*, 1(7), 135–142 (in Ukrainian).
- Senkiv, M., Haba, M., & Shevchuk, A. (2020). *Heohrafiia I suchasnyi stan apituryzmu v Ukraini ta Slovenii* [Geography and current state of apitourism in Ukraine and Slovenia]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu kultury I mystetstv. Seria: Turyzm*, 3(2), 175–184. DOI: 10.31866/2616-7603.3.2.2020.221276 (in Ukrainian).
- Senkiv, M., Haba, M., Shevchuk, A. (2020). *Heohrafiia i suchasnyi stan apituryzmu v Ukraini ta Slovenii*. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu kultury i mystetstv. Seriiia : Turyzm*, 3(2), 175–184. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknut\\_2020\\_3\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknut_2020_3_2_6) (in Ukrainian).
- Shykerynets, V. V. (2012). *Osoblyvosti rozvytku apituryzmu. Karpatskyi krai*, 2, 128–130. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/kkr\\_2012\\_2\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/kkr_2012_2_20) (in Ukrainian).
- Siromakha, A. O., & Arion, O. V. (2021). *Rozvytok apituryzmu v Ukraini. Konstruktyvna heohrafiia ta ratsionalne vykorystannia pryrodnykh resursiv*, 1(1), 24–32. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/cgrunr\\_2021\\_1\\_1\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/cgrunr_2021_1_1_5) (in Ukrainian).
- Sovenko, V. V. (2016). *Turystychni resursy Lvivskoi oblasti* [Tourist resources of Lviv region]. *Proceedings from Recreational resources and hearty services in the regions of Ukraine '16: I Vseukrainska Internet-konferentsiia* (17 travnia 2016 roku) – 1st All-Ukrainian Internet Conference (pp. 45-47). Chercasy: Chabanenko Yu. A. (in Ukrainian).
- Wos', B. (2014). *Api-tourism in Europe*. *Journal of Environmental and Tourism Analyses*, 2(1), 66–74. URL: [https://www.researchgate.net/publication/277711666\\_Api-tourism\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/277711666_Api-tourism_in_Europe).



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-a9926

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

UDC 636.082.2.11

## Phenotypic parameters of the mother stock of the Jersey breed

O. P. Razanova<sup>✉</sup>, T. V. Farionik, T. L. Holubenko, A. V. Kolechko

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 11.09.2023

Received in revised form

12.10.2023

Accepted 13.10.2023

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-096-256-00-84  
E-mail: olenaop0205@ukr.net

**Razanova, O. P., Farionik, T. V., Holubenko, T. L., & Kolechko, A. V. (2023). Phenotypic parameters of the mother stock of the Jersey breed. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 157–162. doi: 10.32718/nvlvet-a9926**

Recently, in connection with the transition to an industrial approach in animal husbandry and an increase in demand for planned breeds bred in Ukraine, high requirements have arisen for their productivity, feed cost, suitability for machine milking and other characteristics. Breeding of the Jersey breed can serve as an important reserve for the further development of dairy cattle breeding in Ukraine. The Jersey breed is characterized by high productivity and is the most fat-milk breed in the world, with high feed value and good technological properties of the udder. The purpose of the research was to evaluate the phenotypic parameters of the Jersey cattle herd and to study the influence of the duration of the service period on the efficiency of milk production. 1,331 head of breeding stock of the Jersey breed are kept in the APNVP "Vizit" of the Khmelnytskyi district of the Vinnitsia region, of which 68.4 % are cows. Youngsters are rated elite-record and elite – 99.3 %. Up to 3 lactations are kept in a herd of Jersey cows. Hope per cow is 5819 kg of milk, with a fat content of 6.05 % and a protein content of 4.2 %. The milk productivity of cows exceeds the minimum requirements for the Jersey breed by 83 % for the first lactation, by 82.1 % for the second, and by 73.1 % for the third. The hope for 305 days of lactation in cows with a service period of 90 days in the second lactation is 11.8 % less than the data of cows with a service period of 120 days, for the third lactation – by 11.4 %. The average daily survival of cows with a service period of 120 days was lower than that of control cows by 7.0 %. The efficiency of using cows when extending the service period beyond the 90-day limit recommended by experts reduces the milk productivity of cows. The ratio of fat to protein is higher in Jerseys by 0.3, fat to dry skimmed milk residue by 0.2, and protein to dry skimmed milk residue by 0.06.

**Key words:** hope, fatness, service period, livestock, live weight, lactation.

## Фенотипові показники маточного поголів'я джерсейської породи

O. П. Разанова<sup>✉</sup>, Т. В. Фаріонік, Т. Л. Голубенко, А. В. Колечко

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Останнім часом у зв'язку із переходом до індустріального підходу в тваринництві та збільшенням попиту на планові породи, що розводяться в Україні, виникли високі вимоги до їхньої продуктивності, вартості корму, придатності до машинного доїння та інших характеристик. Розведення джерсейської породи може слугувати важливим резервом для подальшого розвитку молочного скотарства в Україні. Джерсейська порода вирізняється високою продуктивністю та є найбільш жирномолочною породою у світі – з високою вартістю корму та добрими технологічними властивостями вимені. Метою досліджень була оцінка фенотипових показників стада великої рогатої худоби джерсейської породи та дослідження впливу тривалості сервіс-періоду на ефективність виробництва молока. В АПНВП "Візит" Хмельницького району Вінницької області утримують 1331 голів маточного поголів'я джерсейської породи, з них 68,4 % корів. Молодняк оцінений класом еліта-рекорд та еліта – 99,3 %. У стаді корів джерсейської породи утримують до 3 лактації. Надій на корову становить 5819 кг молока при жирності 6,05 % і вмісту білка 4,2 %. Молочна продуктивність корів перевищує мінімальні вимоги по джерсейській породі на 83 % за першу лактацію, за другу – на 82,1 %, за третю – на 73,1 %. Надій за 305 днів лактації у корів з тривалістю сервіс-періоду 90 днів другої лактації менший за дані корів з тривалістю сервіс-періоду 120 днів на 11,8 %, за третю лактацію – на 11,4 %. Середньодобовий надій у корів із сервіс-

періодом 120 днів був нижчим, ніж у корів контрольної групи, на 7,0 %. Ефективність використання корів при подовженні сервіс-періоду понад рекомендовану фахівцями межу в 90 днів знижує молочну продуктивність корів. Відношення жиру до білка вище у джерсейів на 0,3, жиру до сухого знежиреного молочного залишку – на 0,2 і білка до сухого знежиреного молочного залишку – на 0,06.

**Ключові слова:** надій, жирність, сервіс-період, поголів'я, жива маса, лактація.

## Вступ

В умовах імпортозаміщення важливу роль відіграє забезпечення населення України високоякісними молочними продуктами в достатній кількості відповідно до науково обґрунтованих норм харчування. Виробництво молока має першорядне значення для стабільного розвитку країни і дозволяє забезпечити людей продуктами першої необхідності. Від стану та конкурентоспроможності тваринницької галузі залежить продовольча безпека країни та її роль на зовнішніх ринках.

В Україні триває процес скорочення поголів'я великої рогатої худоби, зокрема корів. Так, на початок 2023 року поголів'я великої рогатої худоби в господарствах усіх сільськогосподарських виробників становило близько 2307 тис. голів, що на 12,7 % менше порівняно з минулим роком. При цьому кількість корів за аналогічний період також скоротилася на 12,4 % – до 1353 тис. голів. Виробництво молока в господарствах усіх категорій у 2022 році склало 7768 тис. тонн (*Ukraine in numbers, 2022*). Щодо аналогічного періоду 2021 року надої знизилися на 8,8 %. Основний обсяг зниження виробництва молока припадає на господарства населення. Проте варто зауважити про тенденції інтенсифікації виробництва та підвищення молочної продуктивності корів на промислових фермах у багатьох регіонах (*Polupan et al., 2021*).

В результаті комплексного аналізу поточного стану стада великої рогатої худоби в господарствах різних категорій в Україні за 2020–2022 рр. виявлено тенденцію до щорічного зменшення поголів'я на 7,1–8,0 %. *Eifeel et al. (2022)* вважають, що для подальшого розвитку галузі молочного скотарства потрібно збільшувати поголів'я корів за допомогою сексованої спермопродукції, посилювати генетичну реалізацію продуктивних показників худоби за допомогою бугаїв-поліпшувачів. Особливу увагу слід звертати на показники, такі як підвищення молочної продуктивності, вмісту білка в молоці, легкість отелення та продуктивне довголіття. Ефективне розв'язання завдання поліпшення продуктивних характеристик різних порід великої рогатої худоби шляхом одночасного підвищення природної резистентності тісно пов'язане зі створенням нових порід, типів та ліній худоби, які відповідають вимогам промислової технології.

Останнім часом, у зв'язку з переходом до індустріального підходу у тваринництві та зростанням попиту на планові породи, які розводяться в Україні, з'явилися високі вимоги до їх продуктивності, оплати корму, придатності до машинного доїння та інших характеристик. Для поліпшення цих порід використовуються внутрішньопородні ресурси, а також проводяться схрещування з покращуючими породами зару-

біжного походження, зокрема з голштинською, джерсейською. Джерсейська порода вирізняється високою продуктивністю і є найбільш жирномолочною породою у світі, з високою оплатою корму та відповідними технологічними властивостями вимені. Важливою характеристикою цієї породи є рівномірно розвинуте вим'я та висока швидкість молоковіддачі. Корови джерсейської породи мають хороші форми вимені: ванноподібну і чашеподібну форми мають 92 % тварин. Тварини проявляють швидке дозрівання, часто телиці досягають статевої зрілості у віці 13–15 місяців, що призводить до того, що перший отел настає на кінець другого року їхнього життя.

Виявлено, що кореляції між ефективністю годівлі та характеристиками поведінки були найбільш вираженими у корів джерсейської породи порівняно з голштинською. Швидкість поїдання корму має стійкий негативний зв'язок з ефективністю годівлі протягом лактації (*Thorup et al., 2023*).

Розведення джерсейської породи може стати важливим резервом для подальшого розвитку молочного скотарства в Україні. В країні та за кордоном вже накопичено деякий позитивний досвід чистопородного розведення джерсейської худоби та її помісей, отриманих внаслідок схрещування з плановими породами (*Buckley et al., 2014; Slagboom et al., 2019*). Проте під час широкого застосування схрещування планових порід великої рогатої худоби з джерсейськими бугаями-плідниками виникали різні точки зору щодо ефективності цього методу для підвищення жирномолочності корів. Важливо зазначити, що джерсейська порода, за визнанням дослідників в Україні та за кордоном, залишається джерелом цінних генів, що забезпечують високі показники жирномолочності та оплати корму молочним жиром (*Buckley et al., 2014; Yao et al., 2014*).

Найпоширенішими причинами вибракування джерсейської худоби є низька продуктивність, мастит і безпліддя (*Norman et al., 2022*).

Генетичне поліпшення довголіття може мати значний економічний вплив на молочне стадо, оскільки зрілі високопродуктивні корови потребують незначного ветеринарного втручання і вони більш прибуткові (*García-Rui et al., 2016; Dallago et al., 2021*). Крім того, більшість корів окупає витрати на вирощування лише після другої лактації (*Boulton et al., 2017*), а вибракування корів у ранньому віці призводить до економічних збитків.

Відомо, що успіх у розведенні великої рогатої худоби в різних регіонах нашої країни залежить від відповідності їхніх біологічних особливостей умовам навколишнього середовища. Одним із показників такої відповідності є рівень виявлення продуктивних якостей, що є характерними для конкретної породи.

У зв'язку з цим виникає актуальність вивчення продуктивних та репродуктивних особливостей джер-

сейської породи. Матеріали досліджень можуть становити основу для подальшого практичного використання наявного генотипу джерсейської худоби.

Результати проведених досліджень [Kochuk-Yashchenko & Kucher \(2020\)](#) свідчать про виправданість використання концепції бажаного типу для стада джерсейської породи. Поліпшення економічно важливих характеристик корів до параметрів тварин бажаного типу досягається за допомогою застосування різних методів селекції. Вони рекомендують проводити відбір тварин бажаного типу в стаді джерсейської породи, яке характеризується різною продуктивністю молочного жиру, об'єднуючи високі якісні показники (вміст жиру та білка) і кількісні (надій за 305 днів лактації) на рівні 4,94 % та 3,89 % відповідно при досягненні високих показників молочної продуктивності (9530 кг). У цьому контексті важливо забезпечувати задовільну репродуктивну здатність, за коефіцієнтом відтворювальної здатності на рівні 0,91.

[Polupan Yu et al. \(2021\)](#) досліджували вплив походження батька та приналежності до спорідненої групи на рівень молочної продуктивності корів та відтворювальну здатність корів джерсейської породи. Вони стверджують, що вплив приналежності до спорідненої групи на досліджувані характеристики був у кілька разів меншим (0,2–10,5 %), ніж вплив походження батька. При збільшенні надоїв корів за першу лактацію виявлено стале та значне зниження коефіцієнта репродуктивної здатності, яке обумовлене подовженням сервіс-періоду між першим і другим отеленням. Цей природний антагонізм не враховує можливості збільшення тривалості сервіс-періоду для досягнення максимальних надоїв від корів-первісток, оскільки це може призвести до зменшення виходу телят та порушити своєчасне поповнення стада.

### Мета дослідження

Метою досліджень була оцінка фенотипових показників стада великої рогатої худоби джерсейської породи та дослідження впливу тривалості сервіс-періоду на ефективність виробництва молока.

### Матеріал і методи досліджень

Для проведення дослідження були сформовані 2 групи корів з різною тривалістю сервіс-періоду 90 та 120 днів. Корови контрольної та піддослідної груп були аналогами за віком (3 лактація), живою масою та надоєм за 305 днів лактації (5920 кг). Умови утримання, рівень годівлі худоби в обох групах були однаковими та відповідали зоотехнічним нормам.

Об'єктом досліджень було стадо великої рогатої худоби джерсейської породи, що розводиться в АПНВП "Візит" Хмельницького району Вінницької області. У ході досліджень була проведена оцінка фенотипових ознак маточного поголів'я: удій за 305 днів лактації, вміст молочного жиру та білка, жива маса корів.

### Результати та їх обговорення

Вибір джерсейської породи підприємством було зроблено через їхню високу продуктивність порівняно з іншими молочними породами. Крім високої молочної продуктивності ці тварини мають високі показники жиру, білка і кальцію у молоці, що дуже важливо при виробництві сирів та вершкового масла. Також корови джерсейської породи споживають значно меншу кількість кормів у зв'язку з компактною тілобудовою і краще покращують її продукцію, ніж інші породи, які розводяться в господарстві (українська чорно-ряба та українська червоно-ряба молочна).

Станом на кінець 2022 р. поголів'я худоби джерсейської породи у господарстві становило 1331 голів. Одним із важливих показників правильно організованого відтворення стада є підтримання його оптимального складу. Частка маточного поголів'я у стаді складає 68,4 %, дана кількість корів дозволяє забезпечувати підприємство власним ремонтним молодняком і проводити заміну маточного поголів'я в необхідних обсягах (табл. 1).

**Таблиця 1**

Склад та структура маточного поголів'я худоби джерсейської породи

Група тварин	Голів	%
Загальне поголів'я великої рогатої худоби, у тому числі:	1331	100
корови	910	68,4
Телиці 6–12 міс.	209	15,7
Телиці 13–18 міс.	120	9,0
Телиці віком понад 18 міс.	92	6,9

За результатами комплексної оцінки стада практично всю худобу господарства зараховано до класу еліта-рекорд. Майже весь молодняк оцінений класом еліта-рекорд та еліта (99,3 %), до I класу зачислено лише 6 голів (0,7 %) (табл. 2).

**Таблиця 2**

Класний склад великої рогатої худоби, голів

Група тварин	Клас		
	еліта-рекорд	еліта	I клас
Усього великої рогатої худоби, у тому числі:	881	428	22
корови	552	342	16
Телиці 6–12 міс.	169	36	4
Телиці 13–18 міс.	89	29	2
Телиці віком понад 18 міс.	71	21	

Загальна закономірність змін у молочної продуктивності корів виявляється в тому, що їхні надої рівномірно зростають до досягнення певного максимуму. Ця закономірність пояснюється тим, що секреторна активність молочної залози залежить від розвитку репродуктивної системи, всіх внутрішніх органів і тканин, розмірів тіла та загальної життєдіяльності організму. Тому при плануванні обсягів виробництва молока важливо мати інформацію щодо вікового розподілу тварин у стаді (табл. 3).



**Таблиця 3**

Розподіл корів за отеленнями

Показник	Усього, голів	Лактація			Середній вік при 1 першому осіменінні, міс.	Уведено первісток у стадо
		1	2	3		
Щодо стада, голів	910	360	520	30	14,2	562
Питома вага, %	100	39,6	57,1	3,3	x	61,8

У стаді господарства корів джерсейської породи утримують до 3 лактації, з них 39,6 % корів першої лактації, другої лактації – 57,1 %. Більше дорослих тварин у стаді немає. У стадо було введено 61,8 % нетелей.

Молочна продуктивність корів характеризується кількістю та якістю молока, одержуваного за певний

період часу: за лактацію, календарний рік, а також за низку лактацій.

За підсумками 2022 р. надій корів у середньому по стаду становив 5819 кг молока, при середньому відсотку жиру 6,05 та білка 4,2 % (табл. 4).

**Таблиця 4**

Молочна продуктивність і жива маса корів за 305 днів останньої закінченої лактації (за даними бонітування)

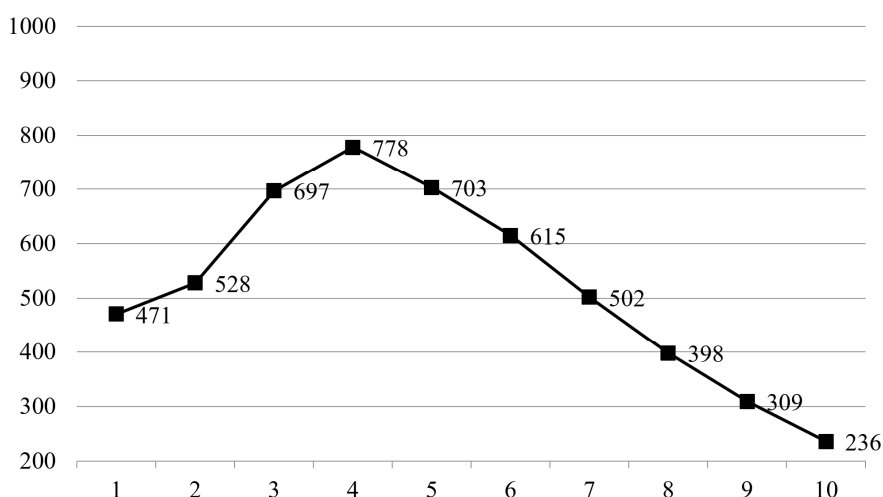
Показник	Надій, кг		Молочний жир, %	Молочний білок, %
	фактично в господарстві	стандарт за породою		
По стаду	5819		6,05	4,2
1 лактація	5510	3000	5,95	4,22
2 лактація	6010	3300	6,12	4,2
3 лактація	6230	3600	6,11	4,2
Стандарт			5,7	3,7

Молочна продуктивність корів-первісток у стаді господарства, за даними бонітування, становить 5736 кг молока при вмісті жиру і білка в молоці 5,95 і 4,22 % відповідно, що відповідає мінімальним вимогам по джерсейській породі і перевищує їх на 83 %, за другу лактацію – на 82,1 %, за третю лактацію – на 73,1%. Однією з показників правильно обраного напряму селекційно-плеємної роботи у стаді є продуктивність корів-первісток, оскільки саме за цими показниками можна робити висновки про повноцінності реалізації закладеного у них генетичного потенціалу.

Помісячний надій корів джерсейської породи показані на рисунку 1. Пік надою припадає на четвертий

місяць лактації (778 кг). Цьому сприяє проведення роздою корів протягом перших 100 днів лактації. Надій на корову у даний місяць збільшився на 65,2 % порівняно з даними на початок лактації. Уже в наступні місяці надій поступово зменшувався. Зокрема, на 5 місяці лактації зазначений показник знизився на 9,6 %, на 6 місяці – на 12,5 %, на 7 місяці – на 18,3 %, на 8 місяці – на 20,7 %, 9 місяці – на 22,3 % і на 10 місяці – на 23,6 % (рис. 1).

У господарстві щорічно відбираються кращі корови, які надалі можуть стати матерями ремонтних телиць селекційного ядра (табл. 5).



**Рис. 1.** Крива надою молока за лактацію

**Таблиця 5**  
Корови-рекордистки стада

Кличка та ідентифікаційний номер корови	Лактація	Надій, кг	Вміст та кількість			
			молочного жиру		молочного білка	
			%	кг	%	кг
DK 5092807352	2	8324	5,74	477	4,0	333
DK 3161902954	2	7950	5,74	456	4,1	323
DK 5919701512	2	7770	5,78	449	4,12	320
DK 1063505665	3	7540	5,8	437	4,15	313
DK 5955105770	3	7680	5,83	447	4,1	314
DK 144404684	2	7430	5,96	442	4,12	306
DK 3558206840	2	7640	6,15	369	4,10	306
DK 5256903261	2	8126	5,75	467	4,0	325
DK 5127803577	2	7876	5,85	460	4,12	324
DK 1471703285	2	7820	5,91	462	4,14	323

Створення молочноорієнтованого стада великої рогатої худоби в АПНВП “Візит” дозволяє отримувати високоякісне молоко з високим вмістом жиру та білка. Планомірна селекційно-племінна робота над даним поголів’ям дозволить проводити розширене відтворення стада, підвищувати його продуктивні показники та збагачувати генетичний потенціал в господарстві.

Надій за 305 днів лактації у корів з тривалістю сервіс-періоду 90 днів становив за другу лактацію 5050 кг, що менше за дані корів з тривалістю сервіс-періоду 120 днів на 11,8 %, за третю лактацію – на 11,4 %. Вміст жиру у молоці корів дослідної групи був вищий на 0,02 % (табл. 6).

**Таблиця 6**  
Вплив тривалості сервіс-періоду на молочну продуктивність корів

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Тривалість сервіс-періоду	90	120
Жива маса, кг	497 ± 10,6	499 ± 11,2
Надій за 2 лактацію	5143 ± 134	5832 ± 137
Надій за 3 лактацію	5217 ± 173	5887 ± 159
Вміст жиру в молоці, %	5,87 ± 0,09	5,89 ± 0,08
Тривалість міжотельного періоду, дні	378	405
Сухостійний період, дні	63	60
Надій за закінчену 3 лактацію, кг	5824 ± 43	6215 ± 67
Середньодобовий надій, кг	18,5 ± 0,34	17,2 ± 0,18

Зі збільшенням тривалості сервіс-періоду зростає тривалість міжотельного періоду і відповідно – лактації. У корів дослідної групи з тривалістю сервіс-періоду 120 збільшився міжотельний період до 405 днів і, як наслідок, кількість днів закінченої лактації збільшувалася до 345 днів порівняно з 315 днями у корів контрольної групи з сервіс-періодом, що дорівнює 90 дням.

Кількість молока, отриманого за закінчену лактацію при подовженні сервіс-періоду, зростала з 5824 кг у контрольній групі до 6215 кг у дослідній групі. Перевага у дослідній групі становила 6,7 %. У корів дослідної групи зростала кількість отриманого за закінчену лактацію молока, але знижувалася величина середньодобового надою за цю лактацію. Так, середньодобовий уділ у корів із сервіс-періодом 120 днів був нижчим, ніж у корів контрольної групи, на 7,0 % (17,2 кг проти 18,5 кг). Отримані дані свідчать про те, що ефективність використання корів при подовженні

сервіс-періоду понад рекомендовану фахівцями межу в 90 днів знижує молочну продуктивність корів.

Склад молока залежить від різних факторів, включаючи генетичні характеристики тварин та зовнішні умови, такі як годівля, утримання та санітарно-гігієнічні умови доїння. Аналіз хімічного складу молока показав, що у молоці корів джерсейської породи сухої речовини міститься на 8,6 % більше, ніж української чорно-рябої молочної породи. Молоко корів джерсейської породи перевищувало молоко корів української чорно-рябої молочної групи за вмістом жиру на 2,4 % та білка – на 1,0 % (табл. 7).

У молоці корів джерсейської породи вміст сухого знежиреного молочного залишку вищий на 9,8 % порівняно з українською чорно-рябою молочною. Молоко джерсейських корів було густішим.

Відношення жиру до білка вище у джерсеїв на 0,3, жиру до сухого знежиреного молочного залишку – на 0,2 і білка до сухого знежиреного молочного залишку – на 0,06.

**Таблиця 7**

Порівняльний склад молока корів джерсейської та української чорно-рябої молочної порід

Показник	Група	
	джерсейська	українська чорно-ряба молочна
Суха речовина, %	15,1	13,9
Вміст жиру в молоці, %	6,2	3,8
Вміст білка, %	4,2	3,2
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1033	1030
Сухий знежирений молочний залишок, %	10,1	9,2
Жир/білок	1,48	1,18
Жир/СЗМЗ	0,61	0,41
Білок/СЗМЗ	0,41	0,35

### Висновки

Джерсейська порода вирізняється високою продуктивністю та є найбільш жирномолочною породою у світі, з високою вартістю корму та добрими технологічними властивостями вимені. В АПНВП “Візит” Хмельницького району Вінницької області утримують 1331 голів маточного поголів’я джерсейської породи, з них 68,4 % корів. Надій на корову становить 5819 кг молока при жирності 6,05 % і вмісту білка 4,2 %. Молочна продуктивність корів перевищує мінімальні вимоги по джерсейській породі на 83 % за першу лактацію, за другу – на 82,1 %, за третю – на 73,1 %. Використання корів при подовженні сервіс-періоду понад 90 днів знижує молочну продуктивність. Співвідношення окремих компонентів молока вищі у джерсеїв.

### Подяки

Дякуємо АПНВП “Візит” за фінансову підтримку та можливість проведення наукових досліджень в рамках реалізації науково-дослідної роботи “Обґрунтування оптимальних технологій підвищення продуктивності великої рогатої худоби” (номер державної реєстрації 0122U202086).

### Відомості про конфлікт інтересів

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

### References

Boulton, A. C., Rushton, J., & Wathes, D. C. (2017). An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *Animal*, 11(8), 1372–1380. DOI: 10.1017/S1751731117000064.

Buckley, F., Lopez-Villalobos, N., & Heins, B. J. (2014). Crossbreeding: Implications for dairy cow fertility and survival. *Animal*, 8, 122–133. DOI: 10.1017/S1751731114000901.

Dallago, G. M., Wade, K. M., Cue, R. I., McClure, J. T., Lacroix, R., Pellerin, D., & Vasseur, E. (2021). Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals*, 11(3), 808. DOI: 10.3390/ani11030808.

Eifel, A., Husyatynska, O., & Susol, R. (2022). Current state and development prospects of the dairy cattle breeding industry in Ukraine. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 104, 118–129. DOI: 10.37000/abbsl.2022.104.17.

García-Ruiz, A., Cole, J. B., VanRaden, P. M., Wiggans, G. R., Ruiz-López, F. J., & van Tassell, C. P. (2016). Changes in genetic selection differentials and generation intervals in US Holstein dairy cattle as a result of genomic selection. *Proceedings National Academy of Sciences*, 113(28), E3995–E4004. DOI: 10.1073/pnas.1519061113.

Kochuk-Yashchenko, O. A., & Kucher, D. M. (2020). Application of the desired type concept in herd of jersey breed. *Animal breeding and genetics*, 59, 41–50. DOI: 10.31073/abg.59.05.

Norman, H. D., Guinan, F. L., Megonigal, J. H., & Dürr, J. W. (2022). Reasons that cows in Dairy Herd Improvement programs exited the milking herd in 2021. Beltsville, MD. Accessed Oct. 2, 2022. URL: <https://queries.uscdcb.com/publish/dhi/current/cullall.html>.

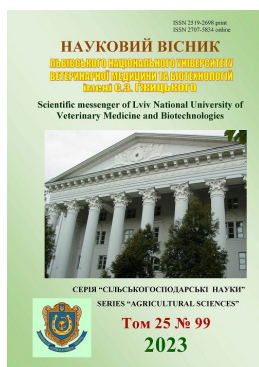
Polupan, Yu., Kucher, D., KochukYashchenko, O., & Biriukova, O. (2021). Evaluation of bulls and related groups of the jersey breed on dairy productivity and reproductive capacity of offspring. *Scientific Horizons*, 24(5), 54–68. DOI: 10.48077/scihor.24(5).2021.54-68.

Slagboom, M., Kargo, M., Sørensen, A. C., Thomasen, J. R., & Mulder, H. A. (2019). Genomic selection improves the possibility of applying multiple breeding programs in different environments. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 8197–8209. DOI: 10.3168/jds.2018-15939.

Thorup, V. M., Munksgaard, L., Terré, M., Henriksen, J. C. S., Weisbjerg, M. R., & Løvendahl, P. (2023). The relationship between feed efficiency and behaviour differs between lactating Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Research*, 90(3), 257–260. DOI: 10.1017/S0022029923000420.

Ukraine in numbers, 2022: Statistical collection (2023). URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/08/zb\\_Ukraine\\_in\\_figures\\_22.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/08/zb_Ukraine_in_figures_22.pdf) (in Ukrainian).

Yao, C., Weigel, K. A., & Cole, J. B. (2014). Short communication: Genetic evaluation of stillbirth in US Brown Swiss and Jersey Cattle. *Journal Dairy Science*, 97(4), 2474–2480. DOI: 10.3168/jds.2013-7320.



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-a9927  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 661.745

## Arginine – biological role, biosynthesis and whey consumption

O. O. Korytko 

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

### Article info

Received 14.09.2023  
Received in revised form  
16.10.2023  
Accepted 17.10.2023

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-096-256-00-84  
E-mail: olenaop0205@ukr.net

**Korytko, O. O. (2023). Arginine – biological role, biosynthesis and whey consumption. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 163–170. doi: 10.32718/nvlvet-a9927**

The article summarizes actual information about L-arginine (Arg), which is the semi-essential amino acid. L-arginine is classified as an essential amino acid for birds, carnivores and young mammals and a conditionally essential amino acid for adults. L-arginine plays very important role in the plant and animal body metabolism. It metabolically interconvertible with the amino acids proline and glutamate and also is the precursor of a large number of crucial metabolites. It serves as a precursor for synthesis of molecules of great biological importance, including proteins, L-ornithine, polyamines, agmatine, creatine and urea, which is important in the urea cycle. The main importance of L-arginine is attributed to its role as a precursor for the synthesis of nitric oxide (NO), a free radical molecule that is synthesized in all mammalian cells from L-arginine by NO synthase. NO appears to be a major form of the endothelium-derived relaxing factor. So, L-arginine plays a special role in vascular system, where it is a source of endogenous nitric oxide, which is blood vessels dilator. The use of supplements with L-arginine is appropriate in the prevention and treatment of metabolic diseases. Thanks to relaxation of vascular smooth muscles, it takes part in regulation of blood vessels tone. Treatment by arginine as a medicine improves functions of cardiovascular system. L-Arginine there is in plant and animal food and in seafood. L-arginine has a wide and varied application such as animal feeding, cosmetology, medical field. In recent years arginine production has been increasing. L-Arginine is obtained by hydrolysis of proteins, with the help of chemical and microbiological synthesis. Microbiological synthesis of L-arginine is the most promising and economically advantageous. Modern microbial technologies use monosubstrates and mixed substrates. Bacteria can synthesize all 20 proteinogenic amino acids, including the nine essential amino acids required for mammalian growth. In general, enzymes involved in the biosynthesis of amino acids are essential for the growth and survival of bacteria. Peat cause great scientific interest. Peat is a natural media for growing symbiotic microorganisms, and has advantages over other types of natural feedstocks. We obtained a peat-based bio-substrate using an inorganic sulfur-containing compound. As a result of bio-substrate composting the content arginine and some other amino asides increased. This bio-substrate was used in restiches as a feed additive for broiler chickens. Under the action of the feed additive the metabolism in the body of chickens, growth and live weight gain improved.

**Key words:** L-arginine, semi-essential amino acid, biotechnological method, biosynthesis, precursor, microorganisms, peat, bio-substrate.

## Аргінін – біологічна роль, біосинтез і застосування

O. O. Коритко 

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

У статті підведено підсумок актуальної інформації про L-аргінін (Arg) – протеїногенну амінокислоту, яка є умовно незамінною і відіграє дуже важливу роль в метаболізмі рослин і тварин. L-аргінін метаболічно пов'язаний взаємними перетвореннями з орнітином і глутаматом, є важливим прекурсором у синтезі молекул, які мають велике біологічне значення, таких як протеїни, поліаміни (путресцин, спермін та спермідин), агматин, креатин і сечовина (відіграє важливу роль у циклі



сечовини). L-аргінін – єдине ендогенне джерело оксиду азоту (NO) – дилататора кровоносних судин. Завдяки розслабленню гладкої мускулатури судин аргінін регулює кров'яний тиск. Лікування аргініном як лікарським препаратом покращує функції кардіоваскулярної системи. Використання суплементів L-аргініну доцільне в профілактиці і лікуванні метаболічних захворювань. L-аргінін проявляє метаболічну та регуляторну універсальність, тому має широке і різноманітне застосування (годівля тварин, косметологія, медицина, фармація, репродуктивне здоров'я). В останні роки продукція L-аргініну зростає. Амінокислоту одержують шляхом гідролізу білка, хімічного і мікробіологічного синтезу, з яких останній є найбільш перспективний і економічно вигідний. Сучасні мікробні технології використовують як моносубстрати, так і змішані субстрати для росту штамів мікроорганізмів, які є продуцентами амінокислот. Відомі різні методи активування мікробіологічних процесів з метою підвищеного синтезу цільових мікробних метаболітів, зокрема амінокислот. Бактерії можуть синтезувати всі 20 протеїногенних амінокислот, включно з незамінними, які життєво необхідними для росту і розвитку ссавців. У біосинтезі амінокислот бактерії використовують усі ферменти, які вони виробляють в процесі життєдіяльності. Великий науковий інтерес викликає торф як перспективне джерело природної сировини. Торф є природним субстратом, який заселений симбіотичною мікрофлорою і має великі переваги над іншими сировинними джерелами. Активування мікробних процесів у торфі веде до зростання кількості відповідних груп мікроорганізмів та мікробних метаболітів, зокрема амінокислот. У процесі досліджень нами одержано на основі торфу біосубстрат, в який попередньо вносили неорганічну сірковмісну сполуку. Компостування біосубстрату привело до активування мікробіологічних процесів та збільшення вмісту аргініну і деяких інших амінокислот. Одержаний біосубстрат застосували в дослідженнях як кормову добавку до основного раціону курчат-бройлерів. Під дією кормової добавки покращився метаболізм в організмі курчат, ріст і зростає жива маса.

**Ключові слова:** L-аргінін, умовно незамінна амінокислота, біосинтез, прекурсор, мікроорганізми, торф, біосубстрат, біотехнологічний метод.

## Вступ

Проблема білкового дефіциту і доповнення раціонів необхідними амінокислотами залишається актуальною і пов'язана з пошуком нових джерел білка, включно з нетрадиційними. Постійне зростання потреби у кормовому білку підвищує необхідність у кормових амінокислотах, застосування яких дозволяє уникнути дефіциту кормових компонентів у раціонах тварин. Перспективними у цьому плані є мікробний та тваринний білок, зелена маса сільськогосподарських культур (Simakhina & Naumenko, 2021; Pivtorak & Mil, 2022), які містять достатню кількість усіх амінокислот, включно з незамінними. Амінокислоти відіграють важливу роль у годівлі тварин і харчуванні людей, профілактиці та лікуванні захворювань різної етіології (Matuszak & Suliburska, 2012; Suzuki, 2013). При включенні до складу комбікормів амінокислот, завдяки біоконверсії, зменшується потреба тварин у протеїні на 2–3 %, зростає якість тваринної продукції (Svarchevska et al., 2020).

Основними шляхами одержання окремих амінокислот на сучасному етапі є ферментація (зброджування), екстракція, ферментний і хімічний синтез (Ikeda, 2003; Ginésy, 2021). Все ширше застосовують біотрансформацію прекурсорів амінокислот за допомогою клітин мікроорганізмів або іммобілізованих ферментів, попередньо отриманих хімічним методом. Завдяки новим технологічним методам зростає продукція амінокислот за останню половину XX ст. Важливу роль у цьому прогресі відведено технології ферментації. У даний час основними за обсягом і цінністю продуктами біотехнології є ферментовані амінокислоти (Amorim Franco & Blanchard, 2017) та їх похідні амінокислот, а також метаболічні прекурсори амінокислот. Ці сполуки включають дипептиди,  $\alpha, \omega$ -діаміни,  $\alpha, \omega$ -двоосновні кислоти, кетокислоти,  $\omega$ -амінокислоти (Suzuki, 2013; Wendisch, 2014).

## Результати та їх обговорення

Найбільш перспективним і економічно вигідним є мікробіологічний синтез амінокислот, який створює промислові методи одержання речовин і сировини за допомогою мікроорганізмів. Мікробна продукція різних продуктів з біомаси є альтернативою до хімічного синтезу. Бактерії синтезують всі 20 протеїногенних амінокислот, включно з дев'ятьма незамінними амінокислотами, які необхідні для росту ссавців (Ikeda, 2003; Suzuki, 2013). Мікроорганізми розглядаються як відновлювальні біохімічні реактори для виробництва різних сполук з дешевих субстратів. Мікробіологічний синтез включає синтез структурних компонентів мікробних клітин або продуктів їх метаболізму з низькомолекулярних сполук; синтез за участю ферментних систем самої клітини; синтез, пов'язаний з катаболізмом. Мікроорганізми швидко розмножуються навіть на простих і дешевих середовищах, містять великий набір ферментів і використовують їх усіх в процесі біосинтезу (Amorim Franco & Blanchard, 2017). Так одержують понад 60 % всіх високоочищених препаратів протеїногенних L-амінокислот, які виробляє промисловість на основі поновленої сировини. До підвищення промислового виробництва амінокислот залучають різні види мікроорганізмів (Shin & Lee, 2014).

До 50-х років XX ст. природні амінокислоти одержували їх ізоляцією з натуральних білків. Новий метод одержання амінокислот пов'язаний з відкриттям здатності мікроорганізмів *Corynebacterium glutamicum* (грампозитивні бактерії, які можна виділити з ґрунту) продукувати амінокислоти. Коринебактерії визнано класичним продуцентом амінокислот. Важливим аспектом промислової мікробіології стало покращення умов метаболізму і надсинтезу амінокислот (Schneider et al., 2011). Надсинтез пов'язаний з порушенням нормальної регуляції шляхів мікробного метаболізму, що досягають методами генетичної інженерії, зміною умов культивування або комбінацією цих методів (Tang et al., 2020). Штами *Corynebacterium glutamicum* природно виділяють великі кількості L-глутамінової

кислоти. Важливим є вивчення розвитку штамів для продукції інших амінокислот (Nampoothiri & Pandey, 1998), включно з аргініном (Cunin et al., 1986).

Промислове виробництво амінокислот сягає мільйонів тонн. На початку XXI ст. найбільше одержано L-глутамату (~ 900000 т/рік), L-лізину (420000 т/рік), L-метіоніну (350000 т/рік). Підставою для збільшення одержання амінокислот є широкий діапазон їх застосування, зокрема як кормових добавок, харчових суплементів, терапевтичних засобів, прекурсорів для синтезу пептидів чи агрохімікатів. За оцінкою ферментативного виробництва лише в 2013 р. L-лізину та L-глутамату одержано понад 5 млн т (Wendisch, 2014).

Традиційно специфічна роль серед мікроорганізмів-продуцентів амінокислот належить *Corynebacterium glutamicum* (Tryfona & Bustard, 2005) і зв'язаними з ними *Corynebacterium crenatum*, які внаслідок метаболічної інженерії акумулюють амінокислоти групи глутамату: L-глутамат, L-цитрулін, L-орнітин, L-аргінін, L-гідроксипролін,  $\gamma$ -аміномасляну кислоту та 5-амінолевулінову кислоту, що забезпечує важливий прогрес у їх виробництві (Sheng et al., 2021). Ці та інші амінокислоти широко застосовують у медичній, фармацевтичній і косметичній індустрії. Сполуки цієї групи виконують багато функцій в організмі, входять до складу білків, підтримують цикл сечовини, забезпечують прекурсори для біосинтезу лікарських препаратів.

Метаболічна інженерія постійно вдосконалює штами, які продукують амінокислоти, в основному бактерії роду *Corynebacterium* і *Escherichia* (Wendisch, 2014) та *Brevibacterium*. Як субстрат для їх росту використовують вуглеводневу сировину (мелясу, гідролізат крохмалю і целюлози), етанол, органічні кислоти, вуглеводні, як джерело азоту – солі амонію, нітрати, амінокислоти.

В останні роки зростає виробництво L-аргініну у зв'язку із розширенням сфер його застосування, а саме, в медицині, косметології, фармацевтичній промисловості, розведенні та годівлі тварин, виробництві нутріцевтиків (Soeters et al., 2004; Oshimura et al., 2007; Xu et al., 2007; Suzuki, 2013; Patalakh et al., 2021; Ginésy, 2021).

L-аргінін входить до складу багатьох білків, особливо протамінів (до 85 %) і гістонів, часто — до білків, що взаємодіють з ДНК. Амінокислота має універсальну метаболічну та регуляторну дію, інтегральна з багатьма біологічними процесами і є життєво необхідною для вітальних функцій і здоров'я організму ссавців (Liu et al., 2017; Vishchur et al., 2020).

L-аргінін – ендогенна амінокислота, яка утворюється в основному в циклі сечовини і в організмі використовується для синтезу білків і багатьох біологічно важливих молекул, таких як орнітин, пролін, глутамат (Soeters et al., 2004; Morris, 2007), агматин (Satriano, 2003), поліаміни путресцин, спермідин, спермін (Flynn et al., 2002; Satriano, 2004), сечовини, фосфокреатину, колагену, що є критичним при загоєнні ран у ссавців (Wu & Morris, 1998; Tong & Barbul, 2004), стимулює вироблення креатину,

інсуліну (Sener et al., 1990; Jansson & Sandler, 1991; Panagiotidis et al., 1995), забезпечує нормальну роботу всіх органів.

Однак інтерес до аргініну в останні роки викликаний в основному не як до амінокислоти, яка бере участь у синтезу білків і перелічених сполук, а як до джерела атомів нітрогену в оксиді азоту (NO) (Sooranna & Das, 1995; Satriano, 2003) та до його ролі у фізіології і патології серцево-судинної системи (Wu & Morris, 1998; Tapiero et al., 2002; Flynn et al., 2002; Tong & Barbul, 2004; Tang et al., 2020). Відносно недавно встановлено, що L-аргінін є головним субстратом для синтезу оксиду азоту (NO) – найпотужнішого вазодилатора. Це відкриття викликало підвищене зацікавлення аргініном як однією із найважливіших речовин у кардіології, яка впливає на васкулярні ендотеліальні клітини, що регулюють тонус судин і кардіоваскулярну функцію, сприяє нормальній коронарній мікроциркуляції, запобігає утворенню тромбів, які можуть викликати інфаркти та інсульти (Gornik & Creager, 2004; Šcibor & Czeczot, 2004; Kawano et al., 2006; Luiking et al., 2012).

Результати клінічних і експериментальних даних вказують на можливість застосування суплементів L-аргініну для профілактики і лікування метаболічних захворювань (Gornik & Creager, 2004; Matuszak & Suliburska, 2012). Аргінін застосовують при кардіоваскулярних, онкологічних (Albaugh et al., 2017) і неврологічних захворюваннях (Yaremchuk et al., 2020), ураженнях шлунку, діабеті II типу, хворобі Альцгеймера, нирковій недостатності, безплідді, при заживленні ран (Sener et al., 1990; Šcibor & Czeczot, 2005; Liu et al., 2017; Ginésy, 2021). Амінокислота є ключем в імунній відповіді і захисті організму господаря (Tong & Barbul, 2004; Liu et al., 2017; Albaugh et al., 2017).

L-аргінін (Arg, ARG, 2-аміно-5-гуанідиновалеріанова кислота) – одна з 20 протеїногенних амінокислот. Молекула L-аргініну містить хіральний атом карбону і чотири сполучені з ним замісники, а бічний ланцюг амінокислоти утворює гуанідинова група. Інша назва аргініну  $\delta$ -гуанідин- $\alpha$ -аміновалеріанова кислота. Завдяки гуанідиновому угрупованню у складі молекули ця амінокислота має виражені основні властивості.

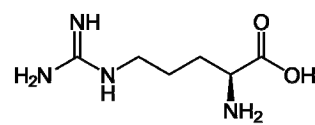


Рис. 1. L-аргінін

Аргінін вперше ізольовано з проростків люпину (1886 р), а згодом (1895 р.) амінокислоту виявили у складі тваринних білків. Аргінін є основною амінокислотою сперми риб (1924 р.). Під дією ферменту аргінази у печінці відбувається гідроліз аргініну до орнітину і сечовини. Фізіологічна роль і метаболічні шляхи аргініну з'ясувались завдяки відкриттю циклу сечовини Кребсом і Ганзелайтом (1932 р.), у якому аргінін є проміжним метаболітом, носієм відпрацьованих нітрогеновмісних продуктів

(Wu & Morris, 1998). Біосинтез аргініну може відбуватись у тонкому кишківнику і основним субстратом у цьому синтезі є глютамат і альфа-амінокислота (Ścibor & Czczot, 2004; Wu et al., 2020). Аргінін в організмі зазнає чисельних перетворень, які відбуваються не в кожній клітині, а відповідно до типу клітини, віку, розвитку, дієти, стану здоров'я організму (Ścibor & Czczot, 2004; Ścibor & Czczot, 2005; Morris, 2007; Matuszak & Suliburska, 2012).

L-аргінін – заміна амінокислота, яку організм ссавців за нормального фізіологічного стану синтезує самостійно, оскільки має необхідні для цього ферменти (Morris, 2006). Проте потреба в аргініні зростає в період підвищеного метаболічного стресу під час інтенсивного росту, при деяких захворюваннях, при відновленні після травми, загоєнні ран і потребі у сильному імунному захисті, в період стресу. Тоді синтез L-аргініну організмом недостатній і амінокислота стає незамінною. Для деяких видів тварин (птахів, хижих м'ясоїдних тварин та морських ссавців) аргінін є незамінною амінокислотою (Tapiero et al., 2002).

Біологічно важливий аргінін надходить з білків рослинного і тваринного походження, де його вміст становить ~20–25 % від загальної потреби в цій амінокислоті (Zhang et al., 2018). Аргінін входить до складу більшості білків, які є у м'ясі, молоці, сирі, яйцях, рослинах, особливо у зародкових і резервних органах. Порівняно високий вміст аргініну мають зернові, морепродукти, червоні водорості, кавун, горіхи, червоне м'ясо, білковий концентрат рису, білковий ізолят сої (Albaugh et al., 2017), насіння. До прикладу, вміст аргініну в 100 г зеленої маси буряка становить 11.356 г; моркви – 9.679 г, амаранту – 5.701 г (Simakhina & Naumenko, 2021).

Ендогенний аргінін, як і інші амінокислоти, синтезується *de novo* зі сполук- попередників (Wu et al., 2020), а також мікрофлорою травного тракту (Metges, 2000).

У промислових масштабах L-аргінін одержують методом мікробіологічного синтезу за участю *Corinebacterium glutamicum*, *Corinebacterium crenatum*, *Escherichia coli* для біосинтезу L-аргініну здатна використовувати широкий ряд субстратів, включно з пентозами, які є в лігноцелюлозі кормових відходів. Методом метаболічної інженерії одержано відповідні штами *Corinebacterium glutamicum* і *Escherichia coli* (Wendisch, 2014; Shin & Lee, 2014; Ginésy, 2021).

Синтез L-аргініну та інших амінокислот (L-лізину, L-глютамату, L-орнітину) за участю *Corinebacterium glutamicum* відбувається на середовищі з глюкозою (продуктом гідролізу крохмалю) чи фруктозою і сахарозою, які є в мелясі. Арабінозу, яка є в гідролізаті геміцелюлози, більшість штамів *C. glutamicum* не може утилізувати. Проте рекомбінантні штами *C. glutamicum*, одержані за допомогою генетичної інженерії, ефективно утилізують в процесі синтезу арабінозу як самостійну, так і в поєднанні з глюкозою (Ginésy, 2021).

У зв'язку з широким і різнобічним застосуванням аргініну важливим завданням стало його індустріальне виробництво шляхом мікробної

ферментації (Cunin et al., 1986) подібно до інших амінокислот. Для цього моделюють організми *Corinebacterium glutamicum* і *Escherichia coli*, які широко використовуються як продуценти мікробних метаболітів (Volke et al., 2006). Для виробництва L-аргініну поряд з *Corinebacterium glutamicum* використовують *Bacillus subtilis*. Ефективні штами продуцентів аргініну, як інших амінокислот, отримують шляхом випадкового мутагенезу. Часто це зробити важко, тому розвивають штами за допомогою метаболічної інженерії (Zhang et al., 2018).

Зусилля науковців й інженерів спрямовані на ефективну конструкцію генетично визначених мікроорганізмів для надпродукції аргініну та інших важливих, пов'язаних продуктів, більш раціональним способом. Використання штамів надпродукції L-глютамату підвищило вихід аргініну, покращило розуміння біосинтезу амінокислоти і його регуляцію (Xu et al., 2007; Xu et al., 2020).

Застосований у ферментації мутантний внаслідок випадкового мутагенезу штам *C. glutamicum* акумулював 19.4 г/л аргініну, а модифікований штам *C. glutamicum ARG12*, одержаний в процесі метаболічної інженерії, продукував 71.3 г/л аргініну з виходом глюкози шляхом оптимізації бродіння (Zhao et al., 2022).

Одержаний генною інженерією штам *E. coli* здатний продукувати велику кількість L-аргініну. Продукцію L-аргініну оптимізували під дією різних джерел і концентрацій азоту. Найкращими для продукції L-аргініну були амоній фосфат, амоній сульфат і розчин амонію. Оптимальне співвідношення карбон : нітроген у середовищі забезпечило вихід ~ 4 г/л L-аргініну з 30 г/л глюкози. При цьому співвідношенні як глюкоза, так і джерело азоту повністю було утилізоване протягом ферментації (Volke et al., 2006).

Для розвитку сучасних, економічно ефективних технологій як субстрати використовують відходи виробництв, оптимізують умови культивування продуцентів, вносять у середовище екзогенні прекурсори біосинтезу. Застосування змішаних субстратів значно підвищує біосинтез цільових метаболітів, практично у 1,5 – 10 разів порівняно з вирощуванням продуцентів на відповідних монособстратах. У деяких випадках можна навіть регулювати склад і властивості цільового продукту (Cowie & Hedges, 1994; Pyroh, 2018).

Сучасна біотехнологічна промисловість впроваджує інтегровані технології мікробного синтезу, при яких біологічний агент продукує одночасно кілька цільових продуктів, які є метаболітами, що накопичуються і в клітині, і в середовищі. Серед них непротеїногенні  $\delta$ -амінокислоти з широким діапазоном застосування: 5-аміновалеріанова та 5-амінолевулінова кислоти (Huk & Pyroh, 2022). Остання є прекурсором природних пірольних сполук, її застосовують в медицині, сільському господарстві, харчовій промисловості. Штами *Escherichia coli*, модифіковані вбудуванням гена з *Saccharomyces cerevisiae* та оперона з *Ralstonia eutropha*, на середовищі з глюкозою



синтезували 5-аміно-левулінову кислоту (1,6 г/л). Супутнім продуктом синтезу був полігідроксибутират з групи полігідроксиалканоатів. Це біологічні поліестери з цінними властивостями, їх виробляють і накопичують в клітинах багато бактерій. Застосовують як кормову добавку для тварин, як носії для постачання ліків, біопаливо (Zhang et al., 2018). Інший модифікований штам *E. coli* синтезував 5-аміновалеріанову кислоту разом з  $\delta$ -валеролактамом (мономер для виробництва біополіамідних пластиків), які є сировиною в текстильній промисловості) шляхом окиснення L-лізину перексидом водню. Синтез 5-аміновалеріанової кислоти залежав від рН середовища. Даний технологічний процес дозволяє знизити вартість кожного з продуктів і загальні виробничі витрати, спрямовувати біосинтез у бік одночасного одержання цільових продуктів.

Натуральне середовище мікроорганізмів – трав'яні рослини, рубець жуйних тварин, ґрунт, стічні осади, торф (Lipson & Monson, 1998; Hunter et al., 2006). Людство здавна використовує синтетичну здатність мікроорганізмів для одержання цільових продуктів, проте їх можливості до цього часу ще не вивчені.

Широко розповсюджені бактерії *Propionibacterium* застосовують у сироварінні, як пробіотики, компоненти препаратів, що продовжують термін зберігання продуктів. Їх роль постійно зростає. Промислове значення мають бактерії *P. freudenreichii*, *P. thoenii*, *P. jensenii*, *P. acidipropionici*, *P. cyclohexanicum*. Більшість видів – мезофіли, які ростуть при 25–45 °С, температурний оптимум ~ 30 °С. Деякі штами ростуть при 3,8–7,2 °С. Подальше дослідження відкриє нові шляхи використання цих бактерій для одержання цільових продуктів (Leverrier et al., 2004; Borawska et al., 2010; Ranadheera et al., 2010).

Велике наукове зацікавлення викликають природні торфовища. Встановлено наявність великого пулу мікроорганізмів у торфах. Різні групи мікроорганізмів роблять свій внесок у трансформації органічної речовини торфів (Andersen et al., 2013).

Торф утворюється шляхом розпаду органічної речовини і містить мікроорганізми, які є сапрофітами, а деякі навіть пригнічують інші, патогенні мікроорганізми. Бактерії і грибки, мікроскопічні фаги утворюють в натуральних торфовищах мікробну асоціацію. Торфи населяють численні мікробні групи включно з групою *Rhizobium-Agrobacterium* (зокрема подібні до роду *Ochrobactrum* і *Zoogloea*) і *Acidobacteria*. Завдяки мікробіологічним процесам торфи є середовищем, придатним для росту різних мікробних груп (Hunter et al., 2006; Kitson & Bell, 2020).

Різні типи торфів відрізняються за віком і ґруповим складом мікроорганізмів.

Якісний і кількісний склад мікрофлори залежить від виду торфу, його якості – вмісту поживних речовин і джерела енергії. Молодші торфи, світліші, містять високу популяцію бактерій і грибків. Старі торфи – темні, менше населені популяцією мікроорганізмів. При високій кислотності переважають гриби, хоча можна виявити бактерії

*Pseudomonas* (Lipson & Monson, 1998). Чим більше розкладений, гуміфікований матеріал в торфі, тим менший вміст придатних до використання сполук, які стають менш доступні для мікробів. Бідніший якісно торф містить вищу кількість мікроорганізмів (Küste, 1972).

Торф як природна сировина для вирощування мікроорганізмів має переваги перед іншими видами сировини, оскільки він є багатим джерелом азоту і вуглецю. Визначальними факторами для розвитку мікроорганізмів торфу є аерація і гідротермальні кондиції (Pastukhov et al., 2022). Активність мікроорганізмів торфу низька і повільна. Висушування торфових боліт веде до зростання мікробної активності і змінює активність мікробіоти в цілому (Strakova et al., 2011; Mpamah et al., 2017). Кількість мікроорганізмів зростає у торфі внаслідок аерації та впливу інших факторів (Kitson & Bell, 2020).

Між мікроорганізмами і вмістом амінокислот є тісний взаємозв'язок; амінокислоти необхідні для активації мікробіологічних процесів. Для біосинтезу мікроорганізми використовують вільні амінокислоти, які попередньо синтезовані і акумульовані в ґрунті. Між мікроорганізмами і амінокислотами існує позитивна кореляція: чим більше мікроорганізмів у середовищі, тим більший вміст амінокислот у ньому.

## Висновки

Проведені нами дослідження показали доцільність використання торфу для виготовлення біосубстрату і стимулювання життєдіяльності симбіотичної асоціації мікроорганізмів з метою підвищення біосинтезу амінокислот, зокрема аргініну. Нами вивчені оптимальні умови, за яких у біосубстраті зростає вміст L-аргініну. Біосубстрат інкубували протягом трьох діб при температурі 18 °С. У дослідні зразки було внесено неорганічне джерело сірки – сульфат натрію з розрахунку 0.3 % від сирової маси біосубстрату. У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст аргініну у контрольних зразках становив 3.12 мг/г натуральної речовини, в дослідних – 3.22 мг/г на 100 г натуральної речовини. Інкубування зразків при температурі 25 °С привело до деякого зменшення вмісту аргініну: в контрольних зразках – до 2.95 мг/г, в дослідних – до 2.81 мг/г натуральної речовини. Очевидно, підвищення температури сприяло кращій активації мікробіологічних процесів і більш ефективному використанню аргініну мікроорганізмами у біосинтезі інших біологічно активних сполук. В інкубованому при температурі 18 °С біосубстраті, в який внесено натрій сульфат, було відмічено зростання вмісту деяких інших амінокислот, а також вітамінів.

Одержаний біосубстрат згодували курчатам-бройлерам як кормову добавку до основного раціону протягом відгодівельного періоду. Це стимулювало ріст і розвиток птиці, дозволило одержати вищі прирости живої маси і покращити якість продукції.



### Відомості про конфлікт інтересів

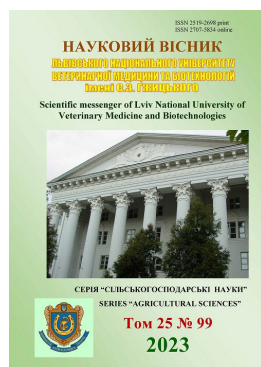
Автор повідомляє про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

### References

- Albaugh, V. L., Pinzon-Guzman, C., & Barbul, A. (2017). Arginine-Dual roles as an onconutrient and immunonutrient. *J Surg Oncol*, 115(3), 273–280. DOI: 10.1002/jso.24490.
- Amorim Franco, T. M., & Blanchard, J. S. (2017). Bacterial branched-chain amino acid biosynthesis: structures, mechanisms and drugability. *Biochemistry*, 56(44), 5849–5865. DOI: 10.1021/acs.biochem.7b00849.
- Andersen, R., Chapman, S. J., & Artz, R. R. E. (2013). Microbial communities in natural and disturbed peatlands: a review. *Soil Biol. Biochem*, 57, 979–994. DOI: 10.1016/j.soilbio.2012.10.003.
- Borawska, J., Warminska-Radyko, I., & Darewich, M. (2010). Charakterystyka i znaczenie bakterii rodzaju *Propionibacterium* w produkcji żywności i pasz. *Medycyna Wet*, 66(8), 534–537.
- Cowie, G., & Hedges, J. (1994). Biochemical indicators of diagenetic alteration in natural organic matter mixtures. *Nature*, 369, 304–307. DOI: 10.1038/369304a0.
- Cunin, R., Glandsdorff, N., Piérard, A., & Stalon, V. (1986). Biosynthesis and metabolism of arginine in bacteria. *Microbiol Rev*, 50(3), 314–352. DOI: 10.1128/mr.50.3.314-352.1986.
- Flynn, N. E., Meininger, C. J., Haynes, T. E., & Wu, G. (2002). The metabolic basis of arginine nutrition and pharmacotherapy. *Biomed Pharmacotherapy*, 56(9), 427–438. DOI: 10.1016/s0753-3322(02)00273-1.
- Ginésy, M. (2021). Production of L-Arginine by *Escherichia Coli* Impact of genetic modifications, carbon and nitrogen sources. Division of Chemical Engineering Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering Luleå University of Technology SE-971 87 Luleå, Sweden September. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1590848/FULLTEXT02.pdf>.
- Gornik, H. L., & Creager, M. A. (2004). Arginine and endothelial and vascular health. *J Nutr*, 134(10), 2880–2887S. DOI: 10.1093/jn/134.10.2880S.
- Huk, Ye. I., & Pyroh, T. P. (2022). Suchasni tekhnolohii spivsyntezu  $\delta$ -aminokyslot z praktychno tsinnymy suputnymy produktamy. *Promyslova, kharchova, silskohospodarska, farmatsevychna ta medychna biotekhnolohiia. Mater. KhVI Vseukr. naukovoprakt konfer. "Biotekhnolohiia KhKhI st, 27–28 (in Ukrainian)*.
- Hunter, P. J., Petch, G. M., Calvo-Bado, L. A., Pettitt, T. R., Parsons, N. R., & Whipps, J. M. (2006). Differences in Microbial Activity and Microbial Populations of Peat Associated with Suppression of Damping-Off Disease Caused by *Pythium sylvaticum*. *Appl Environ Microbiol*, 72(10), 6452–6460. DOI: 10.1128/AEM.00313-06.
- Ikedo, M. (2003). Amino Acid Production Processes. In: *Microbial Production of l-Amino Acids. Adv Biochem Eng Biotechnol*, 79, 1–35. DOI: 10.1007/3-540-45989-8\_1.
- Jansson, L., & Sandler, S. (1991). The nitric oxide synthase II inhibitor NG-nitro-L-arginine stimulates pancreatic islet insulin release in vitro, but not in the perfused pancreas *Endocrinology*, 128(6), 3081–3085. DOI: 10.1210/endo-128-6-3081.
- Kawano, K., Masuda, H., Yano, M., Kihara, K., Sugimoto, A., Azuma, H. J. (2006). Altered nitric oxide synthase, arginase and ornithine decarboxylase activities, and polyamine synthesis in response to ischemia of the rabbit detrusor. *J. Urol.*, 176(1), 387–393. DOI: 10.1016/S0022-5347(06)00515-5.
- Kitson, E., & Bell, N. G. A (2020). The Response of Microbial Communities to Peatland Drainage and Rewetting. *A Review Frontiers in Microbiol.*, 11, 582812. DOI: 10.3389/fmicb.2020.582812.
- Küste, E. (1972). Microbiology of peat ISHS *Acta Horticulturae* 26:III Symposium of Peat in Horticulture. DOI: 10.17660/ActaHortic.1972.26.3.
- Leverrier, P., Vissers, J. P. C., Rouault, A., Boyaval, P., & Jan, G. (2004). Mass spectrometry proteomic analysis of stress adaptation reveals both common and distinct response pathways in *Propionibacterium freudenreichii*. *Arch. Microbiol*, 181(3), 215–230. DOI: 10.1007/s00203-003-0646-0.
- Lipson, D. A., & Monson, R. K. (1998). Plant-microbe competition for soil amino acids in the alpine tundra: Effects of freeze-thaw and dry-rewet events. *Oecologia*, 113, 406–414. DOI: 10.1007/s004420050393.
- Liu, G., Ren, W., Fang, J., Hu, C.A., Guan, G., Al-Dhabi, N. A., Yin, J., Duraipandiyar, V., Chen, S., Peng, Y., & Yin, Y. (2017). L-Glutamine and L-arginine protect against enterotoxigenic *Escherichia coli* infection via intestinal innate immunity in mice. *Amino acids*, 49(12), 1945–1954 DOI: 10/1007/s00726-017-2410-9.
- Luiking, C. Y., Ten Have, G. A., Wolf, R. R., & Deutz, N. E. P. (2012). Arginine de novo and nitric oxide production in disease states. *Am J Physiol Endocrinol Metabol*, 303(10), E1177–E1189. DOI: 10.1152/ajpendo.00284.2012.
- Matuszak, M., & Suliburska, J. (2012). Rola argininy w prewencji i leczeniu chorób metabolicznych The role of arginine in the prevention and treatment of metabolic diseases. *Forum Zaburzeń Metabolicznych*, 3(2), 50–53.
- Metges, C. C. (2000). Contribution of Microbial Amino Acids to Amino Acid Homeostasis of the Host. *The Journal of Nutrition*, 130(7), 1857S–1864S. DOI: 10.1093/jn/130.7.1857S.
- Morris, S. M. (2007). Arginine metabolism: boundaries of our knowledge. *J. Nutr*, 137(6), 1602S–1609S. DOI: 10.1093/jn/137.6.1602S.
- Morris, S. M. Jr (2006). Arginine: beyond protein. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(2), 508S–512S. DOI: 10.1093/ajcn/83.2.508S.
- Mpamah, P. A., Taipale, S., Rissanen, A. J., Biasi, C., & Nykänen, H. K. (2017). The impact of long-term water level draw-down on microbial biomass: a comparative study from two peatland sites with different nutrient status. *Eur. J. Soil Biol*, 80, 59–68. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2017.04.005.
- Nampoothiri, M., & Pandey, A. (1998). Genetic tuning of coryneform bacteria for the overproduction of amino

- acids. *Process Biochemistry*, 33(2), 147–161. DOI: 10.1016/S0032-9592(97)00040-X.
- Oshimura, E., Abe, H., & Oota, O. (2007). Hair and amino acids: The interactions and the effects. *Journal of Cosmetic Science*, 58(4), 347–357. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17728935>.
- Panagiotidis, G., Alkeson, B., Rydell, E. L., & Lundquist, I. (1995). Influence of nitric oxide synthase inhibition, nitric oxide and hydroperoxide on insulin release induced by various secretagogues. *British Journal of Pharmacology*, 114(2), 289–296. DOI: 10.1111/j.1476-5381.1995.tb13225.x.
- Pastukhov, A., Kovaleva, V., & Kaverin, D. (2022). Microbial Community Structure in Ancient European Arctic Peatlands Plants (Basel), 11(20), 2704. DOI: 10.3390/plants11202704.
- Patalakh, I. I., Drobotko, T. F., & Tykhomyrov, A. O. (2021). Arhinin i hlutaminova kyslota pidvyshchuiut yakist poperednoho ochyshchennnia proteinu S z donorskoi plazmy. *Biotechnologia Acta*, 14(3), 30–38. DOI: 10.15407/biotech14.03.030.
- Pivtorak, I., & Mil, O. (2022). Influence of feeding level on the formation of milk productivity of dry cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 139–143. DOI: 10.32718/nvlvet-a9619.
- Pyroh, T. P. (2018). Intensyfikatsiia syntezy praktychno vazhlyvykh mikrobykh metabolitiv na sumishi substrativ. *Naukovi pratsi NUKhT*, 24(4), 41–56. DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-4-6 (in Ukrainian).
- Ranadheera, R. D. C. S., Baines, S. K., & Adams, M. C. (2010). Importance of food in probiotic efficacy. *Food Res. Int.*, 43(1), 1–7. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.09.009.
- Satriano, J. (2003). Argmatine: at the crossroads of the arginine pathways. *Ann N Y Acad Sci*, 1009, 34–43. DOI: 10.1196/annals.1304.004.
- Satriano, J. (2004). Arginine pathways and the inflammatory response: interregulation of nitric oxide and polyamines: review article. *Amino Acids*, 26(4), 321–329. DOI: 10.1007/s00726-004-0078-4.
- Schneider, J., Niermann, K., & Wendisch Volker, F. (2011). Production of the amino acids L-glutamate, L-lysine, L-ornithine and L-arginine from arabinose by recombinant *Corynebacterium glutamicum*. *Journal of Biotechnology*, 154(2-3), 191–198. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2010.07.009.
- Ścibor, D., & Czczot, H. (2004). Arginina — metabolizm i funkcje w organizmie człowieka. *Postępy Hig. Med. Dosw*, 58, 321–332. URL: <https://phmd.pl/resources/html/article/details?id=6436&language=pl>.
- Ścibor, D., & Czczot, H. (2005). Arginina – metabolizm i funkcje w układzie sercowo–naczyniowym Arginine – Metabolism and Functions in Cardiovascular System. *Adv Clin Exp Med*, 14(5), 1041–1050.
- Sener, A., Blachier, F., Rasschaert, J., & Malaisse, W. J. (1990). Stimulus secretion coupling of arginine-induced insulin release: comparison with histidine-induced insulin release. *Endocrinology*, 127(1), 107–113. DOI: 10.1210/endo-127-1-107.
- Sheng, Q., Wu, X. Y., Xu, X., Tan, X., Li, Z., & Zhang, B. (2021). Production of l-glutamate family amino acids in *Corynebacterium glutamicum*: Physiological mechanism, genetic modulation, and prospects. *Synth Syst Biotechnol*, 6(4), 302–325. DOI: 10.1016/j.synbio.2021.09.005.
- Shin, J. H., & Lee, S. Y. (2014). Metabolic engineering of microorganisms for the production of L-arginine and its derivatives. *Microbial Cell Factories*, 13, 166. DOI: 10.1186/s12934-014-0166-4.
- Simakhina, H., & Naumenko, N. (2021). Vykorystannia bilka zelenoi masy ovochevykh kultur u kharchovykh tekhnolohiiakh. *Tovary i rynky*, 1, 208–221. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary\\_2016\\_1\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2016_1_24) (in Ukrainian).
- Soeters, P. B., van de Poll, M. C. G., van Gemert Wim, G., & Dejong Cornelis, H. C. (2004). Amino Acid Adequacy in Pathophysiological States. *J. of Nutrstrion*, 134, 1575S–1582S. DOI: 10.1093/jn/134.6.1575S.
- Sooranna, S. R., & Das, I. (1995). The inter-relationship between polyamines and the L-arginine nitric oxide pathway in the human placenta. *Biochem Biophys Res Commun*, 212(1), 229–234. DOI: 10.1006/bbrc.1995.1960.
- Strakova, P., Niemi, R. M., Freeman, C., Peltoniemi, K., Toberman, H., Heiskanen, I., et al. (2011). Litter type affects the activity of aerobic decomposers in a boreal peatland more than site nutrient and water table regimes. *Biogeosciences*, 8(9), 2741–2755. DOI: 10.5194/bg-8-2741-2011.
- Suzuki, H. (2013). Microbial production of amino acids and their derivatives for use in foods, nutraceuticals and medications. *Microbial Production of Food Ingredients, Enzymes and Nutraceuticals*, Woodhead Publishing, 2013, 385–412. DOI: 10.1533/9780857093547.2.385.
- Svarchevska, O. Z., Shved, O. V., Ohorodnyk, N. Z., Hubrii, Z. V., & Butsiak, V. I. (2020). Vplyv limituiuchykh aminokyslot na okremi biokhimichni pokaznyky v orhanizmi tvaryn. *Chemistry, Technology and Application of Substances*, 3(2), 92–101. DOI: 10.23939/ctas2020.02.093 (in Ukrainian).
- Tang, R., Wang, X., Zhou, J., Zhang, F., Zhao, S., Gan, Q., Zhao, L., Wang, F., Zhang, Q., Zhang, J., Wang, G., & Yang, C. (2020). Defective arginine metabolism impairs mitochondrial homeostasis in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Genetics and Genomics*, 47(3), 145–156. DOI: 10.1016/j.jgg.2020.02.007.
- Tapiero, H., Mathe, G., Couvreur, P., & Tew, K. D. (2002). L Arginine. *Biomed Pharmacother*, 56(9), 439–445. DOI: 10.1016/s0753-3322(02)00284-6.
- Tong, B. C., & Barbul, A. (2004). Cellular and physiological effects of arginine. *Mini Rev Medicinal Chemistry*, 4(8), 823–832. DOI: 10.2174/1389557043403305.
- Tryfona, T., & Bustard, M. T. (2005). Fermentative production of lysine by *Corynebacterium glutamicum*: transmembrane transport and metabolic flux analysis. *Process Biochemistry*, 40(2), 499–508. DOI: 10.1016/j.procbio.2004.01.037.
- Vishchur, O. I., Smolianinov, K. B., Broda, N. A., Mudrak, D. I., Masiuk, M. B., & Matlakh, I. Y. (2020). Naukovi zdotky laboratorii imunolohii. *The Animal Biology*, 22(3), 41–44 (in Ukrainian).
- Volke, A., Wegener, G., Vasar, E., & Volke, V. (2006). High-performance liquid chromatography method with radiochemical detection for measurement of nitric oxide synthase, arginase, and arginine decarboxylase

- activities. *Methods Find Exp Clin Pharmacol*, 28(1), 3–6. DOI: 10.1358/mf.2006.28.1.962769.
- Weinhaus, A. J., Poronnik, P., Tuch, B. E., & Cook, D. I. (1997). Mechanisms of arginine-induced increase in cytosolic calcium concentration in the beta-cell line NIT-1. *Diabetologia*, 40(4), 374–382. DOI: 10.1007/s001250050690.
- Wendisch, V. F. (2014). Microbial production of amino acids and derived chemicals: synthetic biology approaches to strain development. *Curr Opin Biotechnol*, 30, 51–58. DOI: 10.1016/j.copbio.2014.05.004.
- Wu, G., & Morris, S. M. Jr. (1998). Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. *Biochem J*, 336(1), 1–17. DOI: 10.1042/bj3360001.
- Wu, M., Xiao, H., Shao, F., Tan, B., & Hu, S. (2020). Arginine accelerates intestinal health through cytokines and intestinal microbiota. *International Immunopharmacology*, 81, 106029. DOI: 10.1016/j.intimp.2019.106029.
- Xu, J., Liang, Z., Legrain, C., Ruger, H. J., & Glansdorf, N. (2000). Evolution of Arginine Biosynthesis in the Bacterial Domain: Novel Gene-Enzyme Relationships from Psychrophilic *Moritella* Strains (*Vibrionaceae*) and Evolutionary Significance of N- $\alpha$ -Acetyl Ornithinase. *J Bacteriol*, 182(6), 1609–1615. DOI: 10.1128/jb.182.6.1609-1615.2000.
- Xu, Y., Labedan, B., & Glansdorff, N. (2007). Surprising arginine biosynthesis: a reappraisal of the enzymology and evolution of the pathway in microorganisms. *Microbiology and molecular biology reviews: MMBR*, 71(1), 36–47. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1847373>.
- Yaremchuk, O. Z., Posokhova, K. A., & Kulitska, M. I. (2020). Vplyv L-argininu ta aminohuanidynu na rozvytok oksydatyvnoho stresu u mozku pry eksperymentalnomu antyfosfolipidnomu syndromi. *Sciences of Europe*, 3(48), 20–24 (in Ukrainian).
- Zhang, X., Zhang, J., Xu, J., Zhao, Q., Wang, Q., & Qi, Q. (2018). Engineering *Escherichia coli* for efficient coproduction of polyhydroxyalkanoates and 5-aminolevulinic acid. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 45(1), 43–51. DOI: 10.1007/s10295-017-1990-4.
- Zhao, Z., Cai, M., Liu, Y., Hu, M., Yang, F., Zhu, R., Xu, M., & Rao, Z. (2022). Genomics and transcriptomics-guided metabolic engineering *Corynebacterium glutamicum* for l-arginine production. *Bioresource Technology*, 364, 128054. DOI: 10.1016/j.biortech.2022.128054.



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-a9928

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

UDC 619:615.9

## Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading

H. Yu. Kraikivska<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>1</sup>✉, A. V. Hunchak<sup>2</sup>, V. M. Hunchak<sup>1</sup>, L. P. Horalskyi<sup>3</sup>, I. M. Sokulskyi<sup>4</sup>,  
T. V. Martyshuk<sup>1</sup>, I. I. Khariv<sup>1</sup>, N. M. Slobodiuk<sup>1</sup>, N. V. Demus<sup>1</sup>, U. M. Vus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

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

<sup>3</sup>Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

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

### Article info

Received 14.09.2023

Received in revised form

16.10.2023

Accepted 17.10.2023

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

Institute of Animal Biology NAAS,  
Vasyl Stus Str., 38, Lviv,  
79034, Ukraine.

Zhytomyr Ivan Franko State  
University, V. Berdychivska Str., 40,  
Zhytomyr, 10002, Ukraine.

Polissia National University,  
Staryj Boulevard, 7, Zhytomyr,  
10002, Ukraine.

**Kraikivska, H. Yu., Gutyj, B. V., Hunchak, A. V., Hunchak, V. M., Horalskyi, L. P., Sokulskyi, I. M., Martyshuk, T. V., Khariv, I. I., Slobodiuk, N. M., Demus, N. V., & Vus, U. M. (2023). Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 171–175. doi: 10.32718/nvlvet-a9928**

The toxicity of cadmium in the bird's body depends on the penetration method, the total dose, and the duration of poisoning. That is why the work aimed to study the effect of Cadmium on liver function disorders. To achieve the set goal in experiments on chickens under cadmium load, it was necessary to solve the following tasks: to study the effect of cadmium on the protein synthesis function of the liver of laying hens; to study the effect of cadmium on the functional state of the liver of laying hens. 24 laying hens aged 78 weeks were selected for research. These chickens were divided into three groups: control and two experimental, taking into account their age and weight. Chickens from the control group received compound feed and clean water without adding cadmium sulfate. In the chickens of the experimental groups, cadmium sulfate was added to the drinking water in different concentrations for 30 days: the first group (R1) – 2 mg per kilogram of body weight, the second group (R2) – 4 mg per kilogram of body weight. According to the conducted studies, it was found that in laying hens under conditions of cadmium load, the functional state of the liver is disturbed, as evidenced by the increased activity of aminotransferases in their blood serum. It is worth noting that the highest activity of alanine and aspartate aminotransferases was in the blood serum of laying hens of the second experimental group on the 21st day of the experiment. The results indicate an increase in destructive processes in the body of laying hens due to cadmium loading. In laying hens under cadmium load, the liver's protein synthesis function is suppressed, manifested by a decrease in the level of total protein and albumins, with a simultaneous increase in the level of globulins. Drinking cadmium sulfate with water in a larger dose (4 mg/kg of body weight) was accompanied by a more probable decrease in total protein and albumin level than drinking cadmium sulfate in a smaller dose (2 mg/kg of body weight). Under cadmium load, an albumin-globulin disproportion occurs, which is indicated by the value of the A/G ratio. In the chickens of the first experimental group, it was found that the value of the A/G ratio on the 21st day of the experiment was 0.42, while in the second experimental group, it was lower and was 0.39, respectively, against the control 0.52.

**Key words:** heavy metals, cadmium, poultry, toxicosis, protein, aminotransferases.

### Introduction

It is known that all environmental factors and conditions affect the health of animals and birds. Today, the natural environment is changing faster than the adaptability of animals, which hurts their health. The anthropogenic burden of urban and rural areas today is characterized

by multicomponent chemical pollution of the environment (atmospheric air, natural waters, and soils) (Bashchenko et al., 2020; Nefodova et al., 2021; Kolosova & Shatorna, 2022).

Recently, a significant amount of data has been collected, confirming the influence of the composition of the environment on the elemental composition of living or-



ganisms. Several scientific studies have demonstrated the threat to human and animal health due to the growing pollution of heavy metals in the environment. In addition, their concentration in soil, water, and air is related to their content in the biological environments of humans and animals, which may indicate possible poisoning (Ostapiuk et al., 2018; Zemlianyi et al., 2021; Kolosova et al., 2021; Gutyj et al., 2022, 2023).

Cadmium compounds deserve special attention from researchers, as this element belongs to the first class of environmental hazards. It is considered a dangerous pollutant of the environment since its toxic effect can lead to various disorders in the functioning of animal and bird organisms. With small doses, this element is deposited in organs and tissues for a long time, causing the possibility of developing toxicosis and violations of biochemical processes, structure, and functions of cells. Cadmium toxicity depends on its form, solubility, and interaction with other active substances. The biological reaction to this toxicant also depends on the age, sex, and general condition of the animal and bird organism (Lavryshyn et al., 2020; Nazaruk et al., 2021; Ostapyuk et al., 2021, 2023).

It should be noted that the circulatory system is the most sensitive to the influence of environmental factors on the animal body; it is one of the first to respond to changes in animal feeding, and even more so to changes in the macro-, microelement, and vitamin supply of the body. Among the changes that occur in the peripheral blood of animals, the first and most convenient for detecting the toxic effect of heavy metals are changes in their morphological and biochemical composition (Slobodian et al., 2019, 2020, 2021, 2022).

The regularities of changes in the functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under cadmium load have not yet been sufficiently elucidated in the literature. The study of these processes will allow us to reveal hitherto unknown features of metabolic processes in chickens under the conditions of the development of cadmium toxicosis. Conducting research in this aspect is relevant.

### The aim of the research

The research was aimed at studying the effect of Cadmium on the functional state and protein synthesis function of the liver of laying hens.

### Materials and methods

24 laying hens aged 78 weeks were selected for research. These chickens were divided into three groups: control and two experimental, taking into account their age and weight. To track their metabolism, all chickens were labeled with persistent organic dyes. Chickens from the control group received compound feed and clean water without adding cadmium sulfate. In the chickens of the experimental groups, cadmium sulfate was added to the drinking water in different concentrations for 30 days: the first group (R1) – 2 mg per kilogram of body weight, the second group (R2) – 4 mg per kilogram of body weight.

The blood of laying hens was collected from the subpterygoid vein in the following periods: before the administration of the experimental drugs and the toxicant, on the first, seventh, fourteenth, twenty-first, and thirtieth days of the experiment.

In blood serum, the activity of aspartate aminotransferase (AST; K.F. 2.6.1.1) and alanine aminotransferase (ALT; K.F. 2.6.1.2) was studied - according to the method of Reitman and Frenkel as modified by K. G. Kapetanaki (1962). The protein synthesis function of the liver of laying hens was determined by the level of total protein (biuret reaction) and protein fractions (polyacrylamide gel electrophoresis) in blood serum (Vlizlo et al., 2012).

All experimental interventions and animal slaughter were carried out in compliance with the requirements of the “European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Scientific Purposes” (Strasbourg, 1985) and the resolutions of the First National Congress on Bioethics (Kyiv, 2001).

The research results were analyzed using the Statistica 7.0 software package. Students' t-tests assessed the probability of differences. The results of ordinal values were considered statistically significant when \* –  $P < 0.05$ , \*\* –  $P < 0.01$ , \*\*\* –  $P < 0.001$  (ANOVA).

## Results and discussion

Since cadmium harms the function of the liver of animals and birds, it is essential to conduct a study of its functional state. For this, the activity of aminotransferases in the blood of chickens was determined since these enzymes reflect the functional state of the liver. Aminotransferases participate in peramination processes, transferring amino groups from amino acids to keto acids. One of the enzymes belonging to this group is alanine aminotransferase. It is one of the leading indicators of damage to liver cells under conditions of cadmium intoxication.

According to the data in Table 1, it can be seen that the activity of alanine aminotransferase in the blood serum of laying hens of the control and experimental groups at the beginning of the experiment fluctuated within physiological values. After drinking cadmium sulfate with water, an increase in the activity of this enzyme was established on the 7th day of the experiment by 12.9 % in the blood serum of the first experimental group and by 19.4 % in the second experimental group compared to the control group. On the 14th day of the experiment, the activity of alanine aminotransferase in the blood serum of laying hens of the first experimental group was  $0.39 \pm 0.005$  mmol/g/l, and in the second experimental group –  $0.42 \pm 0.007$  mmol/g/l. In contrast, this indicator was significantly lower in the control group and, accordingly, was  $0.32 \pm 0.006$  mmol/g/l.

On the 21st day of the experiment, an increase in the activity of alanine aminotransferase in the blood serum of laying hens of the first experimental group was established by 24.2 % and in the second experimental group by 42.4 % compared to the indicators of the control group. It is worth noting that the highest activity of the enzyme was in the blood of laying hens of the second experimental group, where, accordingly, on the 30th day of the experi-

ment, it fluctuated within the range of  $0.44 \pm 0.006$  mmol/g/l, which is 41.9 % higher than the control and 12.8 % – for the first experimental group.

When studying the activity of the second aminotransferase enzyme, namely aspartate aminotransferase, it was established that at the beginning of the experiment, this

enzyme in the blood serum of the control and two experimental groups fluctuated within the physiological values of  $4.29 \pm 0.16$ ,  $4.30 \pm 0.17$  and  $4.28 \pm 0.15$  mmol/g/l. After drinking Cadmium with water, an increased activity of aspartate aminotransferase was established starting from the 7th day of the experiment.

**Table 1**

Activity of serum aminotransferases of laying hens under conditions of cadmium loading ( $M \pm m$ ,  $n = 8$ )

Research groups	Before drinking	Days of research			
		7	14	21	30
ALT, mmol/g/l					
C	$0.32 \pm 0.007$	$0.31 \pm 0.006$	$0.32 \pm 0.006$	$0.33 \pm 0.005$	$0.31 \pm 0.006$
R1	$0.30 \pm 0.009$	$0.35 \pm 0.008^*$	$0.39 \pm 0.005^{***}$	$0.41 \pm 0.006^{***}$	$0.39 \pm 0.007^{***}$
R2	$0.31 \pm 0.007$	$0.37 \pm 0.009^{**}$	$0.42 \pm 0.007^{***}$	$0.47 \pm 0.008^{***}$	$0.44 \pm 0.006^{***}$
AST, mmol/g/l					
C	$4.29 \pm 0.16$	$4.31 \pm 0.17$	$4.30 \pm 0.15$	$4.34 \pm 0.16$	$4.32 \pm 0.12$
R1	$4.30 \pm 0.17$	$4.48 \pm 0.19$	$4.83 \pm 0.22$	$5.15 \pm 0.17^{**}$	$4.96 \pm 0.21^*$
R2	$4.28 \pm 0.15$	$4.61 \pm 0.20$	$5.17 \pm 0.19^{**}$	$5.72 \pm 0.23^{***}$	$5.56 \pm 0.24^{***}$

On the 14th day of the experiment, an increase in the activity of the enzyme under investigation in the blood serum of laying hens that were given cadmium sulfate at a dose of 2 mg/kg of body weight was found to increase by 12.3 %, respectively. Aspartate aminotransferase activity was somewhat lower in the blood serum of the birds of the second experimental group, where it was  $5.17 \pm 0.19$  mmol/g/l. At the same time, in control, this enzyme fluctuated within the range of  $4.30 \pm 0.15$  mmol /g/l. In the subsequent 21 days of the experiment, the activity of aspartate aminotransferase in the serum of the birds of both experimental groups continued to increase and, relative to the control indicators, increased by 18.7 and 31.8 %, respectively. The activity of the studied enzyme on the 30th day of the experiment in the blood of the first experimental group slightly decreased to  $4.96 \pm 0.21$ , and in the second experimental group – to  $5.56 \pm 0.24$  mmol/g/l.

High activity of the above-mentioned enzymes in the blood serum of laying hens under cadmium load indicates destructive processes in the liver, which cause increased release of aminotransaminases from cell organelles in the blood of laying hens of the research groups. Therefore, the obtained results indicate an increase in destructive processes in the body of laying hens due to exposure to heavy metals, including cadmium.

It is important to note that the increase in alanine aminotransferase activity was more pronounced than the increase in the activity of aspartate aminotransferase. This is explained by alanine aminotransferase quickly released from hepatocytes upon cadmium loading, even with minor destructive damage to their membranes. While aspartate aminotransferase is located in the mitochondria of hepatocytes, and the penetration of this enzyme into the blood is complicated not only due to the destruction of the surface membrane of the cell but also due to the need to penetrate through the mitochondrial membrane, which is possible only with large doses of cadmium.

Protein is considered the primary component that ensures the internal processes of "building" in the body. It

contributes to maintaining the fluidity and viscosity of blood and determines the necessary blood volume in vessels. Proteins keep formed elements in suspension and are also responsible for transporting the most important exogenous and endogenous substances. These proteins also regulate the pH level of the blood environment and take an active part in immune reactions.

During the feeding of laying hens of the research groups with cadmium sulfate, inhibition of the function of protein synthesis in the liver was detected, as indicated by a low level of total protein in their blood. Thus, on the 14th day of the experiment, a probable decrease in the level of total protein was observed in the blood of the laying hens of the first experimental group, namely by 6.8 %, compared to the indicators of the control group of chickens. On the 21st day of the experiment, the level of total protein in the blood of the first experimental group continued to decrease. It amounted to  $42.12 \pm 1.21$  g/l; in the control group, this indicator fluctuated within  $46.70 \pm 1.00$  g/l (table 2). On the 30th day of the experiment, a 9 % decrease in the level of total protein was found in the blood of the chickens of the first experimental group compared to the control group.

When drinking laying hen cadmium sulfate in a dose of 4 mg/kg of body weight, a negative effect on the protein synthesis function of the liver was recorded. Thus, on the 7th day of the experiment, a probable decrease in total protein level was noted, where, in accordance with the indicators of the control group, it decreased by 4.2 %. On the 14th day of the experiment, a decrease of this indicator in the blood of chickens of the second experimental group was established to  $42.33 \pm 1.20$  g/l. In contrast, this indicator was  $46.57 \pm 0.98$  g/l in the control group. On the 21st and 30th day of the experiment, the lowest indicators of the level of total protein were found in the blood of the birds of the second experimental group, where, compared to the control group, it decreased by 16.4 and 14.9 %, respectively.

**Table 2**

The total content of protein and its fractions in the blood of chickens under conditions of cadmium loading ( $M \pm m$ ,  $n = 8$ )

Research groups	Before drinking	Days of research			
		7	14	21	30
Total protein, g/l					
C	46.47 ± 0.93	46.61 ± 0.85	46.57 ± 0.98	46.70 ± 1.00	46.62 ± 0.93
R1	46.69 ± 0.74	45.86 ± 1.20	43.40 ± 1.18*	42.12 ± 1.21**	42.43 ± 1.15*
R2	46,57 ± 0.91	44.64 ± 0.99	42.33 ± 1.20*	39.06 ± 1.21***	39.67 ± 1.16**
Albumins, %					
C	33.60 ± 0.72	33.91 ± 0.81	33.76 ± 0.73	34.05 ± 0.79	33.83 ± 0.87
R1	34.10 ± 0.90	32.39 ± 0.70	31.15 ± 0.85*	29.64 ± 0.98**	31.65 ± 0.93*
R2	33.80 ± 0.86	31.83 ± 0.78	29.64 ± 0.96**	28.18 ± 0.82***	29.36 ± 0.95**
Globulins, %					
C	66.40 ± 1.92	66.09 ± 1.61	66.24 ± 1.72	65.95 ± 1.69	66.17 ± 1.75
R1	65.90 ± 1.75	67.61 ± 2.13	68.85 ± 1.93	70.36 ± 1.97*	68.35 ± 2.05
R2	66.20 ± 1.81	68.17 ± 2.25	70.36 ± 1.90	71.82 ± 2.12*	70.64 ± 1.89
A/G ratio					
C	0.51	0.51	0.51	0.52	0.51
R1	0.52	0.48	0.45	0.42	0.46
R2	0.51	0.47	0.42	0.39	0.42

The decrease in the level of total protein in the blood of chickens of the experimental groups occurred in parallel with the decrease in the albumin fraction. For example, on the 14th day of the experiment, the level of albumin in the blood of the first experimental group decreased by 2.61 %, and in the second experimental group – by 4.12 %, compared to the control group of laying hens. The lowest level of the albumin fraction in the blood of birds was observed on the 21st day of the experiment, where it was  $29.64 \pm 0.98$  % in the blood of laying hens of the first experimental group and  $28.18 \pm 0.82$  % in the blood of hens of the second experimental group. Subsequently, on the 30th day of the experiment, we observed a decrease in the albumin level in the chickens' blood in both experimental groups.

When studying the level of globulins in the blood of laying hens under conditions of cadmium load, it was established that their level in the blood of the first and second experimental groups probably increased on the 14th and 21st days of the experiment. So, in the blood of chickens of the first research group, the level of globulins increased to  $68.85 \pm 1.93$  and  $70.36 \pm 1.97$  %, and in the second –  $70.36 \pm 1.90$  and  $71.82 \pm 2.12$  %, respectively. On the 30th day of the experiment, the level of globulins in the blood of the first and the second experimental groups remained high. An increase in the level of the globulin fraction in the blood serum of chickens with cadmium toxicosis reflects the intensity of inflammatory processes in their body.

Thus, an albumin-globulin /disproportion occurs in experimental birds under cadmium load, which is indicated by the value of the A/G ratio. In the hens of the first experimental group, it was established that the value of the A/G ratio on the 21st day of the experiment was 0.42. In contrast, in the second experimental group, it was lower and was 0.39, respectively, against the control, 0.52.

### Conclusion

In laying hens, the functional state of the liver is disturbed under conditions of cadmium loading, which is indicated by the increased activity of aminotransferases in their blood serum. The highest activity of alanine and

aspartate aminotransferases was in the blood serum of laying hens of the second experimental group on day 21 of the experiment.

In laying hens under cadmium load, the liver's protein synthesis function is suppressed, manifested by a decrease in the level of total protein and albumins, with a simultaneous increase in the level of globulins. Drinking cadmium sulfate with water in a larger dose (4 mg/kg of body weight) was accompanied by a more probable decrease in total protein and albumin level than drinking cadmium sulfate in a smaller dose (2 mg/kg of body weight).

### Conflict of interest

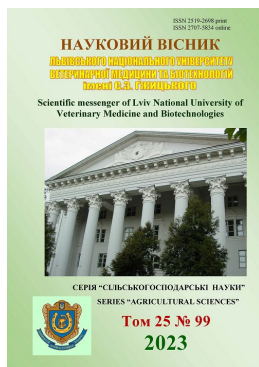
The authors declare that there is no conflict of interest.

### References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Gutyj, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapyuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., & Leskiv, Kh. Ya. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 164–168. DOI: 10.15421/2020\_276.
- Gutyj, B. V., Hariv, I. I., Guta, Z. A., Leskiv, K. Y., Todoriuk, V. B., Khymynets, P. S., & Martyshuk, T. V. (2023). The effect of cadmium on the immune status of young cattle and the effects of corrective factors. *Agrology*, 6(2), 45–48. DOI: 10.32819/021207.
- Gutyj, B. V., Martyshuk, T. V., Parchenko, V. V., Kaplaushenko, A. H., Bushueva, I. V., Hariv, I. I., Bilash, Y. P., Brygadyrenko, V. V., Turko, Y. I., & Radzykhovskiy, M. L. (2022). Effect of liposomal drug based on interferon and extract from *Silybum marianum* on antioxidative status of bulls against the background of contamination of fodders by cadmium and plumbum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(4), 419–425. DOI: 10.15421/022255.
- Gutyj, B., Martyshuk, T., Jankowski, M., Karpovskiy, V., & Postoi, R. (2022). Effect of the Feed Additive Butaselmavit-Plus on the Antioxidant Status of the Rat

- Body Due to Cadmium and Lead Intoxication. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 13(2), 9–15. DOI: 10.31548/ujvs.13(2).2022.9-15.
- Gutyj, B., Martyshuk, T., Khariv, I., & Guta, Z. (2022). The immune status of the organism of bulls under cadmium load and the effects of correcting factors. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 3–9. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002622.
- Kolosova, I. I., & Shatorna, V. F. (2022). Vplyv solei kadmiu na morfometrychni pokaznyky yaiechnykyv shchuriv v eksperymenty. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*, 7(2), 242–247. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ujmbs\\_2022\\_7\\_2\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ujmbs_2022_7_2_36) (in Ukrainian).
- Kolosova, I. I., Kosse, V. A., Liulko, I. V., Topka, E. H., Filippov, Yu. A., Aleksieienko, Z. K., & Slesarenko, O. H. (2021). Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu tsytrativ na embrioletalnist kadmiu v embriohenezhi shchuriv. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 3, 96–101. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm\\_2021\\_3\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2021_3_18) (in Ukrainian).
- Kolosova, I. I., Titov, H. I., Trushenko, O. S., Vyselko, A. D., Kopatska, M. V., Lushnia, L. M., & Makarets, M. F. (2021). Porivnialna kharakterystyka doslidzhennia embriotoksychnoi dii kadmiu khlorydu z tsytratamy mikroelementiv pry vnutrishnoshlunkovomu vvedenni laboratornym tvarynam. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 4, 77–82. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm\\_2021\\_4\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2021_4_13) (in Ukrainian).
- Lavryshyn, Y. Y., Gutyj, B. V., Leskiv, K. Y., Hariv, I. I., Yevtukh, L. H., & Shnaider, V. L. (2020). Influence of cadmium on the cellular part of the immune system of young cattle. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(2), 47–52. DOI: 10.32718/ujvas3-2.08.
- Nazaruk, N. V., Gutyj, B. V., Gufrij, D. F., Leskiv, Kh. Ya., Ivashkiv, R. M., Martyshuk, T. V. (2021). The effect of methyphen and vitamix se on the level of products of bull lipid peroxide oxidation under nitrate-cadmium load. *Colloquium-journal*, 7(94), 16–18. DOI: 10.24412/2520-6990-2021-794-16-18.
- Nefodova, O. O., Bilyshko, D. V., Shevchenko, I. V., Harets, V. I., Ostretsova, S. S., & Halperin, O. I. (2021). Eksperymentalne vyznachennia khronichnoho vplyvu solei kadmiu na hepatohenez shchuriv. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 1, 230–235. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm\\_2021\\_1\\_58](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2021_1_58) (in Ukrainian).
- Ostapiuk, A. Yu., Hutyi, B. V., & Hunchak, V. M. (2018). Vplyv sulfatu kadmiu u riznykh dozakh na funktsionalnyi stan pechinky kurei-nesuchok. *Biolohiia tvaryn*, 20(3), 148. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv\\_2018\\_20\\_3\\_68](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2018_20_3_68) (in Ukrainian).
- Ostapyuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021\_199.
- Ostapyuk, 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.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Shalovylo, S. H., Holovach, P. I., Pavliv, O. V., Kalyn, B. M., Kurtyak, B. M., Hachak, Yu. R., Martyshuk, T. V., Demus, N. V., & Shnaider, V. L. (2022). Influence of “Metisevit Plus” feed additive on morphological and biochemical parameters of bull blood under conditions of lead-cadmium loading. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(106), 54–61. DOI: 10.32718/nlvet10609.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., & Leskiv, K. Y. (2019). The level of lipid peroxidation products in the rats blood under prolonged cadmium and lead loading. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(3), 15–18. Doi: 10.32718/ujvas2-3.04.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., & Murska, S. D. (2020). Effect of sodium selenite and feed additive “Metisevit plus” on morphological parameters of blood of rats at the intoxication of Cadmium and Lead. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 22(97), 52–57. DOI: 10.32718/nlvet9710.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Darmohray, L. M., & Povoznikov, M. G. (2021). Antioxidant status of the organisms of young bulls in the conditions of lead-cadmium load and effect of correcting factors. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 315–320. DOI: 10.15421/022142.
- Vlizio, V. V., Fedoruk, R. S., & Raty`ch, I. B. (2012). Laboratorni metody` doslidzhen` u biologiyi, tvary`nny`cztyvi ta vetery`narnij medy`cy`ni: dovidny`k. L`viv: Spolom (in Ukrainian).
- Zemlianyi, O. A., Danilchenko, A. K., Yevtushenko, T. V., Pysarevska, I. A., Boiko, O., Pysmenetska, I. Yu., & Shemet, S. A. (2021). Khronichni nyzkodozovi vplyv kadmiu: suchasni uiavlennia shchodo mekhanizmv nadkhodzhennia Cd v orhanizm i nefrotoksychnykh efektiv metalu. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 3, 35–40. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm\\_2021\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2021_3_7) (in Ukrainian).





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

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

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9929  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 619:6+5.9:615.355:636.4

## The influence of the feed additive “Metisevit” on the activity of the antioxidant defense system of piglets under conditions of nitrate-nitrite load

T. Z. Smychok<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>1</sup>✉, O. V. Kozenko<sup>1</sup>, V. B. Todoruk<sup>2,3</sup>, T. V. Martyshuk<sup>1</sup>, V. I. Kushnir<sup>4</sup>,  
N. Yu. Krempa<sup>1</sup>, U. M. Vus<sup>1</sup>, O. P. Rudenko<sup>1</sup>, O. Ye. Vozna<sup>1</sup>, V. V. Senechyn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

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

<sup>4</sup>State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 18.09.2023

Received in revised form

19.10.2023

Accepted 20.10.2023

**Smychok, T. Z., Gutyj, B. V., Kozenko, O. V., Todoruk, V. B., Martyshuk, T. V., Kushnir, V. I., Krempa, N. Yu., Vus, U. M., Rudenko, O. P., Vozna, O. Ye., & Senechyn, V. V. (2023). Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 25(99), 176–181. doi: 10.32718/nvlvet-a9929**

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

National University of Life  
and Environmental Sciences of  
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,  
Kyiv, 03041, Ukraine.

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.

State Scientific-Research Control  
Institute of Veterinary Medicinal  
Products and Feed Additives,  
Donetska Str., 11, Lviv,  
79019, Ukraine.

The work aimed to investigate the effect of the “Metisevit” feed additive on the activity of the enzymes of the antioxidant system of the blood of piglets under conditions of nitrate-nitrite load. The research was carried out on 60-day-old piglets of the large white breed. For the experiment, 10 clinically healthy piglets were selected, from which 2 groups of five animals were formed. Piglets of the control group were fed sodium nitrate at a dose of 0.3 g NO<sub>3</sub>/kg body weight for three months. Piglets of the research group were also fed sodium nitrate at a dose of 0.3 g NO<sub>3</sub>/kg of body weight, together with Metisevit at a dose of 0.36 g/kg of feed for three months. The “Metisevit” feed additive was developed at the Department of Pharmacology and Toxicology of the Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnology Lviv, which contains vitamin E, selenium, and methiphen (methionine, phenarone, zeolite). Under the conditions of feeding piglets with sodium nitrate feed at a dose of 0.3 g of NO<sub>3</sub>/kg, a decrease in the activity of enzymes of the antioxidant defense system was established: superoxide dismutase by 14.8 %, catalase by 20%, glutathione peroxidase by 15.1 %. Metisevit in piglets increased the activity of the enzyme link of the antioxidant protection system, preventing the development of oxidative stress that occurs in nitrate-nitrite toxicosis. During our experiments, it was found that the introduction of Metisevit into the diet of piglets with excessive consumption of nitrates prevented the development of chronic nitrate-nitrite toxicosis. It was established that Metisevit increases the activity of enzymes – superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase. These enzymes reduce the high level of lipid peroxidation products in the body of piglets under conditions of nitrate-nitrite load.

**Key words:** piglets, feed, nitrates, nitrites, antioxidants, enzymes, Metisevit.

### Introduction

Pig farming in Ukraine plays a crucial role in the production of most products of animal origin. The promising development of this industry depends on the effective reproduction of the pig population (Povod et al., 2022, 2023; Mykhalko et al., 2023; Khalak et al., 2023).

Modern methods of intensive breeding of pigs in various farms, using highly productive breeds and industrial technologies of maintenance, are significantly different from traditional approaches. However, it is essential to

note that processes such as early weaning of piglets from sows, transportation of animals, and other aspects are significant stressors that can cause disturbances in the protective reactions of the piglets' body (Kramarenko et al., 2019; Martyshuk et al., 2019, 2020, 2021, 2023).

This can cause an imbalance between the activity of the antioxidant system and the intensity of lipid oxidation, causing stress, growth retardation, increased disease susceptibility, and mortality in pigs. It can also affect the reproductive capacity and quality of meat products (Vyslotska et al., 2021; Khalak & Gutyj, 2023).

It is also important to note that the problem of environmental pollution with nitrates and their negative impact on the body of pigs is becoming very relevant in research into the mechanisms of their toxic action. This is of great importance both theoretically and practically (Leskiv et al., 2022; Gutyj et al., 2023).

When nitrates enter the body of animals, they first irritate the intestinal mucosa, which can later lead to inflammation. These substances contribute to the reproduction of pathogenic microflora, which secretes poisonous substances that contribute to autotoxicity, that is, poisoning of the body itself. Nitrates strongly influence the development of cancerous tumors in the digestive tract, as research results show.

After absorption, nitrates enter the blood, disrupting its ion balance, and spread to tissues and organs. The largest nitrate was found in the liver and kidneys, and the smallest – in the muscles. In the blood, nitrates and nitrites cause the main toxic effect; in particular, they contribute to forming methemoglobin (Douglas & Lee, 1970; Aslani & Vojdani, 2007; Gutyj et al., 2017).

The formation of methemoglobin is a process that takes place with the participation of nitrite ions in a free radical process. The toxic metabolites formed contribute to the destruction and decomposition of erythrocyte membranes, leading to the release of hemoglobin. This process leads to increased oxidation of hemoglobin to methemoglobin, which, in turn, causes tissue oxygen starvation or hypoxia (Saito et al., 1996; Leskiv et al., 2020).

Therefore, the study of the antioxidant system in pigs during nitrite intoxication is highly relevant, which will allow the development of an effective scheme of treatment and prevention of nitrate-nitrite toxicosis in pigs, taking into account the antioxidant system.

### Aim of the research

The work aimed to investigate the effect of the feed additive “Metisevit” on the enzyme link of the system of antioxidant protection of piglets under conditions of nitrate-nitrite load.

### Materials and Methods

The research was carried out on 60-day-old piglets of the large white breed. We strictly followed the mandatory principles in zootechnical research regarding the selection and maintenance of participating animals in the appropriate groups, the technology of care, and the use and accounting of used feed. The animals' diet was balanced regarding nutrients and minerals necessary to meet their basic nutritional needs.

The research aimed to analyze the activity of the antioxidant system and the influence of the Metisevit feed additive on regulating the balance between the antioxidant protection system and the process of lipid oxidation.

For the experiment, ten clinically healthy piglets were selected, from which two groups of five animals were formed:

1 group – control (C), piglets were fed sodium nitrate at a dose of 0.3 g NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg body weight for three months;

In the 2nd group – experimental (E), the piglets were fed sodium nitrate in a dose of 0.3 g NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg of body weight together with Metisevit in an amount of 0.36 g/kg of feed for three months.

Test drugs were administered orally. The necessary amount of them weighed for the corresponding group of experimental animals was mixed with compound feed. The feed was repeated every morning for three months.

The “Metisevit” feed additive was developed at the Department of Pharmacology and Toxicology of the Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, which contains vitamin E, selenium, and methiphen (methionine, phenarone, zeolite).

Blood for biochemical studies was taken from animals – from the tail vein. The blood was stabilized with heparin. The blood serum was separated from the formed elements by centrifugation for 5–8 min at 3000 rpm.

The activity of glutathione peroxidase (K.F.1.11.1.9) was determined by the method of V. M. Moina (1986), the activity of superoxide dismutase was determined (KF 1.15.1.1.) – according to the method of E. E. Dubinina (1983), catalase activity (KT-K.F. 1.11.1.6.) – according to the method of M. A. Koroliuk et al. (1988) (Vlizlo et al., 2012).

The research results were subjected to biometrical statistical analysis using the student's probability criterion and computer technology. The degree of probability, compared to the control group's data, was – P < 0.05 –\*, P < 0.002 –\*\*.

### Results and discussion

Nitrates, when they affect animals' bodies, cause methemoglobin formation in their blood. This is a condition where the divalent iron of hemoglobin changes to trivalent iron. This transition occurs due to the interaction of the oxyform of hemoglobin with nitrite ions along a particular path. This process creates a variety of radical metabolites that are potent oxidants for biological substances and can have significant cytotoxic effects. They also enhance the processes of lipid peroxidation. During the oxidation of oxyhemoglobin, active forms of oxygen become participants in the main stages of the process, forming toxic hydrogen peroxide, which also participates in the oxidation processes of oxyhemoglobin. This leads to the development of oxidative stress.

Oxidative stress occurs when the balance between the intensity of free radical oxidation and the antioxidant defense system is disturbed. In the case of nitrate-nitrite toxicosis in piglets, the leading radical that triggers lipid peroxidation processes is the superoxide radical. Therefore, the study of superoxide dismutase, which converts this radical into less toxic hydrogen peroxide, is important. This enzyme is key in the anti-radical protection system and belongs to the direct-acting antioxidants.

During the study of chronic nitrate-nitrite toxicosis in piglets, a decrease in the activity of this enzyme was found from the 10th day of the experiment, when it was 31.10 ± 0.18 IU/min x mg of protein (Table 1). On the 30th day of the experiment, the activity of SOD decreased by 11.1 % compared to the initial values. On the 60th day

of the experiment, the lowest activity of the enzyme was found, where, accordingly, it decreased to  $28.48 \pm 0.17$  UA/min x mg of protein.

Metisevit in piglets, which were simultaneously administered sodium nitrate at a dose of  $0.3 \text{ gNO}_3^-/\text{kg}$  of

body weight, prevented the depletion of superoxide dismutase enzyme activity, as indicated by the results of studies presented in [Table 1](#).

**Table 1**

The effect of Metisevit on the activity of superoxide dismutase in the blood of piglets with chronic nitrate-nitrite toxicosis, UO/min x mg of protein ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Periods of the research	Groups	
	Control	Experimental
At the beginning	$33.42 \pm 0.12$	$33.79 \pm 0.13$
10 <sup>th</sup> day	$31.10 \pm 0.18$	$32.45 \pm 0.10$
30 <sup>th</sup> day	$29.72 \pm 0.15$	$32.86 \pm 0.12^{**}$
60 <sup>th</sup> day	$28.48 \pm 0.17$	$32.93 \pm 0.12^{**}$
90 <sup>th</sup> day	$30.05 \pm 0.16$	$33.54 \pm 0.09^{**}$

When Metisevit was fed to experimental piglets together with sodium nitrate, the activity of superoxide dismutase on the 10th day of the experiment was  $32.45 \pm 0.10$  U/min x mg of protein, respectively. On the 30th day of the experiment, the activity of this enzyme in the experimental group increased by 10.6 %. On the 60th day of the experiment, even more, significant changes in the activity of this enzyme were found; in the experimental group, it was  $32.93 \pm 0.12$  IU/min x mg of protein, and in the control group of animals, this activity was  $28.48 \pm 0.17$  IU/min x mg of protein.

Therefore, the use of Metisevit led to an increase in superoxide dismutase activity in the blood of piglets exposed to nitrate and nitrite loading. This may be due to the direct participation of this drug in neutralizing free radicals and lipid oxidation products.

It is important to note that the balance between superoxide dismutase (SOD) and catalase is crucial for the functioning of the enzyme system of the body's antioxidant protection since catalase performs a catalytic role in the decomposition of hydrogen peroxide, turning it into water and oxygen.

Catalase activity in the blood of piglets during the development of chronic nitrate-nitrite toxicosis is presented in [Table 2](#). As this table shows, on the 10th day of the experiment, catalase activity slightly decreased compared to the initial values. On the 30th day of the experiment, the activity of this enzyme decreased by 14.4 %, and on the 60th day of the experiment, respectively, by 20 % from the initial values taken at the beginning of the study.

**Table 2**

The effect of Metisevit on the activity of catalase in the blood of piglets with chronic nitrate-nitrite toxicosis, nmol/min x mg of protein ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Periods of the research	Groups	
	Control	Experimental
At the beginning	$1.25 \pm 0.05$	$1.24 \pm 0.06$
10 <sup>th</sup> day	$1.15 \pm 0.04$	$1.26 \pm 0.07^*$
30 <sup>th</sup> day	$1.07 \pm 0.06$	$1.24 \pm 0.04^{**}$
60 <sup>th</sup> day	$1.00 \pm 0.10$	$1.22 \pm 0.03^{**}$
90 <sup>th</sup> day	$1.05 \pm 0.07$	$1.25 \pm 0.06^*$

When studying the activity of catalase in the blood of the experimental group of piglets, it was established that feeding Metisevit contributed to a probable increase in this enzyme's activity, starting from the 10th day of the experiment. In the indicated period of the experiment, an increase in catalase activity by 9.6 % compared to the indicators of the control group was established. On the 30th day of the experiment, catalase activity fluctuated within  $1.24 \pm 0.04$  nmol/min x mg of protein, while in control –  $1.07 \pm 0.06$  nmol/min x mg of protein. A more likely increase in enzyme activity was established on the 60th day of the experiment, where it increased by 22 %, following the control group.

The increased catalase activity in the blood of the research group's piglets indicates a high activity of oxida-

tion and reduction processes in piglets fed the antioxidant drug Metisevit.

Another critical component of the antioxidant system is the glutathione system, which has both enzymatic and non-enzymatic components. An essential enzyme in this system is glutathione peroxidase, which protects the animal body against oxidative damage. This enzyme actively catalyzes the reduction of lipid peroxides and the conversion of hydrogen peroxide into water. The activity level of this enzyme in the blood of animals is an essential indicator of the state of the body's glutathione system of antioxidant protection.

During the development of chronic nitrate-nitrite toxicosis, a decrease in glutathione peroxidase activity is observed in the blood of piglets ([Table 3](#)). At the beginning of the experiment, the activity of glutathione peroxi-

dase in the blood of piglets in the control and experimental groups was within  $35.52 \pm 0.13 - 35.54 \pm 0.10$  nmol/min x mg of protein. On the 10th day of the experiment, the activity of this enzyme in the blood of the control group of animals decreased by 6.7 %, on the 30th day of the experiment, respectively, by 11.2 % compared to the initial values. On the 60th day of the experiment, the activity of glutathione peroxidase in the blood of animals was the lowest, amounting to  $30.16 \pm 0.10$  nmol/min x mg of protein. On the 90th day of the experiment, an increase in the activity of this enzyme was noted, which may be related to the body's ability to adapt to prolonged exposure to sodium nitrate.

Feeding the “Metisevit” drug to the experimental group's piglets increased the glutathione peroxidase activ-

ity in their blood. Thus, the enzyme's activity on the 10th day of the experiment was  $36.14 \pm 0.12$  nmol/min x mg of protein. On the 30th day of the experiment, the enzyme activity in this experimental group of animals increased by 12.3 % compared to the indicators of the control group. The highest activity of glutathione peroxidase was in the blood of the experimental group on the 30th, 60th, and 90th days of the experiment. Thus, on the 60th day of the experiment, the activity of the enzyme in the blood of the experimental group of animals was  $35.38 \pm 0.18$  nmol/min x mg of protein, and on the 90th –  $35.53 \pm 0.15$  nmol/min x mg of protein, where, compared to the control, the activity increased by 17.3 and 6.1 %, respectively.

**Table 3**

The effect of Metisevit on the activity of glutathione peroxidase in the blood of piglets with chronic nitrate-nitrite toxicosis, nmol/min x mg of protein ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Periods of the research	Groups	
	Control	Experimental
At the beginning	$35.52 \pm 0.13$	$35.54 \pm 0.10$
10 <sup>th</sup> day	$33.15 \pm 0.09$	$36.14 \pm 0.12^*$
30 <sup>th</sup> day	$31.54 \pm 0.12$	$35.42 \pm 0.17^{**}$
60 <sup>th</sup> day	$30.16 \pm 0.10$	$35.38 \pm 0.18^{**}$
90 <sup>th</sup> day	$33.48 \pm 0.19$	$35.53 \pm 0.15^*$

Therefore, using Metisevit in piglets increased the activity of the enzyme link of the antioxidant protection system, preventing the development of oxidative stress that occurs in nitrate-nitrite toxicosis.

### Conclusions

When sodium nitrate is added to the feed of piglets at a dose of 0.3 g per kilogram of weight, it suppresses the activity of enzymes that protect the body from oxidative processes. A decrease in superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase activity indicates this. On the 60th day of the experiment, the lowest indicators of the activity of these antioxidant enzymes were noted.

The use of Metisevit in piglets during nitrate and nitrite loading strengthened the body's antioxidant protection, which was confirmed by an increase in the activity of enzymes of the antioxidant system in the blood of these piglets.

### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### References

Aslani, M. R., & Vojdani, M. (2007). Nitrate intoxication due to ingestion of pig weed red-root (*Amaranthus retroflexus*) in cattle. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 8, 377–380. DOI: 10.22099/IJVR.2007.33.

Douglas, H., & Lee, K. (1970). Nitrates, nitrites, and methemoglobinemia. *Environmental Research*, 3(5–6), 484–511. DOI: 10.1016/0013-9351(70)90042-3.

Gutyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., &

Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on biochemical and morphological indicators of blood of piglets under nitrate loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 427–432. DOI: 10.15421/021766.

Gutyj, B., Martyshuk, T., Khalak, V., Zezekalo, M., Omelchenko, O., Todoriuk, V., Khymynets, P., Vyslotska, L., Vus, U., & Prysiashniuk, V. (2023). The influence of feed additive “Sylimevit” on indicators of the immune system of piglets at weaning. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(110), 104–109. DOI: 10.32718/nlvvet11017.

Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2023). Activity of blood serum enzymes and their relationship with feeding and meat qualities in young pigs of different intrageneric differentiation according to the “formation intensity” index. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(1), 78–83. DOI: 10.32718/ujvas6-1.13.

Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2023). Productive qualities of young pigs of the Large White breed of diverse genealogical lines and interbreed differentiation according to some integrated indicators. *The Animal Biology*, 25(1), 27–31. DOI: 10.15407/animbiol25.01.027.

Khalak, V. I., Hutyi, B. V., & Bordun, O. M. (2022). Ekspluatatsiina tsinnist, vidtvoriuvalni yakosti ta riven adaptatsii svynomatok velykoi biloi porody zarubizhnoho pokhodzhennia. *Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Tvarynyystvo»*, 4(51), 42–48. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.4.6 (in Ukrainian).

Khalak, V., & Gutyj, B. (2023). The level of discreteness of the signs of the own productivity of repair pigs and the reproductive qualities of sows of different breeding value: criteria for the selection of highly produc-

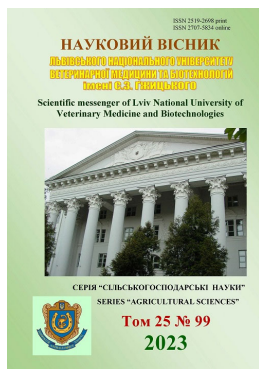


- tive animals according to the BLUP index. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 53–59. DOI: 10.32718/nvlvet-a9809.
- Khalak, V., Gutyj, B., Voloshchuk, V., Guta, Z., Verbelchuk, T., & Ilchenko, M. (2023). Components of physicochemical properties and chemical composition of muscle tissue of young pigs of different growth intensities, the level of their phenotypic consolidation, and correlation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(110), 54–61. DOI: 10.32718/nvlvet11009.
- Khalak, V., Voloshchuk, V., Gutyj, B., Zasucha, L., Onyshchenko, A., Ilchenko, M., Ofilenko, N., Pokhyl, V., Pundyk, V., Bezalychna, O., & Stadnytska, O. (2023) Young pig fattening and meat quality due to varying formation intensities in early ontogenesis and two genotypes of the melanocortin receptor 4 (Mc4r) gene. *Veterinarska Stanica*, 54(6), 613–624. DOI: 10.46419/vs.54.6.10.
- Kramarenko, S. S., Lugovoy, S. I., Kharzinova, V. R., Lykhach, V. Y., Kramarenko, A. S., & Lykhach, A. V. (2018). Genetic diversity of Ukrainian local pig breeds based on microsatellite markers. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(2), 177–182. DOI: 10.15421/021826.
- Kramarenko, S., Lugovoy, S., Lykhach, A., Kramarenko, A., Lykhach, V., & Slobodanyk, A. (2019). Effect of genetic and non-genetic factors on the reproduction traits in Ukrainian Meat sows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(90), 3–8. DOI: 10.32718/nvlvet-a9001.
- Leskiv, K. Y., Gutyj, B. V., Gufriy, D. F., Khalak, V. I., & Demchuk, O. G. (2020). Antioxidant status of piglets under nitrate-nitrite load and the action of corrective factors. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(2), 53–59. DOI: 10.32718/ujvas3-2.09.
- Leskiv, K., Gutyj, B., Hunchak, V., Khariv, I., Vasiv, R., Romanovych, M., Prysiazhniuk, V., Pavliv, O., & Adamiv, S. (2022). The effect of antioxidants on biochemical and morphological indicators of the piglet's blood. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(108), 95–100. DOI: 10.32718/nvlvet10814.
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmevit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., & Vishchur, O. I. (2019). Morphological and biochemical indices of piglets' blood by the action of feed additive “Butaselmevit-plus”. *The Animal biology*, 21(4), 65–70. DOI: 10.15407/animbio121.04.065.
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Vishchur, O. I., & Todoriuk, V. B. (2019). Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive “Butaselmevit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(2), 27–30. DOI: 10.32718/ujvas2-2.06.
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Zhelavskiy, M. M., Midyk, S. V., Fedorchenko, A. M., Todoriuk, V. B., Nahirniak, T. B., Kisera, Ya. V., Sus, H. V., Chemerys, V. A., Lev-kivska, N. D., & Iglitskej, I. I. (2020). Effect of Bu-taselmavit-Plus on the immune system of piglets during and after weaning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 347–352. DOI: 10.15421/2020\_106.
- Martyshuk, T., Gutyj, B., Sobolieva, S., Khalak, V., Vozna, O., & Todoriuk, V. (2023). The effectiveness of the use of the feed additive “Butaselmevit-plus” as part of compound feed for young pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 92–98. DOI: 10.32718/nvlvet-a9816.
- Mykhalko, O., Povod, M., Gutyj, B., Lumedze, I., Iovenko, A., & Bondar, A. (2023). Influence of ventilation system type on microclimate parameters in farrowing room and reproductive qualities of pigs. *Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”*, 23(1), 425–436. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23\\_1/Art48.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art48.pdf).
- Mykhalko, O., Povod, M., Gutyj, B., Trybrat, R., Kalynychenko, H., Gill, M., Kravchenko, O., & Karatieieva, O. (2023). Effect of pre-slaughter weight on carcass quality in pigs of irish origin. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXVI(1), 448–458.
- Povod, M. G., Mykhalko, O. G., Izhboldina O. O., Gutyj, B. V., Verbelchuk, T. V., Borshchenko, V. V., & Koberniuk, V. V. (2023). The influence of piglet weight placed for rearing on their productive quality and efficiency of rearing. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(2), 37–43. DOI: 10.32718/ujvas6-2.07.
- Povod, M. H., Opara, V. O., Mykhalko, O. H., Hutyi, B. V., Chalyi, O. I., Verbelchuk, T. V., Verbelchuk, S. P., & Koberniuk, V. V. (2022). Efektyvnist vykorystannia vysokobilkovoho soniashnykovoho kontsentratu pry doroshchuvanni svynei v umovakh promyslovoho kompleksu. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia “Tvarynnytstvo”*, 4(51), 33–41. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.4.5 (in Ukrainian).
- Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Gutyj, B., Borshchenko, V., & Koberniuk, V. (2023). Productivity of sows, growth of piglets and fattening qualities of pigs at different durations of the suckling period. *Scientific Papers. Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development”*, 23(1), 649–658. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23\\_1/Art68.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art68.pdf).
- Saito, T., Takeichi, S., Yukawa, N., & Osawa, M. (1996). Fatal methemoglobinemia caused by liniment solutions containing so-dium nitrite. *Journal of Forensic Sciences*, 41(1), 169–171. DOI: 10.1520/JFS13919J.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biologii, tvarynnytstvi ta veterynarnii medytsyni: dovidnyk [Laboratory methods of research in biology, livestock and veterinary medicine: directory]. Lviv, Spolom (in Ukrainian).
- Vyslotska, L. V., Gutyj, B. V., Kozenko, O. V., Khalak, V. I., Chornyj, M. V., Martyshuk, T. V., Krempa, N. Yu., Vozna, O. Ye., & Todoriuk, V. B. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets

under the action of feed additive “Sylymevit”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 23(104), 10–17. DOI: 10.32718/nvlvet10402.

Vyslotska, L., Gutyj, B., Khalak, V., Martyshuk, T., Todoruk, V., Stadnytska, O., Magrelo, N., Sus, H.,

Vysotskyi, A., Vus, U., & Magrelo, V. (2021). The level of products of lipid peroxidation in the blood of piglets at the action feed additive “Sylymevit”. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 23(95), 154–159. DOI: 10.32718/nvlvet-a9523.



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-a9930  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 619:615.9:546.48:636.2

## System of antioxidant protection of young cattle under cadmium load

L. Z. Smychok<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>1</sup>✉, R. M. Sachuk<sup>2</sup>, V. I. Khalak<sup>3</sup>, M. M. Ilchyshyn<sup>5</sup>, U. M. Vus<sup>1</sup>,  
O. I. Stadnytska<sup>4</sup>, V. B. Todoriuk<sup>5,6</sup>, T. V. Martyshuk<sup>1</sup>, A. G. Sobolta<sup>1</sup>, A. O. Vysotskyi<sup>1</sup>, V. R. Magrelo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Rivne State University for the Humanities, Rivne, Ukraine

<sup>3</sup>State Institution Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine

<sup>4</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS of Ukraine, v. Obroshino, Lviv region, Ukraine

<sup>5</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>6</sup>Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 20.09.2023

Received in revised form

23.10.2023

Accepted 24.10.2023

**Smychok, L. Z., Gutyj, B. V., Sachuk, R. M., Khalak, V. I., Ilchyshyn, M. M., Vus, U. M., Stadnytska, O. I., Todoriuk, V. B., Martyshuk, T. V., Sobolta, A. G., Vysotskyi, A. O., & Magrelo, V. R. (2023). System of antioxidant protection of young cattle under cadmium load. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 182–189. doi: 10.32718/nvlvet-a9930**

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

Rivne State University of the Humanities,  
Plastova Str., 29-a, Rivne, 33028,  
Ukraine.

State Institution Institute of grain  
crops of NAAS, V. Vernadsky Str., 14,  
Dnipro, 49027, Ukraine.

Institute of Agriculture of the Carpa-  
thian region of the National Academy  
of Agrarian Sciences of Ukraine  
Grushevskogo Str. 5, Obroshino,  
Pustomyovsky District,  
Lviv Region, 81115, Ukraine

National University of Life  
and Environmental Sciences of  
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,  
Kyiv, 03041, Ukraine.

Vinnitsia National Agrarian  
University, Sontachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.

It is known that free radical oxidation of lipids is an essential stage in the influence of heavy metals on the animal body. That is why the work aimed to investigate the indicators of the antioxidant system in young cattle under conditions of cadmium loading. For research, 15 clinically healthy six-month-old bulls of the black and spotted breed were selected, from which 3 groups of five animals were formed. The animals in the control group were on a regular diet. The animals of the experimental groups with compound feed were fed cadmium chloride in doses of 0.03 and 0.05 mg/kg of body weight. Feeding young cattle with cadmium chloride feed caused a decrease in the activity of the enzyme system of antioxidant protection of their body. These changes are confirmed by a decrease in their blood activity of superoxide dismutase by 31 %, catalase by 13.4 %, glutathione peroxidase by 23.2 %, glutathione reductase by 22.2 %, and glucose-6-phosphate dehydrogenase by 32.4 %, respectively. A decrease in the level of indicators of the non-enzymatic link of the system of antioxidant protection of the body of young cattle under cadmium load was also established, where, accordingly, a decrease in the content of reduced glutathione was established – by 10.4 %, selenium – by 14.8 %, vitamin A – by 31.3%, of vitamin E – by 30.8% in their blood compared to the control. It is worth noting that on the sixteenth and twenty-fourth days of the experiment, the lowest value of the enzymatic and non-enzymatic links of the antioxidant protection systems of young cattle under conditions of cadmium loading was observed. In the future, a practical scheme for preventing cadmium toxicosis in young cattle by studying indicators of the antioxidant system is planned.

**Key words:** bulls, antioxidant system, cadmium, load, vitamins, selenium.

## Introduction

Protection of the environment from man-made pollution is one of the most important tasks of our time. Harmful emissions and waste from industrial enterprises, transport, etc., into the environment today have reached a significant scale, and in large industrial centers, the per-

missible sanitary standards are significantly exceeded; the problem of environmental pollution with heavy metals, the lion's share of which is cadmium, is particularly acute (Liao et al., 2011; Bahgaat et al., 2020; Bashchenko et al., 2020; Palamarchuk et al., 2022).

Cadmium is the second element in group II of the periodic system of chemical elements. It was first discovered in

zinc carbonate in 1817 by Stromer. Its atomic mass is 112.40. This element is widespread in the earth's crust, making up from 2 to 10 % of its mass. Cadmium most often accumulates in polymetallic ores. It is rarely found as an independent mineral – greenockite (CdS); even more rarely is cadmium carbonate, known as otavite (CdCO<sub>3</sub>). The average metal content in non-volcanic soil varies from 0.01 to 1 mg/kg; in conditions of volcanic activity, this indicator can reach up to 4.5 mg/kg. However, the background concentration of this element usually does not exceed 0.5 mg/kg; a higher level indicates anthropogenic influence (Fregoneze et al., 1997; Zabarna & Jacenko, 2019; Lavryshyn & Gutyj, 2019; Slobodian et al., 2022).

Cadmium, entering the body through various routes, can be localized in the brain and bone marrow, lungs, heart, liver, kidneys, and spleen. Interaction with thiol groups of apoenzymes allows it to change the activity of antioxidant, microsomal, and other enzymatic systems, influencing the exchange of macro- and microelements, which can have a carcinogenic effect (Kalman et al., 2010; Fahmy et al., 2016; Gutyj et al., 2018, 2019, 2020, 2022, 2023).

Although there is a significant number of works in the literature devoted to the study of the mechanisms of adverse effects of cadmium on the body of animals and humans, the issue of functional changes and the state of the antioxidant system in the cells of various organs and tissues under the influence of cadmium for an extended period in young cattle is relevant (Lavryshyn et al., 2019, 2020; Ostapyuk & Gutyj, 2020).

While the activation of free radical processes is a universal mechanism in the development of cadmium toxicosis, cell damage by radical metabolites occurs due to their ability to initiate lipid peroxidation, interaction with biomacromolecules, and generation of reactive oxygen species (ROS), which are highly toxic and can initiate new chains of free radical reactions. The level of damage is determined by the intensity of their formation and the rate of neutralization by the antioxidant system. Therefore, our work aimed to develop a practical scheme for the prevention of cadmium toxicosis for young cattle. These studies were crucial in such a context (Ostapyuk & Gutyj, 2019; Ostapyuk et al., 2021).

The patterns of changes in the antioxidant status of young cattle under cadmium intoxication have not yet been sufficiently covered in the literature. Studying these processes will allow us to reveal hitherto unknown features of metabolic processes in young animals under the conditions of development of chronic cadmium toxicosis. Conducting research in this aspect is relevant.

### Aim of the research

The work aimed to study the state of the antioxidant protection system of young cattle under cadmium load.

To achieve the set goal in experiments on young cattle under cadmium load, the following tasks had to be solved:

- to study the effect of cadmium on the activity of the enzyme link of the antioxidant system of the body of young cattle;
- to study the influence of cadmium on the level of the non-enzymatic link of the antioxidant system of young cattle.

### Materials and Methods

The studies aimed to study the activity of the system of antioxidant protection of the body of bulls under conditions of cadmium load. When conducting the research, the rules mandatory for performing zootechnical experiments regarding the selection and maintenance of analogous animals in groups, harvesting technology, use, and accounting of consumed feed were followed. The animals' diet was balanced regarding nutrients and minerals, ensuring their need for essential nutrients.

For the experiments, 15 clinically healthy six-month-old bulls of the black-spotted breed were selected, from which three groups were formed, five animals in each:

1st group – control (C), steers were on a regular diet;

2nd group – experimental 1 (R1), steers were fed with compound feed containing cadmium chloride at a dose of 0.03 mg/kg of body weight;

In the 3rd group (experimental 2 (R2), steers were fed with cadmium chloride compound feed at 0.05 mg/kg of body weight. Blood for biochemical studies was taken from animals – from the jugular vein. Blood was stabilized with heparin. Blood serum was separated from the shaped elements by centrifugation for 5–8 min at 3000 rpm.

The activity of glutathione peroxidase (GP) (K.F.1.11.1.9.) and glutathione reductase (GR) (K.F.1.6.4.2.) was studied in blood serum – according to the method of V. V. Lemeshko et al. (1985); catalase activity (K.F. 1.11.1.6) – according to the method of M. A. Korolyuk (1988), the activity of superoxide dismutase – according to the method of E. E. Dybinina (Vlizlo et al., 2012).

High-performance liquid chromatography determined Vitamins A and E in blood plasma; reduced glutathione content was determined according to O. V. Travina's method (1955). Selenium content was determined according to the method of I. I. Nazarenko et al. (1982) (Vlizlo et al., 2012).

All experimental interventions were carried out in compliance with the requirements of the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Scientific Purposes" (Strasbourg, 1985) and the resolutions of the First National Congress on Bioethics (Kyiv, 2001).

The research results were analyzed using the Statistica 7.0 software package. Students' t-tests assessed the probability of differences. The results of average values were considered statistically significant at \* –  $P < 0.05$ , \*\* –  $P < 0.01$ , \*\*\* –  $P < 0.001$  (ANOVA).

### Results and discussion

The enzyme superoxide dismutase regulates the initial stages of free radical oxidation, contributing to the neutralization of superoxide radicals and reducing the toxic effect of reactive oxygen species. Table 1 shows the superoxide dismutase activity in the blood of bulls treated with cadmium chloride in doses of 0.03 and 0.05 mg per kilogram of animal body weight.



**Table 1**

The activity of superoxide dismutase in the blood of young cattle under cadmium stress ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Superoxide dismutase (m.units/mg protein)		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	0.58 ± 0.012	0.59 ± 0.012	0.61 ± 0.011
The first day	0.59 ± 0.010	0.64 ± 0.013*	0.68 ± 0.012**
The eighth day	0.62 ± 0.013	0.56 ± 0.011**	0.52 ± 0.013**
The sixteenth day	0.61 ± 0.012	0.48 ± 0.010**	0.44 ± 0.011**
Twenty-fourth day	0.60 ± 0.011	0.47 ± 0.012**	0.40 ± 0.012**
Thirtieth day	0.61 ± 0.010	0.50 ± 0.013**	0.46 ± 0.015**

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

The activity of this enzyme at the beginning of the experiment in the blood of all experimental animals was within the range of  $0.59 \pm 0.012 - 0.61 \pm 0.011$  um. units/mg of protein. After introducing the specified toxic compound, the activity of superoxide dismutase in the blood of both groups of animals on the first day of the experiment increased by 8.5 % and 11.5 % compared to the control group. Subsequently, a gradual decrease in the activity of this enzyme was detected. On the eighth day of the experiment, the values were  $0.56 \pm 0.011$  and  $0.52 \pm 0.013$  mcg/mg of protein, respectively. On the twenty-fourth day, superoxide dismutase activity was the lowest, decreasing by 21.7 % and 31 %, respectively, compared to the control group of animals. On the thirtieth day, the enzyme activity increased slightly but remained low.

It is important to note that the activity of superoxide dismutase is closely related to the work of catalase, which protects the body from highly toxic oxygen radicals. It should be noted that a sudden and significant increase in SOD activity without a corresponding increase in catalase activity can independently cause cytotoxic consequences. Catalase decomposes hydrogen peroxide to form water

and oxygen. Table 2 shows changes in catalase activity in steers after the development of chronic cadmium toxicosis.

After determining the activity of catalase in the blood of bulls, it was found that under the influence of cadmium chloride at a dose of 0.03 mg/kg of animal body weight, a decrease in the activity of this enzyme was observed compared to the initial data. For example, on the first day, the decrease was 1.4 %; on the eighth day, it was 4.1 %; and on the sixteenth day, it was 9.7 %. The minimum activity of the enzyme was reached on the twenty-fourth day of the study when, in the first experimental group, this value was  $5.93 \pm 0.12$  units. Later, catalase activity gradually increased to initial values and, on the thirtieth day of the study was  $6.01 \pm 0.12$  units.

After feeding cadmium chloride at a dose of 0.05 mg/kg body weight of animals, the same changes as in the first group were found. Still, catalase activity significantly decreased, reaching  $5.63 \pm 0.12$  units on the twenty-fourth day of the study. Compared to the initial level, catalase activity was 2, 5.1, 12.6, and 8.3 % lower on the 1st, 8th, 16th, and 30th days after cadmium administration.

**Table 2**

Catalase activity in blood serum of young cattle under cadmium stress ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Catalase (units)		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	6.48 ± 0.13	6.51 ± 0.10	6.52 ± 0.13
The first day	6.56 ± 0.12	6.47 ± 0.12	6.43 ± 0.12
The eighth day	6.53 ± 0.14	6.26 ± 0.15	6.20 ± 0.16
The sixteenth day	6.57 ± 0.12	5.93 ± 0.12*	5.74 ± 0.13*
Twenty-fourth day	6.50 ± 0.15	5.84 ± 0.13*	5.63 ± 0.12**
Thirtieth day	6.51 ± 0.15	6.01 ± 0.12*	5.97 ± 0.13*

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

After conducting research, it was established that before feeding cadmium chloride, the activity of glutathione reductase and glutathione peroxidase in the blood of experimental animals was within the physiological norm. After using cadmium chloride in doses of 0.03 and 0.05 mg/kg of the animal's body weight, the activity of glutathione peroxidase on the first day of the experiment increased by 4.4 and 5.5 %, respectively (Table 3). During the further experiment, the activity of this enzyme gradually decreased. On the eighth day of the study, it was  $32.5 \pm 1.15$  nmol NADPH/min per 1 mg of protein in

group R1 and  $31.2 \pm 1.14$  nmol NADPH/min per 1 mg in group R2, respectively.

The lowest activity of glutathione peroxidase in the blood serum of experimental animals was observed on the sixteenth and twenty-fourth day of the experiment. In particular, in the group of animals injected with cadmium chloride at a dose of 0.03 mg/kg of body weight, enzyme activity decreased by 15.7 % and 21 %, respectively, during these periods. In the animals injected with cadmium chloride at 0.05 mg/kg of body weight, enzyme activity decreased by 19.8 % and 23.2 %, respectively.

**Table 3**

The activity of glutathione peroxidase in blood serum of young cattle under cadmium load ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Glutathione peroxidase (nmol of NADPH/min per 1 mg of protein)		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	36.1 ± 1.25	36.3 ± 1.26	36.2 ± 1.27
The first day	36.2 ± 1.19	37.8 ± 1.22	38.2 ± 1.25
The eighth day	36.4 ± 1.19	32.5 ± 1.15*	31.2 ± 1.14*
The sixteenth day	36.3 ± 1.24	30.6 ± 1.14*	29.1 ± 1.18*
Twenty-fourth day	36.2 ± 1.20	28.6 ± 1.21*	27.8 ± 1.26*
Thirtieth day	36.4 ± 1.22	32.2 ± 1.18*	31.6 ± 1.21*

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

On the thirtieth day of the experiment, a specific increase in the activity of glutathione peroxidase is observed, but compared to the control group, it remains at a low level.

The activity of glutathione reductase in the blood serum of young cattle under conditions of cadmium loading is shown in Table 4. This enzyme reduces fatty peroxides and converts hydrogen peroxide into water, which is essential for protecting the body from oxidative damage and further development of oxidative stress.

At the beginning of the experiment, glutathione reductase activity was within physiological values. After introducing cadmium chloride to the animals, enzyme activity was observed on the first day in both the first and second experimental groups by 6.7 % and 8.6 %, respectively. However, on the eighth day of the experiment, the activity of the enzyme began to decrease, reaching values of  $1.39 \pm 0.059$  nmol NADPH/min per 1 mg of protein for the second group and  $1.32 \pm 0.048$  nmol NADPH/min per 1 mg of protein for the second group, respectively, on the sixteenth day.

**Table 4**

Glutathione reductase activity in blood serum of young cattle under cadmium stress ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Glutathione reductase (nmol of NADPH/min per 1 mg of protein)		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	1.61 ± 0.037	1.63 ± 0.035	1.60 ± 0.039
The first day	1.63 ± 0.042	1.74 ± 0.045*	1.77 ± 0.032*
The eighth day	1.61 ± 0.041	1.54 ± 0.055	1.51 ± 0.044
The sixteenth day	1.60 ± 0.039	1.39 ± 0.059*	1.32 ± 0.048*
Twenty-fourth day	1.62 ± 0.038	1.32 ± 0.035**	1.26 ± 0.035**
Thirtieth day	1.63 ± 0.031	1.38 ± 0.038*	1.33 ± 0.037**

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

On the twenty-fourth day of the experiment, the activity of this enzyme continued to decrease: in animals given cadmium chloride at a dose of 0.03 mg/kg of body weight, it was  $1.32 \pm 0.035$  nmol NADPH/min per 1 mg of protein, and in animals that received cadmium chloride at a dose of 0.05 mg/kg of body weight, the activity of the enzyme was  $1.26 \pm 0.035$  nmol NADPH/min per 1 mg of protein. This means a decrease of 18.5 % and 22.2 %, respectively, compared to the indicators of the control group of animals. On the thirtieth day of the experiment, a slight increase in the activity of glutathione reductase was noted. However, compared to the control group, the enzyme activity remained low.

The activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase in the blood of experimental bulls is presented in Table 5. It follows from these data that at the beginning of the study, the activity of this enzyme in animals was within physiological values.

After the introduction of cadmium chloride at a dose of 0.03 mg/kg of body weight in the blood of experimental animals, the activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase on the first day of the experiment increased to  $0.78 \pm 0.027$  nmol of NADPH/min per 1 mg of protein.

During the entire experiment, a decrease in the activity of this enzyme was observed: on the eighth day, it was 13.7 %, and on the sixteenth day, it was 18 %. From the twenty-fourth day, the activity of the enzyme began to increase slowly, and on the thirtieth day of the experiment, it was  $0.62 \pm 0.024$  nmol of NADPH/min per 1 mg of protein.

After administration of cadmium chloride through feed at a dose of 0.05 mg/kg of body weight in the animals of the second research group, enzyme activity on the first day of the experiment increased by 15.7 % compared to the control. On the eighth day of the experiment, the activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase decreased by 20.5 %. The enzyme activity was the lowest on the sixteenth day compared to the control and the first experimental groups. It amounted to  $0.50 \pm 0.025$  nmol of NADPH/min per 1 mg of protein, respectively. Starting from the experiment's twenty-fourth day, the enzyme's activity began to increase.

**Table 5**

Glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in blood serum of young cattle under cadmium stress ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Glucose-6-phosphate dehydrogenase (nmol NADPH/min per 1 mg of protein)		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	0.72 ± 0.023	0.70 ± 0.020	0.73 ± 0.024
The first day	0.70 ± 0.028	0.78 ± 0.027	0.81 ± 0.026*
The eighth day	0.73 ± 0.027	0.63 ± 0.024*	0.58 ± 0.026*
The sixteenth day	0.74 ± 0.022	0.56 ± 0.021**	0.50 ± 0.025**
Twenty-fourth day	0.71 ± 0.020	0.59 ± 0.023**	0.51 ± 0.021**
Thirtieth day	0.73 ± 0.024	0.62 ± 0.024	0.59 ± 0.023*

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

Therefore, the development of chronic cadmium toxicosis in young cattle is accompanied by a decrease in the activity of enzymes in the glutathione system of antioxidant protection.

One of the essential antioxidants in the glutathione system, glutathione, performs important functions in the animal body, including protection against free radicals, membrane support, participation in the metabolism of xenobiotics, and influence on enzyme activity. Glutathione plays a direct role as an antioxidant. After reduction, glutathione becomes an electron donor to eliminate reactive oxygen species.

The level of reduced glutathione in the blood of bulls under chronic cadmium toxicosis is shown in Table 6. At the beginning of the experiment, the level of reduced glutathione in animals given cadmium chloride at a dose of 0.03 mg/kg of body weight was  $34.21 \pm 0.57$  mg%, 6.5 % more than in the control group of animals. On the eighth day of the experiment, this indicator began to decrease by 2.4 % compared to the control. On the sixteenth day, the level of reduced glutathione continued to decrease and amounted to  $30.19 \pm 0.55$  mg%. On the twenty-fourth day of the experiment, this indicator was lower

by 9.9 % compared to the control group of animals. On the thirtieth day of the experiment, an increase in the level of reduced glutathione was noted in the first experimental group of animals.

After introducing cadmium chloride at a dose of 0.05 mg/kg of body weight, the level of reduced glutathione was observed at the beginning of the experiment in the second experimental group. But starting from the experiment's eighth day, this indicator's decrease was recorded to  $29.85 \pm 0.66$  mg% on the sixteenth day. On the twenty-fourth day, the level of reduced glutathione fluctuated within the same limits as in the previous case. On the thirtieth day of the experiment, the glutathione level began to increase, but compared to the control group of animals, it was lower by 6.3 %.

The increase in the level of reduced glutathione on the first day of the experiment is probably caused by the arrival of toxic elements that provoked the reactions of the formation of free radicals and activated the lipid oxidation processes. The depletion of the glutathione system can explain a further decrease in the level of reduced glutathione due to the formation of a significant amount of free radicals and lipid oxidation products.

**Table 6**

The level of reduced glutathione in the blood of young cattle under cadmium load ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Reduced glutathione (mg%)		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	31.78 ± 0.52	32.05 ± 0.50	31.92 ± 0.52
The first day	32.12 ± 0.51	34.21 ± 0.57*	34.28 ± 0.60*
The eighth day	31.92 ± 0.49	31.16 ± 0.60	30.94 ± 0.62
The sixteenth day	32.10 ± 0.47	30.19 ± 0.55*	29.85 ± 0.66*
Twenty-fourth day	32.88 ± 0.55	29.61 ± 0.62*	29.45 ± 0.52*
Thirtieth day	32.16 ± 0.60	30.72 ± 0.59	30.15 ± 0.62*

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

The level of formation of free radicals in animals depends on the oxygen concentration in tissues and the activity of enzymatic and non-enzymatic systems. Vitamins A and E are essential antioxidants related to non-enzymatic defense systems. The protective reaction of these compounds consists of reducing free oxygen in cells and increasing the activity of oxidation and phosphorylation processes.

The content of vitamin A in the blood of bulls during cadmium loading is shown in Table 7. At the beginning of the experiment, the vitamin A content in the blood of

bulls in all experimental groups was in the range of  $0.80 \pm 0.024$  to  $0.82 \pm 0.026$  micromoles per liter.

After introducing the specified toxin, the level of vitamin A in the blood of experimental bulls began to decrease. On the eighth day of the experiment, it fell by 11 % and 14.6 %, respectively, in the first and second experimental groups. On the sixteenth day, the content of vitamin A in the blood of the first group decreased by 16 %, and in the second group - by 19.8 %. On the experiment's twenty-fourth day, the vitamin A content in all experi-

mental groups ranged from  $0.62 \pm 0.028$  to  $0.57 \pm 0.020$  micromoles per liter.

Table 8 shows changes in vitamin E content in the blood of young cattle with chronic cadmium toxicosis. This vitamin belongs to endogenous antioxidants that protect cell membranes from the effects of free radicals.

After the development of chronic cadmium toxicosis in steers, the vitamin E content in the blood decreases throughout the experiment. The decrease in the content of this vitamin was noticeable from the eighth day of the experiment. For example, in animals that were given cadmium chloride at a dose of 0.03 mg/kg of body weight, the vitamin content was  $3.5 \pm 0.11$  micromol/l. In animals that were given cadmium chloride at a dose of 0.05 mg/kg body weight, the content was  $3.3 \pm 0.15$  micromol/l. On the sixteenth day, the vitamin E content in

the experimental groups' blood decreased by 17.5 % and 25 % compared to the control group. On the twenty-fourth day, the vitamin E content in the blood of animals of both groups was the lowest and amounted to  $3.0 \pm 0.13$  and  $2.7 \pm 0.12$  micromol/l, respectively.

Therefore, the development of chronic cadmium toxicosis in young cattle was accompanied by a decrease in vitamins A and E in their blood, which in turn leads to a disturbance in the balance between the activity of the antioxidant defense system and lipid peroxidation processes.

Selenium is a crucial element in the antioxidant defense system in animals. Its antioxidant property consists of fighting the most dangerous aggressive free radicals.

Table 9 shows the level of selenium in the blood of bulls under conditions of chronic cadmium toxicosis.

**Table 7**

The content of vitamin A in the blood of young cattle under cadmium load ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Vitamin A ( $\mu\text{mol/l}$ )		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	$0.81 \pm 0.022$	$0.80 \pm 0.024$	$0.82 \pm 0.026$
The first day	$0.83 \pm 0.024$	$0.78 \pm 0.020$	$0.77 \pm 0.015$
The eighth day	$0.82 \pm 0.023$	$0.73 \pm 0.021^*$	$0.70 \pm 0.020^*$
The sixteenth day	$0.81 \pm 0.019$	$0.68 \pm 0.018^*$	$0.65 \pm 0.017^{**}$
Twenty-fourth day	$0.83 \pm 0.022$	$0.62 \pm 0.028^{**}$	$0.57 \pm 0.020^{**}$
Thirtieth day	$0.82 \pm 0.025$	$0.67 \pm 0.023^*$	$0.62 \pm 0.019^{**}$

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

**Table 8**

The content of vitamin E in the blood of young cattle under cadmium load ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Vitamin E ( $\mu\text{mol/l}$ )		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	$4.0 \pm 0.11$	$4.1 \pm 0.10$	$4.2 \pm 0.14$
The first day	$4.1 \pm 0.13$	$3.9 \pm 0.14$	$3.8 \pm 0.17$
The eighth day	$4.2 \pm 0.12$	$3.5 \pm 0.11^*$	$3.3 \pm 0.15^{**}$
The sixteenth day	$4.0 \pm 0.12$	$3.3 \pm 0.12^*$	$3.0 \pm 0.12^{**}$
Twenty-fourth day	$3.9 \pm 0.10$	$3.0 \pm 0.13^{**}$	$2.7 \pm 0.12^{**}$
Thirtieth day	$4.0 \pm 0.12$	$3.3 \pm 0.13^*$	$3.0 \pm 0.14^*$

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

**Table 9**

Selenium content in the blood of young cattle under cadmium load ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Blood test time (days)	Selenium ( $\text{mcg/l}$ )		
	Group of animals		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	$46.4 \pm 0.85$	$47.0 \pm 0.82$	$47.4 \pm 0.74$
The first day	$47.1 \pm 0.80$	$45.4 \pm 0.81^*$	$45.1 \pm 0.91^*$
The eighth day	$47.5 \pm 0.91$	$44.2 \pm 0.85^*$	$43.1 \pm 0.92^*$
The sixteenth day	$46.8 \pm 0.79$	$43.4 \pm 0.90^*$	$42.2 \pm 0.80^*$
Twenty-fourth day	$47.2 \pm 0.80$	$41.2 \pm 0.78^{**}$	$40.2 \pm 0.92^{**}$
Thirtieth day	$47.0 \pm 0.65$	$44.4 \pm 0.87$	$42.3 \pm 0.90^{**}$

Note: the degree of probability is compared with the data of the control group –  $P < 0.05$  – \*,  $P < 0.001$  – \*\*

At the beginning of the experiment, the selenium content in the blood of both groups of steers ranged from  $46.4 \pm 0.85$  to  $47.4 \pm 0.74$   $\mu\text{g/l}$ . Starting from the experiment's first day, the selenium level gradually decreased in both groups. On the eighth day of the experiment, the selenium

content in the blood of animals from the experimental groups decreased by 6.9 % and 9.3 % compared to the control group. On the sixteenth day, a further decline in the selenium level in the blood of animals treated with cadmium chloride was observed. In animals administered



cadmium chloride at a dose of 0.03 mg/kg of body weight, the level was  $43.4 \pm 0.90 \mu\text{g/l}$ , and when a dose of 0.05 mg/kg of body weight was administered, it was  $42.2 \pm 0.80 \mu\text{g/l}$ .

On the twenty-fourth day of the experiment, it was found that the level of selenium in the blood of young cattle in the experimental groups was the lowest, where it was  $41.2 \pm 0.78$  and  $40.2 \pm 0.92 \mu\text{g/l}$ , respectively. On the thirtieth day of the experiment, the selenium level increased, but compared to the control group, it was lower by 5.5 % in the bulls of the first experimental group and by 10 % in the second.

A decrease in the selenium content in the bodies of animals under conditions of chronic cadmium toxicosis indicates the suppression of the antioxidant system in the bodies of animals.

The decrease in the protective activity of the antioxidant system in conditions of cadmium exposure is explained by the fact that cadmium contributes to the increase in the formation of free radicals and reactive oxygen species, which destroys the balance between oxidation products and antioxidants.

### Conclusions

Feeding young cattle with cadmium chloride feed caused a decrease in the level of the non-enzymatic and enzymatic system of antioxidant protection of the bulls' body. This is confirmed by a decrease in the activity of superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, glutathione reductase, and glucose-6-phosphate dehydrogenase, as well as a decrease in the content of reduced glutathione, selenium, and vitamins A and E in their blood.

On the sixteenth and twenty-fourth days of the experiment, the lowest value of the enzymatic and non-enzymatic systems of antioxidant protection of the body of young cattle under cadmium load was observed.

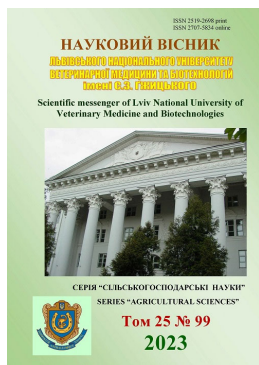
### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### References

- Bahgaat, A. K., Hassan, H. E.-S., Melegy, A. A. A., Abdel kareem, A. M., & Mohamed, M. H. (2020). Removal of  $\text{Cd}^{2+}$  from aqueous solution by zeolite synthesized from Egyptian kaolin. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(2), 12–23. DOI: 10.32718/ujvas3-2.03.
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Gutj, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapyuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., & Leskiv, Kh.Ya. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 164–168. DOI: 10.15421/2020\_276.
- Fahmy, A., Youssef, H. F., & Elzaref, A. S. (2016). Adsorption of Cadmium Ions onto Zeolite-A prepared from Egyptian Kaolin using Microwave. *Int J Sci Res*, 5, 1549–1555.
- Fregoneze, J. B., Marinho, C. A., Soares, T., Castro, L., Sarmiento, C., Cunha, M., Gonzalez, V., Oliveira, P., Nascimento, T., Luz, C.P., Santana, Jr. P., De-Oliveira, I. R., & e-Castro-e-Silva, E. (1997). Lead ( $\text{Pb}^{2+}$ ) and cadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ) inhibit the dipsogenic action of central beta-adrenergic stimulation by isoproterenol. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 30(3), 419–423. DOI: 10.1590/S0100-879X1997000300018.
- Gutj, B. V., Gufriy, D. F., Binkevych, V. Y., Vasiv, R. O., Demus, N. V., Leskiv, K. Y., Binkevych, O. M., & Pavliv, O. V. (2018). Influence of cadmium loading on glutathione system of antioxidant protection of the bullocks' bodies. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(92), 34–40. DOI: 10.32718/nvlvet9207.
- Gutj, B. V., Hariv, I. I., Guta, Z. A., Leskiv, K. Y., Todoriuk, V. B., Khymynets, P. S., & Martyshuk, T. V. (2023). The effect of cadmium on the immune status of young cattle and the effects of corrective factors. *Agrology*, 6(2), 45–48. DOI: 10.32819/021207.
- Gutj, B. V., Martyshuk, T. V., Parchenko, V. V., Kaplaushenko, A. H., Bushueva, I. V., Hariv, I. I., Bilash, Y. P., Brygadyrenko, V. V., Turko, Y. I., & Radzykhovskiy, M. L. (2022). Effect of liposomal drug based on interferon and extract from *Silybum marianum* on antioxidative status of bulls against the background of contamination of fodders by cadmium and plumbum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(4), 419–425. DOI: 10.15421/022255.
- Gutj, B. V., Ostapyuk, A. Y., Sobolev, O. I., Vishchur, V. J., Gubash, O. P., Kurtyak, B. M., Kovalskiy, Y.V., Darmohray, L.M., Hunchak, A.V., Tsisaryk, O.Y., Shcherbatyy, A.R., Farionik, T.V., Savchuk, L.B., Palyadichuk, O.R., Hrymak, K. (2019). Cadmium burden impact on morphological and biochemical blood indicators of poultry. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 236–239. URL: <https://www.ujecology.com/articles/cadmium-burden-impact-on-morphological-and-biochemical-blood-indicators-of-poultry.pdf>.
- Gutj, B., Martyshuk, T., Jankowski, M., Karpovskiy, V., & Postoi, R. (2022). Effect of the Feed Additive Butaselmavit-Plus on the Antioxidant Status of the Rat Body Due to Cadmium and Lead Intoxication. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 13(2), 9–15. DOI: 10.31548/ujvs.13(2).2022.9-15.
- Gutj, B., Martyshuk, T., Khariv, I., & Guta, Z. (2022). The immune status of the organism of bulls under cadmium load and the effects of correcting factors. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 3–9. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002622.
- Kalman, J., Riba, I., Àngel DelValls, T., & Blasco, J. (2010). Comparative toxicity of cadmium in the commercial fish species *Sparus aurata* and *Solea senegalensis*. *Ecotoxicol Environ Saf*, 73(3), 306–311. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2009.10.013.
- Lavryshyn, Y. Y., & Gutj, B. V. (2019). Protein synthesis function of bulls liver at experimental chronic cadmium toxicity. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotech-*

- nologies. Series: Veterinary sciences, 21(94), 92–96. DOI: 10.32718/nvlvet9417.
- Lavryshyn, Y. Y., Gutyj, B. V., Leskiv, K. Y., Hariv, I. I., Yevtukh, L. H., & Shnaider, V. L. (2020). Influence of cadmium on the cellular part of the immune system of young cattle. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(2), 47–52. DOI: 10.32718/ujvas3-2.08.
- Lavryshyn, Y. Y., Gutyj, B. V., Paziuk, I. S., Levkivska, N. D., Romanovych, M. S., Drach, M. P., & Lisnyak, O. I. (2019). The effect of cadmium loading on the activity of the enzyme link of the glutathione system of bull organism. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21(95), 107–111. DOI: 10.32718/nvlvet9520.
- Liao, C. M., Ju, Y. R., Chen, W. Y., & Chen, B. C. (2011). Assessing the impact of waterborne and diet-borne cadmium toxicity on susceptibility risk for rainbow trout. *Science of The Total Environment*, 409(3), 503–513. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2010.10.044.
- Ostapjuk, A. Y., & Gutyj, B. V. (2020). Influence of milk thistle, methifene and sylimevit on the morphological parameters of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1), 42–46. DOI: 10.32718/ujvas3-1.08.
- Ostapjuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021\_199.
- Ostapjuk, 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.
- Ostapjuk, A.Y., & Gutyj, B.V. (2019). Influence of cadmium sulfate at different doses on the functional state of the liver of laying chicken. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21(94), 103–108. DOI: 10.32718/nvlvet9419.
- Palamarchuk, V., Shpakovska, H., & Kolechko, A. (2022). Dependence of the artificial reservoir pollution with heavy metals on anthropogenic factors. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 31–35. DOI: 10.32718/ujvas5-1.05.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Shalovylo, S. H., Holovach, P. I., Pavliv, O. V., Kalyn, B. M., Kurtyak, B. M., Hachak, Yu. R., Martyshuk, T. V., Demus, N. V., & Shnaider, V. L. (2022). Influence of “Metisevit Plus” feed additive on morphological and biochemical parameters of bull blood under conditions of lead-cadmium loading. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(106), 54–61. DOI: 10.32718/nvlvet10609.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., & Leskiv, K. Y. (2019). The level of lipid peroxidation products in the rats blood under prolonged cadmium and lead loading. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(3), 15–18. DOI: 10.32718/ujvas2-3.04.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., & Murska, S. D. (2020). Effect of sodium selenite and feed additive “Metisevit plus” on morphological parameters of blood of rats at the intoxication of Cadmium and Lead. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 22(97), 52–57. DOI: 10.32718/nvlvet9710.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Darmohray, L. M., & Povochnikov, M. G. (2021). Antioxidant status of the organisms of young bulls in the conditions of lead-cadmium load and effect of correcting factors. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 315–320. DOI: 10.15421/022142.
- Zabarna, I. V., & Jacenko, I. V. (2019). Influence of the technology of processing of meat of snails in anabiosis on the content of toxic elements. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(1), 7–11. DOI: 10.32718/ujvas2-1.02.
- Vlizio, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratyck, I. B. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarnii medytsyni: dovidnyk* [Laboratory methods of research in biology, livestock and veterinary medicine: directory]. Lviv, Spolom (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9931  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636. 32./38.082.14:612.015.3.

## The effect of technological stress on the biochemical parameters of the blood of ewes

N. M. Hordiichuk<sup>1</sup>✉, L. M. Hordiichuk<sup>1</sup>, I. Yu. Salamakha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Lviv National Environmental University, Dublyany, Ukraine

### Article info

Received 20.09.2023

Received in revised form

23.10.2023

Accepted 24.10.2023

**Hordiichuk, N. M., Hordiichuk, L. M., & Salamakha, I. Yu. (2023). The effect of technological stress on the biochemical parameters of the blood of ewes. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 190–194. doi: 10.32718/nvlvet-a9931**

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-067-366-30-49  
E-mail:  
natalijgordiychuk@gmail.com

Lviv National Environmental  
University, V. Velikoho Str., 1,  
Dublyany, 80381, Ukraine.

In the course of the research, the effect of technological stress on the biochemical parameters of the blood of Ukrainian Mountain Carpathian sheep was studied before shearing and after it on the first and fifth day. Zootechnical, clinical-biochemical, biometric research methods were used. The research results showed that after shearing, stress in sheep of the first and second groups was clinically manifested by general depression, accelerated heartbeat and breathing. Such differences in the frequency of heart contractions and the number of respiratory movements in ewes can be explained by increased excitability of the nervous system due to shearing. The number of erythrocytes and leukocytes in the blood of sheep of both experimental groups before and after shearing was normal and did not go beyond physiological fluctuations. A slight decrease in blood parameters was detected in ewes of the first and second groups one and five days after the hygienic procedure. No significant difference in the number of erythrocytes and leukocytes was found between the experimental groups. Under the influence of stress factors, the content of total protein in blood serum decreased in ewes, especially one day after shearing in the experimental groups. After exposure to stressors, a decrease in urea content was detected in all experimental animals after one day and on the fifth day, which is due to the fact that under the influence of stress in the body, the breakdown of proteins and, accordingly, the level of the end products of protein metabolism decreases. As a result of shearing after a day, the cholesterol content in the blood of experimental sheep of the first and second groups probably decreased, with a slight tendency to increase after the fifth day. After exposure to stressors, the total lipid content of ewes of the first and second groups probably decreased on the first day, and a significant increase was observed on the fifth day. When the body is under stress, energy is wasted. He receives part of it at the expense of fats, which is why the content of total lipids in the blood of experimental animals decreases a day after a haircut. After shearing, the blood glucose content of all ewes increased, especially with a high probability in experimental animals after the first day, which is a consequence of the breakdown of increased glycogen. This indicates that these sheep had a stronger state of stress. After the fifth day, in the experimental ewes of the first and second groups after shearing, all the investigated indicators probably did not differ from those obtained before their shearing.

**Key words:** stress, ewes, shearing, temperature, respiration, erythrocytes, leukocytes, total protein, urea, cholesterol, lipids, glucose.

## Вплив технологічного стресу на біохімічні показники крові вівцематок

Н. М. Гордійчук<sup>1</sup>✉, Л. М. Гордійчук<sup>1</sup>, І. Ю. Саламаха<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна

У процесі проведених досліджень вивчено вплив технологічного стресу на біохімічні показники крові українських гірськокарпатських овець до стрижки та після неї через першу та п'яту добу. Використовували зоотехнічні, клініко-біохімічні, біометричні методи досліджень. Результати досліджень показали, що після стрижки стрес у овець першої та другої групи клінічно проявлявся загальним пригніченням, прискореним серцебиттям та диханням. Такі відмінності за частотою серцевих скорочень та кількістю дихальних рухів у віцематок можна пояснити через підвищення збудливості нервової системи внаслідок стрижки. Кількість еритроцитів і лейкоцитів у крові овець обох дослідних груп до і після стрижки була в нормі й не виходила за межі фізіологічних коливань. Виявлено незначні зниження показників крові у віцематок першої та другої групи через одну і п'яту добу після проведеної гігієнічної процедури. Вірогідної різниці щодо кількості еритроцитів та лейкоцитів між дослідними групами не виявили. Під впливом стрес-факторів у віцематок знизився вміст загального білка в сироватці крові, особливо через добу після стрижки в дослідних групах. Виявлено після дії стресорів у всіх дослідних тварин через добу та п'ятий день зниження вмісту сечовини, яке пов'язано з тим, що при дії стресу в організмі зменшується розпад білків і відповідно – рівень кінцевих продуктів білкового обміну. Внаслідок стрижки через добу у крові дослідних овець першої та другої групи вміст холестеролу вірогідно зменшувався, з незначною тенденцією до зростання через п'яту добу. Після дії стресорів у віцематок першої та другої групи за першу добу вірогідно знизювався вміст загальних ліпідів, а на п'яту добу спостерігалось значне їх зростання. При стресовому стані в організмі посилено витрачається енергія. Частину її він отримує за рахунок жирів, тому в піддослідних тварин після стрижки через добу знижується вміст загальних ліпідів у крові. Після стрижки в усіх віцематок зріс вміст глюкози в крові, особливо з високою вірогідністю в дослідних тварин після першої доби, що є наслідком розпаду підвищеного глікогену. Це свідчить, що у цих овець був сильніший стресовий стан. Через п'яту добу у дослідних віцематок першої і другої групи після стрижки всі досліджувані показники вірогідно не відрізнялися від таких, які були отримані до їх стрижки.

**Ключові слова:** стрес, віцематки, стрижка, температура, дихання, еритроцити, лейкоцити, загальний білок, сечовина, холестерол, ліпіди, глюкоза.

## Вступ

Інтенсифікація галузі вівчарства ставить перед виробниками низку завдань щодо підвищення показників продуктивності тварин, які безпосередньо залежать від функціонального стану, рівня перебігу метаболічних процесів та захисних властивостей організму тварин. Відомо (Haidei, 2012; Ladysh et al., 2013; Mykytiuk & Yakhii, 2021), що вівці протягом свого життя зазнають впливу багатьох факторів зовнішнього середовища, до яких належать різні технологічні й фізіологічні подразники, в тому числі і стрес-фактори, які можуть бути різного походження.

У сільськогосподарських тварин стрес – це реакція організму на раптову зміну звичних умов утримання, порушення режиму годівлі, розпорядку дня на фермі та інших технологічних заходів. Стрес може викликати неспокійна ситуація, крик, шум, незвичний запах, підгін тварин палицями, корми та ін. При русі тварин негативно впливає скупченість, тряска, поштовхи, замети на дорогах, фізична напруженість, зміна температурного режиму тощо. Стреси, які виникають у овець при проведенні тваринницьких процедур, таких як доїння, стрижка, зважування, завантаження, догляд за копитами та ін., які завдають значних економічних збитків, через втрати внаслідок уповільненого росту, зниження продуктивних якостей молодняка, збільшення захворюваності та витрат на проведення профілактичних і лікувальних заходів (Haidei, 2012; Ladysh et al., 2013; Hemsforth et al., 2019; Karthik et al., 2021).

Непрямий вплив технологічних стресів зводиться до порушення звичного добового режиму або певного стереотипу. Прямий вплив технологічного стресу помітний відразу, і його можна частково швидко усунути, непрямий вплив зазвичай можна помітити з великим запізненням, коли він уже проявився в зниженні продуктивності тварин (Tunikovska, 2020).

Явище стресу проходить у три стадії. Спочатку виникає стадія тривоги (6–48 годин), після чого організм або гине, або переходить у стадію адаптації (від 2 годин до 2 тижнів). Цей процес у тварин зазвичай

обмежується лише двома стадіями. Однак, якщо стрес-фактор діє інтенсивно протягом тривалого часу, виникає виснаження адаптаційно-компенсаторних процесів, організм ослаблюється і виникає захворювання. Тому погіршення стану здоров'я у тварин обумовлено зниженням рівня загальної резистентності організму у зв'язку з напруженням обміну речовин і необхідністю пристосовуватись до нових умов. При цьому додатковий несприятливий вплив призводить до погіршення чи повернення до фази шоку і стадії виснаження стрес-реакції і зазвичай – переходу їх у патологію. Тому стрес є попередником багатьох захворювань (Haidei, 2012; Ladysh et al., 2013; Hemsforth et al., 2019).

За даними статистики, до 80 % стресів тварин припадає на годівлю та утримання і лише 20 % – на інші фактори. Вплив стрес-факторів на організм сільськогосподарських тварин може призводити до розвитку хронічних патологічних змін і захворювань з гострим перебігом. Для протистояння стресу організм тварини витрачає масу енергетичних і пластичних ресурсів. Внаслідок цього відбувається різке зниження відтворних функцій, порушення роботи шлунково-кишкового тракту, пригнічення клітинного і гуморального імунітету. Підвищується ризик виникнення захворювання різної етіології, в результаті якого знижується кількість і якість тваринницької продукції (Haidei, 2012).

Доведено (Karthik et al., 2021), що рівень складових крові в організмі овець не завжди є стабільним і часто залежить від породи, статі, їхнього фізіологічного стану, рівня продуктивності, годівлі й умов утримання. Для овець стрес-факторами є різка зміна температури, шум, нестача і низька якість корму та води, стрижка.

## Мета дослідження

Метою роботи є вивчення впливу технологічного стресу (стрижки) на організм гірсько-карпатських овець.



## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в фермерському господарстві “Серце Карпат” Рахівського району Закарпатської області на двох групах вівцематок української гірськокарпатської породи, відібраних за принципом аналогів до і після проведення стрижки, середньою масою тіла 40 кг, по 5 гол. у кожній. Першу групу вівцематок стригли на стелажах (до 20 хв), а другу відповідно – швидкісним методом на підлозі (до 1 хв).

Дослідні тварини перебували в однакових умовах годівлі, догляду та утримання. Вівцематки отримували основний раціон, до складу якого входило сіно з різнотрав'я (вволю), дерть пшениці і кукурудзи (0,5 кг/гол./добу), сіль кухонна (10 г/гол./добу).

Вовна в овець дослідних груп була блискуча, звивиста та добре утримувалася в шкірі.

Кількість дихальних рухів та частоту серцевих скорочень визначали за допомогою стетоскопу та секундоміра. Для визначення кількості дихальних рухів використовували метод, при якому вислуховували дихальні рухи, які виникають в організмі тварини за хвилину, а частоту серцевих скорочень – кількостю ударів за хвилину. Температуру тіла тварини вимірювали за допомогою ветеринарного клінічного термометра ректально.

Проби крові відбирали у тварин з яремної вени до стрижки на початку травня та в першій і п'ятій день після неї. У крові визначали кількість еритроцитів і лейкоцитів (за загальноприйнятими методами), вміст загального білка (рефрактометром), сечовини (за колірною реакцією з діацетилмонооксимом), холестеролу (за реакцією Лібермана–Бурхарда), загальних ліпідів (колометрично), глюкози (пробою з о-толуїдином) (Vlizlo, 2012).

Перед стрижкою овець утримували на 12-годинній голодній дієті, щоб запобігти можливому завороту кишок під час її проведення. Стригли вівцематок на стелажах (спеціальних столах) з висотою 0,6–0,8 і шириною 1,3–1,5 м та різної довжини. Вівцю для стриження подавав підсобний працівник, стригаль вкладав її на столі на лівий бік спиною до себе і стриг спочатку груди і черево, потім – задні та передні кінцівки і правий бік. Перевернувши вівцю на правий бік, він зістригав довгими рухами машинки вовну з лівого боку за хребет. Для прискорення стриження овець застосовували підстрижку вовни на ногах, голові, хвості ручними ножицями.

Швидкісний метод стрижки на підлозі включав такі послідовні робочі операції: подавання вівці до місця стрижки, садіння тварини на крижі (у вертикальному сидячому положенні) спиною до себе, задні кінцівки, круп, чоло, шия, голова, ліва передня кінцівка і ліве плече, лівий і правий бік голови, праве плече та стриження правого боку.

Вівцематок першої і другої групи стригли за допомогою електростригальної машинки МСО 77Б професійними стригальнями.

Стригли тварин дослідних груп в теплий, безвітряний і сухий день. Стригалі ретельно слідкували, щоб не порізати тремтячу тварину. При клінічному огляді овець звертали увагу на їхній загальний стан, температуру тіла, частоту серцевих скорочень та дихання.

Цифровий матеріал опрацьовано за допомогою методів варіаційної статистики з визначенням вірогідності різниці між показниками у дослідних групах. Для встановлення ступеня вірогідності результатів використовували значення критерію вірогідності за Стюdentом–Фішером при порогах вірогідності \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ .

## Результати та їх обговорення

Відомо, що вівці дуже чутливі до стресових ситуацій та погано їх переносять. При проведенні стрижки на овець впливає низка факторів: незручна вимушена поза, шум і термічна дія на шкіру стригальної машинки, а іноді й пошкодження її.

Дослідження показали, що до стрижки у вівцематок піддослідних груп основні фізіологічні показники були в межах норми.

У вівцематок в день стрижки виникав розлад психоемоційного стану. У тварин чітко проявлялись ознаки збудження, у деяких особин спостерігалось розширення зіниць і м'язовий тремор. Виявлені ознаки характеризували першу стадію стресу – тривоги, яка проходила в дві фази: шоку і протишоку, які в овець були яскраво виражені. У фазу шоку проходило порушення психоемоційного стану, подав м'язовий тонус, виникав м'язовий тремор, проявлялась лякливність та розширилися зіниці. Через добу після стрижки виникала фаза протишоку, коли всі зовнішні характерні ознаки стресу поступово проходили: м'язовий тонус підвищився, тварини заспокоювались. Після п'ятого дня після стрижки виникла друга стадія стресу – адаптація. В цей період тварини за зовнішніми ознаками змогли відновитися.

Результати клінічного обстеження овець до і після стрижки наведені в таблиці 1.

Температура тіла дослідних вівцематок перебували в межах фізіологічних величин. Так, у овець першої групи після стрижки порівняно з показниками до неї спостерігали незначне підвищення температури тіла (40,15 проти 39,65 °C), більшу частоту серцевих скорочень (86,79 проти 78,95 хв,  $P < 0,01$ ) та дихальних рухів (45,26 проти 30,72 хв,  $P < 0,001$ ). Аналогічна тенденція спостерігається і у аналогів з другої групи (39,78 проти 39,69 °C; 85,27 проти 80,04 при  $P < 0,001$ ; 42,13 проти 30,89 при  $P < 0,001$ ) відповідно.

Отже, після стрижки стрес у овець першої і другої групи клінічно проявлявся загальним пригніченням, прискореним серцебиттям та диханням. Такі відмінності за частотою серцевих скорочень та кількістю дихальних рухів у вівцематок можна пояснити підвищенням збудливості нервової системи внаслідок стрижки.

**Таблиця 1**

Основні фізіологічні показники вівцематок до і після стрижки ( $M \pm m, n = 5$ )

Показники	Групи тварин	Дослідні тварини	
		до стрижки	після стрижки
Температура тіла, °C	перша	39,65 ± 0,23	40,15 ± 0,12
	друга	39,69 ± 0,15	39,78 ± 0,20
Частота серцевих скорочень, хв	перша	78,95 ± 1,81	86,79 ± 1,70**
	друга	80,04 ± 1,23	85,27 ± 1,21***
Кількість дихальних рухів, хв	перша	30,72 ± 1,34	45,26 ± 1,46***
	друга	30,89 ± 1,30	42,13 ± 1,20***

*Примітка:* Статистично вірогідні різниці стосовно до тварин першої групи: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

При аналізі результатів біохімічного дослідження крові (табл. 2) встановлено, що кількість еритроцитів у крові вівцематок обох дослідних груп до і після стрижки була в межах норми (7–12 Т/л). Так, у вівцематок першої групи кількість еритроцитів в крові зменшилась в першу і п'яту добу після стрижки –

відповідно на 20,4 % та 2,2 % щодо показника крові, отриманого до стрижки. В другій групі ровесниць після стрижки за першу і п'яту добу спостерігали аналогічну тенденцію зміни цього показника – відповідно на 19,0 %, та 1,2 % щодо показника крові тварин до стрижки.

**Таблиця 2**

Показники крові вівцематок до і після стрижки ( $M \pm m, n = 5$ )

Групи тварин	До стрижки	Після стрижки (через добу)	
		1	5
Еритроцити, Т/л			
Перша	7,82 ± 0,86	6,49 ± 0,68	7,65 ± 0,81
Друга	8,15 ± 0,39	6,85 ± 0,45	8,05 ± 0,95
Лейкоцити, Г/л			
Перша	6,82 ± 0,49	6,17 ± 0,75	6,55 ± 0,96
Друга	6,70 ± 0,51	6,23 ± 0,63	6,62 ± 0,83
Загальний білок, г/л			
Перша	71,6 ± 1,73	68,2 ± 2,32	70,9 ± 2,31
Друга	72,3 ± 2,04	70,1 ± 1,51	71,3 ± 1,80
Сечовина, ммоль/л			
Перша	5,43 ± 0,60	3,94 ± 0,14*	4,30 ± 0,24
Друга	5,26 ± 0,45	3,89 ± 0,26*	4,18 ± 0,31
Холестерол, ммоль/л			
Перша	3,85 ± 0,14	2,70 ± 0,16***	3,45 ± 0,15
Друга	3,83 ± 0,12	2,85 ± 0,13***	3,59 ± 0,17
Загальні ліпіди, г/л			
Перша	3,58 ± 0,09	2,85 ± 0,05***	3,19 ± 0,11
Друга	3,70 ± 0,08	2,91 ± 0,09***	3,29 ± 0,10
Глюкоза, мг%			
Перша	43,1 ± 2,03	58,5 ± 1,63***	47,6 ± 1,41
Друга	42,0 ± 1,13	53,7 ± 1,34***	45,1 ± 2,56

*Примітка:* Статистично вірогідні різниці стосовно тварин до стрижки: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

За кількістю лейкоцитів у вівцематок першої та другої групи показники крові не виходили за межі фізіологічних коливань. Так, у першої групи виявили зниження їх кількості після стрижки на першу добу на 10,5 % та п'яту – на 4,1 %, а у другої групи – відповідно на 7,5 та 1,2 %.

За вмістом загального білка в сироватці крові дослідні тварини відповідали нормам. У вівцематок першої групи за добу після стрижки вміст загального білка знизився на 5,0 %, а на п'яту добу на – 1,0 %. В аналогів із другої групи показники змінювалися у тій же послідовності – відповідно на 3,1 та 1,4 %.

За вмістом сечовини, за загальними ліпідами та глюкозою піддослідні вівці після стрижки мали нижчі показники крові за норму. Так, за вмістом сечовини у першій групі після першої та п'ятої доби виявлено

зниження даного показника відповідно на 37,8 % ( $P < 0,05$ ) та 26,3 %, у ровесниць з другої групи – відповідно на 35,2 % ( $P < 0,05$ ) та 25,8 %. Після дії стресорів у дослідних тварин спостерігалось зниження вмісту сечовини. Це пов'язано з тим, що при дії стресу в організмі зменшується розпад білків, а також рівень кінцевих продуктів білкового обміну.

Показник холестеролу в овець дослідних груп після стрижки через добу не відповідав нормативним показникам. За період до стрижки та добу після неї мав тенденцію до зниження у першій групі на 42,6 % ( $P < 0,001$ ), а в другій – на 31,6 % ( $P < 0,001$ ). На п'яту добу після гігієнічної процедури холестерол знизився у першій та другій групі ровесниць відповідно на 2,7 % та 3,9 %. Отже, на першу і п'яту добу після

стрижки у крові піддослідних овець вміст холестеролу знижувався.

В крові дослідних вівцематок при розвитку стресу встановлено, що вміст загальних ліпідів після стрижки знизився у першій групі через одну та п'яту добу відповідно на 25,6 % ( $P < 0,001$ ) та 12,2 %, а в другій групі аналогів – відповідно на 27,1 % ( $P < 0,001$ ) та 12,5 %. На п'яту добу після стрижки рівень загальних ліпідів у дослідних групах статистично не відрізнявся та був наближений до нормативних показників.

При аналізі результатів біохімічного дослідження за вмістом глюкози в крові встановили різке зниження показників у дослідних тварин після стрижки після першої та п'ятої доби. Так, у вівцематок першої групи відповідно на 35,7 %, ( $P < 0,001$ ) та на 10,4 %, а в аналогій другої групи – на 27,9 ( $P < 0,001$ ) та 7,4 % відповідно.

Таким чином, у овець дослідних груп української гірськокарпатської породи через технологічний стрес внаслідок стрижки проходили складні фізіолого-біохімічні зміни, які відображені в показниках крові.

### Висновки

За умов проведення дослідів на вівцематках української гірськокарпатської породи впливу стресу на організм овець до і після стрижки і ступеня реакції на них основних фізіологічних систем після першої та п'ятої доби проведеної гігієнічної процедури в обох дослідних групах було встановлено, що:

1. Вівцематки досліджуваних груп однаково піддавалися стресу, тому їхні біохімічні показники крові змінювалися несуттєво.

2. Стрес у вівцематок дослідних груп після стрижки через одну добу супроводжувався зниженням резистентності організму: загальним пригніченням, незначним підвищенням температури тіла, помірною тахікардією.

3. У вівцематок першої та другої групи виявили зниження рівня загального білка в сироватці крові, вмісту холестеролу, сечовини, загальних ліпідів при зростанні показника глюкози в крові.

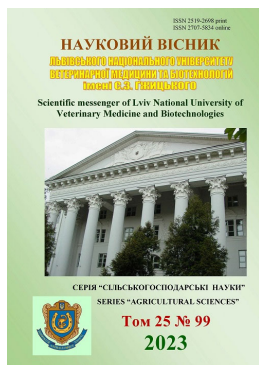
4. Через п'яту добу в дослідних вівцематок після стрижки всі досліджувані показники вірогідно не відрізнялися від таких, які були отримані до стрижки овець.

### Відомості про конфлікт інтересів

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

### References

- Haidei, O. S. (2012). Fizioloichni mekhanizmy stresu u tvaryn. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho*, 14(2(52)), 12–14. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu\\_2012\\_14\\_2%282%29\\_\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2012_14_2%282%29__5) (in Ukrainian).
- Haidei, O. S. (2012). Problema stresu u tvarynnytsvi. *Veterynarna medytsyna*, 96, 270–271. URL: <http://jvm.kharkov.ua/sbornik/96/109.pdf> (in Ukrainian).
- Hemsworth, P. H., Rice, M., Borg, S., Edwards, L. E., Ponnampalam, E. N., & Coleman, G. J. (2019). Relationships between handling, behaviour and stress in lambs at abattoirs. *Animal*, 13(6), 1287–1296. DOI: 10.1017/S1751731118002744.
- Karthik, D., Suresh, J., Reddy, Y. R., Sharma, G. R. K., Ramana, J. V., Gangaraju, G., Pradeep Kumar Reddy, Y., Ysaswini, D., Adegbeye, M. J., & Reddy, P. R. K. (2021). Farming systems in sheep rearing: Impact on growth and reproductive performance, nutrient digestibility, disease incidence and heat stress indices. *PLoS One*, 16(1), e0244922. DOI: 10.1371/journal.pone.0244922.
- Ladysh, I. O., Bubyk, V. M., & Znahovan, S. Yu. (2013). Uzahalennia rezultativ otsinky stanu adaptatsiinoi systemy orhanizmu ovets. *Scientific Progress & Innovations*, 2, 58–60. DOI: 10.31210/visnyk2013.02.14 (in Ukrainian).
- Mykytiuk, V. V., & Yakhiiia A. M. S. (2021). Sezonnii osoblyvosti lehenevoho hazoobminu u vivtsematok Dnipropetrovskoho typu askaniiskoi miaso-vovnovoi porody pry rozvedenni v zoni stepu Prydniprovia. *DDAEU. Dnipropetrovsk*, 158–173. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/6341/1/15.pdf> (in Ukrainian).
- Tunikovska, L. H. (2020). Osoblyvosti vplyvu riznykh stres-faktoriv na orhanizm silskohospo-darskykh tvaryn. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 111, 226–230. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.31 (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytsvi ta veterynarii medytsyni: dovidnyk. Lviv: Spolom (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9932  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.22/28.6/2

## The influence of the behavior of cows and the method of feeding a grain mixture on their milk productivity

N. M. Hordiichuk<sup>1</sup>✉, L. M. Hordiichuk<sup>1</sup>, I. Yu. Salamakha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Lviv National Environmental University, Dublyany, Ukraine

### Article info

Received 25.09.2023

Received in revised form

23.10.2023

Accepted 24.10.2023

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-067-366-30-49  
E-mail:  
natalijgordiychuk@gmail.com

Lviv National Environmental  
University, V. Velikoho Str., 1,  
Dublyany, 80381, Ukraine.

**Hordiichuk, N. M., Hordiichuk, L. M., & Salamakha, I. Yu. (2023). The influence of the behavior of cows and the method of feeding a grain mixture on their milk productivity. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 195–199. doi: 10.32718/nvlvet-a9932**

At the “Pchany-Denkovych” farm of the Stryi district of the Lviv region, the influence of the behavior of Simmental cows and the method of feeding a grain mixture on their quantitative and qualitative composition of milk depending on the level of feeding was studied, as well as the possibility of using ethological assessment as one of the criteria when selecting animals for industrial use. It was established that there was a slight advantage in terms of expenditure on foraging behavior by classes in active and ultraactive individuals in both experimental groups of cows. Thus, animals from the first and second groups of the active class spent the most time on feed consumption, respectively – 21.4 and 22.0 min, which is 20.2 and 19.6 % more than the rate of infrapassive animals (17.8 and 18.4 min). A similar pattern was found in cows and in terms of time spent on water consumption. Thus, cows of the infrapassive classes spent the least amount of time on water consumption, respectively – In the first group – 9.6 minutes, and in the second group – 10.5 minutes. Cows of the active class with a high level of general activity of the first and second groups spent the most time on water consumption, respectively – by 16.3 and 16.6 minutes. The influence of the level of general activity of cows on their milk productivity was established - with an increase in the level of activity, an increase in milk productivity was observed. It was established that the cows belonging to the active class were characterized by the highest milk yield. At the same time, in order to increase the efficiency of the use and assimilation of feed, it is recommended to feed concentrated feed to dairy cows in portions – part of it as part of the feed mixture, and part of it during the milking of the cows. It was established that the cows of the first group with a low level of general activity, which received concentrated feed during milking, were characterized by the lowest milk productivity. Thus, the infrapassive animals of the first group had a 15.1 % ( $P < 0.05$ ) lower hope for lactation, compared to the peers of the active class, which were given the feed mixture in portions. In each class, there were also differences in milk productivity depending on feeding. Thus, the cows of the second group exceeded their peers from the first group of different classes of ethological activity in terms of milk yield, respectively – by 2.4, 3.9, 2.1, and 2.9 %, given the grain mixture during milking. A little higher the milk productivity of the animals of the second group is associated with better eating of the feed mixture and the content of the percentage of concentrated feed in the recipe. Better consumption of feed mixture by animals contributed to greater consumption of nutrients in the diet, which was reflected in the milk productivity of cows. It was established that the density and acidity of milk of different classes of ethological activity were within normal limits. There are practically no differences in these indicators between groups, and small intergroup fluctuations are statistically improbable.

**Key words:** cow, classes, behavior, activity, consumption, water, feed, hope, fat, protein, feed mixture.

## Вплив поведінки корів і способу згодовування зерноsumіші на їх молочну продуктивність

Н. М. Гордійчук<sup>1</sup>✉, Л. М. Гордійчук<sup>1</sup>, І. Ю. Саламаха<sup>2</sup>



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

<sup>2</sup>Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна

В фермерському господарстві “Пчани-Денькович” Стрийського району Львівської області вивчали вплив поведінки корів симентальської породи і способу згодовування зерносуміші на їх кількісний та якісний склад молока залежно від рівня годівлі, а також можливості застосування етологічної оцінки як одного з критеріїв при доборі тварин для виробничого використання. Встановлено незначну перевагу за витратами на кормову поведінку за класами в активних та ультраактивних особин в обох дослідних групах корів. Так, тварини з першої та другої групи класу активні витрачали найбільше часу на споживання корму – відповідно 21,4 та 22,0 хв, що на 20,2 та 19,6 % більше за показник інфрасивних тварин (17,8 та 18,4 хв). Аналогічна картина виявлена у корів і за витратами часу на споживання води. Так, корови класів інфрасивні за витратами часу на споживання води витрачали найменше часу в першій групі – 9,6 хв, а в другій групі – 10,5 хв відповідно. Найбільше витратили часу на споживання води корови класу активні з високим рівнем загальної активності першої та другої групи – на 16,3 та 16,6 хв відповідно. Встановлено вплив рівня засальної активності корів на їх молочну продуктивність – зі зростанням рівня активності спостерігалось збільшення молочної продуктивності. Встановлено, що найвищими надоями характеризувалися корови, які належали до класу активних. При цьому для збільшення ефективності використання і засвоєння кормів рекомендується порційне згодовування дійним коровам концентрованих кормів – частину в складі кормосуміші, а частину під час доїння корів. Встановлено, що корови першої групи з низьким рівнем загальної активності, які отримували концентровані корми під час доїння, характеризувались найнижчою молочною продуктивністю. Так, інфрасивні тварини першої групи мали на 15,1 % ( $P < 0,05$ ) нижчий надій за лактацію порівняно з ровесницями активного класу, даванка кормосуміші яким проводилась порційно. В кожному класі також були відмінності за молочною продуктивністю залежно від згодовування кормів. Так, корови другої групи переважали своїх ровесниць з першої групи різних класів етологічної активності за надоем відповідно на 2,4; 3,9; 2,1; і 2,9 %, даванка зерносуміші яким здійснювалась під час доїння. Деяко вищу молочну продуктивність тварин другої групи пов’язуємо з кращим поїданням кормосуміші та вмістом у рецептурі частки концентрованих кормів. Краще поїдання тваринами кормосуміші сприяло більшому споживанню поживних речовин раціону, що і відобразилося на молочній продуктивності корів. Встановлено, що густина і кислотність молока різних класів етологічної активності перебували в межах норми. Відмінності за цими показниками між групами практично відсутні, а наявні невеликі міжгрупові коливання статистично невірогідні.

**Ключові слова:** корова, класи, поведінка, активність, споживання, вода, корм, надій, жир, білок, кормосуміш.

## Вступ

Перехід аграрного виробництва на інноваційний шлях розвитку передбачає пошук нових шляхів удосконалення виробництва, цілеспрямованого та активного впровадження в виробництво всього прогресивного та передового. Збереження і реалізація високого генетичного потенціалу всіх видів сільськогосподарських тварин залежать від багатьох факторів (Bashchenko et al., 2020; Pivtorak et al., 2022; Slivinska et al., 2023), проте 70–80 % рівня їхньої продуктивності забезпечується використанням достатньої кількості високоякісних кормів і повноцінною годівлею поголів'я (Tsvihun et al., 2003; Shkurko & Tskhvitakha, 2011; Hnoievyyi, 2006; Kuian, 2014; Bratyuk et al., 2022).

У сільськогосподарських тварин генетична розмаїтість і фенотипова мінливість форм і властивостей поведінки значно вища, ніж у диких тварин. Це пов'язано з породотворним процесом, який визначає багатогранність генетичних форм за продуктивними ознаками та взаємозв'язаними з ними властивостями поведінки (Zubets, 2010; Kostenko, 2018; Mylostyvyi et al., 2022; Hordiichuk et al., 2022).

Однак до теперішнього часу залишаються невивченими питання мінливості, повторюваності й успадкованості поведінкових ознак, їх зв'язку з продуктивністю сільськогосподарських тварин, відсутня загальна концепція використання етологічної інформації в селекції, особливо в молочному скотарстві (Zubets, 2010; Kuian, 2014; Kostenko, 2018).

Доведено, що повноцінна збалансована годівля є одним із головних факторів, які впливають на ріст, розвиток і продуктивні якості тварин (Hryshchuk et al., 2021, 2022; Sidashova et al., 2022). Лише за оптимальних умов годівлі та утримання тварини можуть повні-

стю проявити свій генетичний потенціал продуктивності (Tsvihun et al., 2003; Hnoievyyi, 2006; Zubets, 2010). Вплив даванки концентратів у складі кормосумішей або як підгодівлі під час доїння достатньо не вивчені. Деякі вчені рекомендують проводити таку підгодівлю під час доїння, інші заперечують позитивний ефект підгодівлі під час доїння, треті вважають, що доцільно вводити частину концентратів до складу кормосумішей, а частину згодовувати на доїльних площадках із врахуванням продуктивності. Розробка пропозицій щодо розвитку інноваційних процесів у тваринництві передбачає комплексних підхід при вирішенні даної проблеми.

## Мета дослідження

Тому метою наших досліджень було вивчити вплив поведінки корів і способу згодовування зерносуміші на їхню молочну продуктивність в умовах господарства.

## Матеріал і методи досліджень

Для дослідження впливу поведінки і способу згодовування зерносуміші на молочну продуктивність та інші господарсько корисні якості корів залежно від рівня годівлі, а також можливості застосування етологічної оцінки як одного з критеріїв при доборі тварин для виробничого використання, нами були проведені дослідження у фермерському господарстві “Пчани-Денькович” Стрийського району Львівської області на повновікових коровах симентальської породи.

За результатами хронометражу аліментарних актів дослідні корови протягом трьох діб із подальшим визначенням індексу загальної активності кожної

корови були розділені залежно від індексу загальної активності на чотири класи: I – інфрапасивні, II – пасивні, III – активні і IV – ультраактивні (табл. 1).

Для визначення впливу способу згодовування концентратів тваринам різних етологічних груп на їхню молочну продуктивність дослідні тварини були розділені за принципом пар-аналогів на дві групи в кожній, при цьому корови першої групи отримували концентрати під час доїння, а коровам другої групи до складу кормосуміші включали 2 кг зерноsumіші, а залишкову частину давали під час доїння залежно від надою.

**Таблиця 1**

Розподіл корів за класами активності (n = 20)

Показники	Класи корів			
	інфрапасивні	пасивні	активні	ультраактивні
Границі класових проміжків	0–0,696	0,697–0,737	0,738–0,778	0,779–1
Середня величина з помилкою	0,653 ± 0,0027	0,721 ± 0,0029	0,757 ± 0,0043	0,812 ± 0,0082

Основу раціонів корів складали корми, які виготовляли в господарстві. Годівля корів здійснювалася з урахуванням деталізованих норм потреби в поживних речовинах.

Біохімічні та фізико-хімічні показники молока визначали з довідника лабораторних методів досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині (Vlizlo, 2012).

Цифровий матеріал опрацьовано за допомогою методів варіаційної статистики з визначенням вірогідності різниці між показниками у дослідних групах. Для встановлення ступеня вірогідності результатів використовували значення критерію вірогідності за

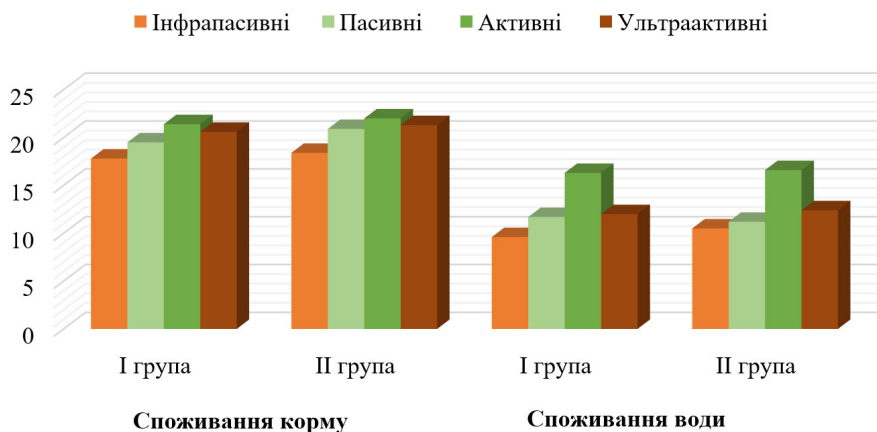
Індекс загальної активності визначали відношенням часу, затраченого твариною на реалізацію елементарних актів поведінки за весь період спостереження до загального часу спостереження за тваринами.

Так, за результатами умовного розподілу тварин на класи кількість корів у групах була різною. Тому за кількістю корів ми прирівняли всі групи до групи корів з найменшою кількістю так, щоб індекс загальної активності дібраних тварин був якомога ближче до середнього групи.

Студентом–Фішером при порогах вірогідності \* P < 0,05, \*\* P < 0,01, \*\*\* P < 0,001.

### Результати та їх обговорення

Споживання корму води є одним із головних поведінкових реакцій для тварин та, як і вся поведінка, вимагає взаємодії багатьох компонентів. За витратами часу споживання корму та води між дослідними групами корів істотної різниці не встановлено (рис. 1). Проте незначну перевагу за витратами на кормову поведінку виявлено за класами в активних та ультраактивних особин в обох дослідних групах корів.



**Рис. 1.** Витрати часу на кормову поведінку корів дослідних груп, хв

Так, тварини з першої та другої групи класу активні витрачали найбільше часу на споживання корму відповідно – 21,4 та 22,0 хв, що на 20,2 та 19,6 % більше за показник інфрапасивних тварин (17,8 та 18,4 хв).

Аналогічна картина виявлена у корів і за витратами часу на споживання води. Так, корови класів інфрапасивні за витратами часу на споживання води витрачали найменше часу у першій групі – 9,6 хв, а в другій групі – 10,5 хв. Найбільше витратили часу на

споживання води корови класу активні з високим рівнем загальної активності першої та другої групи – 16,3 та 16,6 % відповідно.

Для оцінки впливу згодовування концентрованих кормів коровам різних етологічних груп використовують один із основних показників – рівень молочної продуктивності. Корови різних класів етологічної оцінки мали неоднакову молочну продуктивність (табл. 2).

Встановлено, що корови першої групи з низьким рівнем загальної активності, які отримували концентровані корми під час доїння, характеризувались найнижчою молочною продуктивністю. Так, інфрасивні тварини першої групи, мали на 12,8 % нижчий надій за лактацію порівняно з ровесницями активного класу, даванка кормосуміші яким проводилась порційно. В кожному класі також були відмінності за молочною продуктивністю залежно від згодовування кормів. Так, корови другої групи переважали своїх ровесниць з першої групи за надоем відповідно на 2,4; 3,9; 2,1; і 2,9 %, даванка зерноsumіші яким здійснюва-

лась під час доїння. Деяко вищу молочну продуктивність тварин другої групи пов'язуємо з кращим поїданням кормосуміші та вмістом у рецептурі частки концентрованих кормів.

Краще поїдання тваринами кормосуміші сприяло більшому споживанню поживних речовин раціону, що і відобразилося на молочній продуктивності корів.

Доведено, що успадкованість молочної продуктивності та склад молока успадковуються незалежно одне від одного, а кількість меншою мірою визначається генетично, ніж якісний склад.

**Таблиця 2**

Молочна продуктивність корів в залежності від рівня годівлі ( $M \pm m$ ,  $n = 20$ )

Класи тварин	Групи корів					
	надій, кг	перша		надій, кг	друга	
		вміст в молоці, %			вміст в молоці, %	
		жиру	білка		жиру	білка
Інфрасивні	5814 ± 207,5	4,06 ± 0,03	3,25 ± 0,27	5951 ± 204,2	3,97 ± 0,02	3,24 ± 0,25
Пасивні	5945 ± 214,6	3,98 ± 0,02	3,23 ± 0,18	6176 ± 214,0	3,95 ± 0,03	3,22 ± 0,20
Активні	6691 ± 203,9*	3,84 ± 0,03	3,19 ± 0,24	6834 ± 210,3*	3,86 ± 0,02	3,20 ± 0,21
Ультраактивні	6402 ± 211,0	3,90 ± 0,02	3,20 ± 0,19	6592 ± 201,0	3,98 ± 0,03	3,21 ± 0,23

Примітка: статистично вірогідні міжгрупові різниці стосовно класу тварин: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

Показники молочної продуктивності корів різних етологічних груп залежно від способу згодовування концентратів значно відрізнялися між собою. Корови з другої групи різних етологічних класів за надоем переважали своїх ровесниць, які отримували концентровані корми під час доїння. Так, за надоем корови із класу активні в обох дослідних групах значно переважали своїх інфрасивних (6691 кг проти 5814 кг, або на 15,1 %, при  $P < 0,05$ ; 6834 кг проти 5951 кг, або 14,8 %, при  $P < 0,05$ ) та пасивних ровесниць (6691 кг проти 5945 кг, або на 12,5 %; 6834 кг проти 6076 кг, або на 10,7 %) Різниця між максимальними показниками надою молока у активних тварин дослідних груп становила 597 та 728 кг відповідно.

Ультраактивні корови першої і другої групи мали нижчі показники надою за своїх ровесниць з високим рівнем загальної активності – на 289 кг (4,5 %) та 242 кг (3,7 %) відповідно.

Виявили незначне відставання за якісними показниками молока (вміст жиру та білка) корів активного та ультраактивного класів, які отримували концентрати порційно, від корів, даванка кормосуміші яким здійснювалась під час доїння.

Вивчення фізико-хімічних показників молока під дослідних корів (табл. 3) показало, що вміст лактози, густина і кислотність молока різних класів етологічної активності перебували у межах норми. Відмінності за цими показниками між групами практично відсутні, а наявні невеликі міжгрупові коливання статистично невірогідні.

**Таблиця 3**

Біохімічні та фізико-хімічні показники молока ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Класи тварин	Групи корів						
	лактоза, %	перша			лактоза, %	друга	
		густина, А	кислотність, °Т	лактоза, %		густина, А	кислотність, °Т
Інфрасивні	4,75 ± 0,08	27,8 ± 0,26	16,92 ± 0,39	4,77 ± 0,06	28,0 ± 0,28	16,93 ± 0,33	
Пасивні	4,78 ± 0,07	28,2 ± 0,28	16,80 ± 0,37	4,80 ± 0,05	28,4 ± 0,21	16,72 ± 0,29	
Активні	4,72 ± 0,09	27,5 ± 0,30	16,94 ± 0,49	4,74 ± 0,07	27,9 ± 0,36	16,81 ± 0,40	
Ультраактивні	4,71 ± 0,06	27,3 ± 0,27	16,71 ± 0,40	4,72 ± 0,09	27,5 ± 0,31	16,94 ± 0,27	

**Висновки**

Встановлено, що молочна продуктивність була вищою у тварин, зарахованих за індексом загальної активності до класів активні та ультраактивні.

Виявлено ефективність застосування порційної даванки концентрованих кормів, коли частина їх входить до складу кормосуміші, а решта – в кількості, яка залежить від індивідуальної продуктивності під час доїння.

Для збільшення ефективності використання і задоволення кормів рекомендується порційне згодовування дійним коровам концентрованих кормів – частину в складі кормосуміші, а частину – під час доїння корів.

*Перспективи подальших досліджень.* В подальшому буде вивчено зв'язок показників ритмічності прояву поведінкових реакцій із відтворними якістьями корів.

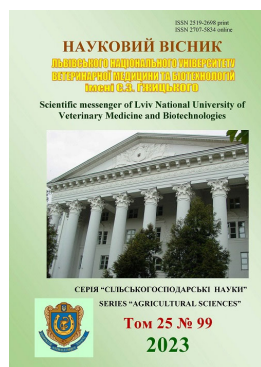
### Відомості про конфлікт інтересів

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

### References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Y. M., Lesyk, Y. V., Iskra, R. Y., & Gutyj, B. V. (2023). Peculiarities of growth and further productivity of purebred and crossbred cows. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 118–124. DOI: 10.15421/022318.
- Bratyuk, V., Stadnytska, O., Khalak, V., Gutyj, B., Dudchak, I., Slepokura, O., Kuzmenko, L., Chyzhanska, N., Myronenko, O., Bezalychna, O., & Yasko, V. (2022). Evaluation of Milk Productivity of Cows by the Chest Width behind the Shoulders. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 25(6), 1–20. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/14346>.
- Hnoievyi, I. V. (2006). *Hodivlia i vidtvorennia silskohospodarskykh tvaryn v Ukraini*. Kharkiv.: Kontur (in Ukrainian).
- Hordiichuk, N., Hordiichuk, L., & Salamakha, I. (2022). The influence of breed characteristics and the level of milk productivity on the quality of colostrum of cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 132–136. DOI: 10.32718/nlvet-a9723
- Hryshchuk I. A., Karpovsky V. I., Danchuk V. V., Postoy R. V., Gutyj 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>
- Hryshchuk, I. A., Karpovskiy, V. I., Zhurenko, O. V., Kryvoruchko, D. I., & Gutyj, B. V. (2022). The content of saturated fatty acids in the blood plasma of cows in the winter period depends on autonomic nervous regulation. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(106), 114–118. DOI: 10.32718/nlvet10618.
- Kostenko, V. I. (2018). *Tekhnolohiia vyrobnytstva moloka i yalovychny*. Kyiv.: Lira-K (in Ukrainian).
- Kuian, N. (2014). Suchasni pidkhody do normuvannia hodivli tvaryn. *Efektivne tvarynnytstvo*, 1, 5–7 (in Ukrainian).
- Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Cherniy, N., Lieshchova M., Skliarov, P., Gutyj, B., Kornienko, V., & Mylostyva D. (2022). Clinical significance of measuring fatty acids in biological fluids of dairy cows (in blood and milk) with a focus on heat stress. *Multidisciplinary Reviews*, 5(2), e2022011. DOI: 10.31893/multirev.2022011.
- Pivtorak, Y., Hordiichuk, L., & Holodiuk, I. (2022). Evaluation of rations of high-yielding cows with different energy levels. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 152–156. DOI: 10.32718/nlvet-a9726
- Shkurko, T. P., & Tskhvitakha, O. K. (2011). *Povedinka koriv ukraïnskoi chervono-riaboi molochnoi porody za riznykh sposobiv utrymannia*. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*, 45, 316–325 (in Ukrainian).
- Sidashova, S. A., Gutyj, B. V., Popova, I. M., Khotsenko, A. V., Stadnytska, O. I., Bezalychna, O. O., Martyshuk, T. V., & Boyko, A. O. (2022). The profile of the productive and technological indicators of cows of the Ukrainian red dairy breed in an industrial complex. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 24–31. DOI: 10.32718/nlvet-a9604.
- Slivinska, L. G., Fedorovych, V. L., Shcherbatyy, A. R., Fedorovych, N. M., Gutyj, B. V., Vlizlo, V. V., Lychuk, M. G., Maksymovych, I. A., & Zinko, H. O. (2023). Diagnostic informativeness of markers of bone-tissue metabolism and bone resorption in cows with osteodystrophy. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(3), 349–353. DOI:10.15421/022351.
- Tsvihun, A. T., Povochnikov, M. H., Bakhmat, M. N. (2003). *Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn*. Kamianets-Podilskyi: Abetka (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni : dovidnyk*. Lviv: Spolom (in Ukrainian).
- Zubets, M. V. (2010). *Etolohiia molochnoi khudoby: nauk. ta navch.-metod. vyd*. UAAN, Natsionalnyi ahrarnyi un-t, Kharkivska zooveterynarna akademiia. Kharkiv : Brovin O.V. (in Ukrainian).





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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9933  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 639.31.043

## The technology of growing rainbow trout in the conditions of PE “Western Fish Company” by feeding Vita Fisch compound feed

V. Bozhyk<sup>1</sup>✉, I. Kychun<sup>2</sup>, J. Yaninovich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

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

### Article info

Received 27.09.2023

Received in revised form  
30.10.2023

Accepted 31.10.2023

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-097-585-45-14  
E-mail: vbr.bozyk@gmail.com

Institute of Animal Biology NAAS,  
V. Stusa Str., 38, Lviv,  
79034, Ukraine.

**Bozhyk, V., Kychun, I., & Yaninovich, J. (2023). The technology of growing rainbow trout in the conditions of PE “Western Fish Company” by feeding Vita Fisch compound feed. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 200–205. doi: 10.32718/nvlvet-a9933**

A study was conducted on feeding Vita Fisch combined feed to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* this year based on a full-system cold-water farm of the Western Fish Company, Peremyshlyan district, Lviv region. The experiments considered the conditions of keeping hydrochemical and fishery indicators: stocking density, temperature, oxygen saturation, and pH of the environment. At the initial stages of the work, fish pools with a water volume of 30 m<sup>3</sup> were treated by a one-time application of the probiotic “Sviteco PW” at a dose of 1.0 ml/m<sup>3</sup> of water. According to our observations, after a day, the water in the pool became more transparent compared to collections without probiotics, which indicates high results of bioremediation, which maintains the water body at an optimal level. By conducting production tests on this year's trout we set ourselves the goal of producing high-quality, high-nutrition combined feed with a low cost and feed ratio, which are well eaten by fish, contribute to the appropriate growth rate, increase fish weight, profitability of aquaculture, prevention of water pollution, reduction of manifestations of conditionally pathogenic microorganisms and safety for the environment. Therefore, we fed this year's rainbow trout with “Vita Fisch” granular compound feed, which is made from domestic ingredients according to a recipe for young trout, in specialized production by fermentation of the main components of the meal with the introduction of 2.5 % of the premix and probiotic “Sviteco PWC” production pools under aquaculture conditions at the 0.7 ml/kg feed. The ingredients and production of this feed are focused primarily on quality indicators regarding environmental friendliness and environmental protection, taking into account health, physiological state, the ability of fish to carry loads, the quality of food fish, and the profitability of production. Feeding with combined feed was carried out at a temperature of 8 °C while providing 1 % of the feed from the weight of the fish during the day. As a result of the work, trout have a high activity in eating, digestibility, assimilation of compound feed, and a low feed coefficient of 0.95 k. units were established.

**Key words:** rainbow trout, Vita Fisch high-performance compound feed, balanced nutrition, growth intensity, feed coefficient, fish productivity, cultivation technology, metabolic processes, diet, productive action, feeding norms and plan, morphometric indicators, “Sviteco PWC” probiotics, economic efficiency of fed compound feeds

## Технологія вирощування райдужної форелі в умовах ПП “Західна рибна компанія” за годівлі комбікормами Vita Fisch

В. Й. Божик<sup>1</sup>✉, І. В. Кичун<sup>2</sup>, Й. Є. Янінович<sup>2</sup>

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

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

Проведено дослідження щодо згодовування комбікормів фірми *Vita Fisch* цьоголіткам райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* на базі повносистемного холодноводного господарства ПП “Західна рибна компанія” Перемишлянського р-ну Львівської області. В досліді враховано умови утримання, гідрохімічні і рибницькі показники: щільність посадки, температуру, насиченість киснем, рН середовища. На початкових етапах роботи проведено обробку басейнів з рибою об’ємом води 30 м<sup>3</sup> шляхом одноразово внесення пробіотика “Svitaco PWC” у дозі 1,0 мл/м<sup>3</sup> води. За нашими спостереженнями, через добу вода у басейні стала більш прозорою порівняно з басейнами без пробіотика, що вказує на високі результати біоремедіації, які підтримують водойму на оптимальному рівні. Проводячи виробничі випробування на цьоголітках форелі, ми собі за мету поставили виготовити якісні високопоживні комбікорми з невисокою вартістю та кормовим коефіцієнтом, які добре поїдаються рибою, сприяють відповідному темпу росту, збільшенню маси риби, прибутковості аквакультури, запобіганню забрудненню водойми, зниженню проявів умовно патогенних мікроорганізмів та безпечності для навколишнього середовища. Тому нами у виробничих басейнах за умов аквакультури проведено годівлю цьоголіток райдужної форелі гранульованими комбікормами “Vita Fisch”, які виготовлені з вітчизняних складників за рецептурою для молоді форелі, на спеціалізованому виробництві шляхом ферментації основних компонентів корму з введенням 2,5 % преміксу та пробіотика “Svitaco PWC” з розрахунку 0,7 мл/кг корму. Складники та виготовлення даного корму зорієнтовано насамперед на якісні показники щодо екологічності, охорони навколишнього середовища з урахуванням здоров’я, фізіологічного стану, властивості риби переносити навантаження, якість харчової риби, а також рентабельність виробництва. Годівлю комбікормами здійснювали за температури 8 °С, при цьому згодовували протягом доби 1 % корму від маси риби. В результаті роботи встановлено високу активність форелі щодо поїдання, перетравності, засвоєності комбікормів та невисокий кормовий коефіцієнт 0,95 к. од.

**Ключові слова:** райдужна форель, високопродуктивний комбікорм *Vita Fisch*, збалансоване живлення, інтенсивність росту, кормовий коефіцієнт, рибопродуктивність, технологія вирощування, обмінні процеси, раціон, продуктивна дія, норми та план годівлі, морфометричні показники, пробіотики “Svitaco PWC”, економічна ефективність згодовування комбікормів.

## Вступ

В інтенсифікації форелівництва в умовах західного регіону України при ставовому та басейновому вирощуванні райдужної форелі першочергового значення набуває вивчення та вдосконалення питань збалансованої та повноцінної годівлі. Володіючи біологічними закономірностями життєвого циклу і адаптацією до умов середовища вирощування, особливої уваги заслуговує селекційна можливість форелі за значних щільностей посадки у поєднанні з потенційним функціональним темпом росту, особливо в перші роки вирощування (Bobel & Pivtorak, 2019).

Основним завданням товарного форелівництва є вирощування риби в найкоротші терміни і з мінімальними затратами. Одним з основних факторів, який впливає на швидкість росту риби, є підтримання оптимальних умов вирощування і нормована годівля. Таким чином, актуальність проблеми інтенсивного вирощування райдужної форелі повинна спрямовуватись на удосконалення технології відтворення і вирощування з використанням повноцінних комбікормів і сучасного вдосконалення технологічних прийомів їхнього виробництва (Dimitroglou et al., 2009; Ortiz et al., 2013; Grynevych et al., 2018).

Швидкий розвиток аквакультури в останні роки призводить до зростання попиту на кормові інгредієнти та їхні ціни, з цієї причини затрати на годівлю складають 50–60 % від загальних виробничих витрат при вирощуванні риби. З цього погляду – розвиток індустрії аквакультури стає великим викликом для майбутніх поколінь; не тільки щодо затрат на годівлю, а й стосовно наявності першочергових інгредієнтів, а саме рибної муки і жиру. Скорочення використання в рецептурі кормів рибної муки і жиру є тенденцією останнього десятиліття. Згідно з прогнозами у 20–30 роках третього тисячоліття ці інгредієнти будуть мінімальними або відсутніми в раціонах.

Щоб усунути ці обмеження аквакультури, рекомендується розробка функціональних комбікормів з використанням альтернативних економічних рослинних білків, вуглеводів, ліпідів і “багатофункціональ-

них пробіотичних бактерій, продукуючих спори *Bacillus subtilis*” для підвищення рентабельності аквакультури і екологічної стійкості.

Використання *B. subtilis* як пробіотичної бактерії при вирощуванні форелі в холодноводному аквакультурному господарстві вирішує декілька проблемних питань. Насамперед покращує ріст і сприяє швидким приростам маси за рахунок зростання коефіцієнта конверсії корму, тим самим знижує витрати корму. Одночасно дозволяє отримувати безпечну продукцію риби, запобігає розвитку патогенів завдяки властивості синтезувати протимікробні сполуки. Крім того, пробіотики, які задаються в корми, потрапляють у водойми і надалі дозволяють очищати воду й осади в ставах та басейнах шляхом аеробного і анаеробного біоформу. Пробіотичні бактерії з роду *Bacillus* можуть використовуватись в комбікормах при годівлі риби в аквакультурі завдяки процесу стійкості до спор, пробіотик дозволений FDA завдяки нетоксичності для людей і риби. Загалом бактерії *B. subtilis* визнані безпечними (GRAS) для тварин і людини, оскільки потенційний пробіотик може бути включений в корми для риб (Verschuere et al., 2000).

При значному забрудненні водойми велика кількість патогенів за сприятливих умов для їхнього розвитку беруть під контроль водойму. Вищезгадані патогени розвиваються в умовах низького вмісту кисню, високого рівня азоту, фосфатів і сульфатів та екстремальних значеннях рН. Крім того, патогени адаптуються і приводять токсичні сполуки в цих несприятливих умовах вирощування.

Патогенні бактерії стійкі до більшості антибіотиків, що утруднює їх профілактику і усунення. Ці бактерії здатні відтворювати небезпечні для тварин та риби метаболіти, такі як токсини і вірулентні ферменти. Умовно патогенні мікроорганізми ростуть, контролюють екологічні ніші та викликають смертність риби, коли стан ставів починає погіршуватись. Відповідно використання пробіотичних бактерій в водоймах при вирощуванні риби може бути рішенням для запобігання цим проблемам аквакультури.

Крім того, внесення пробіотиків роду *Bacillus* у водойму призводить до розкладання органічних речовин, очищення і прозорості води, зниження концентрації фосфору і азоту, до зростання вмісту розчиненого кисню, контролю нітритів, сірководню і аміаку, а також різкого зниження захворюваності.

Таким чином, використання багатофункціональних пробіотичних бактерій в системах рибництва та аквакультури стає рішенням для запобігання розвиткові патогенів, покращення засвоєння поживних речовин та параметрів довколишнього середовища, а також підвищення рентабельності рибних господарств.

Корисні пробіотики підтримують екосистеми риб в умовах здорового організму. В природі близько 95 % всіх мікроорганізмів спричинюють позитивний вплив на прискорення перетравності та засвоєння поживних речовин, запобігання розвитку патогенів і поліпшення параметрів водного середовища (Ortiz et al., 2013).

Актуальність теми базується на питаннях ефективного вирощування райдужної форелі в умовах інтенсивної аквакультури з використанням повноцінних комбікормів, вартість яких у більшості господарств перевищує 60 % від суми загальних витрат. Тому питання забезпечення високоякісними і повноцінними комбікормами форелевих господарств є однією з основних проблем, яка визначає економічну ефективність розвитку аквакультури. Варто зауважити, що середовище проживання і холоднокровність значно відрізняє риб від наземних тварин і визначає специфіку фізіології і біохімії живлення. Годівлю форелі слід здійснювати таким чином, щоб поїдання кормів відбувалося відразу з моменту роздачі кормів. У більшості вітчизняних форелевих господарств, як і у досліджуваному, годівля здійснюється вручну, а кормовий коефіцієнт визначається відповідно до температури води та маси риби.

### Мета дослідження

Мета і завдання досліджень полягали у розробці повноцінних та високопоживних за раціонами комбікормів, під комерційною назвою Vita Fisch, які виготовлені шляхом ферментації, з введенням до їхнього складу пробіотиків “Sviteco PWC” з низьким кормовим коефіцієнтом. Крім того, у розробці ефективного плану та оптимальних норм годівлі форелі, а також з'ясуванні впливу цих комбікормів на рибницькі показники різновікової райдужної форелі і оцінку економічної ефективності вирощування з урахуванням фізіологічного стану риби, температури води і вмісту в ній кисню у ПП “Західна рибна компанія”.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили впродовж 2022–2023 рр. на базі господарства ПП “Західна рибна компанія” Перемишлянського р-ну Львівської області. Дане господарство є повносистемним, вирощування риби здійснюється від інкубації ікри до отримання личинок, мальків та товарної форелі. Матеріалом для дос-

ліджень були мальки та цьогорічки райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss*, яким згодовували комбікорми фірми Vita Fisch, із відповідним розміром гранул до вікових груп форелі. В дослідях враховували умови утримання, гідрохімічні і рибницькі показники, такі як щільність посадки, температура, насиченість киснем, рН середовища. Основні рибогосподарські дослідження були проведені за загальноприйнятими у рибництві методиками (Pivtorak & Bobel, 2017).

За час експериментального згодовування комбікормів регулярно стежили за темпом росту, приростами і загальним фізіологічним станом райдужної форелі. Для цього кожні 10 днів вибірково оглядали, зважували партію риби, визначали середню наважку з кожного лотка, басейна та визначали відносний і абсолютний темпи росту.

Дослідження форелі здійснювали за загальноприйнятими методиками у рибництві (Yevtushenko, 2013; Svyrydenko, 2014; Tupytska & Kliks, 2016). Морфометричну оцінку форелі здійснювали шляхом вимірювання і зважування риби. При експериментальному згодовуванні комбікормів використовувалася лише клінічно здорова риба без видимих пошкоджень, яку відловлювали і сортували за лінійними та ваговими показниками безпосередньо перед постановкою дослідів та не годували протягом 24 год.

Рибогосподарсько-економічну ефективність проведених досліджень і запропонованих технічних рішень визначали за відповідними рекомендаціями для рибного господарства. Оцінку ефективності вирощування риби здійснювали як за рибоводно-біологічними показниками (рибопродукція, виживання, середня маса риби, витрати кормів тощо), так і за економічною ефективністю господарської діяльності, за продуктивністю, темпом росту, життєздатністю і стійкістю до захворювань.

Всі отримані в процесі досліджень дані статистично обробляли за стандартними методиками на комп'ютері за програмою Microsoft Excel та Statistica 6.0 (Mamchych, 2006).

### Результати та їх обговорення

Нами в умовах виробничих басейнів застосовано пробіотик під комерційною назвою “Sviteco PWC”, який у своєму складі містить чотири штами бактерій роду *Bacillus*: *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. licheniformis* та *B. amyloliquefaciens* у рівних співвідношеннях, а також 1 % ензимів.

Обробку басейнів з рибою об'ємом води 30 м<sup>3</sup>, проводили шляхом одноразового внесення пробіотика у дозі 1,0 мл/м<sup>3</sup> води. Перед застосуванням пробіотика “Sviteco PWC” відміряли 30 мл препарату, далі влили в 50 л бочку та старанно перемішали і залишили відстоюватись протягом 60 хвилин для активації. Після того отриманий розчин вносили по водному дзеркалу, рівномірно розприскуючи по акваторії басейну при допомозі ковшика. На період внесення пробіотика призупиняли приплив води, але вмикали лопатеві аератори, стежили за вмістом кисню, щоб він не знижувався нижче ніж 7 мг/л. За нашими спостереженнями, на другу добу вода у басейнах стала

більш прозорою, як у контрольних басейнах без пробіотиків.

Згідно з літературними даними та власними експериментальними дослідженнями встановлено, що пробіотики “Sviteco PWC” в системах ставових та аквакультурних господарств призводять до поліпшення параметрів водного середовища і до порівняно високої (біоремедіації), прозорості води. В даному випадку виключається розвиток та нейтралізація патогенів, поліпшується травлення і засвоєння поживних речовин корму, знижується кількість метаболітів, що сприяє розкладанню органічних речовин, зменшенню концентрації фосфору і азоту, зростанню вмісту розчиненого кисню, контролю нітритів, сірководню і аміаку, а також запобіганню виникнення та різкому зниженню захворюваності, що є характерними ознаками доброї якості води.

Корисні пробіотики, особливо представники з роду *Bacillus*, підтримують екосистеми водойм з рибою в умовах здорового організму. Також сприяють підвищенню продуктивності, об’ємів виробництва та безпечності харчової продукції – риби. Для максимальної ефективності *Bacillus* в процесі біоремедіації необхідно підтримувати в належному стані й оптимальному рівні такі фактори, як вміст кисню, рН та температура води.

Проводячи вирощування форелі, ми собі за мету поставили знизити витрати щодо кормового коефіцієнту та вартості комбікормів, при цьому стимулювати ріст і збільшення маси форелі, захисну систему організму, запобігти забрудненню ставів і проявів умовно патогенних мікроорганізмів.

Таким чином, правильно сформовані рецептури комбікормів можуть привести до успішної і прибуткової аквакультури та бути безпечними для довкілля. З іншого боку, низькопоживні корми можуть запобігати росту та набору маси за рахунок неповного засвоєння поживних речовин, що в кінцевому результаті може призвести до зараженості риби і виникнення захворювання.

Нами в умовах виробництва два вирощувальних бетонних басейни об’ємом 30 м<sup>3</sup> води було зариблено цьогорічками райдужної форелі середньою масою 38 г у кількості 500 шт/м<sup>3</sup>, що склало 19 кг/м<sup>3</sup>, загалом на один басейн було висаджено 15 тисяч штук, або 570 кг молоді форелі. Годівлю райдужної форелі про-

водили кормами “Vita Fisch” за температури 8 °С, при цьому протягом доби згодовували 1 % корму від маси риби, що складало 5,7 кг на добу. Годівлю продовжували протягом 10 діб, за цей час згодовано 57 кг комбікорму, при контрольному зважуванні загальна маса форелі складала 630 кг, а середня вага форелі зросла до 42 г/шт., кормовий коефіцієнт склав 0,95 к/од. Надалі внесли поправку на кормовий коефіцієнт, довівши його до 6,3 кг на добу, та продовжили годівлю форелі протягом 14 днів, за цей період згодовано 88,2 кг корму, загальна маса зросла до 725 кг, а середня вага зросла до 48 г/шт., за кормового коефіцієнта на рівні 0,93 к. од. на кг приросту.

Після огляду басейнів, встановлено, що загальний клінічний стан форелі задовільний, риба активна на дачу кормів, кисневий показник у басейнах протягом годівлі утримувався на рівні 7,5–10,0 мг кисню на літр.

Надалі після підвищення добової дачі корму до 7,3 кг/добу годівлю продовжили до 20 діб, згодовано 146 кг корму, загальна маса форелі в басейні склала 878 кг, або 29,3 кг/м<sup>3</sup> басейну, а середня вага зросла до 58,5 г/шт за кормового коефіцієнта 0,96 к. од. на кг приросту.

Аналізуючи весь процес вирощування цьогоріток форелі в умовах аквакультури, можна сказати, що дані комбікорми є високорентабельними, з кормовим коефіцієнтом в межах 0,95 к. од. на кілограм приросту форелі.

Гранульовані комбікорми які використовувались для годівлі форелі, виготовлені з вітчизняних складників за рецептурою для молоді форелі, на спеціалізованому виробництві шляхом ферментації основних компонентів корму з введенням 2,5 % преміксу та пробіотика “Sviteco PWC” з розрахунку 0,7 мл/кг корму. Рецептура та виготовлення даного корму зорієнтована насамперед на якісні показники щодо екологічності, охорони навколишнього середовища, з урахуванням здоров’я, фізіологічного стану, властивості риби переносити навантаження, якість харчової риби, а також рентабельність виробництва.

Годівля цими комбікормами гарантує високий добовий приріст. Будучи високоенергетичним кормом, він не призводить до ожиріння риби. При інтенсивній годівлі реалізується добре співвідношення ціни та продуктивності вирощуваної риби.

**Таблиця 1**

Середньодобова дача кормів різновіковим групам форелі

Маса риби, г	Величина гранул	Температура води								
		2 °С	4 °С	6 °С	8 °С	10 °С	12 °С	14 °С	16 °С	18 °С
25–100	2–3	0,4–0,5	0,6–0,8	0,7–0,9	0,8–1,1	0,9–1,2	1,1–1,3	1,2–1,4	1,4–1,5	1,1–1,2
80–200	3–4	0,3–0,4	0,6–0,8	0,6–0,8	0,7–1,0	0,8–1,1	0,9–1,2	1,1–1,3	1,3–1,4	0,8–1,0
150–500	4–5	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5–0,6	0,6–0,8	0,6–0,9	0,8–1,1	1,0–1,1	1,1–1,3	0,7–0,9
500–1500	6–8	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5–0,6	0,6–0,8	0,6–0,9	0,8–1,0	0,9–1,1	1,0–1,2	0,7–0,9

Ризик забрудненості водойм та риби дуже низький завдяки незначному вмісту фосфору та добрій засвоєності корму, середній кормовий коефіцієнт складає від 0,9 до 1,1 кг корму/кг приросту риби. Корм відпо-

відно до плавучості та стабільності у воді відповідає найкращим світовим показникам.

До складу комбікорму входить білкова основа, яка включає в себе м’ясокісткове борошно з відходів птиці, низькотемпературне рибне борошно та поро-



шок гемоглобіну, що пройшли попередню підготовку, шляхом ферментації. Жири розкладені за допомогою ферментів на амінокислоти та жирні кислоти, а надалі поміщені в ліпосомальну емульсію. Завдяки такій технології організм риби легко засвоює поживні речовини корму, не затрачаючи значної енергії на перетравлення жирів і білків. Обов'язковим за складом компонентом комбікорму є 2,5 % премікс, який додається в змішувач та поступає на грануляцію, а далі на просушування.

Рибний комбікорм для форелі збалансований за вмістом поживних речовин, засвоєністю, енергетичною цінністю та розподілом в організмі риб. Вміст поживних речовин і їх засвоєність залежить від вмісту протеїну, жиру і вуглеводів (БАР), що встановлено у виробничих умовах. Показники сирової клітковини, як і золи, що знижують енергетичну цінність комбікорму, знаходяться у незначних кількостях та наявності фосфору через його негативну дію на довкілля. Можливі ризики забруднення довколишнього середовища залежать від кормового коефіцієнту і вмісту в кормі та риби фосфору і азоту.

Згідно з поживною цінністю комбікорму, встановлено, що вміст протеїну був на рівні 43 %, жиру – 15%, вуглеводів – 2,0 %, крім того, даний корм володіє високою енергетичною цінністю – 23,3–24,6 Мдж/кг.

При годівлі форелі в умовах лотків важливим фактором є розчинений кисень, який протягом періоду згодовування кормів утримувався у межах від 7 до 9 мг/л води. Кисень у басейнах підтримувався шляхом подачі в трубопроводі компресором та механічними лопатевими аераторами поплавкового типу безпосередньо у басейни. У випадках різкого зниження кисню спостерігали мляве плавання форелі біля поверхні води та неактивне поїдання кормів, що в кінцевому результаті відбивалось на зменшенні кількості згодованого корму та приростах. В такі періоди годівлі доводилося стежити і за іншими гідрохімічними показниками, особливо температурним та водневим показниками, а також загальним забрудненням продуктами обміну та чистотою води у басейнах. Дотримання загальних рибницьких вимог дало нам можливість уникнення стресових факторів та сприяло рівномірному планомірному згодовуванню комбікормів і отриманню планового темпу росту та середньодобових приростів форелі.

Інтенсивність росту форелі залежить в основному від поживної цінності корму. Тому для активного росту і розвитку форелі необхідний високий вміст в кормі добре засвоюваних білків, які в основному використовуються тільки для пластичного обміну. Відомо також, що основним джерелом енергії для тваринного організму є ліпіди кормів, які, окрім енергетичних функцій, виконують в організмі як тварин, так і риб низку життєво важливих функцій: структуроутворюючу, регуляторну, а також є попередниками багатьох біологічно активних речовин, в тому числі й гормонів (Sargent et al., 2002; Gümüş & İkiz, 2009).

Таким чином, комбікорми для лососевих відрізняються між собою співвідношенням структурних і запасних речовин, що пов'язано з використанням різної сировини при їх виготовленні. Отже, вміст

ліпідних компонентів у тканинах райдужної форелі залежить від складу корму.

Годівлю форелі здійснювали згідно з таблицею 1, яка складена нами на підставі розрахункових і емпіричних даних, наведених на основі оптимальних величин з урахуванням температури води, маси риби і енергетичної цінності комбікорму, що узгоджується з даними (Pivtorak & Bobel, 2017).

Враховуючи вищенаведене, можна стверджувати, що спеціалізований комбікорм "Vita Fisch", який виробляється на сучасному підприємстві, зорієнтований на його якість, екологічність, охорону навколишнього середовища, фізіологічно здорового організму, властивості риби переносити стресові навантаження, якість харчової риби, а також спрямований на рентабельність виробництва у рибництві та аквакультури.

Попередні дослідження дають підставу стверджувати, що даний комбікорм гарантує високий добовий приріст. Будучи високоенергетичним кормом, він не призводить до ожиріння риби. При інтенсивній годівлі реалізується добре співвідношення ціни та продуктивності вирощуваної риби. Ризик забрудненості водойм та риби дуже низький завдяки незначному вмісту фосфору та високій засвоєності корму, Кормовий коефіцієнт стартового комбікорму для личинок, мальків і цьоголіток становить 0,7–0,8, а продукційний для однорічок та дволіток – 0,9–1,1 кг корму/кг приросту риби. Комбікорм відповідно до плавучості і стабільності у воді відповідає найкращим світовим показникам.

## Висновки

Згодовування комбікормів під комерційною назвою "Vita Fisch", які виготовлені методом ферментації та містять у своєму складі водорозчинні жирні кислоти, оточені ліпосомальною емульсією в поєднанні з пробіотичними бактеріями роду *Bacillus*: *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. licheniformis* і *B. amyloliquefaciens*, у ставовій аквакультури при вирощуванні райдужної форелі вказує на досить високу перетравність, засвоєність комбікорму та невисокий кормовий коефіцієнт 0,95 к. од. Крім того, ферментація комбікормів з пробіотичними бактеріями значно покращує біоремедіацію аквакультурних водойм і запобігає розвитку захворювань, чим модулюється широкий спектр параметрів якості води. Це в кінцевому результаті призводить до планомірного ведення господарської діяльності, нарощування об'ємів виробництва риби, прибутковості аквакультурних господарств, безпечності харчової продукції – риби, а також здоров'я людини і навколишнього середовища.

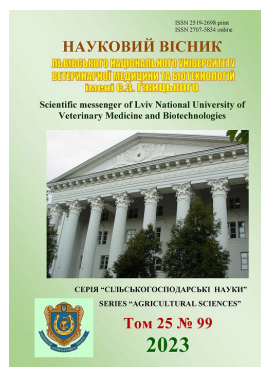
*Перспективи подальших досліджень.* Таким чином, у проведених дослідженнях прослідковується необхідність подальшого вивчення впливу годівлі всіх вікових груп лососевих та інших видів риб якісними високопродуктивними кормами, які виготовлені шляхом ферментації з введенням до їхнього складу пробіотичних препаратів, на функціональний стан і темп росту райдужної форелі та товарно-якісні показники рибпродукції в умовах ставового та аквакультурного вирощування.

### Відомості про конфлікт інтересів

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

### References

- Bobel, I. Y., & Pivtorak, J. I. (2019). Morphometric estimation of Rainbow Trout for feeding Aller Aqua and Aquafeed Fischfutter. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 21(90), 21–25. DOI: 10.32718/nvlvet-a9004 (in Ukrainian).
- Dimitroglou, A., Merrifield, D. L., Moate, R., Davies, S. J., Spring, P., Sweetman, J., & Bradley, G. (2009). Dietary mannan oligosaccharide supplementation modulates intestinal microbial ecology and improves gut morphology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Animal Science*, 87(10), 3226–3234. DOI: 10.2527/jas.2008-1428.
- Grynevych, N., Sliusarenko, A., Dyman, T., Sliusarenko, S., Gutyj, B., Kukhtyn, M., Hunchak, V., & Kushnir, V. (2018). Etiology and histopathological alterations in some body organs of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) at nitrite poisoning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 402–408. DOI: 10.15421/2018\_228.
- Gümüş, E., & Ikiz, R. (2009). Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, chemical contents and digestibility in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792. *Pakistan Vet. J.*, 29(2), 59–63. [https://www.researchgate.net/publication/288801625\\_Effect\\_of\\_dietary\\_levels\\_of\\_lipid\\_and\\_carbohydrate\\_on\\_growth\\_performance\\_chemical\\_contents\\_and\\_digestibility\\_in\\_rainbow\\_trout\\_Oncorhynchus\\_mykiss\\_Walbaum\\_1792](https://www.researchgate.net/publication/288801625_Effect_of_dietary_levels_of_lipid_and_carbohydrate_on_growth_performance_chemical_contents_and_digestibility_in_rainbow_trout_Oncorhynchus_mykiss_Walbaum_1792).
- Hrytsyniak, I. I. (2007). *Naukovo-praktychni osnovy ratsionalnoi hodivli ryb*. K.: Rybka moia (in Ukrainian).
- Mamchych, T. I. (2006). *Statystychnyi analiz danykh z paketom STATISTICA*. Drohobych: Vydavnycha firma “Vidrodzhennia” (in Ukrainian).
- Ortiz, L. T., Rebolé, A., Velasco, S., Rodríguez, M. L., Treviño, J., Tejedor, J. L., & Alzueta, C. (2013). Effects of inulin and fructooligosaccharides on growth performance, body chemical composition and intestinal microbiota of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 19(4), 475–482. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2012.00981.x.
- Pivtorak, Ya. I., & Bobel, I. Yu. (2017). Intensyvni rost i rozvytku raiduzhnoi foreli za vykorystannia kormiv Aller Aqua ta Aquafeed Fischfutter. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Silskohospodarski nauky*, 19(79), 73–77. DOI: 10.15421/nvlvet79 (in Ukrainian).
- Pivtorak, Ya. I., Bobel, I. Yu., & Bozhyk, O. V. (2017). Perspektyvy vykorystannia kormiv “Aller aqua” u zhyvlenni raiduzhnoi foreli. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Silskohospodarski nauky*, 19(74), 95–98. DOI: 10.15421/nvlvet74 (in Ukrainian).
- Sargent, J. R., Tocher, D. R., & Bell, J. G. (2002). *The lipids*. Fish Nutrition, 3rd, Chap. 4. San Diego: Academic Press, 181–257. URL: <https://dspace.stir.ac.uk/handle/1893/2926#.XZ9NaChR3ct>.
- Svyrydenko, N. P. (2014). *Metodychni vkazivky do vykonannya laboratornykh robot z dyscypliny Rozvedennya ta selekciya ryb dlya studentiv OKR “Bakalavr” napryamu 6.090201 “Vodni bioresursy ta akvakultura”* (in Ukrainian).
- Tupytka, O. M., & Klih, L. V. (2016). *Biokhimiia ryby ta rybnykh produktiv*. Navchalnyi posibnyk. K.: NVV “Vydavnychiy tsentr” NUBiP Ukrainy (in Ukrainian).
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. (2000). Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64, 655–671.
- Yevtushenko, M. Y. (2013). *Metodyka doslidzhen u rybnytstvi*. *Metodychnyi posibnyk dlia pidhotovky bakalavriv za spetsialnistiu 6.090201 – “Vodni bioresursy ta akvakultura”* (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9934  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 638.124.24

## Perg reserve and development of bee colonies of different genealogical formations of the carpathian subspecies

M. S. Stetsyshyn<sup>1,2</sup>, V. V. Fedorovych<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Institute of Animal Breeding and Genetics of NAAS named after M. V. Zubets, Chubynske, Ukraine

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

### Article info

Received 29.09.2023

Received in revised form  
30.10.2023

Accepted 31.10.2023

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

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

**Stetsyshyn, M. S., & Fedorovych, V. V. (2023). Perg reserve and development of bee colonies of different genealogical formations of the carpathian subspecies. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 206–210. doi: 10.32718/nvlvet-a9934**

The study of bee colony growth patterns throughout the year makes it possible to substantiate the ways of creating strong families that will ensure high productivity in the collection of bee products. The research was conducted on bees of different genealogical formations of the Carpathian breed in private apiaries in the village of Navariya, Lviv region. To conduct the experimental studies, 6 groups of 10 bee colonies were formed: I – the control group – local bees of the Carpathian population (type “Vuchkovsky”); II – the experimental group – inbred group ♀ UA3-5-9-15.112-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ microline “915” x ♂ microline “915”); III – experimental group – breeding cross ♀ UA3-65-2019 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ microline “Sto” x ♂ microline “915”); IV – experimental group – breeding cross ♀ UA3-5-35-2019 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ type “Vuchkovsky” x ♂ microline “915”); V – experimental group – breeding cross ♀ UA3-5-307/67-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ microline “67” x ♂ microline “915”); VI – experimental group – breeding cross ♀ UA3-5-07-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ microline “07” x ♂ microline “915”). It was established that bees of different breeding crosses of the Carpathian breed had certain differences in the strength of bee colonies, the number of closed broods, and bee bread productivity. The maximum values of bee colony strength and stocks of perga in all groups were noted during the inspection on 10 June. At the same time, the highest value of bee colony strength was observed in the fifth experimental group (19.7 hives), and the best bee colonies in the second experimental group (6992.0 cells) were found in terms of perga productivity. The highest values of the number of closed brood were recorded during the inspection on 29 May, with the bee colonies of the third experimental group prevailing in this respect (20547.6 cells). Thus, to increase the strength of bee colonies, the number of closed brood, and the bee bread productivity, it is advisable to breed interbreed crosses of the Carpathian subspecies since they are superior to local bees of the Vuchkovsky type in the above characteristics.

**Key words:** the Carpathian subspecies of bees, the strength of bee colonies, the number of closed brood, hive productivity.

## Запаси перги та розвиток бджолосімей різних генеалогічних формувань карпатського підвиду

M. С. Стецишин<sup>1,2</sup>, В. В. Федорович<sup>2</sup>✉

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

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

Дослідження закономірностей росту бджолосімей впродовж року дає можливість обґрунтувати шляхи створення сильних сімей, що забезпечить високу продуктивність зі збору бджолиних продуктів. Дослідження проведені на бджолах різних генеалогічних формувань карпатської породи у приватних пасіках в с. Наварія Львівської області. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано 6 груп по 10 бджолосімей у кожній: I – контрольна група – місцеві бджоли карпатської популяції (тип “Вучківський”); II – дослідна група – інбредна група ♀ UA3-5-9-15.112-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018

(♀ мікролінія “915” x ♂ мікролінія “915”); III – дослідна група – селекційний крос ♀ UA3-65-2019 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ мікролінія “Сто” x ♂ мікролінія “915”); IV – дослідна група – селекційний крос ♀ UA3-5-35-2019 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ тип “Вучківський” x ♂ мікролінія “915”); V – дослідна група – селекційний крос ♀ UA3-5-307/67-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ мікролінія “67” x ♂ мікролінія “915”); VI – дослідна група – селекційний крос ♀ UA3-5-07-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ мікролінія “07” x ♂ мікролінія “915”). Встановлено, що бджоли різних селекційних кросів карпатської породи мали певні відмінності за силою бджолосімей, кількістю закритого розплоду та перговою продуктивністю. Максимальні значення сили бджолосімей та запасів перги у всіх групах виявлено під час огляду 10 червня. При цьому найвище значення сили бджолосімей спостерігалося у п'ятій дослідній групі (19,7 вулички), а за перговою продуктивністю кращими виявилися бджолосім'ї другої дослідної групи (6992,0 комірки). Найбільші значення кількості закритого розплоду зафіксовані під час огляду 29 травня, при цьому переважали за цією ознакою бджолосім'ї третьої дослідної групи (20547,6 комірки). Таким чином, з метою підвищення сили бджолосімей, кількості закритого розплоду та пергової продуктивності доцільно розводити внутрішньопородні кроси карпатського підвиду, позаяк вони за вищенаведеними ознаками переважають місцевих бджіл типу “Вучківський”.

**Ключові слова:** карпатський підвид бджіл, сила бджолосімей, кількість закритого розплоду, пергова продуктивність.

## Вступ

Бджільництво – важлива галузь сільського господарства, яка відіграє роль не лише у формуванні продовольчої безпеки, а й суттєво впливає на врожайність рослин та їх біорізноманіття (Kovalskyi et al., 2021, 2022; Razanova et al., 2023).

Серед селекційних ознак бджіл одне з провідних місць займає сила сім'ї. У розвитку бджолосім'ї виділяють 4 етапи: підготовчий, збільшення сили, утворення “зимуючої сили” і зимової зміни сили бджолосім'ї. Перший період передбачає заміну бджіл, які перезимували, на молодих. Другий період характеризується швидким темпом збільшення кількості розплоду у бджолосім'ї, але за умови наявності кормів. Також у другому періоді виділяють час інтенсивного росту та час накопичення молодих резервних бджіл. Від сили бджолосім'ї залежить виробництво меду, воску, перги та інших бджолопродуктів (Razanova et al., 2023).

Перга є цінним продуктом бджільництва, вона не має аналогів за біохімічним складом та наявністю амінокислот. Її використовують як харчову добавку та імуностимулюючий засіб (Adamchuk, 2014). Перга є надзвичайно важливим білковим кормом для бджіл. Його частина в раціоні займає близько 20 % (Mishchenko et al., 2022). Від кількості запасів білкового корму у вулику залежить сила, кількість розплоду та продуктивність бджолосім'ї. Нестача перги має значні негативні наслідки – у бджіл виникає білкова дистрофія, повільніше розвиваються глоткові залози, тому погіршується харчування личинок і як наслідок, зменшується кількість розплоду або зовсім припиняється його вирощування, слабшає сила та бджолосім'я може загинути. Між кількістю запасів білкового корму та розвитком бджолосім'ї існує закономірність (Reznikova & Ivchenko, 2010). Тому для забезпечення високої продуктивності бджолосімей з метою максимальної мобілізації льотної енергії на збирання нектару слід забезпечити бджіл достатньою кількістю пергового корму (Nicolson, 2011). Великі бджолосім'ї більше збирають та мають більші запаси перги у вулику (Mishchenko et al., 2022).

## Мета дослідження

Проаналізувати силу бджолосімей, кількість закритого розплоду та пергову продуктивність різних генеалогічних формувань карпатського підвиду бджіл. Додатково ми ставили за мету оцінити ефекти-

вність розведення цих генеалогічних формувань для підвищення цих показників, сприяючи тим самим розвитку ефективних стратегій селекції та збереженню карпатського підвиду бджіл.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені у 2020 році на бджолах різних генеалогічних формувань карпатського підвиду у приватних пасіках в с. Наварія Львівської області. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано 6 груп по 10 бджолосімей у кожній:

I – контрольна група – місцеві бджоли карпатського типу (“Вучківський”).

II – дослідна група – інбредна група ♀ UA3-5-9-15.112-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ мікролінія “915” x ♂ мікролінія “915”).

III – дослідна група – селекційний крос ♀ UA3-5-65-2019 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ мікролінія “Сто” x ♂ мікролінія “915”).

IV – дослідна група – селекційний крос ♀ UA3-5-35-2019 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ тип “Вучківський” x ♂ мікролінія “915”).

V – дослідна група – селекційний крос ♀ UA3-5-307/67-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ мікролінія “67” x ♂ мікролінія “915”).

VI – дослідна група – селекційний крос ♀ UA3-5-07-2018 x ♂ UA3-5-9-15.112-2018 (♀ мікролінія “07” x ♂ мікролінія “915”).

Силу бджолосімей оцінювали за кількістю вуличок, зайнятих бджолами, а кількість закритого розплоду – за допомогою рамки-сітки, що розділена на комірки розміром 5×5 см. Один квадрат такої сітки вміщує 100 бджолиних або 75 трутневих комірок. Кількість квадратів перераховували на кількість комірок.

Для визначення пергової продуктивності кожні 12 днів проводили повний огляд гнізда і визначали за допомогою рамки-сітки з квадратами розміром 5×5 мм.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили методами математичної статистики та біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Достовірність (вірогідність) різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Стьюдента (t). Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною за  $P < 0,05$  (\*),  $P < 0,01$  (\*\*),  $P < 0,001$  (\*\*\*) (Brovarskyi et al., 2017).



### Результати та їх обговорення

Результати наших досліджень свідчать, що при огляді 17 травня (рис. 1) найбільшою силою відзначались бджолосім'ї п'ятої групи – 13,4 вулички. Їх перевага за цією ознакою над бджолосім'ями контрольної групи становила 2,3 ( $P < 0,05$ ), другої і п'ятої – 0,9, третьої – 0,5 і шостої – 2,6 вулички. 29 травня найслабшою силою характеризувалися бджолосім'ї контрольної і шостої групи – 13,0, а найсильнішими виявилися бджолосім'ї п'ятої групи – 16,2 вулички, втім, комах контрольної групи за цією ознакою вірогідно переважали лише бджоли четвертої і п'ятої груп – відповідно на 2,4 та 3,2 вулички за  $P < 0,05$  в обох випадках (рис. 2). Варто зазначити, що у всіх групах сила бджолосім'ей стрімко зростала і найбільшого значення досягла під час огляду 10 червня (виняток – друга дослідна група, в якій вище значення названої ознаки було виявлено під час огляду 22 червня – 17,8 шт.) (рис. 3). У цей період бджолосім'ї контрольної групи за своєю силою (15,8 шт.) поступалися сім'ям всіх решта підконтрольних кросів, проте різниця була достовірною лише з четвертою і п'ятою групами і вона становила відповідно 3,6 та 3,9 шт. за  $P < 0,05$  в обох випадках. З 22 червня спостерігалось поступове зменшення сили бджолосім'ей у всіх групах, за винятком другої, яка мала на цей час найбільшу силу – 17,8 шт. (рис. 4). Найбільше значення названої ознаки у вказаний період виявлено у бджолосім'ях четвертої і п'ятої груп – 18,8 шт., що більше, ніж у решти підконтрольних кросів на 0,1–3,1 шт.

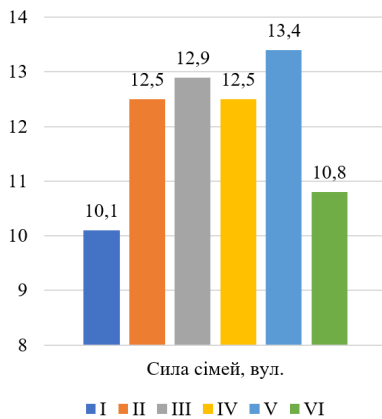


Рис. 1. Сила бджолосім'ей під час огляду 17.05.2020

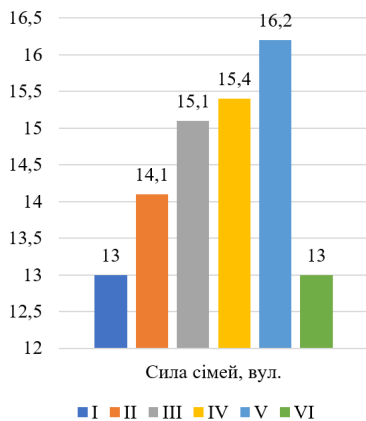


Рис. 2. Сила бджолосім'ей під час огляду 29.05.2020

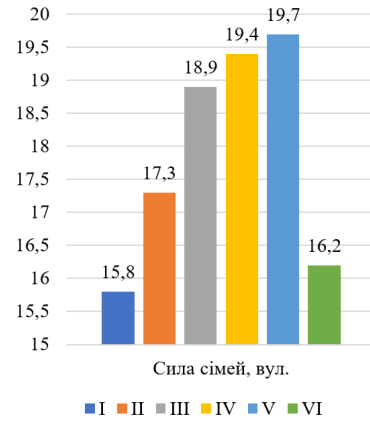


Рис. 3. Сила бджолосім'ей під час огляду 10.06.2020

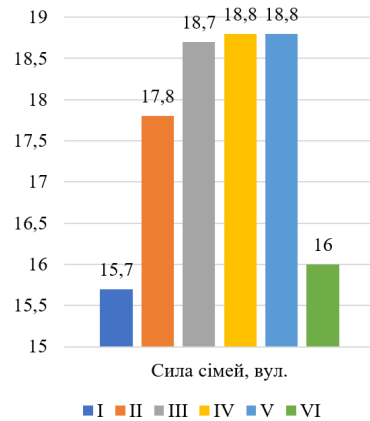
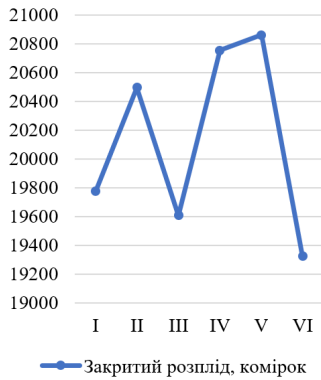


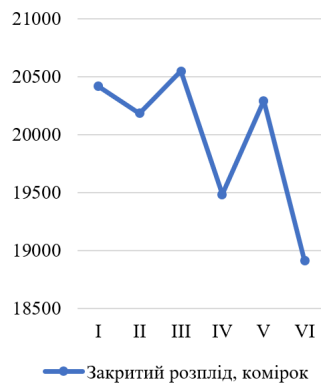
Рис. 4. Сила бджолосім'ей під час огляду 22.06.2020

При огляді 17 травня перевагу за кількістю закритого розплоду мали бджоли п'ятої дослідної групи – 20862,5 комірки (рис. 5). Незначно їм поступалися бджоли четвертої та другої груп – на 106,1 та 365,4 комірки відповідно. Менші значення кількості розплоду виявлено у контрольній (19777,9 комірки), третій (19608,2 комірки) та шостій (19322,7 комірки) групах, втім різниця між контрольною та дослідними групами в жодному випадку не була достовірною. Огляд бджолосім'ей 29 травня засвідчив, що названа вище ознака перебувала, залежно від групи, в межах 18911,3–20547,6 комірки, при цьому найбільше значення спостерігалось у третій групі, а найменше – у шостій (рис. 6). Варто зазначити, що різниця за кількістю закритого розплоду між бджолами підконтрольних кросів у жодному випадку не була достовірною. Під час огляду 10 червня значення названої ознаки порівняно з попереднім періодом у бджолосім'ях усіх груп зменшилося (рис. 7). У зазначений період найвищий показник кількості закритого розплоду виявлено у бджолосім'ей четвертої групи (19454,6 комірки), що більше, ніж у бджолосім'ей п'ятої групи, на 856,5, контрольної – на 1039,5, третьої – на 1057,1, другої – на 1080,1 та шостої – на 1459,9 комірки. Кількість закритого розплоду під час огляду 22 червня продовжувала зменшуватись (рис. 8). Найменше його значення (14730,5 комірки) зафіксовано у бджолосім'ей контрольної групи. За цією ознакою вони поступалися бджолам другої гру-

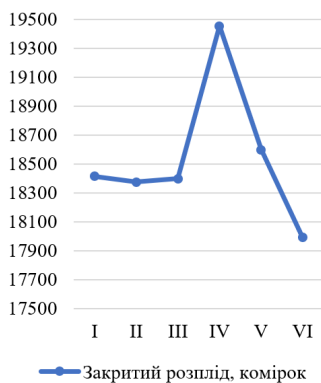
пи на 3280,3, третьої – на 3801,5, четвертої – 3900,9, п'ятої – 1527,8, шостої – 2832,4 комірки.



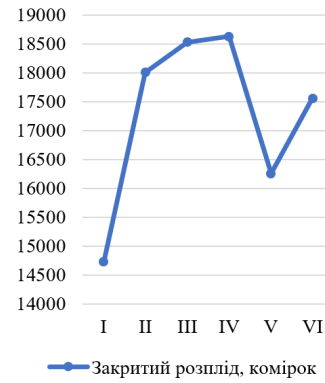
**Рис. 5.** Кількість закритого розплоду під час огляду 17.05.2020



**Рис. 6.** Кількість закритого розплоду під час огляду 29.05.2020



**Рис. 7.** Кількість закритого розплоду під час огляду 10.06.2020



**Рис. 8.** Кількість закритого розплоду під час огляду 22.06.2020

Важливим моментом для успішного розвитку і функціонування бджолиних сімей є наявність пергового корму в активний період року. Під час огляду 17 травня показник пергової продуктивності перебував у межах 2411,0–3054,0 комірки, при цьому найменше значення виявлено у бджіл кросу ♀ тип “Вучківський” × ♂ мікролінія “915”, а найбільше – у кросу ♀ мікролінія “915” × ♂ мікролінія “915” (табл. 1). Однак лише в одному випадку різниця була вірогідною – між контрольною і другою групою, і вона становила 500 комірок ( $P < 0,05$ ).

Під час огляду 29 травня найбільше перги спостерігали у бджіл селекційного кросу ♀ мікролінія “67” × ♂ мікролінія “915”. Достовірна різниця за цією ознакою між ними та бджолами контрольної групи становила 644,0 комірки ( $P < 0,01$ ). Найвищі значення пергової продуктивності бджіл усіх груп зафіксовано під час огляду 10 червня. За цією ознакою бджоли контрольної групи вірогідно поступалися бджолосім'ям другої групи на 1164 ( $P < 0,01$ ), третьої – на 756, четвертої – на 708, п'ятої – на 861 ( $P < 0,05$ ) і шостої – на 872 комірки ( $P < 0,05$ ). Огляд 22 червня засвідчив поступове зменшення пергової продуктивності та її значення, залежно від кросу бджіл, перебувало в межах 4554,0–5472,0 комірки. Встановлено, що найвищою перговою продуктивністю вирізнялися бджолосім'я другої групи, а найменшою – контрольної, втім, різниця за названою ознакою була вірогідною лише у двох випадках: між контрольною і другою групою – 918,0 комірки ( $P < 0,05$ ) і між контрольною та четвертою групою – 717,0 комірки ( $P < 0,05$ ).

**Таблиця 1**

Пергова продуктивність бджолосімей різних генеалогічних груп карпатського підвиду у період від 17.05 до 22.06.2020

Група бджіл	Дата огляду							
	17.05.2020		29.05.2020		10.06.2020		22.06.2020	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
I	2554,0 ± 80,74	9,5	3831,0 ± 136,31	10,7	5828,0 ± 240,04	12,4	4554,0 ± 224,28	14,8
II	3054,0 ± 141,92*	13,9	4461,0 ± 143,43*	9,6	6992,0 ± 238,72**	10,2	5472,0 ± 263,11**	14,4
III	2865,0 ± 158,48	16,6	4251,0 ± 149,36	10,5	6584,0 ± 235,53	10,7	5172,0 ± 269,69	15,6
IV	2411,0 ± 79,46	9,9	4187,0 ± 150,28	10,8	6536,0 ± 224,40	10,3	5271,0 ± 185,28*	10,5
V	2502,0 ± 109,35	13,1	4208,0 ± 164,19	11,7	6689,0 ± 240,90*	10,8	5067,0 ± 192,68	11,4
VI	2925,0 ± 168,05	17,2	4475,0 ± 137,82**	9,2	6700,0 ± 249,78*	11,2	5247,0 ± 214,79	12,3

## Висновки

Між бджолами різних внутрішньопородних кросів карпатської популяції спостерігалися певні відмінності за показниками сили бджолосім'ї, кількості закритого розплоду та пергової продуктивності. Найбільшою силою та перговою продуктивністю бджолосім'ї усіх груп характеризувалися під час огляду 10 червня. При цьому вищі значення першої ознаки спостерігалися у бджолосім'ї п'ятої групи, а іншої ознаки – у бджолосім'ї другої групи. Максимальне значення кількості закритого розплоду було досягнуто 29 травня, при цьому найвищим воно було у третій групі. У подальшому спостерігалася зменшення кількості закритого розплоду.

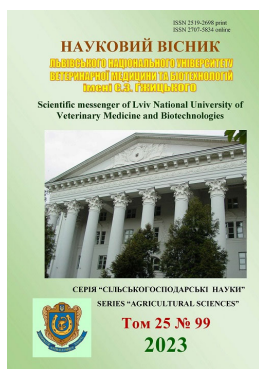
Таким чином, з метою підвищення сили бджолосім'ї, кількості закритого розплоду та пергової продуктивності доцільно розводити внутрішньопородні кроси карпатського підвиду, позаяк вони за вищенаведеними ознаками переважають місцевих бджіл типу “Вучківський”.

### Відомості про конфлікт інтересів

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

## References

- Adamchuk, L. O. (2014). Perspektyvy selektsii bdzhil dlia promyslovoho vyrobnytstva perhy [Prospects of breeding bees for industrial production of perga]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva*, 202, 225–229 (in Ukrainian).
- Brovarskiy, V. D., Brindza, Ya., Otchenashko, V. V., Povochnikov, M. H., & Adamchuk, L. O. (2017). *Metodyka doslidnoi spravy u bdzhilnytstvi* [Methods of research in beekeeping]. *Vydavnychiy dim “Vinnichenko”* (in Ukrainian).
- Kovalskiy, I., Kerek, S., Fedak, V., Kovalska, L., Druzhibiak, A., Vovkun, Y., Klym, O., & Golovach, P. (2022). Influence of heterosis on honey productivity of Carpathian bees. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 148–152. DOI: 10.32718/nvlvet-a9621.
- Kovalskiy, Y., Gutyj, B., Fedak, V., Kovalska, L., & Druzhibiak, A. (2021). The influence of feed quality on the development and productivity of bee queens. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 23(95), 71–75. DOI: 10.32718/nvlvet-a9510.
- Mishchenko, O., Lytvynenko, O., Bodnarchuk, G., Afara, K., & Kryvoruchko, D. (2022). Dynamics of protein feed stocks in bee colonies during the active season. *Visnyk aharnoi nauky*, 100(1), 26–32. DOI: 10.31073/agrovisnyk202201-04 (in Ukrainian).
- Mishchenko, O., Bodnarchuk, H., Lytvynenko, O., Afara, K., & Kryvoruchko, D. (2022). *Povedinka bdzhil za zahotivli bdzholynoho obnizhzhia (kvitkovoho pylku)* [Behavior of bees when collecting bee pollen (pollen)]. *Bdzhilnytstvo Ukrainy*, 1(8), 48–51. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2022.8.07 (in Ukrainian).
- Nicolson, S. W. (2011). Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology*, 46(2), 197–204. DOI: 10.1080/15627020.2011.11407495.
- Polishchuk, V. P. (2001). *Beekeeping*. Kyiv: Higher school (in Ukrainian).
- Razanova, O. P., Holubenko, T. L., & Skoromna, O. I. (2023). Shliakhy pidvyshchennia konkurentosproможnosti haluzi bdzhilnytstva u konteksti yevrointehratsiinykh protsesiv [Ways to increase the competitiveness of the beekeeping industry in the context of European integration processes]. *Vydavnytstvo TOV “Druk”* (in Ukrainian).
- Reznikova, N. L., & Ivchenko, V. M. (2010). Dynamics of protein feed stocks in bee colonies during the active season. *Visnyk aharnoi nauky*, 8, 36–37 (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2707–5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9935  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.082.4

## Manifestation of signs of milk productivity of firstborn cows depending on the productivity of their female ancestors

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

<sup>1</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

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

### Article info

Received 01.10.2023

Received in revised form  
02.11.2023

Accepted 03.11.2023

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

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

*Shpyt, I. V., Fedorovych, V. V., & Fedorovych, Ye. I. (2023). Manifestation of signs of milk productivity of firstborn cows depending on the productivity of their female ancestors. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 211–216. doi: 10.32718/nvlvet-a9935*

One of the most important breeding methods in cattle breeding is the determination of genetic similarity in productive traits of female ancestors and their descendants. In view of the above, the aim of the study was to determine the variability of cow milk production traits depending on the productivity of their mothers and fathers' mothers. The studies were conducted on farms located in different climatic zones of Ukraine, namely: SE DG "Oleksandrivske", Vinnytsia region (Forest-Steppe zone,  $n = 714$ ), LLC SHP "Imeni Volovikova", Rivne region (Polissia zone,  $n = 1840$ ) and SE "Experimental Farm "Askaniyske" (Steppe zone,  $n = 926$ ) on firstborn and full-grown cows (III lactation) of the Ukrainian Black-and-White dairy breed. The sample included cows that had completed at least the third lactation at the time of the study. It was found that the most productive cows in the controlled herds were those whose mothers' milk yields for the highest lactation reached more than 8000 kg, and the mothers' milk yields of the fathers, depending on the breeding zone, ranged from 9000 to 15000 kg. A certain influence of mothers on the value of indicators of cows' milk production traits is evidenced by correlation analysis. Thus, a rather significant straightforward and reliable relationship was established between the milk yield of mothers and their daughters in the controlled farms, and between the milk yield of mothers and the fat content of daughters, this relationship was inverse, but reliable. The correlation between maternal fat and milk yield and fat and milk yield of daughters was multidirectional and insignificant. The coefficient of heritability, which was determined by doubling the mother-daughter correlation, ranged from 0.47 to 0.59 for milk yield, from 0.30 to 0.55 for milk fat yield, and from incorrect (negative) in animals from the Steppe zone (-0.27) to positive (0.18) in animals from the Polissya zone. The analysis of variance confirmed a certain predetermination of phenotypic variability of quantitative traits of milk production depending on the productivity of mothers and mothers of fathers established by the comparison of group means. Thus, their mothers had a somewhat greater, although not significant, influence on milk yield (depending on the farm and lactation – 3.8–6.9 %) and fat content in cows' milk (4.2–6.6 %), and their fathers' mothers had a somewhat lesser influence (2.1–4.2 and 2.0–4.5 %, respectively).

**Key words:** cows, female ancestors, milk production, correlation, heritability, strength of influence.

## Прояв ознак молочної продуктивності корів-первісток залежно від продуктивності їх жіночих предків

I. В. Шпитель<sup>1</sup>, В. В. Федорович<sup>2</sup>, Є. І. Федорович<sup>2</sup>✉

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

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



Одним із важливих селекційних прийомів у скотарстві є визначення генетичної подібності за продуктивними ознаками жіночих предків та їх потомків. З огляду на зазначене, метою досліджень було з'ясувати мінливість ознак молочної продуктивності корів залежно від продуктивності їх матерів та матерів батьків. Дослідження проведені у господарствах, що знаходяться у різних кліматичних зонах України, а саме: у ДП ДГ "Олександрівське" Вінницької області (зона Лісостепу,  $n = 714$ ), ТОВ СГП "Імені Воловікова" Рівненської (зона Полісся,  $n = 1840$ ) та ДП "Дослідне господарство "Асканійське" (зона Степу,  $n = 926$ ) на первістках та повновікових коровах (III лактація) української чорно-рябої молочної породи. У вибірку включені корови, які на час проведення досліджень закінчили щонайменше третю лактацію. Встановлено, що у підконтрольних стадах найбільш продуктивними виявилися корови, надій матерів яких за вищу лактацію сягав понад 8000 кг, а надій матерів батьків, залежно від зони розведення, коливався від 9000 до 15000 кг. Про певний вплив матерів на величину показників ознак молочної продуктивності корів свідчить кореляційний аналіз. Так, між надоєм матерів та їх дочок у підконтрольних господарствах встановлено досить суттєвий прямолінійний і вірогідний зв'язок, а між надоєм матерів та жирномолочністю дочок цей зв'язок був оберненим, проте достовірним. Між жирномолочністю матерів та надоєм і жирномолочністю дочок співвідносна мінливість була різноспрямованою і несуттєвою. Коефіцієнт успадкованості, який визначали шляхом подвоєння кореляції "мати-дочка", за надоєм залежно від господарства коливався від 0,47 до 0,59, за виходом молочного жиру – від 0,30 до 0,55, а за вмістом жиру в молоці – від некоректного (від'ємного) у тварин із зони Степу – (-0,27) до додатного (0,18) – у особин із зони Полісся. Дисперсійним аналізом підтверджено встановлену порівнянням групових середніх певну зумовленість фенотипової мінливості кількісних ознак молочної продуктивності залежно від продуктивності матерів та матерів батьків. Так, децю більший, хоча невірогідний вплив на надій (залежно від господарства та лактації – 3,8–6,9 %) та вміст жиру в молоці корів (4,2–6,6 %) справляли їх матері, децю менший – матері батьків (2,1–4,2 та 2,0–4,5 % відповідно).

**Ключові слова:** корови, жіночі предки, молочна продуктивність, кореляція, успадкованість, сила впливу.

## Вступ

Генотипова різноманітність тварин у межах породи та окремих стад зумовлює можливість селекції тварин у напрямі поліпшення тих чи інших ознак молочної продуктивності (Shkurko, 2011; Mazur et al., 2020). Селекція завжди спрямована на покращення загальної племінної цінності тварин за бажаними ознаками. Удосконалення порід залежить від племінної цінності особин, яких використовують для одержання наступного покоління (Stavetska, 2013; Khmelnychiy & Vechorka, 2014). Дослідженнями ряду авторів (Bashchenko & Sotnichenko, 2010; Stavetska & Rudyk, 2011; Iliashenko, 2011; Bashchenko et al., 2020, 2021) доведено, що ефективність селекції молочної худоби значною мірою залежить від результативності відбору і підбору у попередніх поколіннях тварин як серед батьків, так і серед матерів.

Одним із важливих селекційних прийомів у скотарстві є визначення генетичної подібності за продуктивними ознаками жіночих предків та їх потомків. При цьому серед вчених немає єдиної думки щодо успадкованості нащадками ознак молочної продуктивності: одні вважають, що від високопродуктивних тварин отримують дочок з високими надоями, інші ж вважають, що потомки корів-рекордисток не завжди є високопродуктивними і цінними у племінному плані (Bashchenko & Dubin, 2002; Ilnytska et al., 2016; Fedorovych et al., 2023).

## Мета дослідження

З огляду на зазначене, метою досліджень було з'ясувати мінливість ознак молочної продуктивності корів залежно від таких у їхніх жіночих предків.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені у господарствах, що у різних кліматичних зонах України, а саме: у ДП ДГ "Олександрівське" Вінницької області (зона Лісостепу,  $n = 714$ ), ТОВ СГП "Імені Воловікова" Рівненської (зона Полісся,  $n = 1840$ ) та ДП "Дослідне господарств-

во "Асканійське" (зона Степу,  $n = 926$ ) на первістках та повновікових коровах (III лактація) української чорно-рябої молочної породи. У вибірку включені корови, які на час проведення досліджень закінчили щонайменше третю лактацію. У підконтрольних корів шляхом ретроспективного аналізу даних зоотехнічного обліку за останні десять років, вивчили ознаки молочної продуктивності (надій, вміст жиру в молоці та кількість молочного жиру) за першу й третю лактації залежно від продуктивності їхніх матерів та матерів батька за вищу лактацію.

Залежність молочної продуктивності корів від надою материнських предків досліджували на основі розподілу вибірки на класи. Для визначення величини класу від максимального значення у вибірці віднімали мінімальне і розділяли на кількість градацій. Рекомендується число градацій від шести до п'ятнадцяти.

Для визначення наявності напряму та ступеня зв'язку між ознаками молочної продуктивності матерів і дочок за першу лактацію застосовано кореляційний аналіз.

Успадкованість ( $h^2$ ) ознак молочної продуктивності (надій, вміст жиру в молоці) вивчали методом подвоєння парної кореляції "мати-дочка".

Силу впливу продуктивності матерів і матерів батьків на мінливість надою і вмісту жиру в молоці їх потомків визначали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу за допомогою програмного пакету "STISTSCA-6.1".

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

### Результати та їх обговорення

Аналіз ознак молочної продуктивності впродовж ряду поколінь дає уяву про спадкову інформацію від покоління до покоління, завдяки чому можна оцінити вплив материнської сторони родоходу на продуктивність потомства.

Встановлено, що у зоні Лісостепу за першу лактацію дочки матерів з надоем за вищу лактацію 8000–8999 кг за надоем та виходом молочного жиру вірогідно ( $P < 0,05–0,001$ ) переважали корів, матері яких за вищу лактацію мали надій до 5999 кг молока, на 391–1351 кг та 13,7–44,5 кг відповідно (табл. 1). За вмістом жиру в молоці тварини, матері яких за вищу лактацію мали надій до 4000 кг молока, у більшості випадків вірогідно ( $P < 0,05–0,001$ ) переважали корів інших груп на 0,05–0,07 %. За третю лактацію за по-

казниками молочної продуктивності між тваринами досліджуваних груп достовірної різниці не виявлено.

У зоні Полісся найвищими надоями та виходом молочного жиру як за першу, так і третю лактації характеризувалися дочки матерів, які за кращу лактацію мали надій 9000 кг молока і більше. За цими показниками за вказані лактації вони вірогідно ( $P < 0,01–0,001$ ) переважали тварин, матері яких за кращу лактацію мали надій до 7000 кг молока відповідно на 645–1527 та 22,5–51,5 і 495–1519 кг та 22,6–59,3 кг, а за третю лактацію вірогідно ( $P < 0,05$ ) перевага була ще і за виходом молочного жиру (13,2 кг) над коровами, матері яких за кращу лактацію мали надій 7000–7999 кг молока. Вміст жиру в молоці за першу лактацію найвищим був у дочок, матері яких за вищу лактацію мали надій до 4000 кг молока, а за третю – у тварин, матері яких за вищу лактацію мали надій 9000 кг молока і більше.

**Таблиця 1**

Залежність надою дочок від продуктивності матерів за вищу лактацію (M ± m)

Надій матерів за вищу лактацію, кг	К-ть пар	Молочна продуктивність дочок за					
		I лактацію			III лактацію		
		надій, кг	жир, %	жир, кг	надій, кг	жир, %	жир, кг
ДП ДГ "Олександрівське"							
до 4000	18	5213 ± 185,0***	3,65 ± 0,017	190,4 ± 6,74***	6893 ± 227,2	3,57 ± 0,022	245,8 ± 8,07
4000–4999	37	5707 ± 183,7***	3,64 ± 0,013	207,1 ± 6,43**	6880 ± 207,9	3,57 ± 0,013	245,2 ± 7,40
5000–5999	75	6173 ± 125,5*	3,59 ± 0,009**	221,2 ± 4,34*	6871 ± 156,4	3,58 ± 0,011	245,9 ± 5,66
6000–6999	190	6277 ± 77,9	3,60 ± 0,005**	225,6 ± 2,72	6926 ± 93,3	3,57 ± 0,006	247,3 ± 3,32
7000–7999	166	6464 ± 82,1	3,59 ± 0,006**	231,8 ± 2,84	6980 ± 100,2	3,56 ± 0,007	248,7 ± 3,59
8000–8999	47	6564 ± 125,2	3,58 ± 0,009***	234,9 ± 4,49	7269 ± 179,0	3,57 ± 0,011	259,4 ± 6,23
9000 і більше	18	6194 ± 220,5	3,59 ± 0,019*	222,2 ± 8,18	7331 ± 278,5	3,58 ± 0,023	262,5 ± 10,12
ТОВ СГП "Імені Воловікова"							
до 4000	79	5265 ± 174,9***	3,67 ± 0,009	193,5 ± 6,50***	5819 ± 157,6***	3,63 ± 0,013**	211,3 ± 5,67***
4000–4999	188	5369 ± 105,0***	3,63 ± 0,005***	195,1 ± 3,80***	5977 ± 109,8***	3,63 ± 0,008**	216,8 ± 3,89***
5000–5999	282	5613 ± 102,5***	3,65 ± 0,005	204,2 ± 3,62***	6197 ± 96,7***	3,63 ± 0,007**	224,5 ± 3,51***
6000–6999	197	6147 ± 124,0**	3,63 ± 0,007***	222,3 ± 4,35**	6843 ± 109,4**	3,62 ± 0,008***	248,0 ± 4,12***
7000–7999	180	6699 ± 116,9	3,62 ± 0,007***	242,0 ± 4,14	7024 ± 107,8	3,67 ± 0,012	257,4 ± 3,96*
8000–8999	123	6483 ± 142,7	3,61 ± 0,008***	233,6 ± 5,11	7054 ± 138,1	3,68 ± 0,014	259,7 ± 5,24
9000 і більше	88	6792 ± 192,0	3,62 ± 0,011***	244,8 ± 6,73	7338 ± 136,4	3,69 ± 0,018	270,6 ± 5,12
ДП "Дослідне Господарство "Асканійське"							
до 4000	10	6380 ± 253,8	4,01 ± 0,074	255,1 ± 9,18	7101 ± 423,7	4,04 ± 0,064	286,1 ± 16,58
4000–4999	35	6012 ± 198,2***	4,11 ± 0,042	246,0 ± 7,91**	6445 ± 252,2***	4,06 ± 0,050	260,9 ± 10,13***
5000–5999	172	6317 ± 78,6***	4,14 ± 0,025	261,0 ± 3,26*	6770 ± 113,9***	4,08 ± 0,021	275,5 ± 4,68***
6000–6999	316	6405 ± 58,7**	4,10 ± 0,015	261,8 ± 3,21*	7011 ± 78,3***	4,02 ± 0,013*	281,8 ± 3,21***
7000–7999	208	6640 ± 75,1	4,05 ± 0,018**	268,6 ± 3,09	7395 ± 92,9*	3,99 ± 0,014***	294,9 ± 3,81
8000–8999	127	6724 ± 84,2	4,01 ± 0,018***	269,1 ± 3,45	7746 ± 101,4	3,93 ± 0,011***	304,4 ± 3,84
9000 і більше	43	6892 ± 138,6	3,99 ± 0,029***	275,0 ± 5,40	7695 ± 186,7	3,92 ± 0,010***	301,2 ± 7,13

У зоні Степу за першу лактацію найвищий надій та вихід молочного жиру були у корів, матері яких за кращу лактацію мали надій 9000 кг молока і більше. За цими показниками вони вірогідно ( $P < 0,05–0,001$ ) переважали тварин, матері яких за кращу лактацію мали надій 4000–4999; 5000–5999 і 6000–6999 кг молока на 487–880 кг та 13,2–29,0 кг відповідно. За третю лактацію дочки матерів з надоем за вищу лактацію 8000–8999 кг молока вірогідно ( $P < 0,05–0,001$ ) переважали за надоем корів, матері яких мали надій за вищу лактацію 4000–4999; 5000–5999; 6000–6999 і 7000–7999 кг на 351–1301 кг, а за виходом молочного жиру – тварин, матері яких мали надій за кращу лактацію 4000–4999; 5000–5999 і 6000–6999 кг на 22,6–

43,5 кг. Вміст жиру в молоці як за першу, так і третю лактації найвищим був у дочок матерів з надоем за кращу лактацію 5000–5999 кг молока.

На рівень молочної продуктивності корів впливали матері батьків (табл. 2). У зоні Полісся найвищими надоями та виходом молочного жиру як за першу, так і третю лактації характеризувалися корови, матері батьків яких за кращу лактацію мали надій 13000–13999 кг. За цими показниками вони вірогідно ( $P < 0,05–0,001$ ) переважали тварин інших досліджуваних груп на 452–1814 та 12,0–64,3 і 412–1385 кг та 15,3–5,5 кг відповідно (виняток: надій та вихід молочного жиру за першу лактацію у первісток, матері батьків яких мали надій за кращу лактацію 14000–14999 кг –

перевага недостовірна). Вміст жиру в молоці найвищим був у первісток, матері батьків яких за вищу лактацію мали надій 10000–12999 кг. За цим показником у них була вірогідна ( $P < 0,01-0,001$ ) перевага над особинами інших досліджуваних груп, яка становила 0,03–0,06 %. За третю лактацію за вмістом жиру в молоці нащадки матерів батьків з надоем за вищу лактацію 14000–14999 кг вірогідно ( $P < 0,05-0,001$ ) переважали дочок батьків, матері яких мали надій за вищу лактацію 11000–11999; 12000–12999 та 15000 кг і більше на 0,04–0,06 %, у інших випадках перевага була недостовірна.

У зоні Лісостепу за першу лактацію найвищий надій був у дочок бугаїв, матері яких за вищу лактацію мали надій 15000 кг і більше, а вихід молочного жиру – у первісток, матері батьків яких за вищу лактацію мали надій 14000–14999 кг. За цими показниками у них була вірогідна ( $P < 0,01-0,001$ ) перевага над дочками бугаїв, матері яких за вищу лактацію мали надій до 12999 кг. За третю лактацію найвищими надоями,

вмістом жиру в молоці та виходом молочного жиру характеризувалися дочки бугаїв, матері яких за вищу лактацію мали надій 13000–13999 кг і у більшості випадків у них була вірогідна перевага над тваринами інших груп.

У зоні Степу найвищими надоями та виходом молочного жиру як за першу, так і третю лактації характеризувалися дочки бугаїв, матері яких за вищу лактацію мали надій 9000–9999 кг. У них була вірогідна ( $P < 0,05-0,001$ ) перевага над тваринами інших досліджуваних груп, яка становила 838–1009 та 15,2–37,0 і 356–1318 кг та 13,6–37,8 кг відповідно. Вміст жиру в молоці за першу лактацію найвищим був у дочок бугаїв, матері яких за вищу лактацію мали надій 11000–11999 кг, а за третю – у дочок бугаїв, матері яких за вищу лактацію мали надій 12000 кг і більше. За цим показником у більшості випадків у них була достовірна перевага над тваринами інших досліджуваних груп.

**Таблиця 2**

Залежність надоя дочок від продуктивності матері батька за вищу лактацію ( $M \pm m$ )

Надій матерів батьків за вищу лактацію, кг	К-ть пар	Молочна продуктивність дочок за					
		I лактацію			III лактацію		
		надій, кг	жир, %	жир, кг	надій, кг	жир, %	жир, кг
ДП ДГ "Олександрівське"							
До10000	83	6085 ± 132,6**	3,59 ± 0,011	217,9 ± 4,47**	7288 ± 144,6	3,60 ± 0,011	262,4 ± 5,45
10000–10999	61	5804 ± 172,0***	3,61 ± 0,013	209,1 ± 6,02***	6796 ± 181,9***	3,56 ± 0,012*	241,8 ± 6,32***
11000–11999	245	6070 ± 69,8***	3,60 ± 0,005	218,3 ± 2,46***	6769 ± 81,6***	3,57 ± 0,006*	241,3 ± 2,88***
12000–12999	116	5963 ± 104,0***	3,61 ± 0,008	215,1 ± 3,67***	6679 ± 119,9***	3,58 ± 0,008	238,7 ± 4,28***
13000–13999	37	6210 ± 152,9	3,57 ± 0,010*	221,8 ± 5,32	7564 ± 133,6	3,60 ± 0,009	272,0 ± 4,79
14000–14999	44	6540 ± 124,2	3,59 ± 0,010	234,6 ± 4,20	6708 ± 191,1***	3,57 ± 0,013	239,6 ± 6,84***
15000 і більше	79	6549 ± 93,0	3,58 ± 0,006*	234,5 ± 3,28	7173 ± 134,6*	3,55 ± 0,008***	254,4 ± 4,68*
ТОВ СГП "Імені Воловікова"							
До10000	145	4774 ± 113,6***	3,62 ± 0,008***	172,6 ± 4,06***	5627 ± 109,5***	3,66 ± 0,012	205,8 ± 4,04***
10000–10999	116	5023 ± 114,6***	3,66 ± 0,008	183,9 ± 4,15***	5825 ± 132,5***	3,65 ± 0,011	212,2 ± 4,78***
11000–11999	194	4818 ± 78,8***	3,66 ± 0,006	176,4 ± 2,90***	5951 ± 106,7***	3,62 ± 0,007***	215,1 ± 3,84***
12000–12999	176	6136 ± 113,0**	3,66 ± 0,006	224,2 ± 4,07**	6600 ± 114,9**	3,63 ± 0,009**	239,3 ± 4,21***
13000–13999	384	6588 ± 89,7	3,60 ± 0,005***	236,9 ± 3,15	7012 ± 75,5	3,66 ± 0,007	256,3 ± 2,80
14000–14999	112	6393 ± 177,0	3,60 ± 0,007***	229,9 ± 6,30	6541 ± 163,3***	3,68 ± 0,014	241,0 ± 6,20*
15000 і більше	251	6004 ± 108,5***	3,63 ± 0,006**	218,1 ± 3,90***	6497 ± 100,5***	3,64 ± 0,009*	236,4 ± 3,74***
ДП "Дослідне Господарство "Асканійське"							
до 8000	10	6339 ± 228,1***	3,93 ± 0,022***	249,2 ± 9,17***	6999 ± 282,3**	3,93 ± 0,030**	274,5 ± 10,11**
8000–8999	130	6343 ± 70,5***	3,98 ± 0,010***	250,1 ± 3,36***	7634 ± 97,3**	3,90 ± 0,002***	297,5 ± 3,73**
9000–9999	94	7348 ± 92,4	3,95 ± 0,054***	286,2 ± 3,53	7990 ± 92,7	3,90 ± 0,008***	311,1 ± 3,37
10000–10999	282	6443 ± 62,3***	4,10 ± 0,017*	263,2 ± 2,52***	7064 ± 87,1***	4,00 ± 0,012*	282,4 ± 3,52***
11000–11999	252	6510 ± 64,9***	4,16 ± 0,018	271,0 ± 2,90***	7079 ± 90,5***	4,05 ± 0,015	286,7 ± 3,76***
12000 і більше	61	6426 ± 137,9***	4,03 ± 0,041**	259,1 ± 6,17***	6672 ± 206,6***	4,10 ± 0,040	273,3 ± 8,82***

Про певний вплив матерів на величину показників ознак молочної продуктивності корів свідчить кореляційний аналіз (табл. 3). Так, між надоем матерів та їх дочок у підконтрольних господарствах встановлено досить суттєвий пряmolінійний і вірогідний ( $P < 0,001$ ) зв'язок (0,237–0,293), а між надоем матерів та жирномолочністю дочок цей зв'язок був оберненим, проте достовірним ( $P < 0,001$ ) (-0,154 – -0,201). Між жирномолочністю матерів та надоем і жирномолочні-

стю дочок співвідносна мінливість була різноспрямованою і несуттєвою.

Коефіцієнт успадкованості, який визначали шляхом подвоєння кореляції "мати–дочка", за надоем залежно від господарства коливався від 0,47 до 0,59, за виходом молочного жиру – від 0,30 до 0,55, а за вмістом жиру в молоці – від некоректного (від'ємного) у тварин із зони Степу – до додатного – у особин із зони Полісся (табл. 4).

**Таблиця 3**

Взаємозв'язок молочної продуктивності матерів з молочною продуктивністю дочок ( $r \pm m$ )

Показник		Зона розведення		
		Лісостеп, ДП ДГ “Олександрівське”	Полісся, ТОВ СГП “Імені Воловікова”	Степ, ДП “Дослідне господарство “Асканійське”
Кількість пар		551	1137	911
Кореляція надою матері з:	надосм дочок	0,293 ± 0,0858***	0,242 ± 0,0587***	0,237 ± 0,0562***
	жирномолочністю дочок	-0,178 ± 0,0317***	-0,154 ± 0,0236***	-0,201 ± 0,0403***
Кореляція жирномолочності матері з:	надосм дочок	-0,070 ± 0,0049	-0,037 ± 0,0014	0,108 ± 0,0117***
	жирномолочністю дочок	0,029 ± 0,0008	0,091 ± 0,0082**	-0,134 ± 0,0180***

**Таблиця 4**

Коефіцієнти успадкованості молочної продуктивності по шляху “мати–дочка” за першу лактацію ( $h^2$ )

Показник	Зона розведення, господарство		
	Лісостеп, ДП ДГ “Олександрівське”	Полісся, ТОВ СГП “Імені Воловікова”	Степ, ДП “Дослідне господарство “Асканійське”
Кількість пар	551	1137	911
Надій	0,586	0,484	0,474
Вміст жиру	0,058	0,182	-0,268
Молочний жир	0,554	0,466	0,304

Дисперсійним аналізом підтверджено встановлену порівнянням групових середніх певну зумовленість фенотипової мінливості кількісних ознак молочної продуктивності залежно від продуктивності матерів та матерів батьків (табл. 5). Так, дещо більший, хоча

невірогідний вплив на надій (залежно від господарства та лактації – 3,8–6,9 %) та вміст жиру в молоці корів (4,2–6,6 %) справляли їхні матері, дещо менший – матері батьків (2,1–4,2 та 2,0–4,5 % відповідно).

**Таблиця 5**

Сила впливу генетичних чинників на молочну продуктивність корів, %

Господарства	Лактація	Число ступенів свободи фактора:		Показник			
		організованого	неорганізованого	надій		жир	
				$\eta^2 \pm m_{\eta}$	F	$\eta^2 \pm m_{\eta}$	F
Вплив матері							
ТОВ СГП “Імені Воловікова”	I	423	127	4,5 ± 3,12	1,1	4,8 ± 3,62	0,9
	III	423	127	3,8 ± 2,90	0,9	4,2 ± 3,00	1,0
ДП ДГ “Олександрівське”	I	783	353	5,4 ± 4,70	2,1	5,5 ± 4,32	1,5
	III	783	353	4,8 ± 3,71	1,9	4,9 ± 3,93	1,4
ДП “ДГ “Асканійське”	I	663	247	6,9 ± 5,65	1,1	6,6 ± 5,41	1,1
	III	663	247	6,0 ± 4,90	1,0	5,8 ± 4,75	1,1
Вплив матері батька							
ТОВ СГП “Імені Воловікова”	I	45	619	2,8 ± 1,99	5,6	3,3 ± 2,69	3,4
	III	45	619	2,1 ± 1,89	4,1	2,4 ± 1,76	1,9
ДП ДГ “Олександрівське”	I	53	1324	3,6 ± 3,01	16,2	3,7 ± 2,48	8,2
	III	53	1324	2,9 ± 2,11	7,0	2,0 ± 1,35	7,1
ДП “ДГ “Асканійське”	I	13	815	4,2 ± 3,55	12,7	4,5 ± 3,67	7,3
	III	13	815	3,4 ± 2,57	8,4	3,7 ± 2,98	4,3

Отже, міжгрупова диференціація ознак молочної продуктивності, успадковуваних тих чи інших ознак у тварин зумовлена, на нашу думку, насамперед генотиповою різноманітністю особин у популяції та дією умов навколишнього середовища, які можуть як сприяти, так і перешкоджати прояву генотипу.

**Висновки**

1. Ознаки молочної продуктивності корів зумовлюються насамперед сукупною дією різних генетич-

них чинників. Виявлення кращих селекційних груп, встановлення співвідносної мінливості ознак молочної продуктивності у корів та їхніх материнських предків, успадкованості надою і жирномолочності й сили впливу на них матерів і матерів батьків та використання опосередкованого добору тварин за оптимальними параметрами дадуть змогу підвищити продуктивні якості корів та сприятимуть зростанню ефективності ведення селекції з молочною худобою.

2. Для забезпечення високого рівня продуктивності та адаптації тварин і рентабельності галузі необхід-



но здійснювати індивідуальний підхід щодо добору і підбору тварин у кожному конкретному господарстві чи зоні розведення. Важливим є виявити кращих материнських предків корів та встановити можливості їх подальшого використання з метою одержання високопродуктивних потомків для подальшого удосконалення стад.

3. Між надосем матерів та їхніх дочок у підконтрольних господарствах встановлено досить суттєвий прямолінійний і вірогідний зв'язок, а між надосем матерів та жирномолочністю дочок цей зв'язок був оберненим, проте достовірним. Між жирномолочністю матерів та надосем і жирномолочністю дочок співвідносна мінливість була різноспрямованою і несуттєвою.

4. Коефіцієнт успадкованості надою, залежно від господарства, коливався від 0,47 до 0,59, виходу молочного жиру – від 0,30 до 0,55, а вмісту жиру в молоці – від некоректного (від'ємного) у тварин із зони Степу (-0,27) до 0,18 та 0,06 – в особин із зони Полісся та Лісостепу відповідно.

5. Дисперсійним аналізом встановлено, що дещо більший, хоча невірогідний вплив на надій (залежно від господарства та лактації – 3,8–6,9 %) та вміст жиру в молоці корів (4,2–6,6 %) справляли їхні матері, дещо менший – матері батьків (2,1–4,2 та 2,0–4,5 % відповідно).

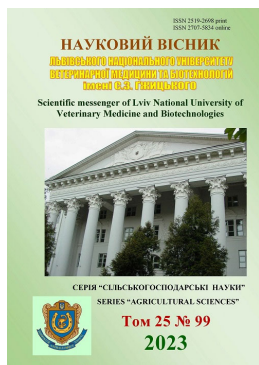
*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому буде досліджено вплив племінної цінності бугаїв-плідників на формування ознак молочної продуктивності дочок.

#### Відомості про конфлікт інтересів

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

#### References

- Bashchenko, M. I., & Dubin, A. M. (2002). Metodolohiia i praktyka selektsii koriv-rekordystok ta rodyn. Kyiv: Naukovyi svit (in Ukrainian).
- Bashchenko, M. I., & Sotnichenko, Yu. M. (2010). Rol linii i rodyn v systemi selektsii ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody. Visnyk Cherkaskoho instytutu ahropromyslovoho vyrobnytstva, 10, 8–13 (in Ukrainian).
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, M. Yu., & Tkach, Ye. F. (2020). Vplyv henotypovykh i paratypovykh faktoriv na produktyvnist molochnoi khudoby. Visnyk ahraanoi nauky, 3(804), 55–60. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-08 (in Ukrainian).
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nemylytsja, M. S., Lesyk, Ya. V., Gutyj, B. V. (2021). The cow's calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. Ukrainian Journal of Ecology, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021\_105.
- Fedorovych, Y., Shpyt, I., Fedorovych, V., Tkachuk, V., & Chornyj, I. (2023). Formation of signs of milk productivity of cows depending on their origin by father. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 25(98), 142–148. DOI: 10.32718/nvlvet-a9824.
- Iliashenko, H. D. (2011). Vplyv henetychnykh chynnykiv na molochnu produktyvnist koriv. Rozvedennia i henetyka tvaryn, 45, 68–79 (in Ukrainian).
- Ilnytska, O. Iu., Fedorovych, Ye. I., & Babik, N. P. (2016). Molochna produktyvnist vysokoproduktyvnykh koriv ta yikh nashchadkiv prykarpatskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody. Rozvedennia ta henetyka tvaryn, 52, 119–128 (in Ukrainian).
- Khmelnychyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2014). Henotypovi ta paratypovi chynnyky vplyvu na oznaky molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahraanoi universytetu. Seriiia "Tvarynnytstvo", 7, 87–90 (in Ukrainian).
- Mazur, N. P., Fedorovych, V. V., Fedorovych, E. I., Fedorovych, O. V., Bodnar, P. V., Gutyj, B. V., Kuziv, M. I., Kuziv, N. M., Orikhivskiy, T. V., Grabovska, O. S., Denys, H. H., Stakhiv, N. P., Hudyma, V. Yu., & Pakholkiv, N. I. (2020). Effect of morphological and biochemical blood composition on milk yield in Simmental breed cows of different production types. Ukrainian Journal of Ecology, 10(2), 61–67. DOI: 10.15421/2020\_110.
- Shkurko, T. P. (2011). Molochna produktyvnist koriv holshtynskoi porody riznoi liniinoi nalezhnosti. Visnyk ahraanoi nauky, 10, 31–34 (in Ukrainian).
- Stavetska, R. V. (2013). Efektyvnist vidboru koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za pokhodzhenniam. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahraanoi universytetu, 1, 78–82 (in Ukrainian).
- Stavetska, R. V., & Rudyk, I. A. (2011). Suchasnyi stan henofondu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahraanoi-tekhnichnoho universytetu. Seriiia "Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva", 19, 164–167 (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9936  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636:636.084.42:636.4

## The efficiency of growing hybrid piglets with different weights when placed under a liquid feeding system

O. S. Tishchenko<sup>1</sup>, M. G. Povod<sup>1✉</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, O. I. Myronenko<sup>3</sup>, L. M. Kuzmenko<sup>3</sup>, H. I. Kalinichenko<sup>4</sup>,  
A. O. Boiko<sup>2</sup>

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

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

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

<sup>4</sup>Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

### Article info

Received 03.10.2023

Received in revised form

06.11.2023

Accepted 07.11.2023

*Tishchenko, O. S., Povod, M. G., Gutyj, B. V., Myronenko, O. I., Kuzmenko, L. M., Kalinichenko, H. I., & Boiko, A. O. (2023). The efficiency of growing hybrid piglets with different weights when placed under a liquid feeding system. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 217–225. doi: 10.32718/nvlvet-a9936*

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

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

Poltava State Agrarian University,  
Skovorody Str., 1/3, Poltava,  
36003, Ukraine.

Mykolayiv National  
Agrarian University,  
Georgiyva Gongadze Str., 9,  
Mykolayiv, 54020, Ukraine.

The intensity of growth of piglets, their preservation during rearing, and the payment of feed by the increments of animals that were placed for rearing with a design live weight of 7 kg and 20 % less than the design weight – 5.5 kg were studied. Also, the ratio of consumption of compound feed of different recipes during rearing, their cost, and the efficiency of rearing piglets at different staged live weights were studied. It was established that piglets that weighed 1.58 kg less at the beginning of rearing, when placed on rearing during this period, showed 20.9 % lower growth energy, due to which they had 19.6 % lower absolute growth during this period, which caused together with a lower production weight, a 20.3 % lower weight when transferred to fattening and an 8.8 % worse feed payment in increments, they consumed 31.4 % more of the expensive first pre-starter feed during the growing period, and 11.9 % less than the second cheaper pre-starter compound feed and 42.6 % less than the cheapest starter compound feed, as a result of which the cost of feed consumed by the animals of the experimental group was 10.6 % lower compared to the analogs of the experimental group. But taking into account the significantly lower absolute growth of the animals of the experimental group, the cost of feed for 1 kg of growth was 11.2 % higher in comparison with the similar indicator of animals that were put on growing at a designed live weight of 7.0 kg. At the same time, rearing piglets under the conditions of putting them into this process with the design live weight contributed to a decrease of 11.2 % in the cost of feed per kilogram of growth, an increase of 20.3 % in the cost of one piglet after the completion of rearing, and a 23.1 % increase in the income from its sale and 1.07 % higher profitability of raising one head, but resulted in 10.6 % higher feed and operating cost of rearing 1 head and 19.6 % higher operating cost of one piglet at the end of rearing.

**Key words:** piglets, rearing, gains, feed costs, cost, price, profitability.

## Ефективність дорощування гібридних поросят з різною масою при постановці за рідкої системи їх годівлі

O. С. Тищенко<sup>1</sup>, М. Г. Повод<sup>1✉</sup>, Б. В. Гутій<sup>2</sup>, О. І. Мироненко<sup>3</sup>, Л. М. Кузьменко<sup>3</sup>, Г. І. Калініченко<sup>4</sup>,  
А. О. Бойко<sup>2</sup>

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

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

<sup>3</sup>Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна<sup>4</sup>Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Вивчалися інтенсивність росту поросят, їх збереженість під час дорощування та оплата корму приростами тварин, які були поставлені на дорощування за проектною живою масою 7 кг та на 20 % меншою від проектною – 5,5 кг. Також вивчалось співвідношення споживання комбікормів різних рецептур під час дорощування, їхня вартість та ефективність дорощування поросят за різної постановочною живою масою. Встановлено, що поросята, які мали на початок дорощування меншу на 1,58 кг вагу, при постановці на дорощування під час цього періоду виявили на 20,9 % нижчу енергію росту, за рахунок чого мали менші на 19,6 % абсолютні прирости за цей період, що спричинило разом з меншою постановочною масою на 20,3 % нижчу масу при переведенні на відгодівлю та гіршу на 8,8 % оплату корму приростами, вони спожили за час дорощування на 31,4 % більше дорогого першого престартерного корму, та на 11,9% менше дешевого другого престартерного комбікорму і на 42,6% менше найбільш де шевшого стартерного комбікорму, в результаті чого вартість спожитих кормів тваринами дослідної групи виявилось на 10,6 % меншою порівняно з аналогами дослідної групи. Але враховуючи суттєво нижчий абсолютний приріст у тварин дослідної групи, кормова собівартість 1 кг приросту у них виявилась на 11,2 % вищою порівняно з аналогічним показником тварин, яких ставили на дорощування за проектною живою масою 7,0 кг. Водночас дорощування поросят за умов постановки їх на цей процес з проектною живою масою посприяло зменшенню на 11,2 % кормової собівартості одного кілограма приросту, підвищенню на 20,3 % вартості одного поросяти по завершенні дорощування та на 23,1 % доходу від його реалізації і на 1,07 % вищій рентабельності вирощування однієї голови, але спричинило вищу на 10,6 % кормову та операційну собівартість дорощування 1 голови та на 19,6 % операційну собівартість одного підсвинка на кінець дорощування.

**Ключові слова:** поросят, дорощування, прирости, витрати корму, собівартість, ціна, рентабельність.

## Вступ

Дорощування поросят є надзвичайно відповідальною фазою в усьому процесі виробництва свинини, оскільки на цей час припадає ціла низка стресових явищ, котрі впливають на їхнє здоров'я, а відповідно і на продуктивність (Maistruk, 2005; Povod et al., 2018).

Як вказують (Campani, 2010; Averós et al., 2012; Vdovychenko et al., 2018; Nechmilov et al., 2018), важливим фактором є правильна стратегія годівлі поросят після їх відлучення від свиноматки. Низка авторів в цьому напрямку вказують на позитивний вплив рідкого типу годівлі під час дорощування поросят (Gonyou & Lou, 2000; Choct et al., 2004; Hurst et al., 2008). Тоді як (Nyachoti et al., 2004; Zoric et al., 2015; Cherniev, 2019) запевняють у перевагах сухого типу годівлі поросят цієї технологічної групи. Деякі автори не побачили різниці в способах годівлі поросят на дорощуванні (Derhun, 2020; Jo et al., 2021). На думку (Komalova, 2010; Povod & Shpetnyi, 2016; Shpetnyi & Povod, 2018), суттєву роль в продуктивності поросят на дорощуванні відіграють умови їх утримання. Так, за повідомленнями (Shpetnyi & Povod, 2018), поросята, які дорощувались на частково гранчастій бетонній підлозі, мали нижчу інтенсивність росту та гіршу конверсію корму порівняно з ровесниками, яких утримували на частково щілинній підлозі. Еріксон Д. (Erikson, 2015), Повод М. (Povod et al., 2021) повідомляють про позитивні результати дорощування поросят в станках з використанням ґратчастої підлоги. Важливе значення для процесу дорощування має кількість поросят в станку (Voloshchuk, 2014; Erikson, 2015; Lykhach, 2015; Povod & Shpetnyi, 2016).

За повідомленнями (Nechmilov & Povod, 2018; Nechmilov et al., 2018), скорочення на сім діб, порівняно з традиційним, періоду утримання поросят на дорощуванні не зменшило швидкості росту підсвинків та їх конверсії корму під час дорощування та відгодівлі й не вплинуло на якість їхніх туш.

Так, за даними (Halimov, 2013; Susol, 2014; Khramkova, 2020), на продуктивність поросят на дорощуванні суттєво впливав їхній генотип. Окрім того,

на переконання (Paredes et al., 2012), маса свиней по завершенні відгодівлі також залежить від статі, пори року. Тоді як (Collins et al., 2017) пов'язують рівень цієї продуктивності з великоплідністю, масою поросят при відлученні та у шеститижневому віці. Також одним із важливих чинників, який впливає на ефективність дорощування поросят і подальший успіх відгодівлі, є їхня маса на початковій стадії дорощування (Huting et al., 2018), тимчасом як інтенсифікація виробництва свинини на сучасних промислових комплексах змушує виробників відлучати поросят від свиноматок з усе меншою живою масою. За повідомленнями (Povod et al., 2019), встановлена суттєва різниця в інтенсивності росту, збереженості та конверсії корму поросят на дорощуванні за постановки їх з масою близькою до 6 кг, та тварин, які важили при постановці на дорощування близько 8 кг. На його переконання, тварини, маса яких на початок дорощування була нижчою, мали під час цього періоду виробництва нижчу інтенсивність росту, гіршу конверсію корму і не вирівнювались за продуктивними якостями зі своїми ровесниками, яких ставили на дорощування за маси близької до 8 кг до кінця цього періоду при частковому нівелюванні різниці до закінчення відгодівлі. Аналогічні результати отримали в своїх дослідях (Nechmilov et al., 2018; Povod et al., 2023). Аналізуючи продуктивність поросят на дорощуванні у 167 данських ферм за 2021 рік, Повод М. зі співавторами (Povod et al., 2023) встановили, що з підвищенням живої ваги поросят на дорощуванні понад 7,0 та 8,0 кг скоротилась його тривалість, збільшилось щодобове поїдання корму поросятами, підвищились інтенсивність їхнього росту та збільшилась маса поросят по його завершенні. Також Peet B (2003) вказує на більшу прибутковість дорощування поросят за вищої їх живої маси на початку цього періоду. Суттєве ж збільшення кількості народжених поросят у свиноматок спеціалізованих материнських порід і ліній призвело до зменшення великоплідності (Blavi et al., 2021; Farmer & Edwards, 2022) та зниження маси поросят при відлученні (Valentim et al., 2021; Holman et al., 2021). За повідомленнями (Schinckel et al., 2010;

Koketsu et al., 2017), поросята нижчою масою при народженні зазвичай мають меншу вагу і при відлученні, яка, на їх думку, не компенсується ростом тварин на відгодівлі. Водночас за повідомленнями (Jarvis et al., 2008; Kuzmenko, 2012) – поросята, які мали нижчу масу на початок дорощування, пізніше розпочинали поїдання сухих кормів, мали довший період адаптації до умов утримання в групових станках, займали нижчі місця в ієрархії групи та більше знижували свою масу в перші дні після відлучення порівняно з більш ваговими тваринами. Також, на думку (Agostini et al., 2013; Huting et al., 2018; Shvachka et al., 2022), поросята з підвищеною вагою на початок дорощування продемонстрували кращу оплату корму приростами, інтенсивніший ріст та більшу масу при переведенні на відгодівлю. Цю думку поділяють (Patience et al., 2015; Davoudkhani et al., 2020) – більш вагові поросята на початку періоду дорощування мали в подальшому вищу інтенсивність росту як в період дорощування, так і в наступний період відгодівлі та раніше досягали товарної ринкової маси, що скорочувало витрати кормів, людської праці та коштів на виробництво одиниці продукції, що підвищує її конкурентоздатність. Схожі результати отримали в своїх роботах (Schinckel et al., 2010), які повідомляють, що при підвищенні на 0,1 кг маси порослят при постановці їх на дорощування у трижизневому віці на 3,48 діб скоротився вік досягнення ними товарної маси 125, а поросята, яких ставили на дорощування з масою понад 6,4 кг, досягали цієї товарної маси на 14,2 доби раніше порівняно з ровесниками, які мали масу на цей період нижчу за 6,4 кг. Такої ж думки (Povod et al., 2021), який зазначає, що низька початкова маса порослят на початок дорощування погіршує не тільки інтенсивність їхнього росту під час дорощування, а й негативно впливає на його інтенсивність під час відгодівлі. Також, на думку (VanderWaal & Deen, 2018; Bai & Plastow, 2022), більш вагові свині на початок дорощування мають сильнішу імунну систему, що спричиняє вищу стійкість до захворювань і кращу збереженість поголів'я порівняно з тваринами, які мали низьку масу при постановці на дорощування.

**Таблиця 1**  
Схема досліджу

Показник	Група порослят	
	I контрольна (♀Л×♂ВБ) PIC-337	II дослідна (♀Л×♂ВБ) PIC-337
Порода і породність свиноматок	♀ (Л×ВБ)×♂ PIC-337	♀ (Л×ВБ)×♂ PIC-337
Генотип кнурів	рідкий замітник молока	рідкий замітник молока
Породність порослят	Optikee Milk	Optikee Milk
Система підгодівлі порослят в підсисний період	600	600
Кількість порослят в групі, гол.	21	21
Вік порослят на початок досліджу, діб	7,00	5,5
Середня маса порослят на початок досліджу, кг	50	50
Тривалість дорощування, діб	рідка годівля за допомогою кормокухні HudroMixPro	рідка годівля за допомогою кормокухні HudroMixPro
Система годівлі порослят під час дорощування	71	71
Вік підсвинків на кінець дорощування, діб		

До першої групи, яка була контрольною, були включені поросята з живою масою, близькою до 7 кг.

Водночас автори не встановили зв'язку між пониженою масою у порослят на початок дорощування та їх збереженістю. Також (Paredes et al., 2012) не знайшли негативних залежностей між масою порослят при постановці на дорощування та їхньою продуктивністю під час цього періоду і на відгодівлі.

Враховуючи різнобічність інформації стосовно впливу маси порослят при постановці на дорощування на їхню подальшу продуктивність та високу інтенсивність імпорту в Україну високопродуктивних материнських ліній данського та англійського походження, що спричиняє зниження маси порослят при відлученні, дослідження залежності ефективності дорощування та відгодівлі порослят з різною початковою масою є актуальним і своєчасним.

### Мета дослідження

Метою дослідження було встановлення залежності росту, збереженості порослят, ефективності використання кормів різних рецептур тваринами за різної початкової живої маси під час вирощування.

### Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для дослідження слугували показники продуктивності та ефективності використання кормів гібридними поросятами, отриманими від свиноматок великої білої і ландрас порід англійського походження та кнурів синтетичної лінії PIC 337 однойменної генетичної компанії за різної живої маси на початок дорощування. Об'єктом дослідження слугували технологічні процеси росту та продуктивності під час вирощування порослят в товарстві з обмеженою відповідальністю НВП "Глобінський свинокомплекс" Кременчуцького району Полтавської області.

Для проведення досліджень на товарному № 2 в с. Обізнівка із тижневої технологічної групи свиноматок, яка складала 360 голів, під час їх відлучення в двадцятидоденному віці було відібрано по 1250 порослят за різної живої маси відповідно до схеми досліджу, наведеної в табл. 1.

Другу групу, яка була дослідною, склали поросята від тих же свиноматок, але які мали живу масу близько



5,5 кг. При переведенні на дорощування всі піддослідні поросята були зважені та розміщені в станках по 50 голів у цеху дорощування № 4 в селі Обізнівка. Як в контрольній, так і в дослідній групі було виділено по 6 контрольних станків, у яких утримувалось по 200 голів поросят, котрі були індивідуально зважені після постановки в станки. Поросята як контрольної, так і дослідної групи утримувалися під час дорощування в станках на повністю ґратчастій підлозі з нормою площі 0,33 м<sup>2</sup> на одну голову (рис. 1). В кожному зі станків була обладнана зона відпочинку для поросят з розрахунку 0,1 м<sup>2</sup> на одну тварину, яка включила частину станка, над якою встановлено брудер, кришка якого підіймалася в міру росту поросят, з обігрівом за рахунок твін-труб на тильній частині станка.

Підтримання параметрів мікроклімату в приміщеннях, де утримувалися піддослідні тварини, здійснювалось за допомогою вентиляції негативного тиску фірми Big Dutchman.

Видалення гною відбувалося за допомогою вакуумно-самопливної системи періодичні дії, два рази за період досліду. Годівля піддослідних поросят упродовж всього періоду дослідження здійснювалось рідкими повнораціональними комбікормами за допомогою кормокухні HydroMixPro дванадцять разів упродовж доби. Для приготування рідкого кормосуміші на кожен кілограм сухого корму додавалось 2,7 л води, і ця суміш перемішувалась в кормовій ємності.



Рис. 1. Умови утримання піддослідних поросят

Транспортування рідкого корму до годівниць відбувалось по системі трубопроводів за допомогою технічної води, яка потім йшла на приготування чергової порції корму. З 22 доби життя поросят і до досягнення нами маси 9 кг тваринам обох піддослідних груп згодовували перший престартер рецепту 0–9 кг, яким їх підгодовували і в останній тиждень підсисного періоду. По досягненні поросятами як контрольної, так і дослідної груп їм розпочинали згодовування другого престартерного корму рецепту 9–12, яким годували тварин обох груп до досягнення середньої маси по групі 12 кг. Далі поросят відповідної групи переводили на годівлю стартерним комбікормом рецептури 12–25, який і згодовували до переведення підсвинків обох груп на відгодівлю. Обліковування спожитого корму для кожного станка проводили згідно з програмним забезпеченням кормової кухні, за допомогою зважування кожної порції корму та автоматичного його перерахунку на сухий комбікорм.

Під час періоду дорощування всі ветеринарні та технологічні процедури для тварин обох підконтрольних груп були однаковими і їх виконували за визначеним протоколом.

Впродовж усього періоду дослідження обліковувалась кількість поросят, що загинули або були оцінені як технологічний брак, їхня маса та дата вибуття. По завершенні досліду було проведено групове зважування усіх поросят обох підконтрольних груп, а тварини контрольних станків кожної групи були зважені індивідуально. Під час дослідження вивчали інтенсивність росту та збереженість поросят. Витрати корму кожної рецептури, за результатами яких розраховували оплату корму приростами, кормову собівартість дорощування однієї голови поросят, її операційну собівартість та рентабельність дорощування поросят за різної їх початкової маси. Результати досліджень були проаналізовані біометрично за допомогою прикладних програм Microsoft Office Excel та методики статистичних розрахунків (Kramarenko et al., 2019). Достовірність різниці приймали для рівнів значущості  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$  та  $P \leq 0,001$ .

### Результати та їх обговорення

Встановлена суттєва різниця за продуктивністю поросят під час дорощення як технологічний брак,

залежно від їх маси на початок цього періоду. Як видно з [табл. 2](#), за масою при постановці поросята дослідної групи поступалися на 1,58 кг, або 22,5 % ( $P \leq 0,001$ ), аналогам контрольної групи. Ця різниця збереглася і до завершення дорощування, лише

зменшилась на 2,3 % і склала 6,4 кг, або 20,3 %. Тобто відносна швидкість росту маловагових поросят за рахунок компенсаторних механізмів росту була дещо вищою порівняно з тваринами, які ставились за проектної живої маси.

**Таблиця 2**

Ріст, збереженість та оплата корму під час дорощування поросятами з різною початковою масою

Показник	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
Кількість поросят на початок дослідів, гол.	600	600
Середня маса поросят на початок дослідів, кг	7,01 ± 0,136	5,43 ± 0,196***
Тривалість дорощування, діб	49,5	50,3
Частка загибелі поросят, %	1,01	1,29
Частка технологічного браку, %	0,74	1,62
Загальний відсоток відходу поросят під час дорощування, %	1,75	2,91
Збереженість поросят під час дослідів, %	98,25	97,09
Середня маса поросят по закінченні дорощування, кг	31,6 ± 0,414	25,2 ± 0,596***
Абсолютний приріст поросят під час дорощування, кг	24,6 ± 0,411	19,8 ± 0,583***
Середньодобовий приріст за період дорощування, г	497 ± 9,7	393 ± 13,4***
Середньодобове споживання корму, кг	0,85	0,73
Витрати корму на 1 кг приросту за період дорощування, кг	1,71	1,86

За майже рівної тривалості дорощування встановлена різниця за кількістю загиблих та вибракуваних з технологічних причин поросят. Так, серед маловагових поросят було більше на 0,28 % загиблих тварин та на 0,88 % тварин, яких вибракували як санітарний брак. Тобто в дослідній групі поросят, які мали на 1,58 кг меншу вагу при постановці на дорощування, встановлено на 1,16 % гіршу збереженість порівняно з їхніми аналогами, яких ставили на дорощування з проектною живою масою.

Під час періоду дорощування поросята дослідної групи споживали щодоби менше на 0,12 кг, або 13,9 % корму, що, на нашу думку, спричинило й меншу інтенсивність їх росту. Так, у тварин цієї групи середньодобові прирости виявились на 104 г, або 20,9 % ( $P \leq 0,001$ ), нижчими порівняно з їх аналогами контрольної групи. За майже однакової тривалості дорощування нижча інтенсивність росту спричинила менші абсолютні прирости, які виявились у тварин дослідної групи на 4,82 кг, або 19,6 % ( $P \leq 0,001$ ), меншими порівняно з тваринами першої групи. Менша початкова маса при постановці на дорощування та нижча енергія росту під час цього періоду спричинили й меншу на 6,40 кг, або 20,3 % ( $P \leq 0,001$ ), масу підсвинків при переведенні їх на відгодівлю у тварини дослідної групи порівняно з контрольною. Нижча енергія росту, незважаючи на менше щодобове споживання корму, спричинила гіршу – на 0,15 кг, або 8,8 %, конверсію корму у поросят з меншою масою при постановці на дорощування.

Таким чином поросята, які мали на початок дорощування меншу на 1,58 кг вагу, при постановці

на дорощування під час цього періоду виявили на 20,9 % нижчу енергію росту, через що мали менші на 19,6 % абсолютні прирости за цей період, що спричинило разом з меншою постановочною масою на 20,3 % нижчу масу при переведенні на відгодівлю та гіршу на 8,8 % оплату корму приростами.

Враховуючи, що в господарстві схема годівлі поросят на дорощуванні обумовлює їх годівлю першим престаартерним кормом до досягнення маси тварин в групі 9 кг і те, що поросята дослідної групи були поставлені на дорощування з живою масою 5,43 кг проти 7,01 кг в контрольній групі, закономірно вони довше використовували цей корм, оскільки пізніше досягали маси переводу на інший корм і використали його на 1,87 кг більше порівняно з однолітками контрольної групи ([табл. 3](#)).

Вартість цього престаартерного корму в розрахунку на одне порося виявилась у дослідній групі на 71,41 грн вищою порівняно з аналогами контрольної групи. Водночас тварини цієї групи спожили на 1,6 кг менше, порівняно з аналогами першої групи, більш дешевого другого престаартерного корму, вартість якого склала 29,24 грн. За технологічною кривою годівлі поросят на дорощуванні, вони найбільше вживають стартерного комбікорму рецепту 12–25, оскільки використовують його пізніше, коли мають вищу живу масу і споживають його довше. За даними [табл. 3](#), поросята контрольної групи спожили найбільш дешевого за період дорощування стартерного комбікорму на 9,63 кг більше порівняно з аналогами дослідної групи. Вартість цього комбікорму виявилось на 123,21 грн вищою порівняно з вартістю такого ж корму, що вжили поросята дослідної групи.

**Таблиця 3**

Споживання та вартість кормів різних рецептур за час дорощування

Показник	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
Середнє споживання престартеру рецепту 0-9 в розрахунку на голову за період, кг	5,94	7,81
Вартість престартеру рецепту 0-9 в розрахунку на 1 голову, грн	227,20	298,61
Середнє споживання престартеру рецепту 9-12 в розрахунку на голову за період, кг	13,43	11,83
Вартість престартеру рецепту 9-12 в розрахунку на голову за період, грн	245,61	216,38
Середнє споживання стартеру рецепту 12-25 в розрахунку на голову за період, кг	22,64	13,01
Вартість стартеру рецепту 12-25 в розрахунку на голову за період, грн	289,56	166,35
Використано комбікормів всіх рецептур в розрахунку на 1 голову за період, кг	42,00	32,64
Вартість кормів всіх рецептур в розрахунку на голову на період, грн	762,38	681,33
Середня вартість 1 кг всіх кормів, грн	18,15	20,87
Кормова собівартість 1кг приросту, грн	31,00	34,46

Через менше щодобове споживання корму за весь період дорощування поросята дослідної групи з'їли на 9,36 кг менше комбікормів всіх рецептур, вартість яких складала 81,04 грн. Враховуючи неоднакову вартість комбікормів різних рецептур та неоднакову кількість комбікормів, з'їдених поросятами піддослідних груп за період дорощування, встановлено нижчу на 2,72 грн середню ціну одного кілограма комбікормів всіх рецептур у тварин контрольної групи порівняно з дослідною.

Незважаючи на те, що поросята дослідної групи спожили на 9,36 кг комбікормів всіх рецептур менше за період дорощування, але вживали комбікорми більш дорогих рецептур та мали менший абсолютний приріст, вартість кормів, витрачених на 1 кг приросту, виявилась у них на 3,46 грн вищою порівняно з аналогами контрольної групи.

Таким чином, поросята дослідної групи, які ставились на дорощування з меншою на 1,58 кг

масою, спожили за час дорощування на 31,4 % більше дорогого першого престартерного корму та на 11,9 % менше дешевого другого престартерного комбікорму і на 42,6 % менше найдешевшого стартерного комбікорму. В результаті чого вартість спожитих кормів тваринами дослідної групи виявилось на 10,6 % меншою порівняно з аналогами дослідної групи. Але враховуючи суттєво нижчий абсолютний приріст у тварин дослідної групи, кормова собівартість 1 кг приросту виявилась у них на 11,2 % вищою порівняно з аналогічним показником контрольної групи.

Також, враховуючи найбільшу частку кормів у собівартості дорощування поросят, закономірно вищою на 4,49 грн у тварин цієї групи виявилась і операційна собівартість 1 кг приросту за період дорощування (табл. 3).

**Таблиця 4**

Ефективність дорощування поросят з різною початковою живою масою

Показник	Група поросят	
	I контрольна	II дослідна
Операційна собівартість дорощування в розрахунку на 1 кг приросту під час дорощування, грн	40,26	44,76
Кормова собівартість дорощування 1 голови, грн	762,38	681,33
Операційна собівартість дорощування 1 голови, грн	990,10	884,85
Ринкова вартість поросят при постановці на дорощування без ПДВ, грн	2972,24	2302,32
Операційна собівартість 1 голови на кінець дорощування, грн	3962,34	3187,17
Ринкова вартість 1 голови по завершенні дорощування без ПДВ, грн	4929,60	3931,20
Отримано доходу від дорощування 1 голови, грн	967,26	744,03
Рентабельність дорощування 1 голови, %	24,41	23,34

Але враховуючи більшу живу масу тварин контрольної групи по закінченні дорощування, як кормова, так і операційна собівартість одного підсвинка була вищою у групі тварин, які ставились на дорощування з проектною живою масою. Так, кормова собівартість одного підсвинка контрольної групи була вищою на 81,05 грн, а операційна на 105,26 грн порівняно з аналогами дослідної групи. Враховуючи, що операційна собівартість одного підсвинка по завершенні дорощування складається з вартості поросяти на початку дорощування та собівартості самого дорощування тварин, встановлено вищу на 775,18 грн порівняно з дослідною групою

операційну собівартість підсвинків контрольної групи. Це обумовлено суттєво вищою на 775,18 грн через значно вищу живу масу тварин при постановці на дорощування вартістю поросят і на 105,26 грн собівартістю самого процесу дорощування у тварин контрольної групи. Але враховуючи, що тварини контрольної групи по завершенні дорощування мали на 6,4 кг вищу живу масу, реалізаційна ціна за одну тварину з цієї групи виявилось на 998,40 грн вищою порівняно з тваринами дослідної групи, що обумовило більший на 223,22 грн дохід від реалізації однієї голови підсвинка з цієї групи. Це обумовило вищу на 1,07 % рентабельність дорощування поросят,



яких ставили на цей процес з проектною живою масою.

Таким чином дорощування поросят за умов постановки їх на цей процес з проектною живою масою посприяло зменшенню на 11,2 % кормової собівартості одного кілограма приросту, підвищенню на 20,3 % вартості одного поросяти по завершенні дорощування та на 23,1 % грн доходу від його реалізації і на 1,07 % кращій рентабельності вирощування однієї голови, але спричинило вищу на 10,6 % кормову та операційну собівартість дорощування 1 голови та на 19,6 % операційну собівартість одного підсвинка на кінець дорощування.

### Висновки

Поросята, які мали на початок дорощування меншу на 20 % масу, при постановці на дорощування під час цього періоду виявили менші середньодобові та абсолютні прирости за цей період, мали нижчу масу при переведенні на відгодівлю та гіршу оплату корму приростами.

Під час дорощування вони спожили більше дорогих престаартерних комбікормів та менше дешевого стартерного комбікорму, в результаті чого мали вищу кормову собівартість 1 кг приросту, меншу вартість одного підсвинка по завершенні дорощування, менший дохід від його реалізації та нижчу рентабельність вирощування одного поросяти, але мали меншу кормову і операційну собівартість дорощування 1 голови та операційну собівартість одного підсвинка на кінець дорощування.

*Перспективи подальших досліджень.* Перспективними є дослідження залежності відгодівельних, забійних показників та якості продуктів забою від живої маси поросят на початок дорощування.

### Відомості про конфлікт інтересів

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

### References

Agostini, P. S., Gasa, J., Manzanilla, E. G., Da Silva, C. A., & de Blas, C. (2013). Descriptive study of production factors affecting performance traits in growing-finishing pigs in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2), 371–381. DOI: 10.5424/sjar/2013112-3011.

Averós, X. L., Brossard, J., Dourmad, Y., de Greef, K. H., Edwards, S. A., & Meunier-Salaün, M. C. (2012). Meta-analysis on the effects of the physical environment, animal traits, feeder and feed characteristics on the feeding behavior and performance of growing-finishing pigs. *Animal*, 8, 275–289. DOI: 10.1017/S1751731112000328.

Bai, X., & Plastow, G. S. (2022). Breeding for disease resilience: opportunities to manage polymicrobial challenge and improve commercial performance in the pig industry. *CABI Agric Biosci*, 3, 6. DOI: 10.1186/s43170-022-00073-y.

Blavi, L., Solà-Oriol, D., Llonch, P., López-Vergé, S., Martín-Orúe, S. M., & Pérez, J. F. (2021). Management and Feeding Strategies in Early Life to Increase Piglet Performance and Welfare around Weaning: A Review. *Animals*, 11(2), 302. DOI: 10.3390/ani11020302.

Campani, I. (2010). Dilution in liquid feed. *Nutrition*. URL: [https://www.pig333.com/articles/dilution-in-liquid-feed\\_3110](https://www.pig333.com/articles/dilution-in-liquid-feed_3110).

Cherniev, V. (2019). Tvarynnytstvo. Hodivlia nasukho. Alternatyva. Elektronnyi resurs. URL: <https://alt-ua.com/blog/tvarinnictvo-godivlya-nasukho> (in Ukrainian).

Choct, M. A., Selby, E. A. D. B., Cadogan, D. J., & Campbell, R. G. (2004). Effect of liquid to feed ratio, steeping time, and enzyme supplementation on the performance of weaner pigs. *Aust. J. Agric. Res.*, 55, 247–252. DOI: 10.1071/AR03106.

Collins, C. L., Pluske, J. R., Morrison, R. S., McDonald, T. N., Smits, R. J., Henman, D. J., Stensland, I., Dunshea, F. R. (2017). Post-weaning and whole-of-life performance of pigs is determined by live weight at weaning and the complexity of the diet fed after weaning. *Anim. Nutr.*, 3(4), 372–379. DOI: 10.1016/j.aninu.2017.01.001.

Davoudkhani, M., Mahé, F., Dourmad, J. Y., Gohin, A., Darrigrand, E., & Garcia-Launay, F. (2020). Economic optimization of feeding and shipping strategies in pig-fattening using an individual-based model. *Agricultural Systems*, 184, 102899. DOI: 10.1016/j.agry.2020.102899.

Derhun, R. (2020). Aktsent na hodivli. *Agrotimes*. Tvarynnytstvo. Elektronnyi resurs. URL: <https://agrotimes.ua/article/pravylna-organizacziya-racziyonu-svynej> (in Ukrainian).

Erikson, D. (2015). Amerykanska tekhnolohiia utrymiania svynei (vid vidluchennia do zaboju). *Prybutkove svynarstvo*, 3(27), 64–67 (in Ukrainian).

Farmer, C., & Edwards, S. A. (2022). Review: Improving the performance of neonatal piglets, *animal*, 16(2), 100350. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100350.

Gonyou, H. W., & Lou, Z. (2000). Effects of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of grower/finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, 78, 865–870. DOI: 10.2527/2000.784865x.

Halimov, S. M. (2013). Vykorystannia miasnykh henotypiv pry chystoporodnomu rozvedenni ta skhreshchuvanni v umovakh SHPP «Tekhmet-Yuh» Mykolaivskoi oblasti. *Zb. nauk. prats Podilskoho DATU. Kamianets-Podilskyi*, 21, 60–61 (in Ukrainian).

Holman, D. B., Gzyl, K. E., Mou, K. T., & Allen, H. K. (2021). Weaning age and its effect on the development of the swine gut microbiome and resistome. *mSystems*, 6, e00682-21. DOI: 10.1128/mSystems.00682-21.

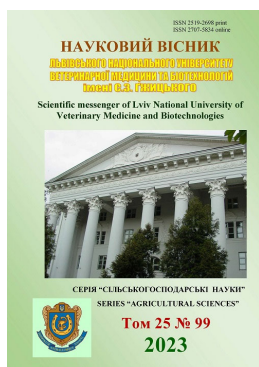
Hurst, D., Clarke, L., & Lean, I. J. (2008). Effect of liquid feeding at different water-to-feed ratios on the growth performance of growing-finishing pigs. *Animal*, 2(9), 1297–1302. DOI: 10.1017/S175173110800253X.

Huting, A. M. S., Sakkas, P., & Wellock, I. (2018). Once small always small? To what extent morphometric characteristics and post-weaning starter regime affect pig lifetime growth performance. *Porc Health Manag*, 4, 21. DOI: 10.1186/s40813-018-0098-1.



- Jarvis, S., Moinard, C., Robson, S. K. et al. (2008). Effects of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, 110(1-2), 166–181. DOI: 10.1016/j.applanim.2007.03.018.
- Jo, Y. Y., Choi, M. J., Chung, W. L., Hong, J. S., Lim, J. S., & Kim, Y. Y. (2021). Effects of feed form and particle size on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gastric health in growing-finishing pigs. *Animal bioscience*, 34(6), 1061–1069. DOI: 10.5713/ab.20.0777.
- Khrankova, O. M. (2020). Hospodarsko-biologichni osoblyvosti, adaptatsiini vlastyivosti svynei irlandskoho pokhodzhennia ta yikh vykorystannia za riznykh metodiv rozvedennia : dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.01. Dnipro (in Ukrainian).
- Koketsu, Y., Tani, S., & Iida, R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porc Health Manag*, 3, 1. DOI: 10.1186/s40813-016-0049-7.
- Komalova, I. (2010). Korysnyi dosvid avstriiskoho svynaria. *Agroexpert*, 8-9(25-26), 43–45 (in Ukrainian).
- Kramarenko, S. S., Lugovou, S. I., Lykhach, A. V., Kramarenko O. S. (2019). Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta seleksii tvaryn [Analysis of biometric data in animal breeding and selection]. Mykolauiv: MNAU (in Ukrainian)
- Kuzmenko, M. V. (2012). Efektyvnist vidhodivli molodniaku svynei za riznoi pochatkovoii masy [Efficiency of fattening of young pigs at different starting weights]. *Visnyk aharnoi nauky*, 12, 77–78 (in Ukrainian).
- Lykhach, V. (2015). Tekhnologichni osoblyvosti vyroshchuvannia porosiat. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 6, 11–13 (in Ukrainian).
- Maistruk, S. (2005). T ekhnolohiia vyroshchuvannia porosiat do chotyrmysiachnoho viku. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 9, 9–11 (in Ukrainian).
- Nechmilov, V. M., & Povod, M. H. (2018). Vidhodivelna produktyvnist svynei za riznykh terminiv doroshchuvannia ta vykorystannia sukhoi i ridkoi typiv hodivli. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu. Seriiia «Tvarynnytstvo»*, 7(35), 122–134. URL: <http://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/6610> (in Ukrainian).
- Nechmilov, V. M., Vdovychenko, Yu. V., & Povod, M. H. (2018). Zabiini yakosti svynei pry riznii tryvalosti doroshchuvannia i sukhomu typi hodivli. *Zernovi kultury*, 2(1), 144–149 (in Ukrainian).
- Nyachoti, C. M., Zijlstra, R. T., de Lange, C. F. M., & Patience, J. F. (2004). Voluntary feed intake in swine: A review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions. *Can. J. Anim. Sci.*, 84, 549–566. DOI: 10.4141/A04-001.
- Paredes, S. P., Jansman, A. J., Verstegen, M. W., Awati, A., Buist, W., den Hartog, L. A., Van Hees, H. M., Quiniou, N., Hendriks, W. H., & Gerrits, W. J. (2012). Analysis of factors to predict piglet body weight at the end of the nursery phase. *Journal of animal science*, 90(9), 3243–3251. DOI: 10.2527/jas.2011-4574.
- Patience, J. F., Rossoni-Serão, M. C., & Gutiérrez, N. A. (2015). A review of feed efficiency in swine: biology and application. *J Animal Sci Biotechnol*, 6, 33. DOI: 10.1186/s40104-015-0031-2.
- Peet, B. (2003). Is it time to re-assess your weaning age? *Western Hog Journal*. Sheffield: Benchmark House. URL: <https://www.thepigsite.com/articles/is-it-time-to-reassess-your-weaning-age>.
- Ponomarenko, V. M. (2010). Porivnialna kharakterystyka rozvytku svynei riznykh henotypiv. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii*, 3, 188–191. URL: [https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2010/03/188\\_191.pdf](https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2010/03/188_191.pdf) (in Ukrainian).
- Povod, M. G., Mykhalko, O. G., Izhboldina, O. O., Gutyj, B. V., Verbelchuk, T. V., Borshchenko, V. V., & Koberniuk, V. V. (2023). The influence of piglet weight placed for rearing on their productive quality and efficiency of rearing. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(2), 37–43. DOI: 10.32718/ujvas6-2.07.
- Povod, M. H., & Shpetnyi, M. B. (2016). Produktyvnist molodniaku svynei na doroshchuvanni za riznykh umov utrymannia. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten NDTs biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK*, 4(4), 45–49 (in Ukrainian).
- Povod, M. H., & Shpetnyi, M. B. (2016). Sezonna produktyvnist porosiat na doroshchuvanni u stankakh za riznoho rozmiru hrup ta typu pidlohy. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN*, 116, 126–134. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntb\\_2016\\_116\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntb_2016_116_22) (in Ukrainian).
- Povod, M. H., Izhboldina, O. O., Nechmilov, V. M., Mykhalko, O. H., & Zhyzhka, S. V. (2018). Sezonna produktyvnist hibrydnoho molodniaku svynei za riznykh typiv hodivli. *Visnyk Sumskoho NAU*, 2(34), 194–200. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2018\\_2\\_46](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2018_2_46) (in Ukrainian).
- Povod, M. H., Shvachka, R. P., Mykhalko, O. H., & Yurieva, K. V. (2019). Produktyvni yakosti svynomatok ta yikhnoho potomstva zalezno vid tryvalosti pidsysnoho periodu. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho aharnoho universytetu. Seriiia «Tvarynnytstvo»*, 4(39), 72–83. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/8511/1/4.pdf> (in Ukrainian).
- Povod, M., Bondarska, O., & Lykhach, V. (2021). Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva. *Kyiv NMTs* (in Ukrainian).
- Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Gutyj, B., Borshchenko, V., & Koberniuk, V. (2023). Productivity of sows, growth of piglets and fattening qualities of pigs at different durations of the suckling period. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 23(1), 649–659. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23\\_1/volume\\_23\\_1\\_2023.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/volume_23_1_2023.pdf).
- Schinckel, A. P., Einstein, M. E., Jungst, S., Booher, C., & Newman, S. (2010). Evaluation of the Impact of Pig Birth Weight on Grow-Finish Performance, Backfat Depth, and Loin Depth. *The Professional Animal Scientist*, 26(1), 51–69. DOI: 10.15232/S1080-7446(15)30557-X.
- Shpetnyi, M. B., & Povod, M. H. (2018). Intensyvni rostu, vidhodivelni ta zabiini yakosti svynei vyroshchennykh v stankakh za riznykh konstruktyvnykh osoblyvostei pidlohy. *Naukovo-informatsiyni Visnyk*

- Khersonskoho derzhav-noho ahrarnoho universytetu, 11, 132–139 (in Ukrainian).
- Shvachka, R., Povod, M., Mykhalko, O., Shpetnyi, M., Korzh, O., Verbelchuk, T., & Shcherbyna, O. (2022). Reproductive qualities of sows at different durations of previous lactation. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22(1), 579–584. URL: [https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22\\_1/Art65.pdf](https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22_1/Art65.pdf).
- Susol, R. L. (2014). Produktyvni yakosti svynei suchasnykh henotypiv zarubizhnoi selektsii za riznykh metodiv rozve-dennia. *Visnyk Sumskoho NAU*, 2(2), 92–98. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2014\\_2%282%29\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2014_2%282%29_22) (in Ukrainian).
- Valentim, J. K., Mendes, J. P., Caldara, F. R., Pietramale, R. T. R. & Garcia, R. G. (2021). Meta-analysis of relationship between weaning age and daily weight gain of piglets in the farrowing and nursery phases. *South African Journal of Animal Science*, 51(3), 332–338. DOI: 10.4314/sajas.v51i3.6.
- VanderWaal, K., & Deen, J. (2018). Global trends in infectious diseases of swine. *PNAS*, 15(45), 11495–11500. DOI: 10.1073/pnas.1806068115.
- Vdovychenko, Yu. V., Nechmilov, V. M., & Povod, M. H. (2018). Produktyvnist porosiat za sukhoho, volohoho ta rid-koho typu hodivli na doroshchuvanni. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 106–109. DOI: 10.31210/visnyk2018.03.15 (in Ukrainian).
- Voloshchuk, V. M. (2014). *Svynarstvo: monohrafiia*. Kyiv: Ahrarna nauka (in Ukrainian).
- Zoric, M., Johansson, S. E., & Wallgren, P. (2015). Behaviour of fattening pigs fed with liquid feed and dry feed. *Porc Health Manag*, 1, 14. DOI: 10.1186/s40813-015-0009-7.



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-a9937  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 546.289:502.1

## Germanium: distribution, migration and accumulation in the natural environment

O. I. Sobolev<sup>1✉</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, O. M. Melnychenko<sup>1</sup>, S. V. Sobolieva<sup>1</sup>, P. I. Kuzmenko<sup>1</sup>, Y. O. Melnychenko<sup>1</sup>, S. S. Popadiuk<sup>2</sup>, V. V. Senechyn<sup>2</sup>

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

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

### Article info

Received 03.10.2023

Received in revised form

06.11.2023

Accepted 07.11.2023

**Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Melnychenko, O. M., Sobolieva, S. V., Kuzmenko, P. I., Melnychenko, Y. O., Popadiuk, S. S., & Senechyn, V. V. (2023). Germanium: distribution, migration and accumulation in the natural environment. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 226–236. doi: 10.32718/nvlvet-a9937**

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

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

In this paper we attempt to generalize information published in the scientific literature about the distribution, migration and accumulation of chemical forms of germanium in the natural environment, with the main attention paid to the content of this trace element in various components of the environment. Despite the fact that germanium is found in the lithosphere, hydrosphere and atmosphere it is one of the least studied elements in mineral and geochemical terms. It belongs to rare scattered elements with a relatively high migration capacity in the earth's crust and on its surface. Depending on the physical and chemical conditions, the mineral and lithogenesis of germanium can exhibit different properties, which determines the variety of ways of its migration. The nature and form of migration of germanium in the natural environment is not determined only by its chemical properties but also by a complex set of reactions of interaction with various underground water addendums, the granulometric and chemical-mineralogical composition of soil-forming rocks and soils, biogenic and technogenic processes. Studies have shown that the content of germanium in natural waters, soils and plants can vary widely and depends on many factors. In particular, its concentration in groundwater and surface water depends on the natural geological environment, pressure, temperature, meteorological and anthropogenic factors; soil by their type, region, features of soil-forming processes, chemical composition of the parent rocks, climatic conditions and amounts of organic substances; in plants by their species and varietal facilities, the growth stage of the plants, the availability of soils by this element, the forms of germanium compounds in the soil (inorganic or organic), the ability of soil to retain labile form of germanium and climatic conditions. Analysis of the actual content of germanium in diets indicates an insufficient level of provision of the human body with this trace element, due to its low concentrations in food and water. However, it has been suggested that any products with a high content of germanium may pose a risk to human health through its toxic effects.

**Key words:** germanium, concentration, water, soil, plants, foodstuffs, human demand.

## Германій: розповсюдження, міграція та накопичення у природному середовищі

O. I. Sobolev<sup>1✉</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>, O. M. Мельниченко<sup>1</sup>, С. В. Соболева<sup>1</sup>, П. І. Кузьменко<sup>1</sup>, Ю. О. Мельниченко<sup>1</sup>, С. С. Попадюк<sup>2</sup>, В. В. Сенечин<sup>2</sup>

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

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

У даній роботі зроблено спробу узагальнити відомості, опубліковані в науковій літературі, щодо розподілу, міграції та накопиченню хімічних форм Германію в природному середовищі, причому основна увага приділена вмісту цього мікроелемента в різних компонентах довкілля. Незважаючи на те, що Германій виявлено в літосфері, гідросфері та атмосфері, у мінерально-геохімічному відношенні – це один із найменш вивчених елементів. Він належить до рідкісних розсіяних елементів з порівняно високою міграційною здатністю у земній корі та на її поверхні. Залежно від фізико-хімічних умов мінерало- і літогенезу Германій може проявляти різні властивості, що визначає різноманіття шляхів його міграції. Характер і форма міграції Германію у природному середовищі обумовлені не тільки його хімічними властивостями, а й складною сукупністю реакцій взаємодії з різноманітними адендами підземних вод, гранулометричним і хіміко-мінералогічним складом ґрунтоутворюючих порід і ґрунтів, біогенними та техногенними процесами. Як показали дослідження, вміст Германію у природних водах, ґрунтах та рослинах може коливатися в досить широкіх межах і залежить від багатьох чинників. Зокрема, концентрація його у підземних і поверхневих водах залежить від природного геологічного середовища, тиску, температури, метеорологічних і антропогенних факторів; у ґрунтах – від їхнього типу, регіону, особливостей ґрунтоутворюючих процесів, хімічного складу материнських порід, кліматичних умов та кількості органічної речовини; у рослинах – від їх видової та сортової приналежності, стадії росту самої рослини, забезпеченості ґрунтів цим елементом, форми германієвих сполук у ґрунтах (неорганічна чи органічна), здатності ґрунтів зберігати лабільні форми Германію та кліматичних умов. Аналіз фактичного вмісту Германію в раціонах харчування свідчить про недостатній рівень забезпеченості організму людини цим мікроелементом, через низькі концентрації його в продуктах харчування та воді. Проте було висловлено припущення, що будь-які продукти з високим вмістом Германію можуть становити небезпеку для здоров'я людини через його токсичні ефекти.

**Ключові слова:** Германій, концентрація, вода, ґрунт, рослини, продукти харчування, потреба людини.

## Історія відкриття Германію

Германій як хімічний елемент має надзвичайно цікаву історію відкриття. Ця історія розпочалась у ХІХ столітті. Ще в 1871 році Дмитро Іванович Менделєєв передбачав існування елемента, схожого з Кремнієм – екасіліція (Eka-Si-licium) і висловив припущення, де його шукати. На його думку, він може бути в рудах, що містять Титан, Ніобій, Цирконій та Тантал. Він вирішив самостійно шукати цей невідомий хімічний елемент. Але виявити його не вдалося. Минуло майже 15 років, і Екасіліцій був виявлений. У 1885 році в Німеччині на копальні "Himmelsfürst Fundgrube" професором мінералогії Фрейбергської гірської академії Карлом Ауер фон Вельсбахом був знайдений новий мінерал, який назвали аргиродіт, оскільки у ньому було виявлено срібло (Аргентум). Точний хімічний склад мінералу встановити відразу не вдалося. Ауер фон Вельсбах попросив хіміка Клеменса Олександра Вінклера дослідити і визначити склад цього мінералу. Порівняно швидко Клеменсу Вінклеру вдалося визначити його склад. Виявилось, що основною складовою частиною нового мінералу було срібло. Крім срібла, до складу також входили сірка, оксид двовалентного заліза, оксид цинку та ртуть. Загальна сума всіх складових частин мінералу не перевищувала 93–94 % від маси наважки. Як не старався вчений, йому не вдавалося виявити, з чого складається решта 7 %. Тоді він припустив, що в мінералі міститься невідомий хімічний елемент, який не можна виявити класичними методами. Це підштовхнуло його більш ретельно провести дослідження. Після наполегливої роботи на початку лютого 1886 року він відкрив солі нового хімічного елемента і навіть виділив невелику кількість самого елемента в чистому вигляді. У першому повідомленні Німецькому товариству хіміків Клеменс Вінклер висловив припущення, що новий елемент не метал і аналог сурми та миш'яку. Доповідь була розіслана до багатьох наукових установ по всій Європі. Ця думка викликала літературну полеміку, що не вщухала до того часу, поки не було встановлено, що новий елемент – Екасіліцій – був передбачений ще Д. І. Менделєєвим.

Спочатку Клеменс Вінклер мав намір назвати новий елемент Нептунієм, маючи на увазі, що історія його відкриття подібна до історії відкриття планети Нептун, існування якої ще передбачив французький астроном Урбен Жан Жозеф Левер'є. Проте виявилось, що назву Нептуній (Nertunium) вже було дано одному відкритому хімічному елементу. І тоді Клеменс Вінклер перейменував відкритий ним хімічний елемент на Германій (Germanium), на честь своєї батьківщини. Назва ця викликала різкі заперечення з боку деяких учених. Наприклад, один з них вказував на те, що ця назва схожа на назву квітки – герань (Geranium). У запалі суперечок Раймон запропонував жартома іменувати новий елемент Ангулярієм (Angularium), тобто таким, що викликає суперечки. Проте Д. І. Менделєєв у листі до Клеменса Вінклера рішуче підтримав назву Германій (Enghag & Enghag, 2006; Burdette & Thornton, 2018; Kaminsky et al., 2019). У подальшому вченими виконано значний обсяг робіт щодо подальшого вивчення хімічних і фізичних властивостей Германію, його розподілу у природному середовищі, біологічної ролі та механізму дії на живі організми, можливостей застосування у промисловості.

## Фізико-хімічні властивості Германію

Одержати повне наукове уявлення щодо особливостей міграції та розповсюдження Германію у природному середовищі не можливо без урахування його хімічної природи та положення у періодичній системі хімічних елементів Д. І. Менделєєва.

Германій (лат. Germanium), Ge – 32-й хімічний елемент четвертого періоду IV групи головної (A) підгрупи періодичної таблиці з атомною масою 72,59 г/моль. Германій можна зарахувати як до напівметалу, так і до металоїду, оскільки він має властивості як неметалу, так і металу. Атомний радіус Германію становить 1,26 Å, потенціал іонізації – 7,85 eV, електронегативність за Полінгом – 2,00, температура плавлення – 947,4 °С, температура кипіння – 2830,0 °С, густина твердого – 5,323 г/см<sup>3</sup> (25 °С), густина рідкого – 5,557 г/см<sup>3</sup> (1000 °С). Твердість Германію за мінералогічною шкалою 6,0–6,5. Колір – сіро-білий, з



металевим блиском. Прозорий для інфрачервоних променів з довжиною хвилі більше ніж 2 мкм. Германій кристалізується у кристалічній ґратці типу алмазу (параметр елементарного вічка  $a = 5,6575$ ), проте міцність зв'язку Ge–Ge у кристалі Германію менша, ніж у кристалах алмазу. Металічний Германій за кімнатної температури є стійким до дії кисню, проте швидко окислюється за високої температури (600–700 °C).

Електронна формула Германію має вигляд  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^2$ . Атом Германію складається з позитивно зарядженого ядра (+32), всередині якого є 32 протона і 41 нейтрон, а навколо по чотирьох орбітах рухаються 32 електрони. Загальна електронна конфігурація валентних підрівнів атомів р-елементів в основному стані  $ns^2 np^2$ . Внаслідок наявності двох неспарених р-електронів у сполуках Германій може виявляти ступінь окиснення +2. Атоми можуть переходити у збуджений стан з утворенням чотирьох валентних електронів, що зумовлює виникнення сполук зі ступенем окиснення +4. У деяких сполуках Германій може виявляти ступені окиснення –4 та 0 (Rochow & Abel, 1973; Derry, 2018).

### Розповсюдження Германію у природному середовищі

У мінерально-геохімічному відношенні Германій – один із найменш вивчених елементів. Він належить до розсіяних та відносно рухливих елементів у земній корі, так званих “слідових” елементів. Масова частка Германію у верхній частині континентальної кори перебуває в межах  $1,3 \times 10^{-6}$ – $1,40 \times 10^{-6}$  % (Hu & Gao, 2008). Теоретично вміст Германію в земній корі повинен дозволяти формувати великі (>14000 т) або навіть гігантські відкладення (>140000 т) (Laznicka, 1999). Проте через його геохімічні властивості основна маса Германію розсіяна у різних гірських породах і мінералах інших елементів. Відомо близько 30 мінералів, що містять Германій (Ruiz et al., 2018). Германій внаслідок геохімічної спорідненості з деякими поширеними елементами (Si, Zn, As, Fe, Cu, Sn, Ag), виявляє обмежену здатність до утворення власних мінералів. Тому власні германієві мінерали в природі трапляються вкрай рідко і переважно у вигляді мікро-вкраплень. Вони представлені: сульфідами та сульфосолями – германіт (9,1 % Ge), аргіродіт (6,4 % Ge), канфільдіт (1,8 % Ge), реньєрит (6,6 % Ge); подвійним гідратованим оксидом Германію та Заліза – штотгіт (13,4 % Ge); сульфатами – ітоїт (7,6 % Ge), флейшеріт (7,2 % Ge). Промислового значення вони практично не мають.

Широкий спектр геохімічних властивостей дозволяє Германію накопичуватися в значних кількостях у родовищах різних геолого-промислових типів. Всього у світі налічується дев'ять основних природних джерел Германію: колчедано-поліметалеві мідні родовища; порфірові та жильно-штокверкові мідь-молібден-золоторудні; порфірові та жильно-штокверкові олов'яно-срібні; жильні срібло-свинцево-цинкові (мідні) родовища; стратиформні мідно-свинцево-цинкові у теригенних формаціях; стратиформні родо-

вища кольорових металів у карбонатних формаціях; несурфідні поліметалеві родовища; родовища залізних оксидних руд; вугільні родовища (Höll et al., 2007; Frenzel et al., 2014).

Залежно від фізико-хімічних умов мінерало- і літогенезу Германій може поводитися як сидеро-, літо-, халько- і/або органофільний елемент, що визначає різноманіття шляхів його міграції. Сидерофільні властивості Германій проявляє в залізних метеоритах і металевій фазі інших метеоритів, а також у залізних рудах осадового походження. Літофільні властивості Германій проявляє у кремнієвих осадових породах і постмагматичних продуктах, пов'язаних з гранітною магмою. Тому основна кількість Германію в земній корі міститься у вигляді твердих розчинів германатів з силкатами. Халькофільні властивості Германій проявляє у верхнепротерозойських осадових породах, де найбільш часто трапляється в сульфідних мінералах. Органофільні властивості Германій проявляє при утворенні хелатів з органічними похідними лігніну в процесі торфоутворення і на ранніх стадіях вуглефікації та метаморфізму бурого вугілля (Bernstein, 1985; Rosenberg, 2009; Seredin & Finkelman, 2008).

У природі відомо п'ять ізотопів Германію з такою розповсюдженістю:  $^{70}\text{Ge}$  (21,2 % за масою),  $^{72}\text{Ge}$  (27,7 %),  $^{73}\text{Ge}$  (7,7 %),  $^{74}\text{Ge}$  (35,9 %),  $^{76}\text{Ge}$  (7,5 %). Перші чотири ізотопи стабільні, п'ятий ( $^{76}\text{Ge}$ ) слабо радіоактивний, для якого характерний подвійний бета-розпад з періодом напіврозпаду  $1,58 \times 10^{21}$  років (Melcher & Buchhloz, 2014; Meija et al., 2016; Rouxel & Luais, 2017; Meng & Hu, 2018). На сьогодні штучно отримано 26 радіоізотопів з атомними масами від 60 до 90, з яких 11 нейтронодефіцитних і 15 нейтронозбагачених ізотопів. Ізотопи радіоактивного Германію були отримані за допомогою реакцій синтезу-випаровування (FE), реакцій світлочастинок (LP), реакцій захоплення нейтронів (NC) та фрагментації снарядів або поділу снарядів (PF). Найбільш стабільним з радіоізотопів є  $^{68}\text{Ge}$ , з періодом напіврозпаду 270,95 діб, а найменш стабільним –  $^{60}\text{Ge}$ , з періодом напіврозпаду 30 місяців (Gross & Thoennessen, 2012).

Германій у низьких концентраціях виявлено в атмосферному повітрі. Концентрація Германію в твердих часточках повітря може варіювати в межах від 0,01 до 1700 нг/м<sup>3</sup> (Braman & Tompkins, 1978). У регіонах з розвинутою промисловістю та інфраструктурою, де збільшений викид в атмосферу різних хімічних сполук, концентрація Германію у повітрі значно зростає. Так, значна кількість Германію надходить в атмосферу з димовими газами та летючою золою в результаті спалювання кам'яного вугілля. Ці викиди призводять до підвищення концентрації Германію в міському атмосферному повітрі від 0,4 до 10 мкг/м<sup>3</sup> (у середньому до 2 мкг/м<sup>3</sup>) (Vouk, & Piver, 1983). Високі концентрації неорганічного Германію (до 300 мкг/м<sup>3</sup>) зафіксовані в повітрі над робочими зонами підприємств, де виробничі процеси пов'язані з використанням сполук цього елемента (Swennen et al., 2000).

Низькі концентрації Германію (0,0088–0,011 мкг/л) виявлені й у дощовій воді (Eriksson, 2001; Skwarczynska-Wojasa et al., 2021).

У гідросфері вміст Германію невеликий. Концентрація Германію в океані змінюється в інтервалі від  $7-10^{-12}$  моль/л на поверхні до  $1,2-10^{-10}$  моль/л у глибинних водах (Froelich & Andreae, 1981). Концентрація його в морській воді практично не залежить від глибини і складає 0,05–0,5 мкг/л (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007). Водночас у літературі є відомості про те, що концентрація Германію у водах Світового океану збільшується зі збільшенням глибин (Hambrick et al., 1984). Вчені пояснюють цей факт тим, що хімічний склад вод Світового океану формується не тільки під впливом атмосферних опадів та річкового стоку, але головним чином в результаті надходження різних сполук з глибин Землі в процесі вулканічної діяльності та формування океанічної кори в тектонічно активних зонах дна. У морській воді неорганічний Германий представлений переважно у вигляді гідроксиду Германію ( $\text{H}_4\text{GeO}_4$ ), триводород германат іоном ( $[\text{H}_3\text{GeO}_4]^-$ ) і дигідрогерманат-іоном ( $[\text{H}_2\text{GeO}_4]^{2-}$ ) (Wood & Samson, 2006). Крім того, в морській воді було ідентифіковано ще два види Германію – монометил Германий ( $\text{CH}_3\text{Ge}_3^+$ ) і диметил Германий ( $(\text{CH}_3)_2\text{Ge}_2^+$ ). Обидва ці з'єднання є нереакціоноздатними і мають консервативний профіль концентрації по глибині. Водночас їх профіль може змінюватися залежно від солоності води. Концентрація монометил Германію перебуває в діапазоні від 300 до 350 пмоль/л, а диметил Германію – від 90 до 120 пмоль/л, що значно вище концентрації неорганічного Германію (Lewis et al., 1988; Sutton et al., 2013).

Відомо, що переміщення хімічних елементів у атмосфері, гідросфері та літосфері відбувається за складною міграційною схемою: ґрунт – вода – рослина – тварина – людина. Цей послідовний шлях міграції Германію трофічними ланцюгами ми і розглянемо, щоб одержати повне уявлення про значення його для живих організмів.

### Германій у підземних і поверхневих водах

Дослідження, мінерального складу природних вод, проведені вченими у різних країнах світу, переконливо довели, що Германий присутній як у підземних, так і в поверхневих водах. Концентрація його у підземних і поверхневих водах може коливатися в досить широких межах і залежить від: природного геологічного середовища, у якому відбуваються хімічні реакції в системі “порода – вода – газ”; тиску; температури; метеорологічних і антропогенних факторів. Широка розповсюдженість Германію у підземних водах вказує на його високу рухливість. Водна міграція Германію залежно від геохімічних умов, відбувається як у вигляді простих іонів, так і в комплексних сполуках з різноманітними адендами підземних вод.

Хімічний склад підземних вод є наслідком взаємодії геологічних порід з підземною гідросферою, де вода як універсальний розчинник виступає головним агентом виносу з мінералів водних мігрантів. Встановлено, що підвищений рівень Германію спостерігається й у термальних водах, які мають дуже низьку або дуже високу рН, а також багаті на  $\text{CO}_2$  та N

(Rosenberg, 2009; Dobrzyński et al., 2023). У термальних водах концентрація Германію коливається в широких межах, але рідко перевищує 40–50 мкг/л. Наприклад, у пробах води з Ісландії вона коливається в межах 0,05–24 мкг/л (Elmi, 2009), Франції (Vichy springs, Vals les Bains springs) – 0,5–47,9 (Criaud & Fouillac, 1986), Японії – 0,4–43,3 (Uzumasa et al., 1959), Нової Зеландії – 52,5 (Koga, 1967), на хребті Хуан-де-Фука (Північний схід Тихого океану) – 10,9–18,9 (Mortlock et al., 1993), Польщі (Sudetes Mountains) – 0,025–10,62 (Dobrzyński et al., 2018), Греції (Lesvos Island) – 5,0–13,0 мкг/л (Tziritis & Kelepertzis, 2011). Як стверджують вчені, більша частина Германію у термальних водах зустрічається у вигляді пентагідроксогерманіату ( $[\text{Ge}(\text{OH})_5]^-$ ), але в солоних водах за температури води 200 °С значна кількість елемента може бути представлена у вигляді Германій (IV) гідроксиду ( $\text{Ge}(\text{OH})_4$ ) (Arnórsson, 1984).

Мінеральні води містять Германію менше, ніж термальні. Так, його концентрація у бутильованих мінеральних водах, придбаних у супермаркетах європейських країн, коливається у межах 0,03–110 мкг/л (в середньому 0,09 мкг/л) (Reimann & Birke, 2010); мінеральних водах Карпат (Bieszczady mountains) – 0,08–35,8 мкг/л (в середньому 7,4 мкг/л) (Dobrzyński et al., 2011); Судет (Польща) – 0,025–10,62 мкг/л (Dobrzyński et al., 2018).

Шахтні води більше збагачені германієм, ніж підземні. Цей елемент дуже характерний для шахтних вод кам'яновугільних пластів українського Донбасу, де його вміст іноді сягає промислових концентрацій (до 0,437 мг/л) (Sujarko, 2001).

У поверхневих водах концентрація Германію низька і в більшості випадків характеризується відносно стабільними показниками упродовж багатьох років, про що свідчать результати регулярних досліджень природних річкових вод у французьких лабораторіях. У першій публікації зазначалося, що концентрація Германію в річкових водах становить від 0,008 до 0,012 мкг/л (у середньому 0,01 мкг/л) (Yeghicheyan et al., 2001), у другій – від 0,006 до 0,016 мкг/л (у середньому 0,015 мкг/л) (Yeghicheyan et al., 2013). Поряд з природними факторами значний вплив на концентрацію мікроелементів у річковій воді чинить діяльність людини. Встановлено, що концентрація Германію в пробах річкової води, відібраних поблизу міських і промислових районів, набагато вища, ніж у сільських районах, і становить 0,03–0,17 мкг/л (у середньому 0,073 мкг/л) (Ouyang et al., 2006). Стічні води підприємств по переробці шкіряної сировини також можуть бути одним із джерел забруднення поверхневих річкових вод Германієм. У результаті скиду таких вод у річки концентрація Германію може перевищувати допустимі стандарти для поверхневих вод у 3 і більше разів (Zhang & Zhang, 2006).

### Германій у ґрунтах

Розподіл Германію у ґрунті визначається різними чинниками. Як показали дослідження, вміст Германію у ґрунті залежить від його типу (піщані ґрунти менше адсорбують Германий, ніж глинисті), регіону, особли-

востей ґрунтоутворюючих процесів, хімічного складу материнських порід, кліматичних умов (середньорічної температури та кількості опадів), кількості органічної речовини тощо. Концентрація Германію у ґрунтах підвищується за наявності Si, а зменшується за наявності Fe. Германій в ґрунтах малорухомиий. Його міграція відбувається при утворенні розчинних сполук Германію, які надалі включаються в комплекс з гуміновими кислотами і переміщуються разом з ними. Або в процесі вивітрювання гірських порід йде руйнування Германієвмісних мінералів з утворенням простих сполук, найчастіше у вторинних силікатах. Під час вивітрювання Германій мобілізується у вигляді  $\text{Ge}(\text{OH})_2$ . У ґрунтах Германій міститься в основному у вигляді двовалентних катіонів, а також в аніонних комплексах, таких як  $\text{HGeO}_2$ ,  $\text{HGeO}_3$  і  $\text{GeO}_3$  (Eriksson, 2001; Kabata-Pendias & Szteke, 2015).

Аналітична література щодо вмісту Германію у ґрунтах різних типів нечисленна. Вважається, що концентрація його в ґрунтах коливається від 0,5 до 2,5 мг/кг (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007). Водночас вивчення закономірностей розподілення і геохімічної поведінки Германію в різних типах ґрунтів деяких регіонів виявило досить широкий діапазон його концентрацій від <0,1 до 15 мг/кг (Wiche et al., 2018). Так, середні значення вмісту Германію у ґрунтовому покриві сільськогосподарських (Ap-horizon, 0–20 см) і пасовищних угідь (Gr-horizon, 0–10 см) деяких європейських регіонів (в Скандинавії, Німеччині, Франції, Іспанії та на Балканах) майже однакові – 0,037 та 0,034 мг/кг відповідно (Negrel et al., 2016). Водночас вчені підтверджують існування місць з аномальними концентраціями Германію у ґрунтах. Високі концентрації Германію трапляються в глинистих ґрунтах центральної частини Скандинавського півострову, зокрема на півдні та на південному сході Фінляндії (у зразках торф'яних ґрунтів), уздовж усього західного узбережжя Норвегії, уздовж східного узбережжя Швеції та в регіоні Меларен (Ladenberger et al., 2012). Вміст Германію у верхніх горизонтах ґрунтів США становить у середньому 1,1 мг/кг з незначними коливаннями від 0,8 мг/кг у легких органічних ґрунтах до 1,5 мг/кг у глинистих і суглинистих ґрунтах (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). У ґрунтах острова Мауї (штат Гаваї, США) вміст Германію вищий і коливається в межах від 1,7 до 4,5 мг/кг. Найбільш низькі концентрації мікроелементу були виявлені у верхніх горизонтах ґрунтів острова (Scribner et al., 2006). Результати досліджень зразків верхніх горизонтів ґрунтів, відібраних на півдні Середньої Саксонії (Німеччина) показали, що вміст Германію у них варіював від 1,0 до 4,3 мг/кг (середнє 1,9 мг/кг). Більш високі концентрації Германію були характерні для вологих ґрунтів пасовищ з низьким рН і високим вмістом органічної речовини (Wiche et al., 2017). На території муніципалітету Фрайберга (Саксонія) ґрунти, що забруднені відходами гірничодобувної промисловості, характеризувалися високими концентраціями Германію (до 7,91 мг/кг) (Midula et al., 2017). Результати одержані при вивченні геохімії мікроелементів у верхньому горизонті ґрунту (2–4 см) зі Східного Китаю свідчать, що концентрація Германію у зразках коливалась

від 1,3 до 3,4 мг/кг (середнє 2,0 мг/кг). Китайські вчені стверджують, що концентрація мікроелементів у ґрунтах в основному залежить від хімічного складу материнської породи, а також від клімату, який визначає інтенсивність вивітрювання гірських порід (Yang et al., 2010). Порівняно низькі концентрації Германію виявлені у різних типах ґрунтів провінції Кьоннам (Південна Корея), зокрема у суглинках – 0,27 мг/кг, у супісках – 0,23 мг/кг (Lee et al., 2005). Дані наведені у геохімічному атласі Англії та Уельсу свідчать про те, що середня концентрація Германію у ґрунтах цих країн становить 1,1 мг/кг. Проте є декілька районів з підвищеними концентраціями мікроелементу у ґрунті (>2,4 мг/кг), зокрема це промислово розвинуті території між Ліверпулем, Манчестером, Дербі, Ноттінгемом і Лідом та між Даремом і Ньюкаслем, а також в Озерному краї (Північно-Західна Англія) та на Пеннінах. Райони з низькими концентраціями Германію у ґрунті є на території Північно-Східної Англії (Rawlins et al., 2012). Нерівномірно розподілений Германій і в ірландських ґрунтах – мінімальні концентрації його становлять 0,1 мг/кг, а максимальні – 2,58 мг/кг. Рівень Германію 1,5 мг/кг і вище характерний для піщаних ґрунтів, що на південному заході та північному сході Ірландії, а концентрації нижче ніж 0,9 мг/кг – сіро-коричневим підзолистим ґрунтам, що в центрі та на заході країни (Fay et al., 2007). На жаль, подібних даних, що характеризують мінеральний склад ґрунтів інших країн світу, в тому числі й України, не знайдено.

### Германій у рослинах і рослинних продуктах

Поглинання Германію рослинами з ґрунту – найбільш значущий початок шляху біологічної міграції елемента. Величина поглинання рослинами Германію залежить від участі його в біологічних процесах та наявності форм, легкодоступних для рослин. Рослини поглинають Германій кореневою системою, у формі  $\text{GeO}_2$  або  $\text{Ge}(\text{OH})_4$ . Кореневі системи рослин піднімають Германій в розчиненому виді з нижніх шарів ґрунту до верхніх. Після того, як Германій піднятий, він переноситься в стебла та листя рослин, де випадає в осад внаслідок перенасичення Кремнієм. Відкладається Германій у вигляді опалових фітолітів у стінках кліток, самих клітках і міжклітковому просторі поблизу поверхні рослини (Prychid et al., 2003; Blecker et al., 2007). При відмиранні рослин він накопичується в поверхневому горизонті. Незначна кількість його накопичується в шарі перегною. Германій в тканинах рослин формує стійкі комплекси з великим числом функціональних груп (Wiche et al., 2018). Проте високі концентрації Германію (вище ніж 5 проміле) токсичні для більшості рослин (Keith et al., 2015). При надлишку Германію у рослин спостерігаються різні аномалії розвитку: гігантизм окремих органів (найчастіше – квіток), нерівномірне потовщення стебла, неоднорідність забарвлення та інші. Германій виявлено в тканинах багатьох рослин. Накопичення Германію рослинами залежить від їхньої видової та сортової приналежності, стадії росту самої рослини,



забезпеченості ґрунтів цим елементом, форми германієвих сполук у ґрунтах (неорганічна чи органічна), здатності ґрунтів зберігати лабільні форми Германію та кліматичних умов (Halperin et al., 1995; Lee et al., 2005; Choi et al., 2013; Wiche et al., 2017). Крім того, встановлено, що рослини, вирощені на нейтральних ґрунтах (pH = 6,6) накопичують Германію більше, ніж на слаболужних (pH = 7,8) (Wiche & Heilmeyer, 2016). Проте деякі вчені вважають, що акумуляція Германію у рослинах не залежить від запасів його у ґрунтах (Hara et al., 1990).

Аналіз літературних джерел свідчить про відсутність широкомасштабних регулярних досліджень щодо вмісту Германію у різних рослинах, а також про суперечливість деяких експериментальних даних з цього питання. Порівняння результатів досліджень ускладнюється тим, що автори у своїх статтях не завжди вказують рід, вид або сорт рослин, строки їх посадки (осінь чи весна), місце вирощування (поле, теплиця чи лабораторія), регіон вирощування (країна), фазу вегетації рослини, строки збирання врожаю, умови переробки та зберігання та не надають інформації щодо типу та хімічного складу ґрунту, на якому вирощувалися рослини. Крім того, вчені для визначення концентрації Германію використовують різні способи підготовки зразків для аналізу, різні методики та різні прилади, які не завжди є сертифікованими. Не завжди з тексту статті можна зрозуміти – чи значення концентрації Германію у рослинах наводяться із розрахунку на натуральну вологість чи на суху речовину, чи в золі.

Серед рослин, здатних адсорбувати з ґрунту Германій і його сполуки, лідером є женьшень. За результатами досліджень, концентрація Германію у 4-річному корені женьшеню може становити від 0,20 до 5,34 до мкг/г, а в листі – від 0,31 до 6,11 мкг/г, залежно від вмісту його в ґрунті (Kang et al., 2011). Германій виявлено у деяких лікарських рослинах та препаратах на основі рослинної сировини, наприклад, у корені кульбаби (0,01–0,23 мкг/г), траві деревію звичайного (0,06 мкг/г), корені дягелю (0,2 мкг/г), корені лопуха (0,02 мкг/г), корені дивосилу (0,003 мкг/г), окопнику лікарському (0,02 мкг/г), насінні вівса молочної стиглості (0,03 мкг/г), алое деревоподібному (0,697–1,219 мкг/г) (65), таблетках алое вера (20,83 мкг/г), таблетках женьшеню (5,48 мкг/г), таблетках імбиру (9,96 мкг/г) (McMahon et al., 2006). Високі концентрації Германію виявлені у часнику, вирощеному в Китаї та в Україні, відповідно 2,79 та 3,2 мкг/г (McMahon et al., 2006, Ivanysca et al., 2016).

Спільною закономірністю для сільськогосподарських культур є те, що вміст Германію у них знижується в такій послідовності: злакові культури > овочі > фрукти (Lee et al., 2005). За літературними даними концентрації Германію у злакових і бобових культурах становить, мкг/г: ячмені та чечевиці – 0,007, сої та твердій пшениці – 0,09, горосі – 0,02, бобах – 0,15 (Konovalova et al., 2012); коричневому рисі – 0,097, а шліфованому – 0,123 (Kim et al., 2019). Приблизно на два порядки нижча концентрація Германію в овочах і фруктах. Є дані, що вміст цього мікроелементу в капусті становить 0,893 нг/г, шпинаті – 0,864 та огірках

– 0,597 нг/г (Jinhui & Kui, 1995), бананах, залежно від виду – 0,53–1,03 нг/г (Delvigne et al., 2009). Що стосується трав, то злакові культури акумулюють Германію більше (169–449 нг/г), ніж бобові (15–50 нг/г) (Wiche & Heilmeyer, 2016).

Гриби добре відомі своєю здатністю накопичувати різні метали та металоїди у своїх плодових тілах. Не виняток і Германій. Вміст Германію у найпоширеніших видах грибів, зібраних на території України, змінюється у широкому інтервалі концентрацій. Найвищі значення зафіксовані для білого гриба (50–60 мкг/г золи), печериць та мухоморів (25–40 мкг/г золи), найнижчі – для польського гриба та моховиків (0,5–3 мкг/г золи) (Ponomarenko et al., 2019).

Вивчення хімічного складу 5 видів грибів роду *Phellinus*, які використовуються у традиційній східній медицині, показало, що концентрація Германію в них коливалася від 0,32 до 1,70 мкг/г золи (Chenghom et al., 2010). Дещо вищі концентрації Германію (1,32 та 3,18 мкг/г) були виявлені у 2 видах грибів роду *Ganoderma*, які також використовуються у народній медицині як лікарський засіб широкого спектру дії (Zhong et al., 2013). У плодових тілах грибів *Ganoderma lucidum* і *Pleurotus ostreatus*, що були вирощені в експериментальних системах з додаванням Германію, максимальні рівні його доходили до 80 та 70 мкг/г відповідно (Siwulski et al., 2019).

Дані, щодо вмісту Германію у листі чаю обмежені. У науковій літературі є повідомлення, що найвища концентрація Германію (9 нг/г) була знайдена у зеленому чаї (Goodman, 1988).

#### Германій в продуктах харчування тваринного походження

Основні шляхи надходження Германію в організм сільськогосподарських тварин і птиці – з кормом, питною водою і повітрям, додаткові – внутрішньом'язові та внутрішньочеревні ін'єкції. Експериментально доведено, що сполуки Германію як органічні, так і неорганічні швидко всмоктуються через слизову оболонку шлунково-кишкового тракту і розподіляються в тканинах і рідинах організму тварин. Германієві сполуки мають виразні ліпофільні властивості, тому легко проникають крізь клітинні мембрани і гематоенцефалічний бар'єр. Акумуляція Германію в організмі тварин може відбуватися в клітинах усіх тканин. При цьому не виявлено будь-якого органу, в якому його концентрація була б значно вищою, ніж в інших. Довше Германій затримується в нирках, печінці, шлунково-кишковому тракті, периферичних нервах і щитоподібній залозі. Органи та тканини за здатністю накопичувати Германій можна розташувати в такому низхідному порядку: нирки, печінка, легені, шлунок, кишечник, м'язи, серце та мозок (Kobayashi & Ogra, 2009; Stewart et al., 2012; Keith et al., 2015). Крім того, Германій було виявлено у багатьох ферментах організму, таких як гуаніназа, цитохромоксидаза, карбоангідраза, а також у клітинних мембранах і деяких субклітинних органелах, включаючи, мітохондрії та хромосоми (Song et al., 2005).



Основними факторами, що визначають вміст Германію у тваринницькій продукції, напевно, є його рівень у раціонах сільськогосподарських тварин і птиці. Якщо природний фон Германію низький, то його концентрація у тваринницькій продукції також буде низька, наприклад, у яловичині та м'ясі птиці – 0,001 та 0,0007 мг/кг відповідно, у субпродуктах – 0,002 мг/кг, у молоці – 0,0003 мг/кг, яйцях – 0,001 мг/кг (Rose et al., 2010). Водночас результати досліджень французьких учених свідчать про те, що рівень Германію у продуктах тваринного походження може бути вищим і коливатися в певних межах, зокрема, у яловичині – 0,0024–0,0035 мг/кг, м'ясі птиці – 0,0014–0,0027, субпродуктах – 0,0048–0,0052, молоці – 0,0005–0,0020 та яйцях – 0,0012–0,0025 мг/кг (French Agency for Food, 2011).

У продукції, отриманій з регіонів із підвищеним вмістом Германію у ґрунтах, воді та як наслідок – у кормових рослинах, його концентрація буде ще вищою. Одним із таких районів є Сілезія (Польща), на території якого розташовувався Верхньосілезьський кам'яновугільний басейн, а також добуваються залізни, цинкові, срібно-свинцеві та мідні руди. Середній вміст Германію у молоці корів, що утримуються у Верхній Сілезії становить 37,81 мкг/л, а у Нижній Сілезії – 19,75 мкг/л (Dobrzański et al., 2005). Одержані експериментальні дані, які дозволяють з великою часткою впевненості стверджувати, що величина депонування Германію у продукції птахівництва також залежить від рівня його в комбікормах для сільськогосподарської птиці. Так, при введенні добавок Ge-132 до складу комбікормів для курей-несучок концентрація Германію у яйці підвищилась і становила від 26,16 до 48,91 мкг.

Риба займає важливе місце серед харчових продуктів тваринного походження. Риба за вмістом Германію не поступається м'ясу сільськогосподарських тварин і птиці, а іноді має перевагу за цим показником. Вчені дослідили, що концентрація Германію у рибі коливається в межах від 0,0023 до 0,0033 мг/кг. Проте інші наукові дані свідчать про те, що окремі види риб, наприклад сардина, можуть накопичувати у м'язовій тканині до 0,009 мг/кг Германію. В інших морепродуктах (молюски та ракоподібні) середній вміст Германію становить 0,002 мг/кг з максимальним рівнем 0,005 мг/кг у мідій та крабів (Zhaoxin, 1995).

Наскільки нам відомо, у науковій літературі немає ніяких даних щодо вмісту Германію в меді. Напевно, концентрації цього мікроелементу в меді дуже низькі і перебувають на рівні нижчому за межі виявлення всіма відомими аналітичними методами.

### Рівні споживання Германію з продуктами харчування та потреба у ньому людини

З огляду на викладене вище, вода і харчові продукти є основними джерелами надходження Германію в організм людини. Аналіз фактичного споживання Германію населенням деяких країн світу показав, що більшість людей отримує з продуктами харчування і водою незначну кількість цього мікроелемента. Так, у Великобританії середньодобове

споживання Германію дорослими людьми перебуває в діапазоні 0,001–0,018 мкг/кг маси тіла, дітьми (1,5–4,5 року) – 0,002–0,053, підлітками (4–18 років) – 0,001–0,032, людьми похилого віку – 0,001–0,016 мкг/кг маси тіла (Rose et al., 2010). Аналіз мікроелементного складу добових раціонів харчування, відібраних у Франції, показав, що середні значення надходження Германію в організм дорослих і дітей дещо вищі, ніж у Великобританії, і становлять відповідно 0,042–0,088 мкг/кг маси тіла та 0,058–0,1218 мкг/кг маси тіла (French Agency for Food, 2011). Науковими дослідженнями доведено, що для нормального функціонування антиоксидантної та імунної систем живих організмів потрібні мікродози Германію. Вчені та медики притримуються думки, що добова норма споживання Германію для людини становить 0,8–1,6 мг. Проте на сьогодні експерти ФАО/ВООЗ ще не встановили офіційних норм споживання Германію для різних категорій населення, за якими можна робити висновок щодо повноцінності раціонів їх харчування. Варто також зазначити, що потреба людини в Германії носить індивідуальний характер і є змінною величиною, яка залежить від фізіологічного стану організму, виду діяльності (розумова чи фізична) рівня фізичної активності та стану здоров'я, що вимагає постійної корекції його надходження в організм з їжею. Дефіцит Германію в організмі посилює стан гіпоксії в організмі за умов фізичних навантажень, дії стресових чинників, внаслідок чого може порушуватись робота органів і систем. При недостатньому надходженні Германію в організм людини підвищується ризик виникнення і розвитку інфекції, серцево-судинних захворювань (ішемічної хвороби серця, інсульту), остеопорозу, онкологічних захворювань, артриту, різних станів імунodefіциту. У крові підвищується рівень холестерину (Stadnyk et al., 2006; Sahanda, 2014). Припускають, що дефіцит Германію є одним із факторів, що сприяє розвитку рідкісного ендемічного захворювання – хвороби Кашина-Бека (Peng et al., 2000).

Експерти Агентства з харчових стандартів дійшли висновку, що Германій, який міститься у незначних кількостях в раціонах харчування людей, не викликає токсичних ефектів (COT, 2008; Menchikov & Popov 2023). Проте тривале вживання неорганічних препаратів Германію, основним компонентом яких є діоксид Германію або лактат-цитрат Германію, приводить до серйозних побічних ефектів, включаючи різні дисфункції органів і навіть смерть. Основними органами-мішенями Германію є нирки, м'язи, нерви та печінка. Первинними симптомами інтоксикації є втрата ваги, втома, розлади шлунково-кишкового тракту (нудота, блювання, відсутність апетиту та діарея), анемія, м'язова слабкість. Тривала інтоксикація викликає гостру ниркову недостатність (Nagata et al., 1985; Asaka et al., 1995; Chen & Lin, 2011). У деяких пацієнтів ниркова функція залишалася порушеною навіть після відміни германієвих препаратів (Van der Spoel et al., 1990). У випадку розвитку хронічної інтоксикації Германієм, виявлено його високу концентрацію у щитоподібній залозі, головному та спинному мозку, поперековому м'язі, сідничному нерві, порожнистій

кишці, печінці та нирках (Nagata et al., 1985; Chen & Lin, 2011). У зв'язку з цим було висловлено припущення, що будь-які продукти з високим вмістом Германію можуть становити небезпеку для здоров'я людини.

### Висновки

Аналізуючи вже встановлені на цей час дані, ми зробили спробу інтегровано систематизувати результати наукових досліджень і відкриття вчених з різних галузей науки щодо закономірностей розповсюдження, міграції та накопичення Германію у природному та соціальному середовищі. Аналіз літературних джерел свідчить про відсутність широкомасштабних регулярних досліджень щодо вмісту Германію у різних компонентах довкілля. Встановлені концентрації Германію у воді, ґрунті, рослинах, продуктах харчування вказують на те, що не тільки хіміко-мінералогічна складова природних вод і ґрунтів, а й біогенні та техногенні процеси визначають рівень надходження цього мікроелемента в організм людини. Водночас деякі експериментальні дані з цього питання мають поодинокий характер або суперечливі й потребують пояснення або подальшого вивчення. Крім того, різні вчені при визначенні концентрації Германію в тих самих біологічних об'єктах використовують різні способи підготовки зразків для аналізу, різні методики та різні прилади, що ускладнює порівняння результатів досліджень. На думку вчених, труднощі кількісного аналізу, пов'язані з різноманіттям форм Германію і їх кристалічних модифікацій, а також зі способами перевірки правильності визначення форм і концентрацій. Подальші комплексні екологіко-токсикологічні дослідження рівнів і закономірностей міграції та накопичення Германію в навколишньому середовищі необхідні передусім для мінімізації негативних наслідків для здоров'я людей, пов'язаних з небезпечними концентраціями цього мікроелемента.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів щодо публікації цієї статті.

### References

- Arnórsson, S. (1984). Germanium in Icelandic geothermal systems. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(12), 2489–2502. DOI: 10.1016/0016-7037(84)90300-4.
- Asaka, T., Nitta, E., Makifuchi, T., Shibazaki, Y., Kitamura, Y., Ohara, H., Matsushita, K., Takamori, M., Takahashi, Y., & Genda, A. (1995). Germanium intoxication with sensory ataxia. *Journal of the Neurological Sciences*, 130(2), 220–223. DOI: 10.1016/0022-510X(95)00032-W.
- Bernstein, L. (1985). Germanium geochemistry and mineralogy. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49(11), 2409–2422. DOI: 10.1016/0016-7037(85)90241-8.
- Blecker, S. W., King, S. L., Derry, L. A., Chadwick, O. A., Ippolito, J. A., & Kelly, E. F. (2007). The ratio of germanium to silicon in plant phytoliths: quantification of biological discrimination under controlled experimental conditions. *Biogeochemistry*, 86(2), 189–199. DOI: 10.1007/s10533-007-9154-7.
- Braman, R. S., & Tompkins, M. A. (1978). Atomic emission spectrometric determination of antimony, germanium, and methylgermanium compounds in the environment. *Analytical Chemistry*, 50(8), 1088–1093. DOI: 10.1021/ac50030a021.
- Burdette, S., & Thornton, B. (2018). The germination of germanium. *Nature Chemistry*, 10, 244. DOI: 10.1038/nchem.2935.
- Chen, T.-J., & Lin, C.-H. (2011). Germanium: Environmental Pollution and Health Effects. *Encyclopedia of Environmental Health*, 927–933. DOI: 10.1016/B978-0-444-52272-6.00477-3.
- Chenghom, O., Suksringarm, J., & Morakot, N. (2010). Mineral composition and germanium contents in some Phellinus Mushrooms in the Northeast of Thailand. *Current Research in Chemistry*, 2, 24–34. DOI: 10.3923/crc.2010.24.34.
- Choi, I., Seo, D., Han, M., Delaune, R., Ok, Y. S., Jeon, W.-T., Lim, B., Cheong, Y.-H., Kang, H.-W., & Cho, J.-S. (2013). Accumulation and toxicity of germanium in cucumber under different types of germaniums. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44(20), 3006–3019. DOI: 10.1080/00103624.2013.829083.
- COT. (2008). Committee on Toxicity statement on the 2006 UK total diet study of metals and other elements.
- Criaud, A., & Fouillac, C. (1986). Etude des eaux therminérales carbogazeuses du Massif Central Français. II. Comportement de quelques métaux en trace, de l'arsenic, de l'antimoine et du germanium. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 50(8), 1573–1582. DOI: 10.1016/0016-7037(86)90120-1.
- Delvigne, C., Opfergelt, S., Cardinal, D., Delvaux, B., & André, L. (2009). Distinct silicon and germanium pathways in the soil-plant system: Evidence from banana and horsetail. *Journal of Geophysical Research*, 114(G2), G02013 DOI: 10.1029/2008JG000899.
- Derry, L. A. (2018). Germanium. In: White, W.M. (ed.). *Encyclopedia of Geochemistry*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Cham, 615–617. DOI: 10.1007/978-3-319-39312-4\_235.
- Dobrzański, Z., Kołacz, R., Górecka, H., Chojnacka, K., & Bartkowiak, A. (2005). The content of microelements and trace elements in raw milk from cows in the Silesian Region. *Polish Journal of Environmental Studies*, 14(5), 685–689. URL: <http://www.pjoes.com/The-Content-of-Microelements-and-Trace-Elements-in-Raw-Milk-from-Cows-in-the-Silesian,87809,0,2.html>.
- Dobrzyński, D., Boguszevska-Czubara, A., & Sugimori, K. (2018). Hydrogeochemical and biomedical insights into germanium potential of curative waters: a case study of health resorts in the Sudetes Mountains (Poland). *Environ Geochem Health*, 40(4), 1355–1375. DOI: 10.1007/s10653-017-0061-0.
- Dobrzyński, D., Słaby, E., & Mętlak, A. (2011). Germanium geochemistry in mineral groundwater from mountain areas of Southern Poland – A case study of its affinity to other elements. In: *Geological and medical sciences for a safer environment, Book of Abstracts*. GeoMed, 185–185. Bari, Italy. URL:

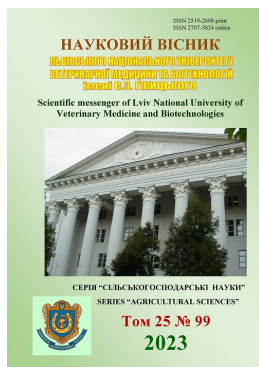
- [https://www.sgb.gov.br/publique/media/gestao\\_territorial/geologia\\_medica/bari\\_italia/185.pdf](https://www.sgb.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/bari_italia/185.pdf).
- Dobrzyński, D., Tettejer, K., Stępień, M., Karasiński, J., Tupys, A., & Slaby, E. (2023). Geochemistry of germanium in thermal waters of the Jelenia Góra geothermal system (Sudetes, Poland): solute relationships and aquifer mineralogy. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 93(3), 323–344. DOI: 10.14241/asgp.2023.08.
- Elmi, S. A. (2009). Gallium and germanium distribution in geothermal water. *Geothermal Training Programme, Reports*, 5, 1–13.
- Enghag, P., & Enghag, P. (2006). *Encyclopedia of the elements: technical data, history, processing, applications*. Estados Unidos: Wiley-VCH.
- Eriksson, J. (2001). Concentrations of 61 trace elements in sewage sludge, farmyard manure, mineral fertiliser, precipitation and in oil and crops. Swedish Environmental Protection Agency Customer Service, Stockholm.
- Fay, D., Kramers, G., Zhang, C., McGrath, D., & Greenan, E. (2007). *Soil Geochemical Atlas of Ireland*. Ed. G. Kramers. Teagasc and the Environmental Protection Agency, Wexford.
- French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety (2011). *Second French Total Diet Study (TDS 2) Report 1. Inorganic contaminants, minerals, persistent organic pollutants, mycotoxins and phytoestrogens*. ANSES, 1–77.
- Frenzel, M., Ketris, M. P., & Gutzmer, J. (2014). On the geological availability of germanium. *Miner Deposita*, 49, 471–486. DOI: 10.1007/s00126-013-0506-z.
- Froelich, P. N. Jr., & Andreae, M. O. (1981). The marine geochemistry of germanium: ekasilicon. *Science*, 213(4504), 205–207. DOI: 10.1126/science.213.4504.205.
- Goodman, S. (1988). Therapeutic effects of organic germanium. *Medical hypotheses*, 26(3), 207–215. DOI: 10.1016/0306-9877(88)90101-6.
- Gross, J. L., & Thoennessen, M. (2012). Discovery of gallium, germanium, lutetium, and hafnium isotopes. *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, 98(5), 983–1002. DOI: 10.1016/j.adt.2011.09.004.
- Guerin, T., Chekri, R., Vastel, C., Sirot, V., Volatier, J.-L., Leblanc, J.-C., & Noël, L. (2011). Determination of 20 trace elements in fish and other seafood from the French market. *Food Chemistry*, 127(3), 934–942. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2011.01.061.
- Halperin, S. J., Barzilay, A., Carson, M., Roberts, C., Lynch, J., & Komarneni, S. (1995). Germanium accumulation and toxicity in barley. *Journal of Plant Nutrition*, 18(7), 1417–1426. DOI: 10.1080/01904169509364991.
- Hambrick, G. A., Froelich, P. N., Andreae, M. O., & Lewis, B. L. (1984). Determination of methylgermanium species in natural waters by graphite furnace atomic absorption spectrometry with hydride generation. *Analytical Chemistry*, 6(3), 421–424. DOI: 10.1021/ac00267a027.
- Hara, S., Hayashi, N., Hirano, S., Zhong, X. N., Yasuda, S., & Komae, H. (1990). Determination of germanium in some plants and animals. *Zeitschrift für Naturforschung. C, A journal of biosciences*, 45(11–12), 1250–1252. DOI: 10.1515/znc-1990-11-1227.
- Höll, R., Kling, M., & Schroll, E. (2007). Metallogenesis of germanium – a review. *Ore Geology Reviews*, 30, 145–180. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2005.07.034.
- Hu, Z., & Gao, S. (2008). Upper crustal abundances of trace elements: a revision and update. *Chemical Geology*, 253(3), 205–221. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2008.05.010.
- Hui, R. H., Hou, D. Y., & Guan, C. X. (2004). Determination of germanium in *A. arborescens* by spectrophotometric method. *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi*, 24(9), 1106–1109. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15762535>.
- Ivanycya, L. O., Klimkina, A. Ju., Chmylenko, T. S., & Chmylenko F. O. (2016). Vyznachennja olova ta germaniju z nonilfluoronom i polimernymy flokuljantamy v roslynnyh materialah. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo universytetu. Serija Himija*, 24(1), 27–35. DOI: 10.15421/081605 (in Ukrainian).
- Jinhui, S., & Kui, J. (1995). Adsorptive complex catalytic polarographic determination of germanium in soils and vegetables. *Analytica Chimica Acta*, 309(1–3), 103–109. DOI: 10.1016/0003-2670(95)00027-W.
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2001). *Trace Elements in Soils and Plants*. 3rd Edition, CRC Press, Boca Raton.
- Kabata-Pendias, A., & Mukherjee, A. B. (2007). *Trace Elements from Soil to Human*. Springer, Berlin. DOI: 10.1007/978-3-540-32714-1.
- Kabata-Pendias, A., & Szeke, B. (2015). *Trace Elements in Abiotic and Biotic Environments*. Boca Raton: CRC Press. DOI: 10.1201/b18198.
- Kamins'kyj, O. M., Denysjuk, R. O., Kondratenko, O. U., Chajka, M. V., Jevdochenko, O. S., & Avdjejeva, O. Ju. (2019). *Istorija himii'*. Vydavnytvo ZhDU im. I. Franka, Zhytomyr (in Ukrainian).
- Kang, J. Y., Park, C. S., Ko, S. R., In, K., Park, C. S., Lee, D. Y., & Yang, D. C. (2011). Characteristics of Absorption and Accumulation of Inorganic Germanium in *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Journal of Ginseng Research*, 35(1), 12–20. DOI: 10.5142/jgr.2011.35.1.012.
- Keith, L. S., Faroon, O. M., Maples-Reynolds, N., & Fowler B. A. (2015). Germanium. In: Nordberg, G. F., Fowler, B.A., & Nordberg, M. (ed.). *Handbook on the Toxicology of Metals (Fourth Edition)*. Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-444-59453-2.00037-8.
- Kim, Y., Chun, J., Jeon, Y., Woo, H., & Kim, S. (2019). Effect of Organic or Inorganic Selenium and Germanium on Growth Stage of Rice. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 38(2), 96–103. DOI: 10.5338/kjea.2019.38.2.14.
- Kobayashi, A., & Ogra, Y. (2009). Metabolism of Tellurium, Antimony and Germanium simultaneously administered to rats. *The Journal of Toxicological Sciences*, 34, 295–303. DOI: 10.2131/jts.34.295.
- Koga, A. (1967). Germanium, molybdenum, copper and zinc in New Zealand thermal waters. *New Zealand Journal of Science*, 10, 428–446.
- Konovalova, O. Ju., Mitchenko, F. A., Shurajeva, T. K., & Dzhan T. V. (2012). Mineral'ni elementy likars'kyh roslyn ta i'h rol' u zhyttjedijal'nosti ljudyiny. Vydavnycho-poligrafichnyj centr “Kyiv's'kyj universytet”. Kyiv (in Ukrainian).



- Ladenberger, A., Andersson, M., Reimann, C., Tarvainen, T., Snöålv, J., Morris, G., Eklund, M., & Sadeghi, M. (2012). Geochemical mapping of agricultural soils and grazing land (GEMAS) in Norway, Finland and Sweden – regional report. *SGU-Rapport 2012*, 17.
- Laznicka, P. (1999). Quantitative relationships among giant deposits of metals. *Economic Geology*, 94, 455–473. DOI: 10.2113/gsecongeo.94.4.455.
- Lee, S. T., Lee, Y. H., Choi, Y. J., Lee, S. D., Lee, C. H., & Heo, J. S. (2005). Growth characteristics and germanium absorption of rice plant with different germanium concentrations in soil. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 24(1), 40–44. DOI: 10.5338/kjea.2005.24.1.040.
- Lee, S. T., Lee, Y. H., Lee, H. J., Cho, J. S., & Heo, J. S. (2005). Germanium Contents of Soil and Crops in Gyeongnam Province. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 24(1), 34–39. DOI: 10.5338/KJEA.2005.24.1.034.
- Lewis, B., Andreae, M., Froelich, P., & Mortlock, R. (1988). A review of the biogeochemistry of germanium in natural waters. *Science of The Total Environment*, 73(1–2), 107–120. DOI: 10.1016/0048-9697(88)90191-X.
- McMahon, M., Regan, F., & Hughes, H. (2006). The determination of total germanium in real food samples including Chinese herbal remedies using graphite furnace atomic absorption spectroscopy. *Food Chemistry*, 97(3), 411–417. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.05.018.
- Meija, J., Coplen, T., Berglund, M., Brand, W. A., De Bièvre, P., Gröning, M., Holden, N. E., Irrgeher, J., Loss, R. D., Walczyk, T., & Prohaska, T. (2016). Isotopic compositions of the elements 2013 (IUPAC Technical report). *Pure and Applied Chemistry*, 88(3), 293–306. DOI: 10.1515/pac-2015-0503.
- Melcher, F., & Buchhloz, P. (2014). Germanium. In: Gunn, G.A. (ed.) *Critical metals handbook*. John Wiley & Sons, 177–203. DOI: 10.1002/9781118755341.ch8.
- Menchikov, L. G., & Popov, A. V. (2023). Physiological Activity of Trace Element Germanium including Anticancer Properties. *Biomedicines*, 11(6), 1535. DOI: 10.3390/biomedicines11061535.
- Meng, Y. M., & Hu, R. Z. (2018). Minireview: advances in germanium isotope analysis by multiple collector-inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Analytical Letters*, 51(5), 627–647. DOI: 10.1080/00032719.2017.1350965.
- Midula, P., Wiche, O., Wiese, P., & Andráš, P. (2017). Concentration and bioavailability of toxic trace elements, germanium, and rare earth elements in contaminated areas of the Davidschacht dump-field in Freiberg (Saxony). *Freiberg Ecology online*, 1(2), 101–112.
- Mortlock, R. A., Froelich, P. N., Feely, R. A., Massoth, G. J., Butterfield, D. A., & Lupton, J. E., (1993). Silica and germanium in Pacific Ocean hydrothermal vents and plumes. *Earth and Planetary Science Letters*, 119(3), 365–378. DOI: 10.1016/0012-821X(93)90144-X.
- Nagata, N., Yoneyama, T., Yanagida, K., Ushio, K., Yanagihara, S., Matsubara, O., & Eishi, Y. (1985). Accumulation of germanium in the tissues of a long-term user of germanium preparation died of acute renal failure. *The Journal of Toxicological Sciences*, 10(4), 333–341. DOI: 10.2131/jts.10.333.
- Negrel, P., Ladenberger, A., Reimann, C., Birke, M., Sadeghi, M., Flight, D. M. A., & Scheib, A. J. (2016). GEMAS: source, distribution patterns and geochemical behaviour of Ge in agricultural and grazing land soils at European continental scale. *Applied Geochemistry*, 72, 113–124. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2016.07.004.
- Ouyang, T. P., Zhu, Z. Y., Kuang, Y. Q., Huang, N. S., Tan, J. J., Guo, G. Z., Gu, L. S., & Sun, B. (2006). Dissolved Trace Elements in River Water: Spatial Distribution and the Influencing Factor, a Study for the Pearl River Delta Economic Zone, China. *Environmental Geology*, 49, 733–742. DOI: 10.1007/s00254-005-0118-8.
- Peng, X., Lingxia, Z., Schrauzer, G. N., & Xiong, G. (2000). Selenium, boron, and germanium deficiency in the etiology of Kashin-Beck disease. *Biological Trace Element Research*, 77(3), 193–197. DOI: 10.1385/BTER:77:3:19.3.
- Ponomarenko, O. M., Samchuk, A. I., Vovk, K. V., Shvajka, I. D., & Grodzyn'ska G. A. (2019). Vyznachennja germaniju v ob'jektivah dovkillja za dopomogoju metoda mas-spektrometrii' z indukcijno zv'jazanoju plazmoju. *Ukrai'ns'kyj himichnyj zhurnal*, 85(4), 110–113. DOI: 10.33609/0041-6045.85.4.2019.110-113 (in Ukrainian).
- Prychid, C. J., Rüdall, P. J., & Gregory, M. (2003). Systematics and biology of silica bodies in monocotyledons. *The Botanical Review*, 69(4), 377–440. DOI: 10.1663/0006-8101(2004)069[0377:SABOSB]2.0.CO;2.
- Rawlins, B. G., McGrath, S. P., Scheib, A. J., Breward, N., Cave, M., Lister, T. R., Ingham, M., Gowing, C., & Carter, S. (2012). The advanced soil geochemical atlas of England and Wales. *British Geological Survey*, Keyworth.
- Reimann, C., & Birke, M. (2010). *Geochemistry of European bottled water*. Stuttgart: Borntraeger Science Publishers.
- Rochow, E. G., & Abel, E. W. (1973). *The chemistry of germanium: tin and lead*. Pergamon Press. DOI: 10.1016/B978-0-08-018854-6.50009.
- Rose, M., Baxter, M., Brereton, N., & Baskaran, C. (2010). Christina Baskaran. Dietary exposure to metals and other elements in the 2006 UK Total Diet Study and some trends over the last 30 years. *Food Additives and Contaminants*, 27(10), 1380–1404. DOI: 10.1080/19440049.2010.496794.
- Rosenberg, E. (2009). Germanium: Environmental occurrence, importance and speciation. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 8, 29–57. DOI: 10.1007/s11157-008-9143-x.
- Rouxel, O. J., & Luais, B. (2017). Germanium isotope geochemistry. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 82(1), 601–656. DOI: 10.2138/rmg.2017.82.14.
- Ruiz, A. G., Sola, P. C., & Palmerola, N. M. (2018). Germanium: current and novel recovery processes. In: Lee, S. (ed.). *Advanced material and device applications with germanium*. In Tech Open, London. DOI: 10.5772/intechopen.77997.
- Sahanda, I. V. (2014). Preparaty germaniju ta i'h zastosuvannja v medycyni. *Ukrai'ns'kyj naukovo-medychnyj molodizhnyj zhurnal*, 4, 83–86 (in Ukrainian).



- Scribner, A., Kurtz, A., & Chadwick, O. (2006). Germanium sequestration by soil: Targeting the roles of secondary clays and Fe-oxyhydroxides. *Earth and Planetary Science Letters*, 243, 760–770. DOI: 10.1016/j.epsl.2006.01.051.
- Seredin, V., & Finkelman, R. (2008). Metalliferous coals: A review of the main genetic and geochemical types. *International Journal of Coal Geology*, 76(4), 253–289. DOI: 10.1016/j.coal.2008.07.016.
- Siwulski, M., Budzyńska, S., Rzymiski, P., Gąsecka, M., Niedzielski, P., Kalač, P., & Mleczeek, M. (2019). The effects of germanium and selenium on growth, metalloid accumulation and ergosterol content in mushrooms: experimental study in *Pleurotus ostreatus* and *Ganoderma lucidum*. *European Food Research and Technology*, 245, 1799–1810. DOI: 10.1007/s00217-019-03299-9.
- Skwarczynska-Wojasa, A., Piech, A., & Wojton, A. (2021). Determination of germanium and other trace elements concentration in mineral waters of Low Beskid (Poland) used for crenotherapy. *Environmental Earth Sciences*, 80(2), 57. DOI: 10.1007/s12665-020-09344-1.
- Song, C. L., Ji, C., & Jing, X. D. (2005). Advance in physical and chemical properties of germanium and nutrition functions in animals. *Chinese Journal of Animal Science*, 41, 64–66.
- Stadnyk, A. M., Byc', G. O., & Stadnyk, O. A. (2006). Biologichna rol' germaniju v organizmi tvaryn ta ljudyn. *Naukovyj visnyk L'vivs'koi' nacional'noi' akademii' veterynarnoi' medycyny im. S. Z. Gzhyc'kogo*, 8(2), 185–174 (in Ukrainian).
- Stewart, J., Macintosh, D., Allen, J., & McCarthy, J. (2012). Germanium, Tin, and Copper. In: *Patty's Toxicology*, 355–380. DOI: 10.1002/0471435139.tox033.pub2.
- Sujarko, V. G. (2001). Geohimija rikisnyh elementiv u pidzemnyh vodah gidrotermal'nyh system Donbasu. *Mineralogichnyj zhurnal*, 23(1), 80–87 (in Ukrainian).
- Sutton, J., Ellwood, M., Maher, W., & Croot, P. (2013). Oceanic distribution of inorganic germanium relative to silicon: Germanium discrimination by diatoms. *Global Biogeochemical Cycles*. DOI: 10.1029/2009GB003689.
- Swennen, B., Mallants, A., Roels, H. A., Buchet, J. P., Bernard, A., Lauwerys, R. R., & Lison, D. (2000). Epidemiological survey of workers exposed to inorganic germanium compounds. *Occupational and environmental medicine*, 57(4), 242–248. DOI: 10.1136/oem.57.4.242.
- Tziritis, E., & Kelepertzis, A. (2011). Trace and ultra-trace element hydrochemistry of Lesvos thermal springs. In: Lambrakis, N., Stourmaras, G., & Katsanou K. (eds) *Advances in the Research of Aquatic Environment*. *Environmental Earth Sciences*. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-24076-8\_22.
- Uzumasa, Y., Nasu, Y., & Toshiko, S. (1959). Chemical investigations of hot springs in Japan: XLIX. Germanium contents of hot springs. *Nippon Kagaku Zasshi (Journal of the Chemical Society of Japan)*, 80, 1118–1128.
- Van der Spoel, J. I., Stricker, B. H., Esseveld, M. R., & Schipper, M. E. (1990). Dangers of dietary germanium supplements. *Lancet*, 336(8707), 117. DOI: 10.1016/0140-6736(90)91632-K.
- Vouk, V. B., & Piver, W. T. (1983). Metallic elements in fossil fuel combustion products: amounts and form of emissions and evaluation of carcinogenicity and mutagenicity. *Environmental health perspectives*, 47, 201–225. DOI: 10.1289/ehp.8347201.
- Wiche, O., & Heilmeyer, H. (2016). Germanium (Ge) and rare earth element (REE) accumulation in selected energy crops cultivated on two different soils. *Minerals Engineering*, 92, 208–215. DOI: 10.1016/j.mineng.2016.03.023.
- Wiche, O., Székely, B., Moschner, C., & Hermann H. (2018). Germanium in the soil-plant system – a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(32), 31938–31956. DOI: 10.1007/s11356-018-3172-y.
- Wiche, O., Zertani, V., Hentschel, W., Achtziger, R., & Midula, P. (2017). Germanium and rare earth elements in topsoil and soil-grown plants on different land use types in the mining area of Freiberg (Germany). *Journal of Geochemical Exploration*, 175, 120–129. DOI: 10.1016/j.gexplo.2017.01.008.
- Wood, S., & Samson, I. (2006). The aqueous geochemistry of gallium, germanium, indium and scandium. *Ore Geology Reviews*, 28(1), 57–102. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2003.06.002.
- Yang, T., Zhu, Z., Gao, Q., Rao, Z., Han, J., & Wu, Y. (2010). Trace element geochemistry in topsoil from East China. *Environmental earth sciences*, 60(3), 623–631. DOI: 10.1007/s12665-009-0202-6.
- Yeghicheyan, D., Bossy, C., Bouhnik Le Coz, M., Douchet, C., Granier, G., Heimbürger, A., Lacan, F., Lanzanova, A., Rousseau, T. C. C., Seidel, J.-L., Tharaud, M., Candaudap, F., Chmeleff, J., Cloquet, C., Delpoux, S., Labatut, M., Losno, R., Pradoux, C., Sivryn Y., & Sonke, J. (2013). A Compilation of silicon, rare earth element and twenty-one other trace element concentrations in the natural river water reference material SLRS-5 (NRC-CNRC). *Geostandards and Geoanalytical Research*, 37(4), 449–467. DOI: 10.1111/j.1751-908X.2013.00232.x.
- Yeghicheyan, D., Carignan, J., Valladon, M., Bouhnik Coz, M., Le Cornec, F., Castrec-Rouelle, M., Robert, M., Aquilina L., Aubry, E., Churlaud, C., Dia, A., & Deberdt, S. (2001). A compilation of silicon and thirty one trace elements measured in the natural river water reference material SLRS-4 (NRC– CNRC). *Geostandards Newsletter-the Journal of Geostandards and Geoanalysis*, 25(2–3), 465–474. DOI: 10.1111/j.1751-908X.2001.tb00617.x.
- Zhang, M., & Zhang, M. (2006). Assessing the impact of leather industry to water quality in the Aojing watershed in Zhejiang province, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 115(1–3), 321–333. DOI: 10.1007/s10661-006-6557-1.
- Zhaoxin, T. (1995). Effects of different dosage of Ge-132 on germanium enrichment and cholesteryl contents in eggs. *Heilongjiang Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 12.
- Zhong, S., Su, J., Chen, L., Tong, J., Jia, W., Li, X. & Zou, H. (2013). Determination of total germanium in chinese herbal remedies by square-wave catalytic adsorptive cathodic stripping voltammetry at an improved bismuth film electrode. *International Journal of Electrochemistry*, 2013, 735019. DOI: 10.1155/2013/735019.



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-a9938  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 637.054:637.5

## The effect of chelating compounds on the meat qualities of beef

T. V. Farionik<sup>✉</sup>, Y. A. Titula

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

### Article info

Received 06.10.2023  
Received in revised form  
07.11.2023  
Accepted 08.11.2023

Vinnitsia National Agrarian  
University, Soniachna Str., 3,  
Vinnitsia, 21000, Ukraine.  
Tel.: +38-067-997-52-42  
E-mail: farionik19@gmail.com

**Farionik, T. V., & Titula, Y. A. (2023). The effect of chelating compounds on the meat qualities of beef. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 237–240. doi: 10.32718/nvlvet-a9938**

An important aspect is the problem of balanced micronutrient nutrition in diets, which arises from insufficient macro- and micronutrients in soil and feed. Some of these elements act as components of biologically active compounds and regulate various metabolic processes. A lack or excess of these elements can lead to significant metabolic disorders in the animal's body and decreased productivity. The ratio imbalance occurs when a violation of metabolism accompanies fattening young cattle concerning mineral substances, a decrease in the productivity and stability of animals, and deterioration of veterinary and sanitary indicators and meat quality. The research aimed to reveal the effect of enriching rations with deficient microelements in combination with chelating compounds (methionates) on the productivity of experimental cattle. The use of trace elements and their chelated compounds, such as methionates and other biologically active substances, has advantages. This helps to reduce the assimilation of heavy metals and radionuclides from contaminated feed and water. Chelated complexes of microelements easily penetrate through cell membranes, which allows you to have a targeted effect on the metabolism of substances and energy and correct the deficiency of microelements in the corresponding biogeochemical zones. With the addition of trace element supplements and their chelated compounds, the slaughter yield of bulls of the 2nd, third, and fourth experimental groups increased by 0.15, 1.48, and 2.26 kg, respectively, compared to the control group. The yield of high-grade meat increased by 9.18, 11.02, and 13.9 kg, respectively, for the control. Also, the first-grade muscle tissue yield increased by 11.35, 12.95, and 15.1 kg compared to the control. Correction of the rations of experimental animals with deficient trace elements in the form of salts and their chelated compounds (methionates) contributed to improving beef's physical and chemical composition and nutritional value. Thus, we conclude that the fourth experimental group, which was fed microelements in the form of chelated compounds (methionates), has the best indicators in terms of all parameters, the second and third experimental groups, which were fed inorganic salts of deficient microelements, have slightly lower indicators, respectively. In the future, we will use chelating compounds of deficient trace elements to improve beef's physiological and morphological indicators.

**Key words:** microelements, chelate complexes, methionates, beef cattle, productivity.

## Вплив хелатних сполук на м'ясні якості яловичини

Т. В. Фаріонік<sup>✉</sup>, Я. А. Титула

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Важливим аспектом є проблема збалансованості мікроелементного живлення в раціонах, яка виникає через недостатність макро- та мікроелементів у ґрунті та кормах. Деякі з цих елементів виступають як складові біологічно активних сполук і регулюють різні метаболічні процеси. Нестача або надлишок цих елементів може призвести до значних порушень обміну речовин в організмі тварин і зниження продуктивності. Незбалансованість раціону при відгодівлі молодняка великої рогатої худоби щодо мінеральних речовин супроводжується порушенням обміну речовин, зниженням продуктивності та стійкості тварин, погіршенням ветеринарно-санітарних показників та якості м'яса. Метою досліджень було виявити вплив збагачення раціонів дефіцитними мікроелементами в поєднанні з хелатними сполуками (метіонатами) на продуктивність дослідних бугайців. Використання мікроелементів і їх хелатних сполук, таких як метіонати, а також інших біологічно активних речовин, має свої переваги. Це

сприяє зниженню рівня засвоєння важких металів і радіонуклідів забруднених кормів і води. Хелатні комплекси мікроелементів легко проникають через клітинні мембрани, що дозволяє здійснювати цілеспрямований вплив на обмін речовин і енергії, а також коригувати дефіцит мікроелементів у відповідних біогеохімічних зонах. При додаванні мікроелементних добавок і їхніх хелатних сполук у бугайців 2, 3 і 4-ї дослідних груп підвищувався забійний вихід відповідно на: 0,15, 1,48, 2,26 кг порівняно з контрольною групою. Збільшувався вихід м'яса вищого сорту на: 9,18; 11,02 і 13,9 кг відповідно до контролю. Також збільшувався вихід м'язової тканини першого сорту на 11,35; 12,95 і 15,1 кг порівняно з контролем. Корекція раціонів дослідних тварин дефіцитними мікроелементами у формі солей і їхніх хелатних сполук (метіонатів) сприяла покращенню фізико-хімічного складу яловичини, її харчової цінності. Таким чином робимо висновок про те, що за всіма параметрами найкращі показники має четверта дослідна група, якій згодовували мікроелементи у формі хелатних сполук (метіонатів), децю нижчі показники мають відповідно друга та третя дослідні групи, яким згодовували неорганічні солі дефіцитних мікроелементів. В подальшому будемо застосовувати хелатні сполуки дефіцитних мікроелементів для поліпшення фізіологічних та морфологічних показників яловичини.

**Ключові слова:** мікроелементи, хелатні комплекси, метіонати, бугайці, продуктивність.

## Вступ

Дослідження показали, що ґрунти центральних областей характеризуються низьким вмістом рухомих форм мінеральних речовин. Це призвело до формування численних біогеохімічних зон та понад десяти провінцій з відповідним вмістом і дефіцитом мікроелементів у кормах (Farionik & Gnatyuk, 2017).

Відомо, що у зв'язку з цим фактором все більш поширеним стає використання мікроелементів, вітамінів та інших біологічно активних речовин в практиці тваринництва (Razanova et al., 2022). З одного боку, це зроблено з метою підвищення продуктивності тварин, профілактики захворювань (Slivinska et al., 2017). З іншого боку, такий підхід допомагає зменшити надходження ксенобіотиків з навколишнього середовища в організм через ланцюги живлення (Bashchenko et al., 2021; Slobodian et al., 2021; Gutyj et al., 2022).

Застосування хелатних сполук має свої переваги: знижується рівень засвоєння важких металів, радіонуклідів із забруднених кормів і води, оскільки хелатні комплекси мікроелементів легко проникають через клітинні мембрани і, конкуруючи з важкими металами, ксенобіотиками, витісняють їх з метаболізму, що дозволяє проводити цілеспрямований вплив на обмін речовин і енергії та провести корекцію дефіциту тих чи інших мікроелементів у відповідних біогеохімічних зонах (Tiffany et al., 2018; Papageorgiou et al., 2002; Szcześniak-Fabiańczyk et al., 2003).

Виходячи з цього, виникла необхідність пошуку і розробки нових методів покращення продуктивності тварин та якості їх продукції у відгодівельних бугайців із врахуванням господарських особливостей і біогеохімічних зон регіону (Brittenham, 1992; Cerone et al., 2000; Farionik, 2018).

## Мета дослідження

Метою досліджень було виявити вплив збагачення раціонів дефіцитними мікроелементами в поєднанні з хелатними сполуками (метіонатами) на продуктивність дослідних бугайців.

## Матеріал і методи досліджень

Неадекватність стандартних преміксів до господарських і біогеохімічних особливостей регіону стає однією з причин низької продуктивності тварин та якості продукції. З цього приводу ставиться питання про якість і безпеку продукції тваринництва.

У зв'язку із встановленими попередніми дослідженнями у кормах нестачі мікроелементів та пониженим вмістом їх у крові відгодівельного молодняка в СФГ "Дружба" с. Гопчиця Погребищенського району Вінницької області розроблено суміш, складовими якої були мікроелементи у формі солей та хелатних сполук з амінокислотою метіоніном (табл. 1).

Для досліджень у господарстві було підібрано 40 голів бугайців-аналогів за живою масою та віком, чорно-рябїї породи, заключного періоду відгодівлі. Сформовано 4 групи тварин: контрольну та три дослідні.

Дослідним тваринам щоденно до основного раціону додавали розроблену суміш і її складові згідно зі сформованими групами (табл. 1).

Контрольна група отримувала основний раціон: (ОР). II дослідна група тварин отримувала: ОР + солі ME FeSO<sub>4</sub>(0,03). III дослідна група тварин отримувала: ОР + солі ME FeSO<sub>4</sub>(0,05). IV дослідна група тварин отримувала: ОР + ME метіонатів FeMet(0,05).

Перед проведенням досліджень тваринам забезпечили за складом кормів ідентичний раціон.

**Таблиця 1**

Схема проведення дослідів

Групи тварин	Кількість голів у групі	Характер підгодівлі мг/кг ж.м.
I контрольна	10	ОР (основний раціон)
II дослідна	10	ОР + солі ME FeSO <sub>4</sub> (0,03)
III дослідна	10	ОР + солі ME FeSO <sub>4</sub> (0,05)
IV дослідна	10	ОР + ME метіонатів FeMet(0,05)

## Результати та їх обговорення

Збільшення виробництва яловичини можна досягнути за рахунок інтенсифікації тваринництва шляхом найбільш повного використання фізіологічних особливостей організму тварин при забезпеченні їх повноцінним раціоном за основними поживними та біологічно активними речовинами, в тому числі і мінеральними елементами.

**Таблиця 2**

М'ясні якості дослідних бугайців при згодовуванні раціонів, збагачених дефіцитними МЕ і їх хелатними сполуками (метіонатами) ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ )

Показник	Групи тварин			
	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна	4 дослідна
Жива маса на початок дослідів, кг	155,7 ± 4,1	155,9 ± 3,2	159,4 ± 4,2	162,1 ± 2,2
Жива маса на кінець дослідів, кг	357,2 ± 2,8	361,4 ± 4,2	367,3 ± 3,4	372,5 ± 3,3
Загальний приріст, кг	201,5 ± 3,2	205,5 ± 2,3	207,9 ± 3,2	210,4 ± 4,3
Середньодобовий приріст, г	746,2 ± 15,2	761,1 ± 12,2	770,1 ± 8,1	780,4 ± 7,2
Швидкість росту, %	51,22 ± 0,2	51,49 ± 0,4	52,65 ± 0,4	53,46 ± 0,4
Маса туші, кг	198,32 ± 4,0	202,29 ± 2,0	206,15 ± 2,1	210,11 ± 3,01
Вихід туші, %	46,15 ± 0,4	46,89 ± 0,4	47,54 ± 0,4	48,67 ± 0,40
Маса внутрішнього жиру, кг	10,55 ± 0,4	10,93 ± 0,4	11,24 ± 0,4	11,89 ± 0,50
Вихід внутрішнього жиру, %	2,48 ± 0,1	2,56 ± 0,01	2,74 ± 0,01	2,85 ± 0,01
Забійна маса, кг	209,51 ± 4,3	214,22 ± 4,12	218,33 ± 3,22	222,47 ± 4,21
Забійний вихід, %	49,98 ± 0,2	50,13 ± 0,1	51,46 ± 0,1	52,24 ± 0,20

Після закінчення дослідів ми провели дослідження на продуктивність дослідних бугайців (табл. 2), яке визначає харчову цінність і товарно-технологічні показники яловичини. На початку дослідів встановлено, що жива маса тварин становила 155,7–162,1 кг. На кінець дослідів найбільша маса тварин була у четвертій дослідній групі, дещо менша маса була у другій і третій дослідній групі, де порівняно з контрольною групою вона була більшою на 4,3 % (дослідна 4), 2,8 % (дослідна 3) та на 1,2 % відповідно. Загальний приріст при цьому був найвищим у четвертій дослідній групі, де відповідно становив 210,4 ± 4,3 кг. У другій та третій дослідній групі даний показник відповідно становив 205,5 ± 2,3 і 207,9 ± 3,2 кг, тоді як у контрольній групі він був дещо нижчим.

Найвищий середньодобовий приріст у дослідних тварин було встановлено у бугайців четвертій дослідній групі, де порівняно з контрольною групою він був вищим на 4,6 %. Дещо нижчим середньодобовий приріст був у третій дослідній групі (770,1 г), а найнижчим – у другій дослідній групі (761,1 г).

Маса туші та вихід туші були найвищими у третій та четвертій дослідних групах, де порівняно з контролем дані показники зросли на 3,9 і 5,9 % та 1,39 і 2,52 % відповідно.

Також згідно даних встановлено, що найвищою забійна маса та забійний вихід був у четвертій дослідній групі де відповідно він становив 222,47 кг і 52,24 %.

Отже, за отриманими даними таблиці 2 робимо висновок про те, що за всіма параметрами найкращі показники має четверта дослідна група, якій згодовували мікроелементи у формі хелатних сполук (метіонатів), дещо нижчі показники мають відповідно друга та третя дослідні групи, яким згодовували неорганічні

У цьому плані нами після завершення відгодівельного періоду досліджень (274 днів) був проведений контрольний забій бугайців та обвалювання їхніх туш. При забої тварин нами вираховувались забійна маса, маса туші, вихід туші, маса внутрішнього жиру, вихід внутрішнього жиру і забійний вихід, що характеризують їхню вгодованість та м'ясні якості.

солі дефіцитних мікроелементів, але кращі, ніж ті показники, які були отримані від контрольної групи тварин, які отримували основний раціон без ніяких добавок.

## Висновки

При додаванні мікроелементних добавок і їхніх хелатних сполук у бугайців 2, 3 і 4-ї дослідних груп підвищувався забійний вихід відповідно на: 0,15, 1,48, 2,26 кг порівняно з контрольною групою. Збільшувався вихід м'яса вищого сорту на: 9,18; 11,02 і 13,9 кг відповідно до контролю. Також збільшувався вихід м'язової тканини першого сорту на 11,35; 12,95 і 15,1 кг порівняно з контролем. Корекція раціонів дослідних тварин дефіцитними мікроелементами у формі солей і їхніх хелатних сполук (метіонатів) сприяла покращенню фізико-хімічного складу яловичини, її харчової цінності.

*Перспективи подальших досліджень.* В подальшому будемо застосовувати хелатні сполуки дефіцитних мікроелементів для поліпшення фізіологічних та морфологічних показників яловичини.

## Відомості про конфлікт інтересів

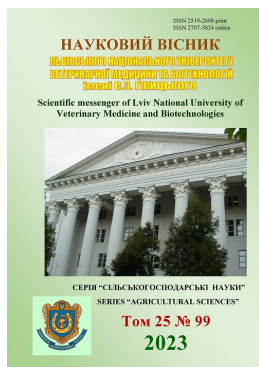
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

- Brittenham, G. M. (1992). Development of iron-chelating agents for clinical use. *Blood*, 80(3), 569–574. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1638016>.



- Cerone, S., Sansinanea, A., Streitenberger, S., García, C., & Auza, N. (2000). Bovine monocyte-derived macrophage function in induced copper deficiency. *Gen Physiol Biophys*, 19(1), 49–58. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10930138>.
- Farionik, T. (2018). Use in the form of mixed complex of copper. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(92), 64–67. DOI: 10.32718/nvlvet9213.
- Farionik, T., & Gnatyuk, V. (2017). Influence of chemical compounds (methyonates) on meat quality and veterinary-sanitary indicators of beef. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(78), 86–89. DOI: 10.15421/nvlvet7817.
- Papageorgiou, T., Zacharoulis, D., Xenos, D., & Androulakis, G. (2002). Determination of trace elements (Cu, Zn, Mn, Pb) and magnesium by atomic absorption in patients receiving total parenteral nutrition. *Nutrition*, 18(1), 32–34. DOI: 10.1016/s0899-9007(01)00684-0.
- Slivinska, L., Rusyn, V., Maksymovych, I., Leno, M., Chernushkin, B., & Prystupa, O. (2017). Application of inorganic and organic compounds Co, Cu and Zn due to their lack of dairy cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(78), 177–181. DOI: 10.15421/nvlvet7836.
- Szcześniak-Fabiańczyk, B., Bochenek, M., Smorag, Z., & Ryszka, F. (2003). Effect of antioxidants added to boar semen extender on the semen survival time and sperm chromatin structure. *Reprod Biol*, 3(1), 81–87. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14666145>.
- Tiffany, M. E., McDowell, L. R., O'Connor, G. A. et al. (2018). Effect of pasture-applied biosolids on forage and soil concentrations over a grazing season in North Florida. II Microminerals. *Commun. Soil. Sci. and Plant Anal*, 31(1–2), 215–227. DOI: 10.1080/00103620009370431.
- Razanova, O., Yaremchuk, O., Gutyj, B., Farionik, T., & Novgorodska, N. (2022). Dynamics of some mineral elements content in the muscle, bone and liver of quails under the apimin influence. *Scientific Horizons*, 25(5), 22–29. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.22-29.
- Gutyj, B., Martyshuk, T., Khariv, I., & Guta, Z. (2022). The immune status of the organism of bulls under cadmium load and the effects of correcting factors. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 3–9. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002622.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Shalovylo, S. H., Holovach, P. I., Pavliv, O. V., Kalyn, B. M., Kurtyak, B. M., Hachak, Yu. R., Martyshuk, T. V., Demus, N. V., & Shnaider, V. L. (2022). Influence of “Metisevit Plus” feed additive on morphological and biochemical parameters of bull blood under conditions of lead-cadmium loading. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(106), 54–61. DOI: 10.32718/nvlvet10609.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Darmohray, L. M., & Povochnikov, M. G. (2021). Antioxidant status of the organisms of young bulls in the conditions of lead-cadmium load and effect of correcting factors. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 315–320. DOI: 10.15421/022142.
- Slobodian, S., Gutyj, B., Shalovylo, S., Yaroshovych, T., Kurylas, L., Chajkovska, O. I., Stadnytska, O., Garnazhenko, J., Shnaider, V., & Bezpalyi, I. (2021). Influence of Metisevit Plus feed additive on the activity of the glutathione system of the body of bulls under conditions of man-caused load. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 84–89. DOI: 10.32718/nvlvet10414.
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebylitsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Gutyj, B. V. (2021). The cow's calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021\_105.



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-a9939

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

UDC 636.3

## Association of DGAT1 with goat milk and meat production traits

O. Kravchenko, Y. Karban✉

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

### Article info

Received 09.10.2023

Received in revised form

09.11.2023

Accepted 10.11.2023

Poltava State Agrarian University,  
Skovorody Str., 1/3, Poltava,  
36003, Ukraine.  
Tel.: +38-099-109-86-12  
E-mail:  
sikorskaaulia543@gmail.com

**Kravchenko, O., & Karban, Y. (2023). Association of DGAT1 with goat milk and meat production traits. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 241–245. doi: 10.32718/nvlvet-a9939**

Genetic factors can influence the composition of milk fat and its genetic variation. The purpose of our work was to familiarize and study the structure, role, and influence of the DGAT1 (or diacylglycerol-O-acyltransferase 1) gene on goat milk production, its structure, and relationship with milk fat for further research in improving the goat selection system. The selection of goats, aimed at increasing the frequency of alleles with a positive effect on this trait, was initiated by geneticists. In general, identifying and evaluating genetic markers for milk performance traits are the initial and crucial steps for establishing a marker-assisted selection system (MAS). Thus, increasing productivity through genetic selection is a common goal for many animal breeding programs worldwide. The amount of milk, milk fat, and proteins are essential features of dairy farming. In cheese production, milk fatty acids perform a crucial technical function, as they are the main building blocks of milk fat, giving the cheese its unique taste and textural properties. Milk fatty acids are necessary for producing many dairy products, while intramuscular fat is associated with meat quality. Triacylglycerols (TAG) are the main components of intramuscular fat and milk fat. Therefore, understanding polymorphisms and genes related to fat synthesis is essential for animal husbandry. The identification of quantitative trait loci (QTL) and genes associated with milk production traits has been supported by various studies over the past decade. It was established that QTL genes on chromosomes 14, 15, and 9 are related to the properties of milk and meat production in goats. The presence of the diacylglycerol-O-acyltransferase 1 (DGAT1) gene in goat chromosomes 14, 15, and 9 has been reported. Having a key role in fat metabolism and TAG synthesis, DGAT1 genes have attracted considerable attention, especially in animal milk production. Several polymorphisms have been documented in DGAT1 in different animal species, including many cattle and small cattle, for their association with milk production traits. The critical role of the DGAT1 gene in milk fat metabolism makes it an exciting candidate for genetic variation in milk characteristics in dairy goats.

**Key words:** genes, milk, DGAT1 gene, goat genetics, milk fat, milk protein.

## Асоціація гена DGAT1 із властивостями виробництва молока та м'яса кіз

O. I. Kravchenko, Ю. В. Карбан✉

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Генетичні фактори можуть впливати на склад молочного жиру і на його генетичну варіацію. Метою нашої роботи було вивчення будови, ролі та впливу гена DGAT1 (або діацилгліцерол-О-ацилтрансфераза 1) на виробництво молока кіз, його зв'язку з молочним жиром, для подальших досліджень щодо поліпшення системи відбору кіз. Селекція кіз, спрямована на збільшення частоти алелів з позитивним впливом на дану ознаку була ініційована генетиками. Загалом виявлення та оцінка генетичних маркерів ознак молочної продуктивності є початковими та вирішальними кроками для створення системи відбору за допомогою маркерів (MAS). Таким чином, підвищення продуктивності за рахунок генетичного відбору є спільною метою для багатьох програм розведення тварин у всьому світі. Особливо важливими ознаками молочного скотарства є кількість молока, молочного жиру і білків. При виробництві сиру молочні жирні кислоти виконують важливу технічну функцію, оскільки вони є основними будівельними блоками молочного жиру, який надає сиру його унікальні смакові та текстурні властивості. Жирні кислоти молока необхідні для виробництва багатьох молочних продуктів, тимчасом як внутрішньом'язовий жир пов'язаний з якістю м'яса. Триацилгліцерини

(TAG) є основними компонентами внутрішнього жирового жиру і молочного жиру. Тому розуміння поліморфізму та генів, пов'язаних із синтезом жиру, є важливим для тваринництва. Ідентифікація локусів кількісних ознак (QTL) і генів, пов'язаних з ознаками виробництва молока, була забезпечена різноманітними дослідженнями останнього десятиліття. Встановлено, що гени QTL на хромосомах 14, 15 і 9 пов'язані з властивостями виробництва молока та м'яса кіз. Повідомлялося про наявність гена діацилгліцерин-*O*-ацилтрансферази 1 (DGAT1) у хромосомах 14, 15 і 9 кози. Будучи ключовою роллю в метаболізмі жирів і синтезі гени TAG, DGAT1 привернули значну увагу, особливо у виробництві молока тварин. Кілька поліморфізмів були задокументовані в DGAT1 у різних видів тварин, включаючи велику кількість великої і малої рогатої худоби, для їх асоціації з марками виробництва молока. Важлива роль гена DGAT1 в метаболізмі молочного жиру робить його цікавим кандидатом на генетичні варіації характеристик молока у молочних кіз.

**Ключові слова:** гени, молоко, ген DGAT1, генетика кіз, молочний жир, молочний білок.

## Вступ

У Європі козівництво в основному спрямоване на виробництво сиру. В європейських країнах частка козиного молока становить близько 30 % від загальної кількості виробленого молока, тимчасом як в арабських країнах вона досягає 50 % і більше. Середній рівень молочної продуктивності тварин відрізняється через різні системи управління фермами, а також генетику (породи, селекція). Козине молоко, порівняно з коров'ячим, містить більше мінералів і більше Кальцію, зокрема завдяки своєму специфічному складу казеїну.

Склад жирних кислот (ЖК) козиного молока відрізняється вмістом більшою часткою коротких і середніх ланцюгів ЖК, які згруповані в менші жирові кульки (Soyeurt et al., 2006; Schennink et al., 2007). Жирні кислоти відіграють важливу роль у виробництві сиру, а молочний жир містить приблизно 98 % тригліцеридів (ТГ) (Månsson, 2008).

Частка капронової (C6:0), каприлової (C8:0), капринової (C10:0) і лауринової кислот (C12:0) значно вища в козиному молоці, і саме ці жирні кислоти дають типовий смак продукції. Завдяки такому складу козиного молока воно легше засвоюється, ніж коров'яче, має вищу поживну цінність, є кориснішим і менш алергенним.

Загалом, ідентифікація та підтвердження генетичних маркерів ознак продуктивності молока – це початковий та вирішальний крок для створення системи відбору за допомогою маркерів (MAS). Таким чином, підвищення продуктивності шляхом генетичного відбору є спільним призначенням для багатьох програм розведення тварин у всьому світі (Meredith et al., 2012; Heimes et al., 2019).

Були проведені дослідження, які спрямовані на дослідження локусів кількісних ознак великої рогатої худоби (QTL) на 14-й хромосомі для їх асоціації, що відповідають за виробництво молока. Вони встановили плейотропну здатність гена DGAT1 впливати на якість м'яса та молока молочної худоби (Sorbolini et al., 2015).

## Мета дослідження

Метою нашої роботи було вивчення будови, ролі та впливу гена DGAT1 на виробництво молока кіз, його будову та зв'язок з молочним жиром для подальших досліджень щодо поліпшення системи відбору кіз.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання: висвітлення будови та функцій гена DGAT1,

з'ясування ролі цього гена у молочній залозі, механізм впливу на виробництво молока, перспективи використання гена у тваринництві, зокрема у козівництві.

## Результати та їх обговорення

**Короткий опис гена DGAT1 у кіз.** Діацилгліцерин *O*-ацилтрансфераза 1 (DGAT1), Ensembl ID (Ensembl: ENSBTAG00000026356) була ідентифікована як одна з базових QTL для ознак виробництва молока, розташована в центромірній області 14 бічової хромосоми, що має 17 екзонів з 14 117 парами основ (bp) (Devita & Pinto, 2013). Експресія гена DGAT1 була виявлена в тонкому кишечнику, печінці, жировій тканині та молочній залозі (Nanekarani et al., 2016). У кіз ген DGAT1 (ідентифікатор гена: 100861225) розташований на 14 хромосомах з 18 екзонами.

**Роль гена DGAT1 у молочній залозі та синтезу тригліцерину.** Розвиток молочної залози – складний процес, необхідний для нормальної лактації. Взаємодія між епітелієм молочної залози та навколишньою стромою має вирішальне значення для нормального розвитку молочної залози. Крім того, адипоцити є найбільш розширеними клітинами в стромі. Вони синтезують і зберігають велику кількість тиреоглобулінів (ТГ), які можуть служити резервуарами субстратів для виробництва молочного епітелію молочної залози. Під час цього процесу адипоцити ТГ гідролізуються, а жирні кислоти переносяться до епітеліальних клітин для повторної естерифікації. Синтез ТГ каталізується ферментами діацилгліцерол-*O*-ацилтрансферази 1 (DGAT1), які ковалентно з'єднують діацилгліцерин з жирним ацил-КоА (Lehner & Kuksis, 1996). Було встановлено гени, що кодують два ферменти DGAT ссавців, DGAT1 і DGAT2 (Cases et al., 2001). Ген DGAT1 проявляється майже на всіх тканинах, включаючи молочні залози (Farese et al., 2000). Миші без DGAT1 (*Dgat1*<sup>-/-</sup>) мають знижений вміст TG у тканинах і не можуть лактувати (Smith et al., 2000). Крім того, Cases та ін. (Cases et al., 1998) показали, що миші без DGAT1 зіткнулися з порушенням роботи молочної залози зі зниженою проліферацією епітелію та розвитком альвеол. Подібним чином було з'ясовано, що недостатній рівень DGAT1 як у стромальних, так і в епітеліальних тканинах пов'язаний із порушенням розвитку молочних залоз.

**Зв'язок гена DGAT1 із властивостями метаболізму жиру та виробництва молока.** Важлива роль гена DGAT1 в метаболізмі жирів робить їх найкращим вибором як кандидата на маркер у молочному

тваринництві. Отже, було з'ясовано, що DGAT1 має значний вплив на виробництво молока. Також було проведено асоціацію гену DGAT1 з ознаками продуктивності молока в молочній худобі та був зроблений висновок, що ген DGAT1 можна використовувати як генетичний маркер для підвищення рівня її продуктивності (Fontanesi et al., 2014). Завдяки дослідженню загальногеномних асоціацій (GWAS) було точно встановлено, що цей ген пов'язаний із ознаками молочної продуктивності. Після цього Jiang та інші з'ясували через GWAS, що ген DGAT1 корелює з виходом молочного жиру. Стає відомо, що варіант DGAT1 K232A модулює експресію гена DGAT1 в молочній залозі молочної худоби (Jiang et al., 2019).

**Роль гена DGAT1 у виробництві козиного молока.** Завдяки високому вмісту жирних кислот з короткими і середніми ланцюгами і меншим розміром жирових кульок козине молоко, зазвичай є високопоживним (Haenlein, 2004). Воно в багатьох країнах світу має особливу економічну цінність бо включає в себе велику кількість поживних компонентів, мінералів і вітамінів (Chen et al., 2019). Програм генетичного відбору молочних кіз ще мало в багатьох країнах, що розвиваються, але селекційні стратегії для комерційного виробництва молока кіз виявилися надзвичайно успішними.

У виробництві сиру молочні жирні кислоти виконують важливу технічну функцію, тимчасом як ген DGAT1 виконує роль у біосинтезі ТГ, які експортуються в молоко. Важлива роль гену DGAT1 в метаболізмі молочного жиру робить його цікавим кандидатом на генетичні варіації характеристик молока у молочних кіз (Dixit et al., 2015). Цей ген також змінює важливу функцію у фізіологічних процесах, які включають синтез TAG, таких як всмоктування кишкового жиру (Winter et al., 2002), розвиток жирової тканини та лактацію ссавців (Spelman et al., 2002).

Ген DGAT1 у кіз був охарактеризований Angiolillo та ін. (Angiolillo et al., 2007), запропоновано асоціативне дослідження для вивчення зв'язку гена DGAT1 із синтезом TAG у молочній залозі кіз. Було з'ясовано, що біомаркер miR-145 регулює метаболізм жирних кислот в епітеліальних клітинах молочної залози. Маркер miR-145 діє на гени, що регулюють жирові кислоти, включаючи ген DGAT1 в епітеліальних клітинах молочної залози кози. Крім того, спостерігалася значна зміна рівня жирних кислот за допомогою зменшення біомаркера MiR-145, інгібування експресії гену DGAT1. Таким чином, специфічний білок 1 (SP1) знижує синтез молочних жирних кислот шляхом зниження експресії гена в епітеліальних клітинах молочної залози кози (Zhu et al., 2015, 2016).

Поліморфізм гена DGAT1 у кіз та їх зв'язок із виробництвом молока виявили різні поліморфізми гена DGAT1 у Зааненської (SN) породи. Також спостерігалася зв'язок гена DGAT1 in-del між надоями молока та відсотком жиру у кіз SN; позитивний вплив на ознаки виробництва молока (An et al., 2012), що може бути пов'язано з його регуляторним впливом на механізм деградації мРНК (Clement et al., 2001). Наступні чотири поліморфізми (T21153G, C21154G, A21172C та A21194T) ідентифіковані в гені DGAT1 іранської

халхалійської кози (Evrigh et al., 2018). Варіанти поліморфізму T21153G і C21154G викликають перетворення серину в амінокислоті гліцину, тимчасом як A21172C асоціюється зі зміненою аспарагіною кислотою в амінокислоті аланіну. Крім того, Evrigh та ін. (Evrigh et al., 2018) виявили, що чотири мутації (T21153G, C21154G, A21172C і A21194T) гену DGAT1 в іранської халхалійської кози були значною мірою пов'язані з надоями і відсотком молочного білка. Martin та ін. (Martin et al., 2017) досліджували дві мутації SNP R251L і R396W у гені DGAT1 кози. Однонуклеотидні поліморфізми (SNP) були генотиповані у двох порід кіз (заанської та альпійської порід). Частоти, позначені для мутацій R251L і R396W у зааненської породи, становили 3,5 і 13 %; однак лише R396W був знайдений із частотою 7 % в альпійській породи. Крім того, було виявлено, що обидві мутації в гені DGAT1 пов'язані зі зниженням жирності молока. Однак цей зв'язок не мав великого значення для обох SNP (Martin et al., 2017). Оскільки два типи мутацій призводять до заміщення послідовності білків, подальші експериментальні випробування дуже виправдані для цих двох SNP R251L і R396W мутацій в гені DGAT1 з більшою популяцією. Тому Tabaran та інші не виявили істотного впливу гена DGAT1 на ознаки молочної продуктивності кіз. Була виявлена проблема малої кількості зразків в експериментах Tabaran (Tabaran et al., 2014). Для асоціативного дослідження зазвичай потрібна велика чисельність популяції.

Нещодавно було ідентифіковано дві важливі мутації (T703C і T713C) у DGAT1 єгипетської кози Zараїбі (Eid et al., 2020). Виявлений поліморфізм T713C винесено в кодуючу ділянку, пов'язану із замінною амінокислотою ізoleyцину на треонін. Крім того, поліморфізм T713C достовірно регулював загальний вміст твердої речовини в молоці єгипетської кози Зараїбі (Eid et al., 2020).

**Перспективи використання гена DGAT1 у кози-вництві.** Ген DGAT1 відіграє ключову роль у біосинтезі молочного жиру, його варіанти можуть впливати на молочну продуктивність кіз. Він є одним з основних ферментів, що каталізують останній етап утворення тригліцеридів, основного компонента молочного жиру (An et al., 2012).

Дослідження показують, що різні алелі гена DGAT1 можуть асоціюватися з варіаціями у вмісті жиру та білка в молоці, що своєю чергою впливає на якість та кількість молока. Таким чином, селекціонери можуть використовувати інформацію про алелі DGAT1 для відбору кіз з бажаними характеристиками молочної продуктивності.

Використання генетичних маркерів, таких як DGAT1, відкриває нові перспективи для поліпшення молочної продуктивності кіз, дозволяючи більш точно відбирати тварин для розведення та оптимізувати годівлю й управління стадом.

## Висновки

Проведений аналіз наукових джерел дозволяє зробити висновок, що ген DGAT1 можна використовувати



ти як генетичний маркер для поліпшення виробництва молока у молочних кіз.

Ген DGAT1, або діацилгліцерол-О-ацилтрансфераза 1, відіграє значну роль у тваринництві завдяки своїй ключовій функції в метаболізмі жирів і синтезі триацилгліцерину (TAG). Різні алелі гена DGAT1 можуть асоціюватися з варіаціями у вмісті жиру та білка в молоці, а також з іншими показниками молочної продуктивності. Це дає можливість селекціонерам використовувати інформацію про алелі DGAT1 для відбору кіз з бажаними характеристиками молочної продуктивності.

За допомогою гена DGAT1 можна: підвищити молочно продуктивність кіз, точніше відбирати тварин для розмноження, поліпшити годівлю та управляти стадом.

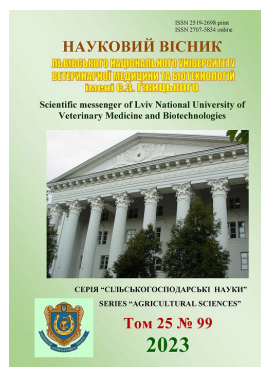
### Відомості про конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів щодо публікації цієї статті.

### References

- An, X., Hou, J., Zhao, H., Zhu, C., Yan, Q., Song, Y. (2012). Mutations in Caprine DGAT1 and STAT5A genes were associated with milk production traits. *Engineering*, 4, 30–34. DOI: 10.4236/eng.2012.410B008.
- Angiolillo, A., Amills, M., Urrutia, B., Doménech, A., Sastre, Y., Badaoui, B., & Jordana, J. (2007). Identification of a single nucleotide polymorphism at intron 16 of the caprine acyl-coenzyme A: diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1) gene. *J Dairy Res*, 74(1), 47–51. DOI: 10.1017/S0022029906002196.
- Cases, S., Smith, S. J., Zheng, Y. W., Myers, H. M., Lear, S. R., Sande, E., et al. (1998). Identification of a gene encoding an acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase, a key enzyme in triacylglycerol synthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 13018–13023. DOI: 10.1073/pnas.95.22.13018.
- Cases, S., Stone, S. J., Zhou, P., Yen, E., Tow, B., Lardizabal, K. D., Voelker, T., & Farese, R. V. (2001). Cloning of DGAT2, a second mammalian diacylglycerol acyltransferase, and related family members. *Journal of Biological Chemistry*, 276(42), 38870–38876. DOI: 10.1074/jbc.M106219200.
- Chen, D., Li, X. Y., Zhao, X., Qin, Y. S., Zhang, X. X., Li, J., Wang, J. M., & Wang, C. F. (2019). Proteomics and microstructure profiling of goat milk protein after homogenization. *J Dairy Sci*, 102(5), 3839–3850. DOI: 10.3168/jds.2018-15363.
- Clement, J. Q., Maiti, S., & Wilkinson, M. F. (2001). Localization and stability of introns spliced from the pem homeobox gene. *Journal of Biological Chemistry*, 276, 16919–16930. DOI: 10.1074/jbc.M005104200.
- Devita, R. J., & Pinto, S. (2013). Current status of the research and development of diacylglycerol o-acyltransferase 1 (DGAT1) inhibitors. *Journal of Medicinal Chemistry*, 56, 9820–9825. DOI: 10.1021/jm4007033.
- Dixit, S. P., Sivalingam, J., Tyagi, A. K., Saroha, V., Sharma, A., & Nagda, R. K. (2015). Association of novel SNPs in the candidate genes affecting caprine milk fatty acids related to human health. *Meta Gene*, 4, 45–56. DOI: 10.1016/j.mgene.2015.01.004.
- Eid, J. I., Teleb, D. F., Mohamed, S. A., & El-Ghor, A. A. (2020). DGAT1 polymorphism in Egyptian Zaraibi goat breed and their association with milk yield and composition. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 81, 1–7. DOI: 10.1186/s41936-020-00176-w.
- Evrigh, N. H., Nourouzi, Z., Vahedi, V., & Benemar, H. A. (2018). Genetic association between the variation of DGAT1 gene and milk production traits in Khalkhali goat. *Journal of Agriculture and Food Research*, 6, 188–194. DOI: 10.5713/ajas.2006.315.
- Farese, R. V., Cases, S., & Smith, S. J. (2000). Triglyceride synthesis: Insights from the cloning of diacylglycerol acyltransferase. *Current Opinion in Lipidology*, 11(3), 229–234. DOI: 10.1097/00041433-200006000-00002.
- Fontanesi, L., Calò, D.G., Galimberti, G., Negrini, R., Marino, R., Nardone, A., et al. (2014). A candidate gene association study for nine economically important traits in Italian Holstein cattle. *Animal Genetics*, 45(4), 576–580. DOI: 10.1111/age.12164.
- Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51(2), 155–163. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010.
- Heimes, A., Brodhagen, J., Weikard, R., Hammon, H. M., Meyerholz, M. M., & Petzl, W. (2019). Characterization of functional traits with focus on udder health in heifers with divergent paternally inherited haplotypes on BTA18. *BMC Veterinary Research*, 15, 285. DOI: 10.1186/s12917-019-2034-2.
- Jiang, J., Ma, L., Prakapenka, D., VanRaden, P. M., Cole, J. B., & Da, Y. (2019). A large-scale genome-wide association study in U.S. Holstein cattle. *Frontiers in Genetics*, 10, 412. DOI: 10.3389/fgene.2019.00412.
- Lehner, R., & Kuksis, A. (1996). Biosynthesis of triacylglycerols. *Progress in Lipid Research*, 35, 169–201. DOI: 10.1016/0163-7827(96)00005-7.
- Månsson, H. L. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*, 52, 1–3. DOI: 10.3402/fnr.v52i0.1821.
- Martin, P., Palhière, I., Maroteau, C., Bardou, P., Canale-Tabet, K., & Sarry, J. (2017). A genome scan for milk production traits in dairy goats reveals two new mutations in Dgat1 reducing milk fat content. *Scientific Reports*, 7, 1872. DOI: 10.1038/s41598-017-02052-0.
- Meredith, B. K., Kearney, F. J., Finlay, E. K., Bradley, D. G., Fahey, A. G., & Berry, D. P. (2012). Genome-wide associations for milk production and somatic cell score in Holstein-Friesian cattle in Ireland. *BMC Medical Genetics*, 13, 21. DOI: 10.1186/1471-2156-13-21.
- Nanekarani, S., Kolivand, M., & Goodarzi, M. (2016). Polymorphism of a Mutation of DGAT1 Gene in Lori Sheep Breed. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 3(1), 38–41. DOI: 10.18178/joaat.3.1.38-41.
- Schennink, A., Stoop, W. M., Visker, M. H. P. W., Heck, J. M. L., Bovenhuis, H., & Van Der Poel, J. J. (2007). DGAT1 underlies large genetic variation in milk-fat composition of dairy cows. *Animal Genetics*, 38(5), 467–473. DOI: 10.1111/j.1365-2052.2007.01635.x.
- Smith, S. J., Cases, S., Jensen, D. R., Chen, H. C., Sande, E., Tow, B., Sanan, D. A., Raber, J., Eckel, R. H., Farese, R.

- V. Jr. (2000). Obesity resistance and multiple mechanisms of triglyceride synthesis in mice lacking Dgat. *Nature Genetics*, 25(1), 87–90. DOI: 10.1038/75651.
- Sorbolini, S., Marras, G., Gaspa, G., Dimauro, C., Cellesi, M., & Valentini, A. (2015). Detection of selection signatures in Piemontese and Marchigiana cattle, two breeds with similar production aptitudes but different selection histories. *Genetics Selection Evolution*, 47(1), 52. DOI: 10.1186/s12711-015-0128-2.
- Soyeurt, H., Dardenne, P., Gillon, A., Croquet, C., Vanderick, S., & Mayeres, P. (2006). Variation in fatty acid contents of milk and milk fat within and across breeds. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4858–4865. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72534-6.
- Spelman, R. J., Ford, C. A., McElhinney, P., Gregory, G. C., & Snell, R. G. (2002). Characterization of the DGAT1 gene in the New Zealand dairy population. *Journal of Dairy Science*, 85, 3514–3517. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74440-8.
- Tabaran, A., Mihaiu, M., Dan, S.D., Reget, O., Pivariu, B., Cordis, I., et al. (2014). Identification of Polymorphism in Goat and Sheep DGAT1 Gene Associated with Milk Production Traits. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 71, 283–286. DOI: 10.15835/buasvmcn-vm:9555.
- Winter, A., Krämer, W., Werner, F. A. O., Kollers, S., Kata, S., & Durstewitz, G. (2002). Association of a lysine-232/alanine polymorphism in a bovine gene encoding acyl-CoA:Diacylglycerol acyltransferase (DGAT1) with variation at a quantitative trait locus for milk fat content. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 9300–9305. DOI: 10.1073/pnas.142293799.
- Zhu, J. J., Luo, J., Xu, H. F., Wang, H., & Looor, J. J. (2016). Short communication: Altered expression of specificity protein 1 impairs milk fat synthesis in goat mammary epithelial cells. *Journal of Dairy Science*, 99, 4893–4898. DOI: 10.3168/jds.2015-10733.
- Zhu, J., Sun, Y., Luo, J., Wu, M., Li, J., & Cao, Y. (2015). Specificity protein 1 regulates gene expression related to fatty acid metabolism in goat mammary epithelial cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 1806–1820. DOI: 10.3390/ijms16011806.



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-a9940

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

UDC 636.2.034.082

## Analysis of the influence of the Norwegian Red bull-sires with different breeding value on milk productivity, health, exterior and reproductive traits of daughters

V. V. Mykytiuk✉, P. V. Bodnar, A. O. Boiko, R. S. Oseredchuk, N. M. Hordiichuk, S. S. Popadiuk

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

### Article info

Received 12.10.2023

Received in revised form

15.11.2023

Accepted 16.11.2023

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-098-781-58-94  
E-mail: [vitalimyktyuk@ukr.net](mailto:vitalimyktyuk@ukr.net)

**Mykytiuk, V. V., Bodnar, P. V., Boiko, A. O., Oseredchuk, R. S., Hordiichuk, N. M., & Popadiuk, S. S. (2023). Analysis of the influence of the Norwegian Red bull-sires with different breeding value on milk productivity, health, exterior and reproductive traits of daughters. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 246–256. doi: 10.32718/nvlvet-a9940**

An analysis of the influence of breeding bulls of the Norwegian Red (NR) breeds with different breeding values (BV) on the milk productivity of daughters, their health, reproductive characteristics, udder characteristics, exterior, and indices of productive use. The study material was the data from the electronic catalog of breeding bulls of the NR breed as of April 4, 2023. The sample was formed from the data of only those breeders recommended for reproduction in 2023 by Geno SA. The animals were grouped according to the Total Merit Index (TMI). Breeding bulls with the highest TMI – 53-35 ( $n = 24$ ) were assigned to the I group, to the II group – with an average TMI – 34-25 ( $n = 25$ ), and to the III group – bulls with the lowest TMI – 24-10 ( $n = 22$ ). As a result of the research, it was established that the most significant influence on the indices of productive use of daughters was observed in breeding bulls of the NR breed of the I group (High production index (HPI) – 118.13 % ( $P < 0.001$ ), Grazing index (GI) – 110.88 % ( $P < 0.05$ )). According to the TMI index, bulls of the I and II groups prevailed over the sires of the III group, according to their improving effect, on such signs of milk productivity of daughters as milk yield ( $P < 0.01$ ), amount of milk fat ( $P < 0.05$ ;  $P < 0.01$ ) and protein ( $P < 0.01$ ;  $P < 0.001$ ) and milk productivity index ( $P < 0.001$  and  $P < 0.01$ ) in daughter cows. The greatest improving effect on the udder health of the daughter cows was observed in breeding bulls of the NR breed with TMI 53-35. Bull-sires of groups I and II reduced the number of somatic cells count in the milk of daughter cows by 15.58 and 9.16 %, and bulls of III – only by 3.82 %. Breeder bulls of groups I and III increased milking speed in daughter cows by 4.25 and 1.68 %, and breeders of group II decreased it by 1.96 %. However, the difference was significant only between groups I and II ( $P < 0.05$ ). Studied breeding sires increased daughters' stature (height) in all groups. Group I sires had the most significant influence on daughters' stature – 114.88, and III group sires had the most minor influence – 102.00. However, the difference was significant between the I and II and I and III groups ( $P < 0.05$ ;  $P < 0.001$ ). Bull-sires of the I group of the NR breed increased the feet and legs index in daughter cows, as well as the foot angle by 7.58 and 7.38 %, II breeders by 3.48 and 2.48 %, and bulls III reduced these traits in daughters by 0.41 and 0.14 %. The difference between the I and III groups was significant ( $P < 0.05$ ). Breeder bulls of the NR breed with TMI 53–35 were leaders in improving the udder index of daughters, as well as in reducing its udder depth, strengthening the fore udder attachment, increasing the rear udder width and rear udder height. Therefore, the most significant impact on most of the studied traits was observed in breeding bulls of the NR breed with the highest BV – TMI 53-35. The influence of sires with TMI 53-35 and 34-25 on daughters' milk production was almost the same and improving. However, in terms of the effect on the reproductive characteristics of daughter cows, no significant difference was found between all experimental groups of breeding bulls.

**Key words:** Norwegian Red bulls, breeding value, Total Merit Index, influence of sires, milk productivity, exterior, health, reproductive traits, udder, sire transmitting abilities.

## Аналіз впливу норвезьких червоних бугаїв-плідників з різною племінною цінністю на молочну продуктивність, здоров'я, екстер'єр та репродуктивні ознаки дочок

В. В. Микитюк<sup>✉</sup>, П. В. Боднар, А. О. Бойко, Р. С. Осередчук, Н. М. Гордійчук, С. С. Попадюк

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

Проведено аналіз впливу бугаїв-плідників норвезької червоної молочної (НЧМ) породи з різною племінною цінністю (ПЦ) на молочну продуктивність дочок, їх здоров'я, репродуктивні ознаки, характеристики вимені, екстер'єр та індекси продуктивного використання. Матеріалом дослідження були дані електронного каталогу бугаїв-плідників НЧМ породи станом на 04.04.2023 року. Вибірку було сформовано із даних лише тих плідників, які рекомендовані для відтворення у 2023 році компанією Geno SA. Групування тварин проводили за загальним індексом прибутку (ТМІ). До I групи відносили бугаїв-плідників з найвищим ТМІ – 53-35 ( $n = 24$ ), до II групи – із середнім ТМІ – 34-25 ( $n = 25$ ) та до III групи – бугаїв з найнижчим ТМІ – 24-10 ( $n = 22$ ). В результаті досліджень встановлено, що найсуттєвіший вплив на індекси продуктивного використання дочок спостерігався у бугаїв-плідників НЧМ породи I групи (високо-продуктивності (НПІ) – 118,13 % ( $P < 0,001$ ), випасу (GI) – 110,88 % ( $P < 0,05$ )). За індексом ТМІ бугаї I та II груп переважали плідників III групи, за своїм поліпшуючим впливом, на такі ознаки молочної продуктивності дочок як: надій молока ( $P < 0,01$ ), кількість молочного жиру ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ) і білка ( $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ) та індекс молочної продуктивності ( $P < 0,001$  та  $P < 0,01$ ) у корів-дочок. У бугаїв-плідників НЧМ породи з ТМІ 53-35 спостерігався найбільший поліпшуючий вплив на здоров'я вимені корів-дочок. Плідники I та II груп зменшували кількість соматичних клітин у молоці корів-дочок на 15,58 і 9,16 %, а бугаї III – лише на 3,82 %. Бугаї-плідники I та III груп збільшували швидкість молоковедення в корів-дочок на 4,25 та 1,68 %, а плідники II групи її зменшували на 1,96 %. Однак, тільки між I та II групами різниця була вірогідною ( $P < 0,05$ ). Досліджувані бугаї-плідники збільшували висоту в крижах (зріст) дочок у всіх групах. Найбільший вплив на зріст дочок мали бугаї I групи – 114,88, а найменший плідники III – 102,00. Втім, різниця була вірогідною між I і II та I і III групами ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,001$ ). Плідники I групи НЧМ породи збільшували індекс ратиць та ніг у корів-дочок, а також, кут нахилу ратиць на 7,58 і 7,38 %, плідники II на 3,48 та 2,48 %, а бугаї III зменшували дані ознаки в дочок на 0,41 і 0,14 %. Різниця була вірогідною ( $P < 0,05$ ) тільки між I і III групами. Бугаї-плідники НЧМ породи з ТМІ 53-35 були лідерами із поліпшення індексу вимені дочок, а також із зменшення його глибини, зміцнення переднього прикріплення, збільшення ширини ззаду та висоти задньої підвіски вим'я. Отже, найбільший вплив на більшість досліджуваних ознак спостерігався у бугаїв-плідників НЧМ породи із найвищою ПЦ – ТМІ 53-35. Вплив плідників з ТМІ 53-35 та 34-25 на молочну продуктивність дочок був майже однаковим та поліпшуючим. Однак, за впливом на репродуктивні ознаки корів-дочок, вірогідної різниці між усіма дослідними групами бугаїв-плідників не встановлено.

**Ключові слова:** бугаї-плідники, норвезька червона порода, загальний індекс прибутку, вплив плідників, корови-дочки, молочна продуктивність, екстер'єр, здоров'я, вим'я, репродуктивні ознаки.

### Вступ

Одним із основних складових елементів прибуткового ведення скотарства є підвищення продуктивності тварин, покращення порід і ефективне використання їх генетичного потенціалу. Вибір господарськи цінних ознак визначається сучасними методами досліджень у сільському господарстві шляхом підбору стад з таким генофондом, в яких дана ознака є найбільш типовою (Bodnaruk et al., 2022; Fedorovych et al., 2022; Muzyka et al., 2022).

Компанія Geno SA завдяки багатофакторній селекції протягом 50 років змогла створити породу корів, яка поєднує в собі відмінне здоров'я, плодючість та продуктивне довголіття із високими показниками молочної продуктивності. Так, у найкращих стадах Норвегії надій молока на одну чистопородну корову норвезької червоної молочної (НЧМ) породи, у 2020 році перевищував 12 000 кг, а від найпродуктивніших корів – надійли понад 16 000 кг. Середній вміст жиру та білка в молоці у 2022 році по всьому поголів'ю корів НЧМ породи усіх лактацій становив 4,30 та 3,54 % відповідно (GENO SA, 2023a).

Науковці з Великобританії провели порівняльну оцінку чистопородних корів НЧМ породи ( $n = 221$ ) з голштинськими (Г) ( $n = 221$ ) за комплексом ознак. Встановлено, що голштинські корови мали більший надій за вищу повну лактацію, ніж корови НЧМ поро-

ди, тоді як корови НЧМ породи переважали голштинську за вмістом молочного жиру та білка у молоці. Однак, вихід молочного жиру та білка за повну лактацію, був майже однаковим в обох породах. Кількість соматичних клітин в молоці корів НЧМ породи була меншою (протягом 5 лактацій) порівняно з голштинськими. Тварини НЧМ породи мали також кращий стан вгодованості, менший індекс запліднення, нижчий показник складності отелення та меншу частоту мертвонародження (4 %, проти 13 % у голштинів). Причому 28,5 % корів голштинської породи та 11,8 % НЧМ були вибракувані через яловість до 6 лактації, а 27,2 % НЧМ породи отелилися вшосте порівняно з голштинськими коровами – 16,3 % (Ferris et al., 2014).

Встановлено, що на формування молочної продуктивності корів значний вплив мали бугаї-плідники (Fyl et al., 2019). Тому, вплив бугаїв-плідників НЧМ породи на господарськи корисні ознаки дочок вивчався науковцями у багатьох країнах світу на різних популяціях великої рогатої худоби.

Ізраїльські вчені повідомляють, що кроси 1/2Г1/2НЧМ здатні зберігати високий рівень продуктивності у спекотних кліматичних умовах та переважали голштинів (ізраїльської селекції) за окремими ознаками. Зокрема, кросбредні дочки-первістки були менш схильними до післяродових захворювань, таких як: метрит, кетоз і кульгавість, ніж чистопородні первістки голштинської породи. Також у них було менше



випадків затримки плаценти та абортів. Помісі мали кращий стан вгодованості, який вони добре підтримували у період від отелення до піку лактації (Rinell & Heringstad, 2018).

Польські дослідники встановили, що перебуваючи в однакових умовах годівлі догляду та утримання, дочки плідників НЧМ породи переважали чистопородних голштинів (польської селекції), за надоем молока та кількістю молочного жиру й білка (за 305 днів лактації). Проте, за перші 100 днів лактації у молоці кросбредних дочок спостерігався дещо менший вміст жиру, білка, казеїну й сухої речовини, однак і менша кількість соматичних клітин, ніж у чистопородних тварин. Крім цього, гетерозисні первістки характеризувалися ліпшим молочним типом та значно кращими показниками відтворення (Pytlewski et al., 2022).

Вчені із Хорватії стверджують, що помісні дочки бугаїв НЧМ породи (n = 57) переважали дочок голштинських плідників (n = 401) за вмістом та кількістю молочного жиру та білка (P < 0,001; P < 0,05) в молоці. У кросбредних дочок надій молока за 305 днів лактації був на 400 кг вищим ніж у чистопородних. У первісток плідників НЧМ породи (n = 120) сервіс-період був коротшим на 22 дні, а індекс запліднення меншим на 0,43 рази, порівняно з контрольною групою (n = 255). Варто зазначити, що дочки плідників НЧМ породи були менш схильними до таких захворювань як: мастит (на 11,9 %), кетоз (на 0,5 %), затримка плаценти (на 4,8 %) та заворот сичуга (на 1,0 %). Втім, висока продуктивність 1/2Г1/2НЧМ може бути результатом прояву міжпородного гетерозису (Benak et al., 2020).

Дослідження впливу плідників НЧМ породи на господарські корисні ознаки дочок-первісток проводили й українські вчені на поголів'ї української чорнорябої молочної породи (УЧРМ). Схрещування УЧРМ корів із плідниками НЧМ породи мало позитивний вплив на молочну продуктивність корів-первісток і сприяло формуванню ознак вимені, які відповідають сучасним вимогам машинного доїння. Так, помісні первістки, отримані від плідників НЧМ породи, переважали ровесниць, отриманих від голштинських бугаїв: за надоем, вмістом молочного жиру та білка у молоці, коефіцієнтами молочності та постійності лактації. У кросбредних дочок був коротший сервіс-період (на 32 дні) та менший індекс запліднення (на 1,69 рази), а збереженість первісток у стаді за першу лактацію становила 94,4 %. Крім цього, первістки 1/2УЧРМ1/2НЧМ відзначились найменшим відсотком мертворождення приплоду – 1,8 % та найлегшими отеленнями – 1,6 бала. Найбільшим прибутком від реалізації молока за 305 днів лактації відзначалися корови із генотипом 1/4УЧРМ3/4НЧМ. Жива маса, висота в холці та обхват грудей за лопатками помісних корів у віці 12 місяців відповідали лінійним нормам для ремонтних телиць вітчизняних порід. Телиці-помісі мали вищий рівень господарської зрілості порівняно із чистопородними ровесницями (Bashchenko et al., 2021; 2021a; 2021b; 2023).

Підсумувавши попередні дослідження слід зазначити, що НЧМ є однією із кращих порід-кандидатів, що можуть бути використані для поліпшення молоч-

ної продуктивності, плодочості, здоров'я, продуктивного довголіття та інших ознак українських молочних порід.

Міжнародною системою оцінювання тварин Interbull використовується Total merit index (*Загальний індекс прибутку*) (ТМІ), який також є основним селекційним індексом у молочному скотарстві Норвегії, Данії, Фінляндії та Швеції. Варто зазначити, що ТМІ хоч і є універсальним індексом, який включає в себе цілий комплекс різних ознак, проте для кожної породи він може відрізнятися залежно від селекційної програми (Kargo et al., 2014; Fedorovych et al., 2022). Поява геномної оцінки племінної цінності (gEBV) сприяла ще більшому вдосконаленню програми розведення НЧМ породи та пришвидшенню селекційного процесу. Компанія Geno SA повідомляє, що завдяки коригуванню ТМІ вдалося:

- зменшити глибину вим'я та зміцнити його середнє прикріплення;
- збільшити вміст молочного жиру і білка в молоці без зниження надою молока;
- збільшити втричі кількість комолих (безрогих) тварин;
- зменшити частоту летальних генів (BTA12, BTA8H і AH1) в популяції;
- збільшити спектр різних варіантів казеїну у молоці (наприклад, A2A2, BB);
- зупинити збільшення живої маси та зросту корів НЧМ породи (Roin et al., 2022; Diaz-Lundahl et al., 2022; Buitenhuis et al., 2023; GENO SA, 2023c).

Відомо, що понад 55 % корів НЧМ породи доять за допомогою автоматичних доїльних систем (*доїльний робот*) (AMS). Тому, селекційна програма НЧМ породи включає в себе ознаки, які необхідні для ефективного доїння в AMS: темперамент, конформація вимені, швидкість молоковиведення та інші. Також до ТМІ входять відгодівельні ознаки, такі як: інтенсивність росту, конверсія корму, забійна маса, забійний вихід, мрамуровість м'яса та інші (Wethal & Heringstad, 2019; Kelly et al., 2020; GENO SA, 2023c).

Однак, слід зазначити, що для вищої вірогідності оцінки селекційно-генетичних параметрів молочної худоби є важливим максимально можливе нівелювання негативного впливу різних середовищних чинників (Fedorovych et al., 2019).

Серед фермерів все частіше постає питання: плідника із яким рангом ТМІ доцільно обрати для поліпшення тих чи інших ознак у стаді? Адже від рангу бугая-плідника залежить ціна його сперми. У цьому дослідженні ми й спробуємо відповісти на це питання.

## Мета досліджень

Мета дослідження – проаналізувати і вивчити вплив бугаїв-плідників норвезької червоної породи з різною племінною цінністю (ТМІ) на молочну продуктивність, здоров'я, екстер'єр, вим'я та репродуктивні ознаки корів-дочок, що дасть можливість в майбутньому більш об'єктивно здійснювати підбір плідників для відтворення в молочних стадах України та світу.

## Матеріал і методи досліджень

Матеріалом нашого дослідження були дані електронного каталогу бугаїв-плідників норвезької червоної молочної породи (НЧМ) станом на 04.04.2023 року (GENO SA, 2023).

До аналізу були залучені дані 71 бугая-плідника, які рекомендовані для відтворення в 2023 році Асоціацією НЧМ породи – Geno SA. З одержаної вибірки ( $n = 71$ ) сформували 3 групи плідників за племінною цінністю (ПЦ).

Племінну цінність піддослідних бугаїв-плідників визначали за їх загальним індексом прибутку (ТМІ) (GENO SA, 2023c). За ТМІ було сформовано три групи тварин: перша (I) група – бугаї-плідники з найвищим ТМІ – 53-35 ( $n = 24$ ), друга (II) група – із середнім ТМІ – 34-25 ( $n = 25$ ) та третя (III) група – бугаїв з найнижчим ТМІ – 24-10 ( $n = 22$ ).

У піддослідних бугаїв-плідників вивчали їх вплив на молочну продуктивність корів-дочок, на їх живу масу в зрілому віці, здоров'я, продуктивне довголіття, екстер'єр, репродуктивні показники, характеристики вимені, індекси продуктивного використання, а також на фізіологічні особливості.

Одержані дані вище згаданих показників піддали статистичній обробці (Petrovska et al., 2022) за допомогою табличного процесора (програми) Microsoft Excel 2016 Professional Plus. Визначили наступні біометричні показники: середнє значення ( $M$ ), помилку середнього значення ( $\pm m$ ), середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ), коефіцієнт мінливості (варіації) ( $C_v$ ), помилку коефіцієнта варіації ( $\pm m_{C_v}$ ), та вірогідність різниці між досліджуваними групами ( $P$ ). Різницю вважали вірогідною при таких значеннях таблиці Стьюдента: ( $P < 0,05$ ), ( $P < 0,01$ ), ( $P < 0,001$ ). Результати статистичної обробки представили у вигляді таблиць.

Інтерпретація оброблених даних наступна: 100 – це середнє значення досліджуваної ознаки у чистопородних стадах загалом, тоді як 12 (наприклад 12) – це відхилення даної ознаки в дочок\* плідників від середнього значення (GENO SA, 2021b). Тобто, якщо у бугая-плідника показник певної ознаки становить 112 – це вказує на ймовірне поліпшення (або збільшення) цієї ознаки в корів-дочок на 12 % порівняно із стадом НЧМ породи, і навпаки – якщо даний показник становить 88.

\* Примітка: дочок майбутніх або фактичних в залежності від оцінки бугая-плідника (gEBV чи EBV)

## Результати та їх обговорення

Результати нашого дослідження показали, що із загальної кількості бугаїв-плідників рекомендованих для відтворення ( $n = 71$ ) найвищою ПЦ (за ТМІ) характеризується плідник – Скоїн 12222 із ТМІ 53, в якого нього найкраща передавальна здатність господарськи корисних ознак своїм нащадкам. Зокрема, він є лідером з поліпшення таких ознак, як: надій молока – 124, кількість молочного жиру та білка – 136 і 136, вміст жиру та білка в молоці – 117 й 118, а також збільшує

індекс молочної продуктивності в дочок на 40 %. Крім цього, Скоїн 12222 збільшує індекс та поліпшує здоров'я вимені дочок відповідно на 29 та 21 %, а індекс ратиць та ніг – на 25 %, порівняно із середнім значенням даних ознак у чистопородних стадах.

Бугаї-плідники – Бор Р 12083 та Крюволл 11921 характеризуються найнижчою ПЦ (ТМІ 10) у нашій вибірці. Перевагою плідника Бор Р 12083 є збільшення швидкості молоковедення у корів-дочок на 23 %, також він має поліпшувачий вплив на ознаки молочної продуктивності, однак цей вплив є нижчим від середніх значень у вибірці. Крюволл 11921 вигідно відрізняється від інших плідників збільшенням вмісту жиру в молоці дочок на 22 % та білка на 28 %, а також, на відміну від попередніх, даний бугай оцінений не лише геномно (gEBV), але й за продуктивністю нащадків (EBV).

ТМІ є основним селекційним індексом, який використовують при виборі бугаїв-плідників для чистопородного розведення та вдосконалення НЧМ породи. Для схрещування плідників НЧМ з різними породами, особливо в інших країнах з різними кліматичними та адміністративними умовами, ТМІ не завжди є найкращим критерієм відбору. Тому, щоб допомогти фермерам у всьому світі більш об'єктивно підбирати бугаїв НЧМ породи для використання у своїх стадах, фахівці компанії Geno SA розробили два додаткові індекси (GENO SA, 2021a):

– High Production Index (Індекс високопродуктивності) (HPI) – призначений для великих молочних комплексів, господарств з міцною кормовою базою та високопродуктивним стадом, де корів переважно утримують в приміщеннях;

– Grazing Index (Індекс випасу) (GI) – призначений для органічних господарств, які утримують свої стада на пасовищах протягом більшої частини року або для молочних ферм, які через обмежені ресурси не можуть забезпечити своїх корів міцною кормовою базою.

Дані одержані в результаті проведених нами розрахунків (табл. 1) свідчать, що найбільшим впливом на HPI дочок характеризувалися бугаї-плідники з ТМІ 53–35, проте із найбільшою варіацією даної ознаки – 3,92 %. Так, бугаї I групи поліпшують HPI дочок на 18,13 %, тоді як в плідників з ТМІ 34-25 цей показник становить 114,20, але з найменшою варіацією, лише 2,50 %. У бугаїв-плідників з ТМІ 24-10 – найменший поліпшувачий ефект, лише 109,68 при варіації ознаки 2,91 %. Слід зазначити, що за індексом високопродуктивності поріг вірогідності різниці між всіма дослідними є високовірогідним ( $P < 0,001$ ).

Бугаї-плідники I групи мали найбільший вплив на GI корів-дочок – 110,88, тоді як плідники II й III груп поліпшують GI своїх дочок лише на 7,72 й 7,95 % відповідно. Бугаї з ТМІ 34-25 характеризуються найменшою мінливістю GI ознаки – лише 3,26 %, тоді як в плідників I та III груп вона становить 4,40 %. Спостерігалася вірогідна різниця між I й II та I й III групами ( $P < 0,05$ ).

**Таблиця 1**

Аналіз впливу бугаїв-плідників з різною племінною цінністю (ТМІ) на індекси продуктивного використання та живу масу дочок в зрілому віці, %

Показник	Дослідні групи бугаїв-плідників за ПЦ			В середньому по вибірці	
	I група (ТМІ 53-35)	II група (ТМІ 34-25)	III група (ТМІ 24-10)		
n	24	25	22	71	
Індекс високо-продуктивності (НРІ)	M ± m	118,13 ± 0,97	114,20 ± 0,58	109,68 ± 0,70	114,13 ± 0,59
	Cv ± mCv	3,92 ± 0,57	2,50 ± 0,35	2,91 ± 0,44	4,36 ± 0,37
Індекс випасу (GI)	M ± m	110,88 ± 1,02	107,72 ± 0,72	107,95 ± 1,04	108,86 ± 0,55
	Cv ± mCv	4,40 ± 0,63	3,26 ± 0,46	4,40 ± 0,66	4,26 ± 0,36
Індекс збереження корму (FeedSaved™)	M ± m*	0,63 ± 0,02	0,63 ± 0,04	0,65 ± 0,04	0,63 ± 0,02
	Cv ± mCv	18,84 ± 2,72	28,99 ± 4,10	29,42 ± 4,44	26,28 ± 2,21
Маса дочок в зрілому віці	M ± m*	612,25 ± 3,37	611,56 ± 5,15	609,23 ± 5,71	611,07 ± 2,72
	Cv ± mCv	2,64 ± 0,38	4,12 ± 0,58	4,30 ± 0,65	3,75 ± 0,31

\* Примітка: індекс збереження корму як і маса повновікових дочок, представлені в кілограмах (кг)

FeedSaved™ (Індекс збереження корму) (FS) – це інструмент відбору бугаїв-плідників з меншою добовою потребою сухої речовини корму в помісних дочок, одержаних при схрещуванні з голштинськими коровами. FS відображає потребу в кормі для підтримки живої маси та базується на масі тіла повновікових корів-дочок бугаїв НЧМ породи. Помісні дочки 1/2Г1/2НЧМ в середньому споживають на 0,6 кг менше сухої речовини, порівняно з чистопородними коровами голштинської породи, без зниження рівня корисних складників молока (GENO SA, 2021).

Дочки бугаїв-плідників з ТМІ 24-10 характеризуються найбільшою економією сухої речовини корму (FS) – 0,65 кг, проте з найбільшим коефіцієнтом варіації даної ознаки – 29,42 %, тоді як в корів-дочок плідників з ТМІ 53-35 та 34-25 FS є меншим і становить 0,63 кг. Тварини I групи відзначалися найнижчим коефіцієнтом варіації (18,84 %), коли в II групі він був значно вищий (28,99 %). Загалом по вибірці FS корів-

дочок бугаїв НЧМ породи становить 0,63 кг з мінливістю ознаки 26,28 %.

Жива маса чистокровних повновікових корів-дочок в середньому по вибірці становила 611,07 кг з мінливістю 3,75 %. Найбільшою живою масою в зрілому віці характеризувалися дочки бугаїв-плідників I групи – 612 кг, а найменшою III групи – 609 кг. Різниця в живій масі дочок між I та II дослідними групами становить лише 0,69 кг, проте, коефіцієнт мінливості у II групі становить 4,12 %, тоді як в I групі – 2,64 %.

Вплив бугаїв-плідників з різною племінною цінністю (ТМІ) на індекс та показники молочної продуктивності дочок встановлено (табл. 2), що бугаї I групи переважали плідників II і III групи за всіма переданими ознаками молочної продуктивності своїм дочкам. Однак, у бугаїв-плідників з ТМІ 53-35 найвищі коефіцієнти мінливості.

**Таблиця 2**

Аналіз впливу бугаїв-плідників з різною племінною цінністю (ТМІ) на індекс та показники молочної продуктивності дочок, %

Показник	Дослідні групи бугаїв-плідників за ПЦ			В середньому по вибірці	
	I група (ТМІ 53-35)	II група (ТМІ 34-25)	III група (ТМІ 24-10)		
n	24	25	22	71	
Індекс молочної продуктивності	M ± m	128,17 ± 2,15	123,32 ± 1,49	116,82 ± 1,82	122,94 ± 1,17
	Cv ± mCv	8,03 ± 1,16	5,90 ± 0,83	7,13 ± 1,08	8,00 ± 0,67
Надій молока (кг)	M ± m	116,29 ± 2,50	114,76 ± 1,54	106,91 ± 1,83	112,85 ± 1,23
	Cv ± mCv	10,33 ± 1,49	6,57 ± 0,93	7,85 ± 1,18	9,16 ± 0,77
Молочний жир (кг)	M ± m	125,29 ± 2,26	121,36 ± 1,49	115,95 ± 1,94	121,01 ± 1,17
	Cv ± mCv	8,63 ± 1,25	6,01 ± 0,85	7,67 ± 1,16	8,14 ± 0,68
Молочний білок (кг)	M ± m	123,83 ± 2,41	120,16 ± 1,39	112,32 ± 1,82	118,97 ± 1,22
	Cv ± mCv	9,32 ± 1,34	5,67 ± 0,80	7,44 ± 1,12	8,62 ± 0,72
Молочний жир (%)	M ± m	113,92 ± 2,36	109,88 ± 1,87	112,59 ± 2,48	112,08 ± 1,28
	Cv ± mCv	9,95 ± 1,44	8,35 ± 1,18	10,09 ± 1,52	9,61 ± 0,81
Молочний білок (%)	M ± m	110,33 ± 2,13	106,96 ± 1,93	107,64 ± 2,26	108,31 ± 1,20
	Cv ± mCv	9,26 ± 1,34	8,86 ± 1,25	9,60 ± 1,45	9,33 ± 0,78

Бугаї-плідники II групи за своєю передавальною здатністю ймовірно переважають бугаїв III групи як за надоем, так і за кількістю молочного жиру й молочного білка у корів-дочок, але поступаються за вміс-

том жиру та білка в молоці – відповідно 109,88 і 106,96 проти 112,59 і 107,64 у III групі. Вірогідна різниця спостерігалася за надоем молока між I і III та II й III групами (P < 0,01). За кількістю молочного

жиру та молочного білка поріг вірогідності становить  $P < 0,05$  і  $P < 0,01$  між II та III дослідними групами та  $P < 0,01$  і  $P < 0,001$  між I й III.

За всіма досліджуваними ознаками найменша мінливість спостерігаються у II групі з ТМІ 34-25. У групі з ТМІ 24-10 значення  $C_v$  за надоем, кількістю молочного жиру та молочного білка є вищими ніж у II групі та нижчими ніж у I, а мінливість вмісту жиру й білка була найвищою і становила відповідно 10,09 та 9,60 %.

Індекс молочної продуктивності найвищим і найбільш мінливим був у I групі – 128,17 з  $C_v$  8,03 %, у II групі він становив 123,32, але з найменшою мінливістю – 5,90 %; у III – 116,82 з коефіцієнтом мінливості –

7,13 %. Різниця між I і III та II й III групами була вірогідною за  $P < 0,001$  та  $P < 0,01$ .

Аналіз впливу бугаїв-плідників з різною племінною цінністю (ТМІ) на репродуктивні показники дочок (табл. 3) показав, що плідники НЧМ породи з ТМІ 24-10 мали найбільший вплив на загальний індекс плодючості своїх дочок, проте із найбільшою варіацією ознаки. В бугаїв I групи цей показник становить 106,00 та з найменшою мінливістю, лише – 6,84 %. Бугаї-плідники з ТМІ 34-25 характеризуються найменшим впливом на індекс плодючості дочок, лише 104,96 із  $C_v$  7,35. В середньому по вибірці спостерігається поліпшення загального індексу плодючості в корів-дочок на 5,94 % з коефіцієнтом мінливості 8,17 %.

**Таблиця 3**

Аналіз впливу бугаїв-плідників з різною племінною цінністю (ТМІ) на репродуктивні показники дочок, %

Показник		Дослідні групи бугаїв-плідників за ПЦ			В середньому по вибірці
		I група (ТМІ 53-35)	II група (ТМІ 34-25)	III група (ТМІ 24-10)	
	n	24	25	22	71
Індекс плодючості дочок	$M \pm m$	106,00 $\pm$ 1,51	104,96 $\pm$ 1,57	107,00 $\pm$ 2,34	105,94 $\pm$ 1,03
	$C_v \pm m_{C_v}$	6,84 $\pm$ 0,99	7,35 $\pm$ 1,04	10,01 $\pm$ 1,51	8,17 $\pm$ 0,69
Тривалість сервіс-періоду	$M \pm m$	104,29 $\pm$ 2,05	101,80 $\pm$ 1,77	106,95 $\pm$ 3,39	104,24 $\pm$ 1,39
	$C_v \pm m_{C_v}$	9,42 $\pm$ 1,36	8,51 $\pm$ 1,20	14,52 $\pm$ 2,19	11,28 $\pm$ 0,95
Індекс запліднення корів	$M \pm m$	105,08 $\pm$ 1,23	105,44 $\pm$ 1,79	105,05 $\pm$ 2,01	105,20 $\pm$ 0,96
	$C_v \pm m_{C_v}$	5,60 $\pm$ 0,81	8,31 $\pm$ 1,17	8,77 $\pm$ 1,32	7,67 $\pm$ 0,64
Індекс запліднення телиць	$M \pm m$	103,29 $\pm$ 1,82	102,64 $\pm$ 2,20	103,00 $\pm$ 2,36	102,97 $\pm$ 1,20
	$C_v \pm m_{C_v}$	8,46 $\pm$ 1,22	10,51 $\pm$ 1,49	10,49 $\pm$ 1,58	9,86 $\pm$ 0,83
Легкість отелення (пряма)	$M \pm m$	103,13 $\pm$ 2,61	101,64 $\pm$ 2,35	102,59 $\pm$ 2,47	102,44 $\pm$ 1,40
	$C_v \pm m_{C_v}$	12,14 $\pm$ 1,75	11,33 $\pm$ 1,60	11,01 $\pm$ 1,66	11,54 $\pm$ 0,97
Легкість отелення (в дочок)	$M \pm m$	104,42 $\pm$ 2,66	98,32 $\pm$ 3,16	104,50 $\pm$ 2,14	102,30 $\pm$ 1,58
	$C_v \pm m_{C_v}$	12,21 $\pm$ 1,76	15,75 $\pm$ 2,23	9,38 $\pm$ 1,41	13,03 $\pm$ 1,09
Мертвонародження (пряме)	$M \pm m$	110,13 $\pm$ 2,10	108,12 $\pm$ 2,09	112,50 $\pm$ 2,03	110,15 $\pm$ 1,20
	$C_v \pm m_{C_v}$	9,15 $\pm$ 1,32	9,49 $\pm$ 1,34	8,28 $\pm$ 1,25	9,14 $\pm$ 0,77
Мертвонародження (в дочок)	$M \pm m$	99,79 $\pm$ 2,49	96,00 $\pm$ 3,36	99,36 $\pm$ 2,70	98,32 $\pm$ 1,65
	$C_v \pm m_{C_v}$	11,94 $\pm$ 1,72	17,14 $\pm$ 2,42	12,45 $\pm$ 1,88	14,16 $\pm$ 1,19

Спостерігається поліпшувачий вплив плідників НЧМ породи й на тривалість сервіс-періоду їх дочок, в середньому на 4,24 % із варіацією ознаки 11,28 %. Найбільшим цей показник був у бугаїв-плідників з ТМІ 24-10 – 106,95, однак із дуже високим коефіцієнтом варіації 14,52 % порівняно з іншими дослідними групами (9,42 % – у I та 8,51 % – у II). У бугаїв з ТМІ 53-35 та 34-25 поліпшувачий вплив на сервіс-період дочок становив 4,29 і 1,80 %. Так, у корів-дочок бугаїв III дослідної групи сервіс-період буде коротшим ніж в дочок плідників I та II груп.

Такі характеристики як “Індекс запліднення корів” та “Індекс запліднення телиць” означають кількість осіменінь корів чи телиць до результативного їх запліднення (в ідеалі цей показник має становити 1) (GENO SA, 2021b). Вплив бугаїв-плідників НЧМ породи на вище згадані показники – поліпшувачий. В середньому піддослідні бугаї знижують індекс запліднення корів на 5,20 % із коефіцієнтом варіації 7,67 %. Слід зазначити, що у I групі мінливість даної ознаки була дещо нижча ніж у інших групах. Бугаї-плідники знижували індекс запліднення телиць (в

середньому по вибірці) на 2,97 % з мінливістю ознаки 9,86 %. Найбільшим цей показник був у плідників з ТМІ 53-35 – 103,29 із найнижчою варіацією ознаки – 8,46 %. Отже, показники заплідненості корів-дочок піддослідних бугаїв, загалом будуть вищими (>100) за їх середнє значення у чистопородних стадах НЧМ породи.

Бугаї-плідники з ТМІ 53-35 характеризувалися найбільшим впливом на пряму легкість отелення – 103,13 % із  $C_v$  12,14 %, у плідників з ТМІ 24-10 цей показник та його мінливість є дещо меншими – 102,59 і 11,01 % відповідно, а бугаї з ТМІ 34-25 мали найменший вплив на пряму легкість отелення, лише 101,64 з мінливістю 11,33 %. Втім, вплив на легкість отелення в дочок у бугаїв I та III дослідних груп був майже однаковим 104,42 і 104,50, однак в плідників з ТМІ 24-10 цей показник є менш мінливим 9,38 % порівняно з I групою – 12,21 %, а вплив бугаїв-плідників II групи складає 98,32, тобто легкість отелення в дочок буде на 1,68 % нижчою за середнє значення в стадах НЧМ породи з мінливістю 15,75 %. Потрібно зазначити, що в середньому по вибірці в цілому спостерігало-



ся поліпшення легкості отелення на 2,30 % із Cv 13,03 % – у дочок та на 2,44 % з коефіцієнтом мінливості 11,54 % – прямої.

У бугаїв-плідників всіх дослідних груп та по вибірці в цілому спостерігалось зменшення показника прямого мертвонародження на 10,15 % із варіацією ознаки 9,14 %. Найменше значення прямого мертвонародження у плідників III дослідної групи – 112,50 з коефіцієнтом мінливості 8,28 %, а найбільше в бугаїв II – 108,12 із Cv 9,49 %. Однак, у всіх дослідних групах бугаїв-плідників та загалом по вибірці спостерігалось збільшення показника мертвонародження у дочок на 1,68 % із Cv 14,16 % – що в цілому є погіршуючим впливом. Якщо у I та III групах цей показник становив лише 99,79 і 99,36 при Cv 11,94 і 12,45 %, то

в II групі він складав 96,00 з мінливістю 17,14 %, що збільшує ймовірність мертвонародження у дочок аж на 4,00 %.

При аналізі даних стало очевидно, що бугаї-плідники НЧМ породи з ТМІ 53-35 мали найбільший поліпшуючий вплив на здоров'я вимені корів-дочок – 115,00 але з найвищою мінливістю 9,53 % (табл. 4). В бугаїв з ТМІ 34-25 цей показник менший – 108,92 з мінливістю 7,76 %, а у плідників з ТМІ 24-10 він становить 104,32 і є найменш мінливим 7,16 %. Поріг вірогідності між I й II групами становить  $P < 0,05$ , а різниця між I та III групами є високовірогідною ( $P < 0,001$ ). В цілому по вибірці спостерігався вплив поліпшення здоров'я вимені в дочок на 9,55 % з коефіцієнтом мінливості 9,20 %.

**Таблиця 4**

Аналіз впливу бугаїв-плідників з різною племінною цінністю (ТМІ) на здоров'я, продуктивне довголіття та фізіологічні характеристики дочок, %

Показник		Дослідні групи бугаїв-плідників за ПЦ			В середньому по вибірці
		I група (ТМІ 53-35)	II група (ТМІ 34-25)	III група (ТМІ 24-10)	
n		24	25	22	71
Здоров'я вимені	M ± m	115,00 ± 2,28	108,92 ± 1,72	104,32 ± 1,63	109,55 ± 1,20
	Cv ± mCv	9,53 ± 1,38	7,76 ± 1,10	7,16 ± 1,08	9,20 ± 0,77
Кількість соматичних клітин	M ± m	115,58 ± 2,16	109,16 ± 1,90	103,82 ± 1,68	109,68 ± 1,23
	Cv ± mCv	8,98 ± 1,30	8,53 ± 1,21	7,43 ± 1,12	9,47 ± 0,79
Стійкість до маститу	M ± m	105,79 ± 2,27	103,48 ± 1,43	104,45 ± 2,58	104,56 ± 1,20
	Cv ± mCv	10,29 ± 1,49	6,77 ± 0,96	11,30 ± 1,70	9,63 ± 0,81
Стійкість до інших хвороб	M ± m	100,54 ± 2,33	100,36 ± 2,25	104,18 ± 2,50	101,61 ± 1,35
	Cv ± mCv	11,12 ± 1,61	11,00 ± 1,56	11,01 ± 1,66	11,18 ± 0,94
Здоров'я ратиць	M ± m	105,38 ± 2,39	101,20 ± 2,01	100,68 ± 2,10	102,45 ± 1,25
	Cv ± mCv	10,90 ± 1,57	9,72 ± 1,37	9,54 ± 1,44	10,32 ± 0,87
Довголіття	M ± m	121,88 ± 2,02	116,56 ± 1,95	118,27 ± 1,91	118,89 ± 1,14
	Cv ± mCv	7,95 ± 1,15	8,20 ± 1,16	7,40 ± 1,12	8,10 ± 0,68
Швидкість молоковедення	M ± m	104,25 ± 1,56	98,04 ± 1,88	101,68 ± 1,88	101,27 ± 1,05
	Cv ± mCv	7,18 ± 1,04	9,39 ± 1,33	8,47 ± 1,28	8,75 ± 0,73
Темперамент	M ± m	107,83 ± 1,28	105,28 ± 2,08	109,45 ± 2,25	107,44 ± 1,10
	Cv ± mCv	5,71 ± 0,82	9,69 ± 1,37	9,44 ± 1,42	8,60 ± 0,72

Від ПЦ бугаїв-плідників НЧМ породи залежить кількість соматичних клітин у молоці корів-дочок. В середньому по вибірці у молоці дочок піддослідних плідників кількість соматичних клітин на 9,68 % менша порівняно із середнім показником в стадах НЧМ породи, а коефіцієнт варіації складав 9,47 %. Зокрема, найбільший поліпшуючий вплив спостерігається у плідників I групи – 115,58 з мінливістю 8,96 %, у II групи – дещо менше – 109,16 із Cv 8,53 %, а бугаї III групи поліпшують дану ознаку лише на 3,82 %, однак, із найменшою її варіацією – 7,43 %. Різниця між I й II та II і III дослідними групами – вірогідна ( $P < 0,05$ ), а критерій вірогідності ( $t_a$ ) між I та III групами становить 4,29, що свідчить про високу вірогідність різниці між ними ( $P < 0,001$ ).

За швидкістю молоковедення в корів-дочок спостерігалась очевидна перевага плідників I та III груп над бугаями II групи. Так, бугаї-плідники з ТМІ 53-35 та 24-10 збільшують швидкість молоковедення в дочок на 4,25 % та 1,68 %, а плідники з ТМІ 34-25 – її зменшують на 1,96 %. При цьому, найвищий коефіцієнт

варіації був саме в II групі – 9,39 %, а найнижчий – в I групі – 7,18 %. Критерій вірогідності між I та II групами становить 2,54, а отже, різниця між ними – вірогідна ( $P < 0,05$ ).

За здоров'ям ратиць в дочок, їх стійкістю до маститу та продуктивним довголіттям плідники I групи переважали бугаїв II та III груп – 105,38 з мінливістю 10,90 % – за здоров'ям ратиць, 105,79 із Cv 10,29 % – за стійкістю до маститу та 121,88 з Cv 7,95 % – за довголіттям. Представники III групи мали дещо менший поліпшуючий вплив на своїх дочок – 104,45 з мінливістю 11,30 % – за стійкістю до маститу, 118,27 – за довголіттям, із найменшою варіацією цієї ознаки – 7,40 %, а за здоров'ям ратиць поступаються бугаям II групи – 100,68, але теж з найменшою варіацією – 9,54 %. Бугаї II дослідної групи мали найменший вплив на корів-дочок за стійкістю до маститу – 103,48 із найменшою мінливістю 6,77 % та 116,56 – за довголіттям, однак вже з найбільшою варіацією даної ознаки 8,20 %, а за здоров'ям ратиць – переважали плідників III групи – 101,20 з Cv 9,72 %. В середньому по

вибірці спостерігалось підвищення продуктивного довголіття дочок бугаїв на 18,89 % з мінливістю 8,10 %, підвищення їх стійкості до маститів – на 4,56 % із Cv 9,63 % та поліпшення здоров'я ратиць – всього на 2,45 % при варіації 10,32 %.

Бугаї-плідники з ТМІ 24-10 характеризуються найбільшим впливом на загальну стійкість нащадків до різноманітних захворювань – 104,18 із варіацією 11,01 %, а також поліпшують темперамент своїх дочок – на 9,45 % із Cv 9,44 %. У плідників з ТМІ 53-35 зазначені показники були дещо нижчі – 100,54 з мінливістю 11,12 % – за стійкістю до захворювань та 107,83 із Cv 5,71 % – за темпераментом. Бугаї з ТМІ 34-25 характеризуються найменшим впливом на вище згадані показники – 100,36 із Cv 11,00 % та 105,28 з

варіацією 9,69 %. Загалом по вибірці спостерігається поліпшення даних ознак на 7,44 % з мінливістю 8,60 % – за темпераментом та на 1,61 % із Cv 11,18 % – за стійкістю корів-дочок до різного роду захворювань.

Аналіз екстер'єру корів-дочок, залежно від ТМІ бугая-плідника, свідчить, що найбільший вплив на зріст дочок мали тварини I групи (табл. 5). Бугаї з ТМІ 34-25 дещо менше – 107,16 з найбільшою мінливістю ознаки 11,02 %, а плідники III групи лише – 102,00 з Cv 10,02 %. Загальний показник по вибірці – 108,17 із мінливістю 11,39 %. При цьому спостерігалась вірогідна різниця за висотою в крижах (зростом) між I та II групами ( $P < 0,05$ ) та між I й III ( $P < 0,001$ ).

**Таблиця 5**

Аналіз впливу бугаїв-плідників з різною племінною цінністю (ТМІ) на екстер'єр корів-дочок, %

Показник		Дослідні групи бугаїв-плідників за ПЦ			В середньому по вибірці
		I група (ТМІ 53-35)	II група (ТМІ 34-25)	III група (ТМІ 24-10)	
n		24	25	22	71
Зріст (висота в крижах)	M ± m	114,88 ± 2,35	107,16 ± 2,41	102,00 ± 2,23	108,17 ± 1,46
	Cv ± mCv	9,82 ± 1,42	11,02 ± 1,56	10,02 ± 1,51	11,39 ± 0,96
Глибина тулуба	M ± m	98,96 ± 2,50	102,84 ± 2,30	99,73 ± 3,14	100,56 ± 1,50
	Cv ± mCv	12,12 ± 1,75	10,94 ± 1,55	14,42 ± 2,17	12,59 ± 1,06
Ширина грудей	M ± m	96,17 ± 1,87	101,16 ± 2,26	99,59 ± 3,28	98,99 ± 1,43
	Cv ± mCv	9,33 ± 1,35	10,96 ± 1,55	15,10 ± 2,28	12,17 ± 1,02
Нахил крижа	M ± m	103,46 ± 2,11	98,28 ± 1,93	103,55 ± 2,98	101,66 ± 1,35
	Cv ± mCv	9,78 ± 1,41	9,64 ± 1,36	13,17 ± 1,99	11,22 ± 0,94
Індекс ніг та ратиць	M ± m	107,58 ± 2,16	103,48 ± 2,02	99,59 ± 2,96	103,66 ± 1,39
	Cv ± mCv	9,61 ± 1,39	9,56 ± 1,35	13,60 ± 2,05	11,32 ± 0,95
Постава задніх кінцівок – вид збоку	M ± m	97,29 ± 1,08	99,00 ± 2,29	98,36 ± 2,73	98,23 ± 1,20
	Cv ± mCv	5,32 ± 0,77	11,36 ± 1,61	12,71 ± 1,92	10,31 ± 0,87
Постава задніх кінцівок – вид ззаду	M ± m	103,50 ± 2,27	102,68 ± 2,67	99,45 ± 2,52	101,96 ± 1,43
	Cv ± mCv	10,53 ± 1,52	12,74 ± 1,80	11,63 ± 1,75	11,80 ± 0,99
Кут нахилу ратиць	M ± m	107,38 ± 2,24	102,48 ± 1,29	99,86 ± 2,96	103,32 ± 1,30
	Cv ± mCv	10,03 ± 1,45	6,15 ± 0,87	13,60 ± 2,05	10,60 ± 0,89

Бугаї-плідники II групи збільшують глибину тулуба та ширину грудей у свої дочок відповідно на 2,84 і 1,16 %, із мінливістю 10,94 й 10,96 %. Піддослідні бугаї з ТМІ 53-35 й 24-10 – навпаки, зменшують глибину тулуба та ширину грудей в корів-дочок відповідно на 1,04 і 3,83 % з мінливістю 12,12 й 9,33 % – у I, та на 0,27 і 0,41 із найвищими коефіцієнтами варіації – 14,42 % й 15,10 % – у III групі.

Вплив плідників НЧМ породи також характеризується опущенням нахилу крижів у корів-дочок (загалом по вибірці) на 1,66 % із Cv 11,22 %. Зокрема, у бугаїв-плідників I та III груп вплив на дану ознаку складав відповідно 103,46 і 103,55, однак у бугаїв з ТМІ 24-10 дана ознака більш мінлива – 13,17 % порівняно з I групою – 9,78 %. Бугаї-плідники з ТМІ 34-25 – навпаки, підвищують нахил крижів у своїх дочок на 1,72 % з мінливістю 9,64 %.

Індекс ратиць та ніг є найвищим у корів-дочок плідників I групи – 107,58 із Cv 9,61 %, у II групі цей індекс був менший – 103,48 з мінливістю 9,56 %. Бугаї-плідники з ТМІ 24-10 зменшують індекс ратиць та ніг в своїх дочок на 0,41 % із найвищою мінливістю – 13,60 %.

За поставою задніх кінцівок (вид збоку), спостерігалось зниження показника у корів-дочок як по дослідних групах, так і в середньому по вибірці в цілому (на 1,77 % з Cv 10,31 %). Найбільше зниження у I групі – 91,29 із найнижчою мінливістю 5,32 %, у II – найменше 99,00 з Cv 11,36 %, а у групі плідників з ТМІ 24-10 – 98,36 з найвищою мінливістю ознаки 12,71 %. Однак, щодо постави задніх кінцівок (вид ззаду) спостерігається збільшення даної ознаки (по вибірці) в дочок на 1,96 % з Cv 11,80 %. Так, бугаї-плідники I групи поліпшують поставу задніх кінцівок (вид ззаду) своїх дочок на 3,5 % із Cv 10,53 %, а бугаї II групи на 2,68 %, але з вищою мінливістю – 12,74 %. Плідники III групи погіршують поставу задніх кінцівок (вид ззаду) у корів-дочок на 0,55 із Cv 11,63 %.

Спостерігається збільшенням кута нахилу ратиць у дочок бугаїв-плідників I та II груп на 7,38 і 2,48 %. Коефіцієнт варіації ознаки був найнижчим у плідників з ТМІ 34-25 – 6,15 %, а у бугаїв з ТМІ 53-35 він становив 10,03 %. Плідники III групи характеризуються впливом зменшення кута нахилу ратиць у корів-дочок на 0,14 %, але з найбільшою варіацією цієї ознаки – 13,60 %. В середньому по вибірці спостеріга-

ється збільшення кута нахилу ратиць на 3,32 % з коефіцієнтом мінливості 10,60 %.

Варто зазначити, що за індексом ратиць та ніг, як і за кутом нахилу ратиць різниця була вірогідною лише між I й III групами ( $P < 0,05$ ).

Бугаї-плідники з ТМІ 53-35 мали найбільший вплив на ознаки вим'я своїх дочок (табл. 6). Так, плідники I групи поліпшують індекс вимені на 20,71 % із мінливістю 6,88 %, тоді як бугаї II групи – лише на 11,84 із Св 6,14 %. Найменший поліпшуючий ефект у бугаїв-плідників III групи – лише 103,95 з найбільшою мінливістю 8,71 %. Слід зазначити, що вірогідна різниця була за індексом вимені між II й III групами ( $P < 0,01$ ) та між I і II й I і III групами ( $P < 0,001$ ).

**Таблиця 6**

Аналіз впливу бугаїв-плідників з різною племінною цінністю (ТМІ) на ознаки вим'я дочок, %

Показник	Дослідні групи бугаїв-плідників за ПЦ			В середньому по вибірці	
	I група (ТМІ 53-35)	II група (ТМІ 34-25)	III група (ТМІ 24-10)		
n	24	25	22	71	
Індекс вимені	M ± m	120,71 ± 1,73	111,84 ± 1,40	103,95 ± 1,98	112,39 ± 1,25
	Cv ± mCv	6,88 ± 0,99	6,14 ± 0,87	8,71 ± 1,31	9,37 ± 0,79
Глибина вимені	M ± m	116,25 ± 2,24	106,92 ± 1,60	101,55 ± 1,80	108,41 ± 1,29
	Cv ± mCv	9,24 ± 1,33	7,34 ± 1,04	8,11 ± 1,22	10,01 ± 0,84
Розміщення передніх дійок	M ± m	104,96 ± 2,16	103,68 ± 2,07	102,18 ± 2,70	103,65 ± 1,30
	Cv ± mCv	9,85 ± 1,42	9,77 ± 1,38	12,10 ± 1,82	10,61 ± 0,89
Розміщення задніх дійок	M ± m	93,92 ± 1,80	97,44 ± 2,06	99,32 ± 2,38	96,83 ± 1,20
	Cv ± mCv	9,21 ± 1,33	10,36 ± 1,47	11,00 ± 1,66	10,48 ± 0,88
Баланс вимені	M ± m	97,33 ± 1,77	94,48 ± 2,34	99,45 ± 3,09	96,99 ± 1,39
	Cv ± mCv	8,74 ± 1,26	12,11 ± 1,71	14,23 ± 2,15	12,06 ± 1,01
Переднє прикріплення вимені	M ± m	112,08 ± 1,96	106,40 ± 1,73	101,45 ± 2,35	106,79 ± 1,24
	Cv ± mCv	8,40 ± 1,21	7,97 ± 1,13	10,63 ± 1,60	9,81 ± 0,82
Ширина вим'я ззаду	M ± m	115,83 ± 1,81	109,64 ± 2,01	103,32 ± 2,37	109,77 ± 1,31
	Cv ± mCv	7,48 ± 1,08	9,00 ± 1,27	10,49 ± 1,58	10,04 ± 0,84
Висота задньої підвіски вим'я	M ± m	119,75 ± 1,83	111,72 ± 1,85	103,36 ± 1,96	111,85 ± 1,32
	Cv ± mCv	7,32 ± 1,06	8,10 ± 1,15	8,69 ± 1,31	9,93 ± 0,83
Підтримуюча зв'язка	M ± m	107,71 ± 1,59	107,16 ± 1,80	104,64 ± 2,55	106,56 ± 1,13
	Cv ± mCv	7,10 ± 1,02	8,21 ± 1,16	11,18 ± 1,68	8,96 ± 0,75
Довжина дійок	M ± m	102,58 ± 1,44	101,76 ± 1,57	98,23 ± 2,99	100,94 ± 1,18
	Cv ± mCv	6,75 ± 0,97	7,55 ± 1,07	13,96 ± 2,10	9,84 ± 0,83
Товщина дійок	M ± m	97,88 ± 2,39	98,04 ± 1,83	99,55 ± 2,36	98,45 ± 1,24
	Cv ± mCv	11,73 ± 1,69	9,13 ± 1,29	10,86 ± 1,64	10,63 ± 0,89

Бугаї-плідники всіх дослідних груп зменшують глибину вимені у своїх дочок в середньому на 8,41 % з мінливістю 10,01 %. Найбільший вплив на глибину вимені спостерігається у плідників з ТМІ 53-35 – 116,25 із коефіцієнтом мінливості 9,24 %. Бугаї з ТМІ 34-25 мали дещо менший вплив на дану ознаку (106,92), але з найменшою мінливістю (7,34 %), а плідники із ТМІ 24-10 зменшують глибину вимені у дочок – лише на 1,55 % із Св 8,11 %. Вірогідна різниця спостерігалася за глибиною вимені між I та II групами ( $P < 0,01$ ), між II і III ( $P < 0,05$ ) та між I й III ( $P < 0,001$ ).

Найбільшим впливом на розміщення дійок у дочок характеризувалися плідники I групи – 104,96 із мінливістю 9,85 % – на розміщення передніх й 93,92 із Св 9,21 – на розміщення задніх дійок. Бугаї III групи навпаки – характеризуються найменшим впливом на дані ознаки – лише 102,18 з варіацією 12,10 % – на розміщення передніх та 99,32 із Св 11,00 % – на розміщення задніх дійок. У плідників II групи ці показники становлять 103,68 з Св 9,77 % – щодо передніх та 97,44 з мінливістю 10,36 % – щодо розміщення задніх дійок. Із вище наведеного можна зробити висновки, що дочки бугаїв-плідників матимуть більш зближене розміщення дійок (передніх на 3,65 % та

задніх на 3,17 %), порівняно із середньостатистичною коровою НЧМ породи.

Аналізуючи дані щодо балансу вимені, ми дійшли висновку, що загалом та в цілому у корів-нащадків дослідних бугаїв спостерігається збільшення задніх долей вим'я на 3,01 % з мінливістю 12,06 %. Найменше збільшення задніх долей вим'я у дочок бугаїв-плідників з ТМІ 24-10 – всього 99,45 із Св 14,23 %, дещо більше у I групі – 97,33 із найменшим коефіцієнтом варіації 8,74 % і найбільше у плідників II групи – 94,48 з мінливістю 12,11 %.

Загалом по вибірці спостерігається зміцнення прикріплення передньої частини вимені у корів-дочок бугаїв на 6,79 % із мінливістю 9,81 %. Найбільшим впливом на дану ознаку відзначились бугаї-плідники з ТМІ 53-35 – 112,08 з мінливістю 8,40 %, у бугаїв з ТМІ 34-25 цей показник менший – 106,40 із Св 7,97 %, а у плідників з ТМІ 24-10 він становить лише 101,45 та є найбільш мінливим – 10,63 %. Вірогідна різниця була між I і II та I й III групами ( $P < 0,05$  та  $P < 0,001$ ).

Спостерігалася збільшення висоти задньої підвіски вим'я у корів-дочок на 11,85 % із мінливістю 9,93 %, а також ширини вим'я ззаду – на 9,77 із Св 10,04 %. Бугаї-плідники I групи збільшують ширину

вимені ззаду на 15,83 % з мінливістю 7,48 %, тоді як в бугаїв II та III груп цей показник становить лише 109,64 з Cv 9,00 % та 103,32 з мінливістю 10,49 % відповідно. За висотою задньої підвіски вим'я в дочок досліджуваних плідників спостерігається подібна динаміка збільшення. Найбільший цей показник був у бугаїв з ТМІ 53-35 – 119,75 % із найменшою мінливістю ознаки – 7,32 %, у плідників з ТМІ 34-25 та 24-10 ці показники були менші. За шириною вим'я ззаду спостерігалася вірогідна ( $P < 0,05$ ) різниця між I і II та II й III групами. Між вказаними групами вірогідна різниця ( $P < 0,01$ ) також була за висотою задньої підвіски вим'я, а між I й III групами – високовірогідна ( $P < 0,001$ ).

Досліджувані бугаї-плідники відзначалися здатністю зміцнювати підтримуючу зв'язку вимені в корів-дочок, загалом на 6,56 % з мінливістю 8,96 %. У плідників I та II дослідних груп поліпшуючий вплив складає 107,71 з мінливістю 7,1 % та 107,16 із Cv 8,21 %, а в бугаїв III групи, дещо менше – 104,64 з коефіцієнтом варіації 11,18 %.

Плідники I та II груп збільшують довжину дійок у своїх нащадків на 2,58 % та 1,76 % із мінливістю 6,75 % й 7,55 %. Бугаї з ТМІ 24-10 – навпаки, її зменшують на 1,77 % із найвищим коефіцієнтом мінливості – 13,96 %. Щодо товщини дійок – все навпаки, тобто спостерігається зменшення товщини дійок в дочок-нащадків плідників, як у дослідних групах, так і в середньому по вибірці (в цілому на 1,55 % із мінливістю 10,63 %). Зокрема, у I групі цей показник становить 97,88 (Cv 11,73 %), у II – 98,04, однак з найменшою варіацією (9,13 %), а у III – 99,55 з мінливістю 10,86 %.

### Висновки

1. Встановлено, що найбільшим поліпшуючим впливом на показники молочної продуктивності (індекс молочної продуктивності, надій молока, кількість молочного жиру та білка) корів-дочок характеризувалися бугаї-плідники НЧМ породи з ТМІ 53-35 та 34-25.

2. Корови-дочки бугаїв-плідників з ТМІ 53-35 ймовірно матимуть найкращу адаптаційну здатність до різних умов виробництва молока у стадах різних господарств. Оскільки у їхніх батьків спостерігався найбільший поліпшуючий вплив як на індекс високопродуктивності, так і на індекс випасу у нащадків.

3. Найбільший поліпшуючий вплив бугаїв-плідників на здоров'я вимені та кількість соматичних клітин в їх молоці в корів-дочок мали плідники НЧМ породи з ТМІ 53-35. Тоді, як найменший, але поліпшуючий вплив на кількість соматичних клітин у молоці дочок спостерігався у бугаїв з ТМІ 24-10 (лише 3,82 %). Позитивним впливом на збільшення швидкості молоковидення у дочок також відзначалися бугаї-плідники з ТМІ 53-35 та 24-10, а плідники з ТМІ 34-25, навпаки, її зменшували, за вірогідної ( $P < 0,05$ ) різниці лише між I та II групами.

4. Бугаї-плідники з ТМІ 53-35 характеризувалися найбільшим впливом в корів-дочок на висоту в крижах (зріст), індекс ратиць та ніг, а також на кут нахи-

лу їх ратиць. За цими ознаками плідники з ТМІ 24-10 мали найменший вплив на свої дочок. За впливом на кут нахилу ратиць та індекс ратиць й ніг вірогідна ( $P < 0,05$ ) різниця була між I й III групами.

5. Найбільший вплив на ознаки вим'я дочок (індекс вимені, глибина, ширина (ззаду), переднє прикріплення та висота задньої підвіски вим'я) спостерігався в бугаїв-плідників із ТМІ 53-35, а найменший – у бугаїв з ТМІ 24-10 (окрім прикріплення передньої частини вимені).

*Перспективи подальших досліджень.* У подальшому плануємо більш детально дослідити та вивчити вплив бугаїв-плідників НЧМ породи на продуктивність нащадків, залежно від типу оцінки їх плеємної цінності (gEBV чи EBV), а також виявити наявність або відсутність кореляцій між окремими ознаками.

### Відомості про конфлікт інтересів

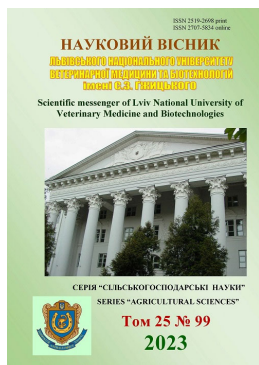
Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів щодо публікації цієї статті.

### References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Y. M., & Tkach, E. F. (2021a). Peculiarities of exterior of primary cows obtained from bulls Monbeliard, Norwegian red and Holstein breeds. *Animal Breeding and Genetics*, 61, 27–34. DOI: 10.31073/abg.61.04 (in Ukrainian).
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebylytsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Gutyj, B. V. (2021b). The cows calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021\_105.
- Bashchenko, M., Boiko, O., Sotnichenko, Yu., & Tkach, Ye. (2021). Domestic experience of application of crossing in herds of Ukrainian cows of red-spotted and black-spotted dairy breeds. *Bulletin of Agricultural Science*, 99(5), 45–49 DOI: 10.31073/agrovisnyk202105-06 (in Ukrainian).
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Y. M., Lesyk, Y. V., Iskra, R. Y., & Gutyj, B. V. (2023). Peculiarities of growth and further productivity of purebred and crossbred cows. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 118–124. DOI: 10.15421/022318.
- Benak, S., Bobić, T., Bilandžija, K., Steiner, Z., Aračić, A., Gregić, M., Eman, D., & Gantner, V. (2020). The differences in production of Holstein Friesian and Holstein Friesian x Norwegian Red F1 crossbreeds. *Mljekarstvo: journal for dairy production and processing improvement*, 70(4), 284–291. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2020.0406.
- Bodnaruk, V. Y., Zhmur, A. Y., Muzyka, L. I., Bodnar, P. V., & Orichivskyi, T. V. (2022). Acceleration of the selection process in the population of Black and Spotted cattle by using genetic markers. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(97), 213–217. DOI: 10.32718/nvlvet-a9735 (in Ukrainian).



- Buithuis, A. J., Hein, L., Sørensen, L. P., & Kargo, M. (2023). Correlation between breeding values for milk fatty acids and Nordic Total Merit index traits for Danish Holstein and Danish Jersey. *Journal of Dairy Science*, 106(8), 5554–5561. DOI: 10.3168/jds.2022-22575.
- Diaz-Lundahl, S., Sundaram, A. Y. M., Gillund, P., Gilfillan, G. D., Olsaker, I., & Krogenæs, A. (2022). Gene expression in embryos from Norwegian red bulls with high or low non return rate: An RNA-seq study of in vivo-produced single embryos. *Frontiers in Genetics*, 12, 1–13. DOI: 10.3389/fgene.2021.780113
- Fedorovych, E. I., Mazur, N. P., Fedorovych, V. V., Shuplyk, V. V., & Bodnar, P. V. (2022). Produktyvne dovolittia molochnoi khudoby v Ukraini. Za red. E. I. Fedorovych & V. V. Fedorovych. Kamianets-Podilskyi: Vydavets PP Zvoleiko D. H. (in Ukrainian).
- Fedorovych, E., Fedorovych, V., Mazur, N., Bodnar, P., & Fyl, S. (2019). The influence of environmental factors on the dairy productivity of cows. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 3(38), 44–53. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2019.3.7 (in Ukrainian).
- Ferris, C. P., Patterson, D. C., Gordon, F. J., Watson, S., & Kilpatrick, D. J. (2014). Calving traits, milk production, body condition, fertility, and survival of Holstein-Friesian and Norwegian Red dairy cattle on commercial dairy farms over 5 lactations. *Journal of Dairy Science*, 97(8), 5206–5218. DOI: 10.3168/jds.2013-7457.
- Fyl, S. I., Fedorovych, E. I., & Bodnar, P. V. (2019). Milk productivity of cows-daughters from different bulls. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Agricultural sciences, 21(90), 68–75. DOI: 10.32718/nvlvet-a9012 (in Ukrainian).
- GENO SA. (2021, June 1). Feed\$aved™ – Select for reduced feed costs. Norwegian Red. URL: [https://www.norwegianred.com/about-norwegian-red/norwegian-ebvs/feed\\$aved--select-for-reduced-feed-costs/](https://www.norwegianred.com/about-norwegian-red/norwegian-ebvs/feed$aved--select-for-reduced-feed-costs/) (Accessed 17 September 2023).
- GENO SA. (2021a, June 1). Grazing Index and High Production Index. Norwegian Red. URL: <https://www.norwegianred.com/about-norwegian-red/norwegian-ebvs/grazing-index-and-high-production-index/> (Accessed 17 September 2023).
- GENO SA. (2021b, May 5). Interpreting Norwegian Proofs. Norwegian Red. URL: <https://www.norwegianred.com/about-norwegian-red/norwegian-ebvs/interpreting-norwegian-red-proof/> (Accessed 19 September 2023).
- GENO SA. (2023, April 4). Sire Catalogue. Norwegian Red. URL: <https://www.norwegianred.com/sirecatalogue/> (Accessed 14 April 2023).
- GENO SA. (2023a, June 19). Norwegian Red characteristics. Norwegian Red. URL: <https://www.norwegianred.com/about-norwegian-red/norwegian-red-characteristics/> (Accessed 21 September 2023).
- GENO SA. (2023b, June 19). The Norwegian Estimated Breeding Values (EBVs). Norwegian Red. URL: <https://www.norwegianred.com/about-norwegian-red/norwegian-ebvs/> (Accessed 11 September 2023).
- GENO SA. (2023c, March 31). Geno releases new revisions on the Total Merit Index (TMI) for Norwegian Red. Norwegian Red. URL: <https://www.norwegianred.com/news/geno-releases-new-revisions-on-the-total-merit-index-tmi-for-norwegian-red/> (Accessed 11 September 2023).
- Kargo, M., Hjortø, L., Toivonen, M., Eriksson, J. A., Aamand, G. P., & Pedersen, J. (2014). Economic basis for the Nordic Total Merit index. *Journal of Dairy Science*, 97(12), 7879–7888. DOI: 10.3168/jds.2013-7694.
- Kelly, D. N., Conroy, S. B., Murphy, C. P., Sleator, R. D., & Berry, D. P. (2020). Feed and production efficiency of young crossbred beef cattle stratified on a terminal total merit index. *Translational Animal Science*, 4(3), 1–13. DOI: 10.1093/tas/txaa106.
- Muzyka, L. I., Bodnar, P. V., Bodnaruk, V. Y., Zhmur, A. J., & Mykytiuk, V. V. (2022). Productive and reproductive qualities of animals of the Ukrainian black and spotted dairy breed in breeding farms of the western region of Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Agricultural sciences, 24(97), 203–212. DOI: 10.32718/nvlvet-a9734 (in Ukrainian).
- Petrovska, I. R., Salyha, Y. T., & Vudmaska, I. V. (2022). Statistical methods in biological research: educational and methodological manual. Kyiv: Agrarian Science. (in Ukrainian).
- Pytlewski, J., Antkowiak, I. R., & Czerniawska-Piątkowska, E. (2022). Assessment of Breeding and Milking Performance of Polish Holstein-Friesian Black-and-White cows (HO) and Crosses with the Norwegian Red Breed (HO × NR). *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis*, 364(63)3, 8–14. DOI: 10.21005/AAPZ2022.63.3.2.
- Rinell, E., & Heringstad, B. (2018). The effects of crossbreeding with Norwegian Red dairy cattle on common postpartum diseases, fertility and body condition score. *Animal*, 12(12), 2619–2626. DOI: 10.1017/S175173111800037X.
- Roin, N. R., Larsen, L. B., Comi, I., Devold, T. G., Eliassen, T. I., Inglingstad, R. A., Vegarud, G. E., & Poulsen, N. A. (2022). Identification of rare genetic variants of the  $\alpha$ S-caseins in milk from native Norwegian dairy breeds and comparison of protein composition with milk from high-yielding Norwegian Red cows. *Journal of Dairy Science*, 105(2), 1014–1027. DOI: 10.3168/jds.2021-20455.
- Wethal, K. B., & Heringstad, B. (2019). Genetic analyses of novel temperament and milkability traits in Norwegian Red cattle based on data from automatic milking systems. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 8221–8233. DOI: 10.3168/jds.2019-16625.



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-a9941

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

UDC 636.4.082

## Signs of individual development of young pigs and their relationship with fattening and meat qualities under the condition of industrial technology of their cultivation

L. V. Zasukha<sup>1</sup>, V. M. Voloshchuk<sup>1</sup>, V. I. Khalak<sup>2</sup>✉, B. V. Gutyj<sup>3</sup>, O. M. Bordun<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Pig Breeding and AIP of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine

<sup>2</sup>State Institution Institute of Grain Crops NAAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>4</sup>Institute of Agriculture of the North-East of NAAS of Ukraine, v. Sad, Sumy region, Ukraine

### Article info

Received 16.10.2023

Received in revised form

20.11.2023

Accepted 21.11.2023

**Zasukha, L. V., Voloshchuk, V. M., Khalak, V. I., Gutyj, B. V., & Bordun, O. M. (2023). Signs of individual development of young pigs and their relationship with fattening and meat qualities under the condition of industrial technology of their cultivation. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 25(99), 257–264. doi: 10.32718/nvlvet-a9941**

Institute of Pig Breeding and AIP  
of the National Academy of  
Agrarian Sciences of Ukraine,  
Swedish Grave Str., 1, Poltava,  
36013, Ukraine.

State Institution Institute of  
grain crops of NAAS,  
V. Vernadsky Str., 14, Dnipro,  
49027, Ukraine.  
Tel.: +38-067-892-44-04  
E-mail: v16kh91@gmail.com

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

Institute of Agriculture of the  
North-East of NAAS of Ukraine,  
Zelena Str., 1, v. Sad, Sumy region,  
42343, Ukraine.

The purpose of this work was to investigate the indicators of individual development of young pigs and their relationship with fattening and meat qualities under the condition of industrial technology of their cultivation, as well as to calculate the economic efficiency of the research results. The experimental part of the work was carried out at Agropriime Holding LLC of the Odesa region, the laboratory of innovative technologies, and experimental livestock facilities of the Institute of Pig Breeding and APV of the National Academy of Sciences. The assessment of animals according to indicators of individual development, fattening, and meat qualities was carried out taking into account the following characteristics: live weight at the time of birth, at 4 and 6 months of age (kg), average daily increase in live weight during the period of control fattening (g); age of reaching live weight of 100 kg, days, length of chilled carcass (cm); length of the bacon half of the cooled carcass (cm); fat thickness at the level of 6–7 thoracic vertebrae (mm). A comprehensive evaluation of young pigs according to individual development indicators was carried out using the index “intensity of formation” and “uniformity of growth”. Biometric processing of research results and calculation of the economic efficiency of research results were carried out according to generally accepted methods. It was established that the young pigs of the 1st experimental group (inbred differentiation according to the “formation intensity” index ( $\Delta t = 0.9354-1.0871$ ) outperformed the peers of the 3rd experimental group ( $\Delta t = 0.5737-0.7077$ ) in terms of average daily live weight gain on 37.6 g ( $td = 2.87$ ;  $P < 0.01$ ), age of reaching 100 kg live weight – 5.6 days ( $td = 3.35$ ;  $P < 0.01$ ), Tyler B. index – 3.03 points ( $td = 0.73$ ;  $P > 0.05$ ). The maximum length of the chilled carcass (97.0 cm) and the minimum thickness of lard at the level of 6–7 thoracic vertebrae (20.5 mm) were found in animals of the III experimental group. The difference between the animals of the experimental groups (inbred differentiation according to the “evenness of growth” index) in terms of live weight at birth, at 2 and 4 months of age, average daily live weight gain, age at which live weight is 100 kg, fat thickness at the level of 6–7 thoracic vertebrae and the length of the chilled carcass is 7.20 %. The number of reliable correlations between indicators of live weight at the time of birth, at the age of 2 and 4 months, fattening and meat qualities, the index “intensity of formation” ( $\Delta t$ ), “growth intensity” index and Tyler B. index is 71.42 %, which indicates the effectiveness of their use in selection and breeding work. The use of young pigs with the index “intensity of formation”  $\Delta t = 0.9354-1.0871$  and the index “intensity of growth”  $Ig = 0.0143-0.0185$  provides additional production at the level of +2.65 – +2.20 %, respectively.

**Key words:** young pigs, breed, index, intensity of formation, uniformity of growth, fattening and meat qualities, correlation, economic efficiency.

## Ознаки індивідуального розвитку молодняку свиней та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якістьми за умови промислової технології їх вирощування

Л. В. Засуха<sup>1</sup>, В. М. Волощук<sup>1</sup>, В. І. Халак<sup>2✉</sup>, Б. В. Гутий<sup>3</sup>, О. М. Бордун<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Інститут свинарства і АПВ НААН, м. Полтава, Україна

<sup>2</sup>Державна установа “Інститут зернових культур НААН”, м. Дніпро, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>4</sup>Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН, с. Сад, Сумська обл., Україна

Метою даної роботи було дослідити показники індивідуального розвитку молодняку свиней та їх зв'язок з відгодівельними та м'ясними якістьми за умови промислової технології їх вирощування, а також розрахувати економічну ефективність результатів дослідження. Експериментальну частину роботи виконано в ТОВ “Агропрайм Холдинг” Одеської області та лабораторії інноваційних технологій та експериментальних тваринницьких об'єктів Інституту свинарства і АПВ НААН. Оцінку тварин за показниками індивідуального розвитку, відгодівельними і м'ясними якістьми проводили з урахуванням наступних ознак: жива маса на час народження, у 4 і 6-місячному віці (кг), середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі (г); вік досягнення живої маси 100 кг, діб, довжина охолодженої туші (см); довжина беконної половини охолодженої туші (см); товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (мм). Комплексну оцінку молодняку свиней за показниками індивідуального розвитку проводили за індексом “інтенсивність формування” та індексом “рівномірність росту”. Біометричну обробку результатів досліджень та розрахунків економічної ефективності результатів досліджень проводили за загальноприйнятими методиками. Установлено, що молодняк свиней I піддослідної групи (внутрішродна диференціація за індексом “інтенсивність формування” ( $\Delta t = 0,9354-1,0871$ ) переважає ровесників III піддослідної групи ( $\Delta t = 0,5737-0,7077$ ) за середньодобовим приростом живої маси на 37,6 г ( $td = 2,87$ ;  $P < 0,01$ ), віком досягнення живої маси 100 кг – 5,6 діб ( $td = 3,35$ ;  $P < 0,01$ ), індексом Тайлера Б. – 3,03 бала ( $td = 0,73$ ;  $P > 0,05$ ). Максимальну довжину охолодженої туші (97,0 см) та мінімальну товщину шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (20,5 мм) виявлено у тварин III піддослідної групи. Різниця між тваринами піддослідних груп (внутрішродна диференціація за індексом “рівномірність росту”) за живою масою на час народження, у 2- і 4-місячному віці, середньодобовим приростом живої маси, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних хребців і довжиною охолодженої туші становить 7,20 %. Кількість достовірних кореляційних зв'язків між показниками живої маси на час народження, у 2- і 4-місячному віці, відгодівельними і м'ясними якістьми, індексом “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ), індексом “інтенсивність росту” та індексом Тайлера Б. становить 71,42 %, що свідчить про ефективність їх використання в селекційно-племінній роботі. Використання молодняку свиней з індексом “інтенсивність формування”  $\Delta t = 0,9354-1,0871$  та індексом “інтенсивність росту”  $Ip = 0,0143-0,0185$  забезпечує одержання додаткової продукції на рівні +2,65 – +2,20 % відповідно.

**Ключові слова:** молодняк свиней, порода, індекс, інтенсивність формування, рівномірність росту, відгодівельні і м'ясні якості, кореляція, економічна ефективність.

### Вступ

Важливими факторами, які впливають на виробництво високоякісної свинини, поряд з оптимізацією умов утримання та годівлі тварин різних статевих вікових груп є впровадження інноваційних методів оцінки племінної цінності кнурів-плідників, свиноматок та їх потомства, а також відбір високопродуктивних тварин на основі їх оцінки за абсолютними показниками розвитку у ранньому онтогенезі, а також з використанням оціночних індексів (Pankiev, 2003; Bordun, 2007; Birta & Burhu, 2012; Rybalko & Floka, 2014; Tsereniuk, 2014; Voloshchuk et al., 2017; Khrankova & Povod, 2017, 2018; Khalak et al., 2019, 2020; Khalak & Ivanina, 2021; Khalak et al., 2022, 2023).

Так, результатами дослідження Гришиної Л. П. і Краснощока О. О. (Hryshyna & Krasnoshchok, 2019) встановлено, що інтенсивність формування впливає на проміри свиней. Автори зазначають, що проміри обхвату, глибини та ширини грудей у чотири- та шестимісячному віці у свиней великої білої породи з високою інтенсивністю формування достовірно ( $P \leq 0,001$ ) перевищують ровесників модального класу та класу мінус-варіант. За проміром напівобхвату заду молодняк свиней (мінус-варіант) у чотирьохмісячному віці значно поступалися ровесниками протилежно-

го класу (плюс-варіант) на 18,47 % ( $P \leq 0,001$ ), у шість місяців ця різниця скоротилась до 7,1 %. Аналогічні результати були отримані від тварин другої (велика біла × ландрас), третьої (велика біла × (дюрок × гемшир)) та четвертої (велика біла × ландрас) × (дюрок × гемшир) дослідних груп. Помісні тварини II дослідної групи вирізнялися вищим показником індексу розтягнутості як у чотири, так і шість місяців, а перевага над контрольною групою становила, відповідно, 15,93 % ( $P \leq 0,001$ ) і 8,47 % ( $P \leq 0,05$ ). Установлено, що у шестимісячному віці гібридні тварини мали більш виражений м'ясний тип і за індексом м'ясності переважали своїх чистопородних та помісних однолітків, відповідно на 12,23 % ( $P \leq 0,001$ ) і 4,23 %, індексом масивності – на 4,72 % ( $P \leq 0,05$ ) і 5,63% ( $P \leq 0,05$ ), мали краще розвинену грудну частину тіла; грудний індекс був вищим на 8,72 % ( $P \leq 0,001$ ) і на 4,05 % ( $P \leq 0,05$ ).

Про актуальність даного вектору наукової роботи свідчать результати дослідження (Kim et al., 2000; Topikha & Hryhoreva, 2013) та інших вітчизняних та зарубіжних авторів.

### Мета досліджень

Мета роботи – дослідити показники індивідуального розвитку молодняку свиней та їх зв'язок з відго-



дівельними та м'ясними якостями за умови промислової технології їх вирощування, а також розрахувати економічну ефективність результатів дослідження.

### Матеріал і методи досліджень

Експериментальну частину роботи виконано в ТОВ “Агропрайм Холдинг” Одеської області та лабораторії інноваційних технологій та експериментальних тваринницьких об'єктів Інституту свинарства і АПВ НААН.

Оцінку молодняку свиней великої білої породи за показниками індивідуального розвитку у ранньому онтогенезі, відгодівельними і м'ясними якостями проводили з урахуванням наступних показників: жива маса на час народження, у 2- і 4-місячному віці, кг, середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г; вік досягнення живої маси 100 кг, діб, довжина охолодженої туші, см; товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм (Berezovskyi & Khatko, 2005).

Індекс “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ) (1), індекс “рівномірність росту” (2) та індекс Тайлера Б. (3): розраховували за наступними формулами:

$$\Delta t = \frac{W_2 - W_0}{0,5 \times (W_2 + W_0)} - \frac{W_4 - W_2}{0,5 \times (W_4 + W_2)}, \quad (1)$$

де:  $\Delta t$  – індекс “інтенсивність формування”, бала;  $W_0$  – жива маса на час народження, кг,  $W_2$  – жива маса у 2-місячному віці, кг,  $W_4$  – жива маса у 4-місячному віці, кг (Kovalenko et al., 2008);

$$I_p = \frac{1}{1 + \Delta t} \times CП \quad (2)$$

де:  $I_p$  – індекс “рівномірність росту”, бала;  $\Delta t$  – індекс “інтенсивність формування”, бала;  $CП$  – середньодобовий приріст живої маси за обліковий період (0–4 міс), г; (Kovalenko et al., 2008);

$$I = 100 + (242 \times K) - (4,13 \times L) \quad (3)$$

де:  $I$  – індекс Тайлера Б., бала,  $K$  – середньодобовий приріст, кг;  $L$  – товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм (Berezovskyi et al., 2012).

Формування піддослідних груп тварин проводили за результатами розрахунку індексів  $\Delta t$  (1) та  $I_p$  (2) та визначення класу їх розподілу. Відхилення від середнього значення індексу дорівнювало  $\pm 0,67 \times G$ .

Вартість додаткової продукції розраховували на основі наступних даних: закупівельна ціна одиниці продукції, відповідно до існуючих цін, які діють в Україні; середня продуктивність тварин; середня надбавка основної продукції (%), яка виражена у відсотках на 1 голову при застосуванні нового і поліпшеного селекційного досягнення порівняно з продуктивністю тварин базового використання; чисельність поголів'я сільськогосподарських тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення. Постійний коефіцієнт зменшення результату, який пов'язаний з

додатковими витратами на прибуткову продукцію дорівнював 0,75.

Біометричну обробку одержаних даних проводили за загальноприйнятими методиками (Kovalenko et al., 2010; Petrovska et al., 2022; Khalak & Gutj, 2022).

Силу кореляційних зв'язків між ознаками визначали за шкалою Чеддока (Sidorova et al., 2003) (табл. 1).

**Таблиця 1**

Шкала Чеддока для градації сили кореляційного зв'язку між кількісними ознаками

Значення коефіцієнта кореляції	Сила кореляційного зв'язку
0,1–0,3	Слабка
0,3–0,5	Помірна
0,5–0,7	Помітна
0,7–0,9	Висока
0,9–0,99	Дуже висока

### Результати та їх обговорення

Встановлено, що молодняк свиней піддослідної групи ( $n = 42$ ) характеризується достатньо високими показниками індивідуального розвитку у ранньому онтогенезі, а також відгодівельних і м'ясних якостей. Так, жива маса тварин на час народження становить  $1,50 \pm 0,028$  кг ( $Cv = 12,34\%$ ), у 2- і 4-місячному віці –  $18,3 \pm 0,22$  ( $Cv = 7,98\%$ ) і  $47,2 \pm 0,62$  кг ( $Cv = 8,55\%$ ) відповідно. Індекс “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ) та індекс “рівномірності росту” за період вирощування молодняку свиней від народження до 4-місячного віку дорівнюють  $0,821 \pm 0,023$  ( $Cv = 18,27\%$ ) і  $0,012 \pm 0,0005$  ( $Cv = 26,34\%$ ) балів відповідно; індекс Тайлера Б. коливається у межах від 126,13 до 182,36 балів.

За період контрольної відгодівлі середньодобовий приріст живої маси молодняку свиней становить  $780,4 \pm 5,91$  г ( $Cv = 4,91\%$ ), вік досягнення живої маси 100 кг –  $177,5 \pm 0,80$  діб ( $Cv = 2,95\%$ ), товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців –  $20,7 \pm 0,34$  мм ( $Cv = 10,68\%$ ), довжина охолодженої туші –  $96,6 \pm 0,35$  см ( $Cv = 1,77\%$ ).

Результати дослідження показників індивідуального розвитку, відгодівельних і м'ясних якостей молодняку свиней різної диференціації за індексом “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ) та індексом “рівномірність росту” ( $I_p$ ) наведено у таблицях 2 і 3.

Установлено, що різниця між тваринами III і I груп за живою масою на час народження становить  $0,21$  кг ( $td = 3,23$ ;  $P < 0,01$ ) і 4-місячному віці –  $7,7$  кг ( $td = 7,51$ ;  $P < 0,001$ ) відповідно (табл. 2).

Протилежну закономірність встановлено між тваринами піддослідних груп за живою масою у 2-місячному віці. Так, молодняк свиней I групи переважав ровесників III групи за даним показником на  $2,9$  кг ( $td = 10,74$ ;  $P < 0,001$ ).



**Таблиця 2**

Показники індивідуального розвитку, відгодівельних і м'ясних якостей молодняку свиней різної диференціації за індексом “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ )

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники	Градації індексу “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ; 0–2–4)			
		0,9354–1,0871	0,6822–0,9125	0,5737–0,7077	
		група			
	n	I	II	III	
Жива маса на час народження, кг	$X \pm Sx$	14	1,39 ± 0,041	1,50 ± 0,038	1,60 ± 0,052
	$\sigma \pm X\sigma$		0,154 ± 0,001	0,140 ± 0,026	0,190 ± 0,035
	$Cv \pm Scv, \%$		11,07 ± 2,000	9,33 ± 1,763	11,87 ± 2,243
Жива маса у 2-місячному віці, кг	$X \pm Sx$		19,9 ± 0,17	18,1 ± 0,28	17,0 ± 0,22
	$\sigma \pm X\sigma$		0,67 ± 0,126	1,06 ± 0,200	0,85 ± 0,160
	$Cv \pm Scv, \%$		3,36 ± 0,635	5,85 ± 1,105	5,00 ± 0,945
Жива маса у 4-місячному віці, кг	$X \pm Sx$		43,5 ± 0,78	46,9 ± 0,54	51,2 ± 0,67
	$\sigma \pm X\sigma$		2,93 ± 0,553	2,04 ± 0,385	2,52 ± 0,476
	$Cv \pm Scv, \%$		6,73 ± 1,272	4,34 ± 0,820	4,92 ± 0,930
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	$X \pm Sx$		801,7 ± 10,17	776,4 ± 10,37	764,1 ± 8,21
	$\sigma \pm X\sigma$		38,06 ± 7,194	37,40 ± 7,347	31,82 ± 5,71
	$Cv \pm Scv, \%$		4,74 ± 0,896	4,81 ± 0,944	4,16 ± 0,760
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	$X \pm Sx$		174,8 ± 1,11	177,0 ± 1,48	180,4 ± 1,25
	$\sigma \pm X\sigma$		4,15 ± 0,784	5,34 ± 0,1,049	4,86 ± 0,888
	$Cv \pm Scv, \%$		2,37 ± 0,448	3,01 ± 0,591	2,69 ± 0,491
Товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм	$X \pm Sx$		20,8 ± 0,39	20,9 ± 0,67	20,5 ± 0,69
	$\sigma \pm X\sigma$		1,46 ± 0,275	2,43 ± 0,477	2,69 ± 0,491
	$Cv \pm Scv, \%$		7,01 ± 1,325	11,62 ± 2,282	13,12 ± 2,398
Індекс Тайлера Б., бала	$X \pm Sx$		151,08 ± 2,151	148,56 ± 3,919	148,05 ± 3,539
	$\sigma \pm X\sigma$		8,07 ± 1,525	14,13 ± 2,776	13,70 ± 2,504
	$Cv \pm Scv, \%$		5,34 ± 1,009	9,51 ± 1,868	9,25 ± 1,691
Довжина охолодженої туші, см	n	7	7	10	
	$X \pm Sx$		95,8 ± 0,45	96,8 ± 0,50	97,0 ± 0,68
	$\sigma \pm X\sigma$		1,21 ± 0,323	1,34 ± 0,358	2,16 ± 0,483
$Cv \pm Scv, \%$		1,26 ± 0,336	1,38 ± 0,368	2,22 ± 0,496	

З урахуванням внутріпородної диференціації за індексом “інтенсивність формування” встановлено, що молодняк свиней I підслідної групи переважав ровесників III групи за середньодобовим приростом живої маси на 37,6 г ( $td = 2,87$ ;  $P < 0,01$ ), віком досягнення живої маси 100 кг – 5,6 діб ( $td = 3,35$ ;  $P < 0,01$ ), індексом Тайлера Б. – 3,03 бала ( $td = 0,73$ ;  $P > 0,05$ ). Максимальну довжину охолодженої туші (97,0 см) та мініма-

льну товщину шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (20,5 мм) виявлено у тварин III підслідної групи.

Внутріпородна диференціації молодняку свиней за індексом “рівномірність росту” показала, що різниця між тваринами I і III підслідних груп за живою масою на час народження становить 0,16 кг ( $td = 2,28$ ;  $P < 0,08$ ) і 4-місячному віці – 7,5 кг ( $td = 7,65$ ;  $P < 0,001$ ) відповідно (табл. 3).

**Таблиця 3**

Показників індивідуального розвитку, відгодівельних і м'ясних якостей молодняку свиней різної диференціації за індексом “рівномірність росту” ( $I_r$ )

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники	Градації індексу “рівномірність росту” ( $I_r$ ; 0–2–4)			
		0,0143–0,0185	0,0103–0,0140	0,0074–0,0099	
		група			
	n	I	II	III	
Жива маса на час народження, кг	$X \pm Sx$	15	1,42 ± 0,047	1,50 ± 0,032	1,58 ± 0,053
	$\sigma \pm X\sigma$		0,182 ± 0,0332	0,110 ± 0,022	0,206 ± 0,0376
	$Cv \pm Scv, \%$		12,81 ± 2,341	7,33 ± 1,498	13,03 ± 2,382
Жива маса у 2-місячному віці, кг	$X \pm Sx$		19,9 ± 0,16	18,2 ± 0,21	16,9 ± 0,22
	$\sigma \pm X\sigma$		0,64 ± 0,117	0,73 ± 0,149	0,88 ± 0,160
	$Cv \pm Scv, \%$		3,21 ± 0,586	4,01 ± 0,820	5,20 ± 0,950
Жива маса у 4-місячному віці, кг	$X \pm Sx$		43,5 ± 0,73	47,1 ± 0,57	51,0 ± 0,67
	$\sigma \pm X\sigma$		2,83 ± 0,517	2,00 ± 0,408	2,55 ± 0,467
	$Cv \pm Scv, \%$		6,50 ± 1,188	4,24 ± 0,867	5,00 ± 0,914
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	$X \pm Sx$		798,0 ± 10,14	778,8 ± 10,96	764,1 ± 8,21
	$\sigma \pm X\sigma$		39,29 ± 7,182	37,97 ± 7,764	31,82 ± 5,817
	$Cv \pm Scv, \%$		4,92 ± 0,899	4,87 ± 0,995	4,16 ± 0,760

Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	$X \pm Sx$	175,6 ± 1,27	176,2 ± 1,39	180,4 ± 1,25
	$\sigma \pm X\sigma$	4,92 ± 0,899	4,82 ± 0,985	4,86 ± 0,888
	$Cv \pm Scv, \%$	2,80 ± 0,511	2,73 ± 0,558	2,69 ± 0,491
Товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм	$X \pm Sx$	21,0 ± 0,41	20,6 ± 0,67	20,5 ± 0,69
	$\sigma \pm X\sigma$	1,62 ± 0,296	2,34 ± 0,478	2,69 ± 0,491
	$Cv \pm Scv, \%$	7,71 ± 1,409	11,35 ± 2,321	13,12 ± 2,398
Індекс Тайлера Б., бала	$X \pm Sx$	149,51 ± 2,553	150,32 ± 3,808	148,05 ± 3,539
	$\sigma \pm X\sigma$	9,88 ± 1,806	13,19 ± 2,697	13,70 ± 2,504
	$Cv \pm Scv, \%$	6,60 ± 1,206	8,77 ± 1,793	9,25 ± 1,691
	<b>n</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
Довжина охолодженої туші, см	$X \pm Sx$	95,8 ± 0,45	96,8 ± 0,50	97,0 ± 0,68
	$\sigma \pm X\sigma$	1,21 ± 0,323	1,34 ± 0,358	2,16 ± 0,483
	$Cv \pm Scv, \%$	1,26 ± 0,338	1,38 ± 0,368	2,22 ± 0,496

Різниця між тваринами I, II і III піддослідних груп за живою масою у 2-місячному віці становить 1,7 (td = 6,53; P < 0,001) і 3,0 кг (td = 11,11; P < 0,05).

Установлено, що молодняк свиней I піддослідної групи переважав ровесників II і III груп за середньодобовим приростом живої маси на 19,2 (td = 1,28; P > 0,05) і 33,9 г (td = 2,59; P < 0,05), віком досягнення живої маси 100 кг – 0,6 (td = 0,31; P > 0,05) і 4,8 діб (td = 2,69; P < 0,05). Максимальну довжину охоло-

дженої туші (97,0 см) та мінімальне значення товщини шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (20,5 мм) виявлено у тварин III піддослідної групи. Індекс Тайлера Б. коливається у межах від 148,05 до 150,32 балів.

Результати розрахунку коефіцієнту парної кореляції між ознаками відгодівельних і м'ясних якостей, індексами “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ; 0–2–4), “рівномірність росту” (Ip; 0–2–4) та індексом Тайлера Б. наведено в таблиці 4.

**Таблиця 4**

Рівень кореляційних зв'язків між відгодівельними і м'ясними якостями молодняку свиней, індексами “інтенсивність формування”, “рівномірність росту” та індексом Тайлера Б.

Ознак	y	Біометричні показники		Сила кореляційного зв'язку
		$r \pm Sr$	tr	
Жива маса на час народження, кг	1	-0,417 ± 0,1275**	3,27	Помірна
	2	-0,422 ± 0,1268**	3,33	Помірна
	3	-0,286 ± 0,1417*	2,02	Слабка
Жива маса у 2-місячному віці, кг	1	+0,873 ± 0,0367***	23,78	Висока
	2	+0,867 ± 0,0383***	22,63	Висока
	3	-0,006 ± 0,1543	0,04	-
Жива маса у 4-місячному віці, кг	1	-0,857 ± 0,0410***	20,91	Висока
	2	-0,857 ± 0,0410***	20,91	Висока
	3	-0,135 ± 0,1515	0,89	Слабка
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	1	+0,459 ± 0,1218***	3,77	Помірна
	2	+0,461 ± 0,1215***	3,79	Помірна
	3	+0,605 ± 0,0978***	6,18	Помітна
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	1	-0,443 ± 0,1240***	3,57	Помірна
	2	-0,437 ± 0,1249**	3,50	Помірна
	3	-0,681 ± 0,0828***	8,23	Помітна
Товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм	1	+0,033 ± 0,1542	0,21	-
	2	+0,033 ± 0,1542	0,21	-
	3	-0,934 ± 0,0197***	47,42	Дуже висока
Довжина охолодженої туші, см	1	-0,249 ± 0,1448	1,72	Слабка
	2	-0,263 ± 0,1436	1,83	Слабка
	3	+0,323 ± 0,1382*	2,34	Помірна

Примітка: 1 – індекс “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ), бала; 2 – індекс “рівномірність росту” (Ip), бала; 3 – індекс Тайлера Б., бала; \* – P < 0,05; \*\*\* – P < 0,001

Установлено, що даний біометричний показник варіює в межах від -0,934 (індекс Тайлера Б. × товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців) до +0,873 (індекс “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ) × жива маса молодняку свиней у 2-місячному віці).

Достовірні коефіцієнти парної кореляції встановлено також між наступними парами ознак: жива маса на час народження × індекс “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ) ( $r = -0,417$ ); жива маса на час народження × індекс “рівномірність росту” (Ip) ( $r = -0,422$ ), жива маса на час народження × індекс Тайлера Б.

( $r = -0,286$ ), жива маса у 2-місячному віці × індекс “рівномірність росту” (Ip) ( $r = +0,867$ ), жива маса у 4-місячному віці × індекс “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ) ( $r = -0,857$ ); жива маса у 4-місячному віці × індекс “рівномірність росту” (Ip) ( $r = -0,857$ ); середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі × індекс “інтенсивність формування” ( $r = +0,459$ ); середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі × індекс “рівномірність росту” (Ip) ( $r = +0,461$ ); середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі × індекс

Тайлера Б. ( $r = +0,605$ ); вік досягнення живої маси  $100 \times$  індекс “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ) ( $r = -0,443$ ); вік досягнення живої маси  $100 \times$  індекс “рівномірність росту” ( $I_r$ ) ( $r = -0,437$ ); вік досягнення живої маси  $100 \times$  індекс Тайлера Б. ( $r = -0,681$ ); довжина охолодженої туші  $\times$  індекс Тайлера Б. ( $r = +0,323$ ).

Розрахунок економічної ефективності результатів досліджень свідчить, що максимальну прибавку додаткової продукції одержано від молодняку свиней I піддослідної групи внутріпородної диференціації за індексом “інтенсивність формування” (+2,65 %) та індексом “рівномірність росту” (+2,20 %) (табл. 5).

**Таблиця 5**

Економічна ефективність результатів досліджень

Група	Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	Прибавка додаткової продукції, %	Вартість додаткової продукції, грн. /гол
Загальна вибірка	780,4 ± 5,91	-	-
<i>внутріпородна диференціація за індексом «інтенсивність формування» (<math>\Delta t</math>)</i>			
III	764,1 ± 8,21	-2,08	-174,40
II	776,4 ± 10,37	-0,51	-41,95
I	801,7 ± 10,17	+2,65	+215,29
<i>внутріпородна диференціація за індексом «рівномірність росту» (<math>I_r</math>)</i>			
III	764,1 ± 8,21	-2,08	-174,40
II	778,8 ± 10,96	-0,20	-16,37
I	798,0 ± 10,14	+2,20	+179,55

Примітка: \* – ціна реалізації молодняку свиней на час проведення дослідження дорівнювала 79,45 гривень за 1 кг живої маси

Вартість додаткової продукції, яку було одержано від молодняку свиней зазначених груп дорівнює +215,29 і +179,55 грн. / гол відповідно.

сом “інтенсивність росту”  $I_r = 0,0143-0,0185$  забезпечує одержання додаткової продукції на рівні +2,65 – +2,20 % відповідно.

### Висновки

1. Установлено, що за живою масою у 2 і 4-місячному віці, відгодівельними і м'ясними якістьями (вік досягнення живої маси 100 кг, діб; товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм; довжина охолодженої туші, см) молодняк свиней підконтрольної популяції належить до I класу та класу еліта.

2. Установлено, що молодняк свиней I піддослідної групи (внутріпородна диференціація за індексом “інтенсивність формування” ( $\Delta t = 0,9354-1,0871$ )) переважає ровесників III піддослідної групи ( $\Delta t = 0,5737-0,7077$ ) за середньодобовим приростом живої маси на 37,6 г ( $t_d = 2,87$ ;  $P < 0,01$ ), віком досягнення живої маси 100 кг – 5,6 діб ( $t_d = 3,35$ ;  $P < 0,01$ ), індексом Тайлера Б. – 3,03 бала ( $t_d = 0,73$ ;  $P > 0,05$ ). Максимальну довжину охолодженої туші (97,0 см) та мінімальну товщину шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (20,5 мм) виявлено у тварин III піддослідної групи.

3. Різниця між тваринами піддослідних груп (внутріпородна диференціація за індексом “рівномірність росту”) за живою масою на час народження, у 2- і 4-місячному віці, середньодобовим приростом живої маси, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних хребців і довжиною охолодженої туші становить 7,20 %.

4. Кількість достовірних кореляційних зв'язків між показниками живої маси на час народження, у 2- і 4-місячному віці, відгодівельними і м'ясними якістьями, індексом “інтенсивність формування” ( $\Delta t$ ), індексом “інтенсивність росту” та індексом Тайлера Б. становить 71,42 %, що свідчить про ефективність їх використання в селекційно-племінній роботі.

5. Використання молодняку свиней з індексом “інтенсивність формування”  $\Delta t = 0,9354-1,0871$  та індек-

**Подяка.** Автори висловлюють офіційну подяку головному технологу ТОВ “Агропрайм Холдинг” Одеської області Лимарю В. О. та зоотехніку-селекціонеру Кузьміні Н. І., які сприяли організації і проведенню експериментальної частини наукових досліджень.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів щодо публікації цієї статті.

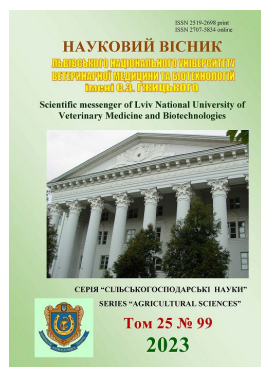
### References

- Berezovskyi, M. D., & Khatko, I. V. (2005). Metodyky otsinky knuriv i svynomatok za yakistiu po-tomstva v umovakh plemennykh zavodiv i plemennykh reproduktoriv. Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi. Poltava, 32–37 (in Ukrainian).
- Berezovskyi, M. D., Vashchenko, P. A., & Vovk, V. O. (2012). Vidhodivelni ta miasni yakosti hibrydiv vid terminalnykh knuriv zarubizhnoi selektsii. Svynarstvo. Mizhvidomchyi tematychni naukovy zbirnyk Instytutu svynarstva i APV NAAN, 77, 9–21 (in Ukrainian).
- Birta, H. O., & Burhu, Yu. H. (2012). Vidhodivelni, zabiini ta miaso-salni yakosti svynei riznykh napriamkiv produktyvnosti. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, 4, 49–51. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2012/04/49.pdf> (in Ukrainian).
- Bordun, O. M. (2007). Vidhodivelni ta miasni yakosti oznaky svynei riznykh henotypiv pry yikh chysloporodnomu rozvedenni ta skhreshchuvanni. Visnyk Sumskoho natsionalnoho universytetu: Tvarynnytstvo, 3, 9 (in Ukrainian).

- Hryshyna, L. P., & Krasnoshchok, O. O. (2019). Vplyv intensyvnosti formuvannia na eksterer svy-nei riznykh henotypiv. *Svynarstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk Instytutu svynarstva i APV NAAN*, 73, 97–105. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun\\_2019\\_73\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun_2019_73_15) (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2022). Feeding and meat qualities of young pigs of different genotypes according to melanocortin 4 receptor (Mc4r) gene and interbreed differentiation according to the coefficient of decrease in growth intensity in early ontogenesis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(3), 3–8. DOI: 10.32718/ujvas5-3.01.
- Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2022). Level of phenotypic manifestation of feeding and meat qualities of young pigs of different intrabreed differentiation according to some multi-component evaluation indexes. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 66–70. DOI: 10.32718/ujvas5-1.11.
- Khalak, V. I., & Ivanina, O. P. (2021). Fattening and Meat Qualities of the Different Genotypes Large White Breed Young Pigs for the Gene MC4R Melanocortin Receptor and their Relationship with Some Biochemical Parameters of Blood Serum. In *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 24(6), 47–60.
- Khalak, V. I., Chernyavsky, S. Ye., Voloshchuk, V. M., Pochernyaev, K. F. & Il'chenko, M. O. (2019). Fattening and meat qualities of young pigs of different genotypes according to SNP c.1426 G> A of the melanocortin 4 receptor gene (MC4R) and under the conditions of their distribution according to some characteristics. *Svynarstvo*, 73, 157–165 (in Ukrainian).
- Khalak, V., Bankovska, I., & Gutyj, B. (2022). Pig biology: serum enzymes and their correlation with physicochemical properties and chemical composition of muscle tissue. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 92–98. DOI: 10.32718/nvlvet-a9716.
- Khalak, V., Gutyj, B., & Denysiuk, O. (2022). Some parameters of the interior and productivity of young beef cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 131–138. DOI: 10.32718/nvlvet-a9618.
- Khalak, V., Gutyj, B., & Il'chenko, M. (2023). Sazer-Fredin index – an effective method of assessing young pigs for feeding and meat qualities. *Scientific Progress & Innovations*, 26(1), 49–54. DOI: 10.31210/spi2023.26.01.08.
- Khalak, V., Gutyj, B., Bordun, O., Ilchenko, M., & Horchanok, A. (2020). Effect of blood serum enzymes on meat qualities of piglet productivity. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 158–161. URL: <https://www.ujecology.com/articles/effect-of-blood-serum-enzymes-on-meat-qualities-of-piglet-productivity.pdf>.
- Khalak, V., Gutyj, B., Bordun, O., Horchanok, A., Ilchenko, M., Smyslov, S., Kuzmenko, O., Lytvshchenko, L. (2020). Development and reproductive qualities of sows of different breeds: innovative and traditional methods of assessment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 356–360 DOI: 10.15421/2020\_109.
- Khalak, V., Gutyj, B., Il'chenko, M., Shostya, A., Usenko, S., & Petulko, P. (2022). Efficiency of using some polyc-component mathematical models of selection indices for evaluation of young pigs for fattening and meat qualities. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 197–204. DOI: 10.31210/visnyk2022.02.23.
- Khalak, V., Voloshchuk, V., Gutyj, B., Zasucha, L., Onyshchenko, A., Ilchenko, M., Ofilenko, N., Pokhyl, V., Pundyk, V., Bezalychna, O., & Stadnytska, O. (2023). Young pig fattening and meat quality due to varying formation intensities in early ontogenesis and two genotypes of the melanocortin receptor 4 (Mc4r) gene. *Veterinarska stanica*, 54(6), 613–624. DOI: 10.46419/vs.54.6.10.
- Khramkova, O. M., & Povod, M. H. (2017). Vidhodivselna produktyvnist hibrydnoho molodniaku svynei vitchyznianoho ta zarubizhnoho pokhodzhennia. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu : Seriiia "Tvarynnytstvo"*, 7(33), 226–232. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2017\\_7\\_44](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2017_7_44) (in Ukrainian).
- Khramkova, O. M., & Povod, M. H. (2018). Zabiini yakosti svynei irlandskoho pokhodzhennia za riz-noi peredzabiinoi zhyvoi masy. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu : Seriiia "Tvarynnytstvo"*, 2(34), 247–250. URL: <http://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/6548> (in Ukrainian).
- Kim, K. S. Larsen, N., Short, T., Plastow, G., & Rothschild, M. F. (2000). A missense variant of the porcine melanocortin 4 receptor (MC4R) gene is associated with fatness, growth, and feed intake traits. *Mammalian Genome*, 11(2), 131–135. DOI: 10.1007/s003350010025.
- Kovalenko, V. P., Khalak, V. I., Nezhlukchenko, T. I., & Papakina, N. S. (2010). Biometrychnyi analiz minlyvosti oznak silskohospodarskykh tvaryn i ptytsi. *Navchalnyi posibnyk z henetyky silskohospodarskykh tvaryn*. Kherson: Oldi (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. P., Nezhlukchenko, T. I., & Plotkin, S. Ya. (2008). Suchasna metodyka otsinky i prohno-zuvannia zakonomirnostei ontogenezu tvaryn i ptytsi. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 40–45 (in Ukrainian).
- Pankieiev, S. P. (2003). Zviazok intensyvnosti formuvannia svynei v rannomu ontogenezi. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 4(24), 153–158 (in Ukrainian).
- Petrovska, I. R., Salyha, Yu. T., & Vudmaska, I. V. (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: navchalno-metodychnyi posibnyk. Kyiv: Ahrarna nauka (in Ukrainian).
- Rybalko, V. P., & Floka, L. V. (2014). Vplyv fenotypovykh faktoriv na produktyvni yakosti svy-nei chervono-bilopoiasoï porody : Monohrafiia. Poltava: RRV PUET (in Ukrainian).
- Sidorova, A. V., Leonova, N. V., Masich, L. A., Skorobagatova, N. V., Shamileva, L. L. (2003). Workshop on the theory of statistics. Donetsk: Donetsk National University.
- Topikha, V. S., & Hryhoreva, S. V. (2013). Vykorystannia zarubizhnoho henofondu svynei za



- umov pivdennoho rehionu Ukrainy. Naukovyi visnyk "Askaniia-Nova", 6, 236–244 (in Ukrainian).
- Tsereniuk, O. M. (2014). Pokaznyky miasnosti molodniaku svynei v zalezhnosti vid stresostiikosti. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: Seriia "Tvarynnytstvo", 2(2), 212–216. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna\\_tvar\\_2014\\_2%282%29\\_50](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2014_2%282%29_50) (in Ukrainian).
- Voloshchuk, V. M., Hetia, A. A., & Tsereniuk, O. M. (2017). Vyvchennia miasnoi produktyvnosti svynei. Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi: posibnyk. Kyiv: Ahrar. nauka, 124–129 (in Ukrainian).



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

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

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a99  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

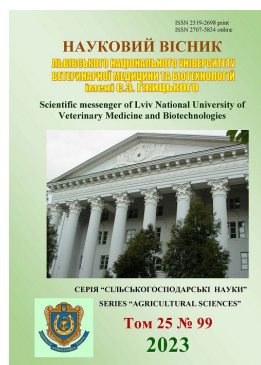
## Зміст

- Штинда Л. Й., Лобойко Ю. В., Барило Б. С.**  
Технологічні параметри вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) за різної щільності зариблення ..... 3
- Гриневиц Н. Є., Хом'як О. А., Слюсаренко А. О., Трофимчук А. М., Ткаченко О. В.**  
Організація дистанційного навчання за використання платформи Moodle, сервісу Zoom, цифрових інструментів Google для здобувачів вищої освіти освітніх програм Водні біоресурси та аквакультура у Білоцерківському національному аграрному університеті ..... 9
- Сачук Р. М., Гутий Б. В., Велесик Т. А., Лико С. М., Кацараба О. А., Пенко В. О., Портухай О. І., Якута О. О.**  
Експериментальна оцінка гострої токсичності та подразнювальної дії “БТФ плюс” – ветеринарного лікарського засобу для нормалізації обмінних процесів у тварин і птиці ..... 14
- Огороднічук Г., Разанова О., Скоромна О., Фаріонік Т.**  
Відгодівельні та забійні показники свиней при застосуванні препарату “Кроноцид-Л” ..... 22
- Бордун О. М., Халак В. І., Гутий Б. В.**  
Рівень адаптації та відтворювальні якості свиноматок великої білої породи різного походження та лінійної належності ..... 28
- Разанова О. П., Фаріонік Т. В., Огороднічук Г. М.**  
Реакція структур шлунка молодяку свиней за згодовування мінеральних речовин ..... 36
- Огороднічук Г., Разанова О., Скоромна О., Фаріонік Т.**  
Продуктивність та гематологічні показники свиней за згодовування препарату “Кроноцид-Л” ..... 41
- Побережець Ю. М., Яропуд В. М., Купчук І. М., Руткевич В. С., Бурлака С. А.**  
Використання пробіотику у годівлі курчат-бройлерів ..... 48
- Шостя А. М., Сарнавська І. В.**  
Особливості відтворювальної здатності та стану прооксидантно-антиоксидантного гомеостазу у кнурів-плідників різних порід ..... 55
- Чабаненко Д. В., Фаріонік Т. В.**  
Вміст мікроелементів у крові бугайців за корекції раціонів дефіцитними мікроелементами . 62
- Калин Б. М., Момут В. Я., Поночовний А. С.**  
Екологічна оцінка акустичного забруднення міста Львова та ефективності шумозахисних засобів ..... 67
- Побережець Ю. М., Огороднічук Г. М., Качанов І. О.**  
Продуктивність та забійні показники свиней за використання мінеральної кормової добавки ... 73
- Пукало П. Я.**  
Пробіотики: інноваційний підхід до підвищення продуктивності аквакультури ..... 78
- Ткачук В. М., Огородник Н. М., Мотыко Н. Р.**  
Вміст сульфуру та цистину у вовні різних порід овець і їх зв'язок з ростом вовни та її міцністю ..... 84
- Гловин Н. М., Павлів О. В.**  
Екологічний моніторинг впливу агрохімічних засобів захисту рослин фермерських господарств тернопільського району на прилеглі території ..... 89

16. **Осіпенко І. С., Мерзлов С. В.**  
Температура, мікробіологічний та хімічний склад посліду курчат-бройлерів із підстилкою за його компостування з різними дозами біодеструктора ..... 94
17. **Міль О. О., Гордійчук Н. М., Нагірняк Т. Б., Півторак Я. І.**  
Гематологічні показники бугайців та їх м'ясна продуктивність залежно від структури раціону .. 102
18. **Ковтун П. В., Мерзлов С. В.**  
Застосування посліду курчат-бройлерів, ферментованого за різних режимів аерації, під час вирощування вермикультури ..... 108
19. **Мітіогло Л. В., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В.**  
Фізико-хімічні показники соломи пшениці, ферментованої біодеструктором вітчизняного виробництва ..... 114
20. **Серховець С. В., Мазур Н. П., Клепацький С. В., Ковальчук О. Р.**  
Методика відбору собак для потреб кінологічних підрозділів сектору безпеки і оборони України ..... 120
21. **Коновал О. О., Сичов М. Ю., Уманець Д. П., Ільчук І. І., Баланчук І. М., Боярчук С. В., Отченашко В. В., Голубєва Т. А.**  
Використання комах у годівлі риб (огляд) ..... 126
22. **Бомко В. С., Сіваченко Є. В., Кропивка Ю. Г.**  
Збереженість і продуктивність курчат-бройлерів за згодовування оптимальної дози протеїнату цинку ..... 134
23. **Бомко В. С., Захарчук М. С.**  
Перетравність корму, баланс Нітрогену та продуктивність курчат-бройлерів за різних джерел Купруму в їх комбікормах ..... 139
24. **Елфеел А. А. А., Сусол Р. Л., Кірович Н. О.**  
Питання якості фуражних кормів за промислового виробництва молока в умовах півдня України ..... 145
25. **Сачук Р. М., Гутий Б. В., Пепко В. О., Велесик Т. А., Портухай О. І., Костолович М. І., Кацараба О. А., Галка І. В.**  
Сучасний стан бджільництва в Україні та перспективи розвитку апітуризму в Рівненській області ..... 151
26. **Разанова О. П., Фаріонік Т. В., Голубенко Т. Л., Колечко А. В.**  
Фенотипові показники маточного поголів'я джерсейської породи ..... 157
27. **Коритко О. О.**  
Аргінін – біологічна роль, біосинтез і застосування ..... 163
28. **Kraikivska H. Yu., Gutyj B. V., Hunchak A. V., Hunchak V. M., Horalskyi L. P., Sokulskyi I. M., Martyshuk T. V., Khariv I. I., Slobodiuk N. M., Demus N. V., Vus U. M.**  
Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading ..... 171
29. **Smychok T. Z., Gutyj B. V., Kozenko O. V., Todoriuk V. B., Martyshuk T. V., Kushnir V. I., Krempa N. Yu., Vus U. M., Rudenko O. P., Vozna O. Ye., Senechyn V. V.**  
The influence of the feed additive "Metisevit" on the activity of the antioxidant defense system of piglets under conditions of nitrate-nitrite load ..... 176
30. **Smychok L. Z., Gutyj B. V., Sachuk R. M., Khalak V. I., Pchyshyn M. M., Vus U. M., Stadnytska O. I., Todoriuk V. B., Martyshuk T. V., Sobolta A. G., Vvysotskyi A. O., Magrelo V. R.**  
System of antioxidant protection of young cattle under cadmium load ..... 182
31. **Гордійчук Н. М., Гордійчук Л. М., Саламаха І. Ю.**  
Вплив технологічного стресу на біохімічні показники крові вівцематок ..... 190
32. **Гордійчук Н. М., Гордійчук Л. М., Саламаха І. Ю.**  
Вплив поведінки корів і способу згодовування зерносуміші на їх молочну продуктивність .. 195
33. **Божик В. Й., Кичун І. В., Янінович Й. Є.**  
Технологія вирощування райдужної форелі в умовах ПП "Західна рибна компанія" за годівлі комбікормами Vita Fisch ..... 200
34. **Стецишин М. С., Федорович В. В.**  
Запаси перги та розвиток бджолосімей різних генеалогічних формувань карпатського підвиду ..... 206

35. **Шпиль І. В., Федорович В. В., Федорович Є. І.**  
Прояв ознак молочної продуктивності корів-первісток залежно від продуктивності їх жіночих предків ..... 211
36. **Тіщенко О. С., Повод М. Г., Гутий Б. В., Мироненко О. І., Кузьменко Л. М., Калініченко Г. І., Бойко А. О.**  
Ефективність дорощування гібридних поросят з різною масою при постановці за рідкої системи їх годівлі ..... 217
37. **Соболев О. І., Гутий Б. В., Мельниченко О. М., Соболева С. В., Кузьменко П. І., Мельниченко Ю. О., Попадюк С. С., Сенечин В. В.**  
Германія: розповсюдження, міграція та накопичення у природному середовищі ..... 226
38. **Фаріонік Т. В., Титула Я. А.**  
Вплив хелатних сполук на м'ясні якості яловичини ..... 237
39. **Кравченко О. І., Карбан Ю. В.**  
Асоціація гена DGAT1 із властивостями виробництва молока та м'яса кіз ..... 241
40. **Микитюк В. В., Боднар П. В., Бойко А. О., Осередчук Р. С., Гордійчук Н. М., Попадюк С. С.**  
Аналіз впливу норвезьких червоних бугаїв-плідників з різною племінною цінністю на молочну продуктивність, здоров'я, екстер'єр та репродуктивні ознаки дочок ..... 246
41. **Засуха Л. В., Волощук В. М., Халак В. І., Гутий Б. В., Бордун О. М.**  
Ознаки індивідуального розвитку молодняку свиней та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якостями за умови промислової технології їх вирощування ..... 257





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-a99

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

## Content

1. **Shtynda L. Y., Loboiko Yu. V., Barylo B. S.**  
Technological parameters of carp growing (*Cyprinus carpio*) at different stocking densities ..... 3
2. **Grynevych N. Ye., Khomiak O. A., Sliusarenko A. O., Trofymchuk A. M., Tkachenko O. V.**  
Organization of distance learning using the Moodle platform, the Zoom service, and Google digital tools for higher education students of the Aquatic Bioresources and Aquaculture educational programs at Bila Tserkva National Agrarian University ..... 9
3. **Sachuk R. M., Gutyj B. V., Velesyk T. A., Lyko S. M., Katsaraba O. A., Pepko V. O., Portukhai O. I., Yakuta O. O.**  
Experimental evaluation of the acute toxicity and irritant effect of “BTF plus” – a veterinary medicinal product for the normalization of metabolic processes in animals and poultry ..... 14
4. **Ohorodnichuk H., Razanova O., Skoromna O., Farionik T.**  
Feeding and killing indicators of pigs using the drug “Kronocid-L” ..... 22
5. **Bordun O. M., Khalak V. I., Gutyj B. V.**  
The level of adaptation and reproductive qualities of sows of the large white breed of different origins and lineages ..... 28
6. **Razanova O. P., Farionik T. V., Ogorodnichuk G. M.**  
Response of stomach structures of young pig to feeding of mineral substances ..... 36
7. **Ohorodnichuk H., Razanova O., Skoromna O., Farionik T.**  
Productivity and hematological indicators of pigs feeding the drug “Kronocid-L” ..... 41
8. **Poberezhets J. M., Yaropud V. M., Kupchuk I. M., Rutkevych V. S., Burlaka S. A.**  
The use of probiotic in chicken-broilers feeding ..... 48
9. **Shostya A. M., Sarnavska I. V.**  
Features of reproductive capacity and state of prooxidant-antioxidant homeostasis in breeding boars of different breeds ..... 55
10. **Chabanenko D. V., Farionik T. V.**  
The content of microelements in the blood of young bulls after correction of diets with deficient microelements ..... 62
11. **Kalyn B., Momut V., Ponochovnyi A.**  
Ecological assessment of acoustic pollution of the city of Lviv and the effectiveness of noise measures ..... 67
12. **Poberezhets J. M., Ohorodnichuk G. M., Kachanov I. O.**  
Productivity and slaughter performance of pigs using a mineral feed additive ..... 73
13. **Pukalo P. Ya.**  
Probiotics: an innovative approach to enhancing aquaculture productivity ..... 78
14. **Tkachuk V. M., Ohorodnyk N. M., Motko N. R.**  
Sulfur and Cystine Content in Various Sheep Wool Breeds and Their Correlation with Wool Growth and Strength ..... 84
15. **Glovyn N. M., Pavliv O. V.**  
Ecological monitoring of the impact of agrochemical plant protection products on the adjacent areas of farming enterprises in Ternopil region ..... 89

16.	<b>Osipenko I. S., Merzlov S. V.</b> Temperature, microbiological and chemical composition of broiler chickens' excrement with litter after its composting with different doses of biodestructor .....	94
17.	<b>Mil O. O., Hordiychuk N. M., Nahirniak T. B., Pivtorak Y. I.</b> Hematological indicators of bulls and their meat productivity depending on the structure of the ration .....	102
18.	<b>Kovtun P. V., Merzlov S. V.</b> Application of the fermented broiler chickens manure under different aeration regimes during vermiculture cultivation .....	108
19.	<b>Mitiohlo L. V., Merzlov S. V., Merzlova H. V.</b> Physical and chemical indicators of wheat straw fermented with a biodestructor of domestic production .....	114
20.	<b>Serkhovets S. V., Mazur N. P., Klepatskyi S. V., Kovalchuk O. R.</b> Methods of selecting dogs for the needs of canine units of the sector of security and defense of Ukraine .....	120
21.	<b>Konoval O., Sychov M., Umanets D., Ilchuk I., Balanchuk I., Boiarchuk S., Otchenashko V., Holubeva T.</b> Use of insects in feeding of fish (review) .....	126
22.	<b>Bomko B. S., Syvachenko Y. V., Kropyvka Yu. G.</b> Saving and productivity of broiler chickens for feeding an optimal dose of zinc proteinate .....	134
23.	<b>Bomko B. S., Zakharchuk M. S.</b> Feed digestibility, Nitrogen balance and productivity of broiler chickens with different sources of Copper in their compound feed .....	139
24.	<b>Elfeel A. A. A., Susol R., Kirovych N.</b> Issues of forage quality under industrial milk production in the south of Ukraine .....	145
25.	<b>Sachuk R. M., Gutyj B. V., Pepko V. O., Velesyk T. A., Portukhai O. I., Kostolovych M. I., Katsaraba O. A., Halka I. V.</b> The current state of beekeeping in Ukraine and prospects for the development of apitourism in the Rivne region .....	151
26.	<b>Razanova O. P., Farionik T. V., Holubenko T. L., Kolechko A. V.</b> Phenotypic parameters of the mother stock of the Jersey breed .....	157
27.	<b>Korytko O. O.</b> Arginine – biological role, biosynthesis and whey consumption .....	163
28.	<b>Kraikivska H. Yu., Gutyj B. V., Hunchak A. V., Hunchak V. M., Horalskyi L. P., Sokulskyi I. M., Martyshuk T. V., Khariv I. I., Slobodiuk N. M., Demus N. V., Vus U. M.</b> Functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under conditions of cadmium loading .....	171
29.	<b>Smychok T. Z., Gutyj B. V., Kozenko O. V., Todoriuk V. B., Martyshuk T. V., Kushnir V. I., Krempa N. Yu., Vus U. M., Rudenko O. P., Vozna O. Ye., Senechyn V. V.</b> The influence of the feed additive “Metisevit” on the activity of the antioxidant defense system of piglets under conditions of nitrate-nitrite load .....	176
30.	<b>Smychok L. Z., Gutyj B. V., Sachuk R. M., Khalak V. I., Ichyshyn M. M., Vus U. M., Stadnytska O. I., Todoriuk V. B., Martyshuk T. V., Sobolta A. G., Vysotskyi A. O., Magrelo V. R.</b> System of antioxidant protection of young cattle under cadmium load .....	182
31.	<b>Hordiichuk N. M., Hordiichuk L. M., Salamakha I. Yu.</b> The effect of technological stress on the biochemical parameters of the blood of ewes .....	190
32.	<b>Hordiichuk N. M., Hordiichuk L. M., Salamakha I. Yu.</b> The influence of the behavior of cows and the method of feeding a grain mixture on their milk productivity .....	195
33.	<b>Bozhyk V., Kychun I., Yaninovych J.</b> The technology of growing rainbow trout in the conditions of PE “Western Fish Company” by feeding Vita Fisch compound feed .....	200
34.	<b>Stetsyshyn M. S., Fedorovych V. V.</b> Perg reserve and development of bee colonies of different genealogical formations of the carpathian subspecies .....	206

35.	<b>Shpyt I. V., Fedorovych V. V., Fedorovych Ye. I.</b> Manifestation of signs of milk productivity of firstborn cows depending on the productivity of their female ancestors .....	211
36.	<b>Tishchenko O. S., Povod M. G., Gutyj B. V., Myronenko O. I., Kuzmenko L. M., Kalinichenko H. I., Boiko A. O.</b> The efficiency of growing hybrid piglets with different weights when placed under a liquid feeding system .....	217
37.	<b>Sobolev O. I., Gutyj B. V., Melnychenko O. M., Sobolieva S. V., Kuzmenko P. I., Melnychenko Y. O., Popadiuk S. S., Senechyn V. V.</b> Germanium: distribution, migration and accumulation in the natural environment .....	226
38.	<b>Farionik T. V., Titula Y. A.</b> The effect of chelating compounds on the meat qualities of beef .....	237
39.	<b>Kravchenko O., Karban Y.</b> Association of DGAT1 with goat milk and meat production traits .....	241
40.	<b>Mykytiuk V. V., Bodnar P. V., Boiko A. O., Oseredchuk R. S., Hordiichuk N. M., Popadiuk S. S.</b> Analysis of the influence of the Norwegian Red bull-sires with different breeding value on milk productivity, health, exterior and reproductive traits of daughters .....	246
41.	<b>Zasukha L. V., Voloshchuk V. M., Khalak V. I., Gutyj B. V., Bordun O. M.</b> Signs of individual development of young pigs and their relationship with fattening and meat qualities under the condition of industrial technology of their cultivation .....	257

**НАУКОВИЙ ВІСНИК**  
**ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ВЕТЕРИНАРНОЇ**  
**МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ**  
**імені С.З. ГЖИЦЬКОГО**  
заснований у 1998 році

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

**СЕРІЯ “СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ”**  
**SERIES “AGRICULTURAL SCIENCES”**

**Том 25 № 99**

Підписано до друку 21.12.2023. Формат 60x84/8  
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 31,50  
Наклад 300 прим. Зам. № 21/12.

Друк ФОП Корпан Б.І.  
Львівська обл., Пустомитівський р-н., с Давидів, вул. Чорновола 18  
Ел. пошта: bkorpan@ukr.net, тел. 093-480-6141  
Код ДРФО 1948318017, Свідоцтво про державну реєстрацію  
В02 № 635667 від 13.09.2007