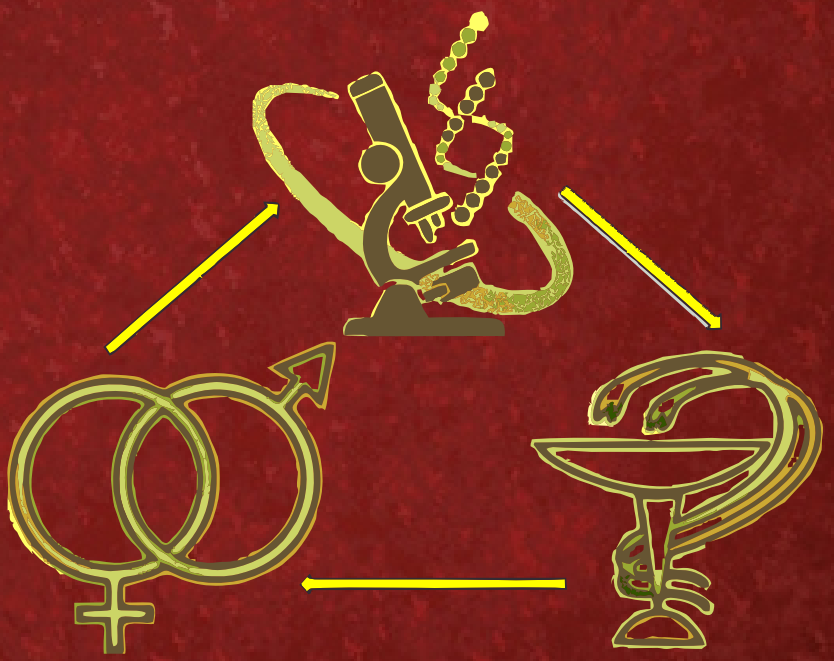
ISSN 2617-8346 (Print)
ISSN 2663-5542 (Online)

ВЕТЕРИНАРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

VETERINARY SCIENCE, TECHNOLOGIES OF ANIMAL HUSBANDRY AND NATURE MANAGEMENT

№ 13



ISSN 2617-8346 (Print)
ISSN 2663-5542 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY

ВЕТЕРИНАРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Науково-практичний журнал

№ 13

VETERINARY SCIENCE, TECHNOLOGIES OF ANIMAL HUSBANDRY AND NATURE MANAGEMENT

Scientific-practical journal

№ 13

Харків
ДБТУ
2026

Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки збірник включено до Переліку наукових фахових видань України, категорія «Б» (наказ № 1035 від 07.05.2019 (зі змінами від 23.08.23)).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 25437-15377ПР.

Внесено до Реєстру суб'єктів у сфері друкованих медіа R30-02014

Журнал представлено в міжнародних наукометричних базах даних, репозитаріях та пошукових системах: *Index Copernicus International, Google Scholar, Academic Resource Index ResearchBib, Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського, BASE.*

Рекомендовано до друку та поширення через мережу інтернет вченою радою Державного біотехнологічного університету, протокол засідання № 15 від 28.04.2026 р.

Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування : науково-практичний журнал / [Редкол.: М. Кущ (головн. ред.) та ін.]. – Харків : ДБТУ, 2026. – № 13. – 270 с.

Журнал присвячено актуальним питанням виробництва і переробки продукції тваринництва, водних біоресурсів і аквакультури, а також ветеринарної медицини.

Буде корисним джерелом наукової інформації, одержаної в результаті науково-дослідної роботи для науковців, науково-педагогічних працівників, здобувачів вищої освіти, практиків. Він сприятиме поглибленню теоретичних знань, розвитку нових ідей, обміну досвідом для підвищення ефективності діяльності як конкретних фахівців, так і підприємств.

© Державний біотехнологічний університет, 2026

In accordance with the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine, the collection is included in the List of Scientific Professional Publications of Ukraine, category 'B' (order No. 1035 of 07.05.2019 (with changes from 23.08.23)).

Certificate of registration КВ № 25437-15377ПР

Entered in the register of entities in the field of printed mass media R30-02014.

The journal is presented international scientometric databases, repositories and scientific systems: *Index Copernicus International, Google Scholar, Academic Resource Index ResearchBib, Vernadsky National Library of Ukraine, BASE*.

Recommended for printing and distribution via the Internet by the Academic Council of State Biotechnological University Minutes № 15 of 28.04.2026.

Veterinary science, technologies of animal husbandry and nature management: Scientific-practical journal / [Editorial Board: Kushch Mykola (Editor-in-Chief) et al.]. – Kharkiv: State Biotechnological University, 2026. – № 13. – 270 p.

The journal is devoted to topical issues of production and processing of animal husbandry products, water bioresources and aquaculture, as well as veterinary medicine.

It will be a useful source of scientific information obtained as a result of research work for scientists, scientific and pedagogical workers, students of higher education, and practitioners. It will contribute to the deepening of theoretical knowledge, the development of new ideas, and the exchange of experience to increase the efficiency of both specific specialists and enterprises.

© State Biotechnological University, 2026

Редакційна колегія

Головний редактор:

Кущ Микола	доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Заступник головного редактора:

Прудніков Василь	доктор сільськогосподарських наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Відповідальний секретар:

Кошевой Всеволод	доктор філософії з ветеринарної медицини, ст. викладач, Державний біотехнологічний університет, Україна

Національні члени редколегії:

Білий Дмитро	доктор ветеринарних наук, професор, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна
Білушко Віктор	кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини» (ННЦ «ІЕКВМ»), Україна
Бобрицька Ольга	доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна
Борщ Олександр	доктор ветеринарних наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, Україна
Жукова Ірина	доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна
Іонов Ігор	доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України, Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна
Корнейков Олександр	кандидат ветеринарних наук, старший дослідник, Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, Україна
Мельник Олексій	кандидат ветеринарних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України
Милостивий Роман	кандидат ветеринарних наук, доцент, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна
Науменко Світлана	доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна
Павліченко Олена	доктор юридичних наук, кандидат ветеринарних та біологічних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна
Панікар Ігор	доктор ветеринарних наук, професор, Одеський державний аграрний університет, Україна
Рубан Сергій	доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна
Яценко Іван	доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Члени редколегії з інших країн:

Кайсин Ларіса	доктор габілітований, професор, Технічний університет Молдови, Молдова
Підсудко Зенон	доктор габілітований, професор, Університет Вармії та Мазур в Ольштині, Польща
Соболевський Ярослав	доктор габілітований, професор, Університет Миколая Коперника, Польща

Editorial Board

Editor-in-Chief:

Kushch Mykola	Doctor of Veterinary Sciences, Professor, State Biotechnological University, Ukraine

Deputy Editor-in-Chief:

Prudnikov Vasyl	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, State Biotechnological University, Ukraine

Executive Editors:

Koshevyi Vsevolod	PhD in Veterinary Medicine, Senior Lecturer, State Biotechnological University, Ukraine

National Members of the Editorial Board:

Bilyi Dmytro	Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine
Bilushko Viktor	Candidate of Veterinary Sciences, Senior Research Fellow, National Scientific Centre "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Ukraine
Bobrytska Olha	Doctor of Veterinary Sciences, Professor, State Biotechnological University, Ukraine
Borshch Oleksandr	Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine
Zhukova Iryna	Doctor of Veterinary Sciences, Professor, State Biotechnological University, Ukraine
Ionov Ihor	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the NAAS of Ukraine, H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine
Korneykov Oleksandr	Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary-Sanitary Expertise, Ukraine
Melnyk Oleksiy	Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
Mylostyvyi Roman	Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine
Naumenko Svitlana	Doctor of Veterinary Sciences, Professor, State Biotechnological University, Ukraine
Pavlichenko Olena	Doctor of Legal Sciences, Candidate of Veterinary and Biological Sciences, Professor, State Biotechnological University, Ukraine
Panikar Ihor	Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Odessa State Agrarian University, Ukraine
Ruban Serhiy	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
Yatsenko Ivan	Doctor of Veterinary Sciences, Professor, State Biotechnological University, Ukraine

International Members of the Editorial Board:

Caisin Larisa	dr hab., prof., Technical University of Moldova, Moldova
Pidsudko Zeno	prof. dr hab., University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland
Sobolewski Jarosław	dr hab. prof., Nicolaus Copernicus University, Poland

204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва
204 Technology of production and processing of animal husbandry products

Єлецький Г.О., Ладика В.І., Сушко О.Б., Зінченко О.Г., Золотарьов А.П., Єлецька Л.М., Костенко О.І. Причини передчасного вибуття та вікова структура стада корів айширської породи …… 9

Yeletskyi G.O., Ladyka V.I., Sushko O.B., Zinchenko O.G., Zolotarov A.P., Yeletska L.M., Kostenko O.I. Causes of premature culling and the age structure of an Ayrshire cows herd …… 9

Лашин Д.А., Шабля П.В. Ефективність оцінки заходів профілактики технологічних стресів за забійними показниками та якістю м'яса кабанчиків ……. 24

Lashyn D.A., Shablia P.V. Effectiveness of assessment of measures for prevention of technological stresses by slaughter indicators and meat quality of piglets ……. 24

Мерзлов С.В., Качур А.С. Ефективність застосування біомаси вермикультури у раціонах креветки ……. 37

Merzlov S.V., Kachur A.S. Efficiency of using vermiculture biomass in shrimp diets … 37

Германський І.Ю. Ефективність використання різних доз стабілізованої закваски за технології ряжанки ……. 46

Germanskyi I.Yu. Efficiency of using different doses of stabilized sourgery by ryazhanka technology ……. 46

Мерзлова Г.В., Міщенко В.В. Хімічні та біохімічні показники організму коропа за згодовування кормової добавки коензиму ……. 56

Merzlova H.V., Mishchenko V.V. Chemical and biochemical indicators in the carp organism under the administration of coenzyme feed additive …….. 56

Прудніков В.Г., Лисенко Г.Л., Дидикіна А.І., Колісник О.І., Боднарчук І.М., Леппа А.Л., Ластовська І.О. Прижиттєва та післязабійна товарно-технологічна оцінка шкіри великої рогатої худоби абердин-ангузької породи …….. 65

Prudnikov V.G., Lysenko G.L., Dydykina A.I., Kolisnyk O.I., Bodnarchuk I.M., Leppa A.L., Lastovska I.O. Inlifetime and post-mortal commodity and technological evaluation of Aberdeen-Angus cattle skin ……..…….. 65

Рубан С.Ю., Шабаш М.Л., Тупицька О.М. Розширення можливостей моделі прогнозування ефективності використання азоту молочними коровами на основі взаємодії генотипу та середовища …….. 74

Ruban S.Yu., Shabash M.L., Tupitska O.M. Expanding the capabilities of the model for predicting the efficiency of nitrogen utilisation by dairy cows based on the interaction between genotype and environment …… 74

Федорченко М.М., Борщ О.В., Балацький Ю.О., Малина В.В., Бондаренко Л.В., Гришко В.А., Борщ О.О. Вплив використання вентиляторів на мікроклімат корівників, поведінку та клінічні показники корів ……..…….. 88

Fedorchenko M.M., Borshch O.V., Balatskyi Y.O., Malina M.V., Bondarenko L.V., Grishko V.A., Borshch O.O. Impact of the use of fans on the microclimate of cow houses, behavior and clinical indicators of cows ……. 88

207 Водні біоресурси і аквакультура
207 Aquatic bioresources and aquaculture

Шаблій Д.О., Безуглий М.Д., Кукоба В.В., Щербак О.В., Гноєвий І.В. Ефективність нітрифікації в біофільтрах за різних способів біозавантаження для установок замкнутого циклу водопостачання …… 95

Shablii D.O., Bezuhlyi M.D., Kukoba V.V., Shcherbak O.V., Hnoievyi I.V. Nitrification efficiency in biofilters under various bioloading methods for closed-cycle water supply plants…… 95

211 Ветеринарна медицина
211 Veterinary medicine

Андріяш О.Є., Тішкіна Н.М. Патоморфологічна та мікробіологічна верифікація тріадиту у домашніх котів: клінічний випадок ……. 108
Andriyash O.E., Tishkina N.M. Pathomorphology and microbiological verification of triadite in domestic cats: a clinical case …….. 108
Бусел Ю.М., Кібкало Д.В., Сегодін О.Б., Кочевенко А.С. Дисплазія нирок з проявами кістозної трансформації у собаки породи вельш-коргі пемброк: клінічний випадок ……..…… 118
Busel Y.M., Kibkalo D.V., Siehodin O.B., Kochevenko A.S. Renal dysplasia with cystic transformation in a Pembroke Welsh Corgi: a case report ……..……. 118
Гонтарь А.М., Северин Р.В., Гарагуля Г.І., Глущенко Я.В., Северин Б.С. Дослідження бактеріального нозопрофілю у котів за інфекційної респіраторної патології ……..… 128
Gontar A.M., Severin R.V., Harahulya H.I., Hlushchenko Y.V., Severin B.S. Study of bacterial nosoprofile in cats with infectious respiratory pathology …… 128
Конкін Д.В., Ващик Є.В., Кіптенко А.В., Ладогубець О.В. Фармакологічний аналіз та систематизація сучасних інсектоакарицидних засобів у ветеринарній медицині: світовий досвід та перспективи застосування ……. 138
Konkin D.V., Vashchyk Ye.V., Kiptenko A.V., Ladogubets O.V., Duchenko K.A. Pharmacological analysis and systematization of modern insectoacaricides in veterinary medicine: world experience and prospects of application …….. 138
Науменко С.В., Кошевой В.І., Бубліченко В.Ю., Теймурова Е.Р., Флюстикова Х.В., Чаус Н.О., Чуйкова О.С., Шахова С.О. Сучасні проблеми контрацепції дрібних тварин в Україні і світі …… 164
Naumenko S.V., Koshevoy V.I., Bublichenko V.Yu., Teimurova E.R., Flustykova H.V., Chaus N.O., Chuikova O.S., Shakhova S.O. Current problems of contraception in small animals in Ukraine and the World …… 164
Нікіфорова О.В., Мазанний О.В. Кишкові протозойно-нематодозні зоопаразитоценози овець і кіз на сході України …… 181
Nikiforova O.V., Mazannyi O.V. Intestinal protozoan and nematodous zooparasitocenoses of sheep and goats in eastern Ukraine ……. 181
Порохня К.В. Комплексна характеристика хейлетіозу кролів (*Cheyletiella parasitovorax*): морфо-біологічні аспекти, діагностика та лікування …….. 192
Porokhnia K.V. Comprehensive characterization of rabbit cheyletiellosis (*Cheyletiella parasitovorax*): morpho-biological aspects, diagnosis and treatment …….. 192
Приходченко В.О., Гладка Н.І., Денисова О.М., Моісеєнко Ю.О., Некрасова В.В. Функціональне значення органічних кислот у забезпеченні якості кормів та метаболічного гомеостазу тварин …… 206
Prykhodchenko V.O., Hladka N.I., Denysova O.M., Moiseienko Yu.O., Nekrasova V.V. Functional significance of organic acids in ensuring feed quality and metabolic homeostasis of farm animals …… 206
Синяговська К.А., Сарбаш Д.В., Слюсаренко Д.В., Цимерман О.О., Заїка П.О. Клінічні форми захворювань зубів і тканин пародонту у великої рогатої худоби … 217
Syniahovska K., Sarbash D., Sliusarenko D., Tsymerman O., Zaika P. Clinical forms of teeth and periodontal tissue diseases in cattle …… 217
Скачко С.М. Динаміка морфометричних показників стравоходу єменського хамелеону (*Chamaeleo calyptratus*) у постнатальному онтогенезі …… 231
Skachko S.M. Dynamics of esophageal morphometric parameters in the veiled chameleon (*Chamaeleo calyptratus*) during postnatal ontogenesis ……. 231

Собакар Ю.В., Маценко О.В., Могільовський В.М., Щепетільніков Ю.О., Махотіна Д.С. Гіпотиреоз собак: діагностика та лікування …… 240
Sobakar Yu.V., Matsenko O.V., Mogilyovskyy V.M., Schepetilnikov Yu.O., Makhotina D.S. Hypothireosis in dogs: diagnosis and treatment ……. 240
Хавін О.В., Бобрицька О.М., Редько В.І., Водоп'янова Л.А., Совік К.М. Рівень кортизолу в крові собак з різними характеристиками темпераменту за дії стресового фактора…… 248
Khavin O.V., Bobrytska O.M., Redko V.I., Vodopianova L.A., Sovik K.M. Cortisol levels in the blood of dogs with different temperament characteristics under the action of a stress factor …….. 248
Чілік М.І. Показники клітинної ланки імунітету котів з атопічним синдромом шкіри залежно від віку та статі …… 262
Chilik M.I. Cellular immune parameters in cats with feline atopic skin syndrome depending on age and sex …… 262

2026. Номер 13, С. 9 – 23.

ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: **08.04.2026** Прийнято: **07.05.2026** Опубліковано: **12.05.2026**

DOI: **10.31890/vttp.2026.13.01**

UDC 636.2.082.22

CAUSES OF PREMATURE CULLING AND THE AGE STRUCTURE OF AN AYRSHIRE COWS HERD

G.O. Yeletskyi[1], V.I. Ladyka[1], O.B. Sushko[2], O.G. Zinchenko[3], A.P. Zolotarov[2], L.M. Yeletska[2], O.I. Kostenko[4]

[1]Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine,
[2]Livestock farming institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine,
[3]State Enterprise 'Mirne' Experimental Farm, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Mirne village, Poltava region, Ukraine
[4]National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID
G.O. Yeletskyi: https://orcid.org/0009-0001-0537-2650
V.I. Ladyka: https://orcid.org/0000-0001-6748-7616
O.B. Sushko: https://orcid.org/0000-0003-3552-064X
O.G. Zinchenko: https://orcid.org/0009-0008-4667-8948
A.P. Zolotarov: https://orcid.org/0009-0002-7073-4950
L.M. Yeletska: https://orcid.org/0000-0001-6029-0183
O.I. Kostenko: https://orcid.org/0000-0003-0624-6637

E-mail: alex.siveryanin@gmail.com

Abstract. The article presents the results of a study on the causes of premature culling of Ayrshire cows and the age structure of the herd. The objective of the study was to conduct a comprehensive assessment of culling reasons as factors influencing the herd's age composition under the conditions of the breeding farm of the State Enterprise «Research Farm «Myrne», in order to identify the key factors influencing productive longevity and the efficiency of animal utilization. The study was conducted over the period 2018–2024. The analysis was based on data from the farm's zootechnical and veterinary records, including animal classification reports, artificial insemination logs, records of clinical and gynecological examinations, as well as the authors' own observations obtained during the provision of advisory and practical support. The average annual number of culled cows during the study period was 183.6 ± 15.54 head, representing 33.7% of the herd. Reproductive disorders were identified as the predominant cause of culling (65.7 ± 4.60%). Among first-calf heifers, this proportion was even higher, reaching 75.5 ± 5.04%. The herd structure was characterized by a high proportion of young animals and an increase in the breeding nucleus to 45.2%. The findings highlight the critical role of reproductive disorders in the structure of cow culling and underscore the need to optimize reproductive management systems in order to improve productive longevity and enhance the overall efficiency of dairy herd performance. The results are consistent with findings reported by researchers in

Ukraine and other countries with well-developed dairy industries. The conclusions and recommendations derived from this study may be applied to improve cattle reproduction systems, enhance the effectiveness of reproductive management practices, and ultimately increase the economic efficiency of dairy production.

Keywords: *reproductive performance, productive longevity, service period, conception rate, herd structure, primiparous cows, culling.*

УДК 636.2.082.22

ПРИЧИНИ ПЕРЕДЧАСНОГО ВИБУТТЯ ТА ВІКОВА СТРУКТУРА СТАДА КОРІВ АЙШИРСЬКОЇ ПОРОДИ

Г.О. Єлецький[1], В.І. Ладика[1],О.Б. Сушко[2], О.Г. Зінченко[3], А.П. Золотарьов[2], Л.М. Єлецька[2], О.І. Костенко[4]

[1] Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна,
[2] Інститут тваринництва НААН України, м. Харків, Україна,
[3] ДП ДГ «Мирне» ІПР НААН України, с. Мирне, Полтавська обл., Україна
[4] Національна академія аграрних наук України, м. Київ, Україна
E-mail: alex.siveryanin@gmail.com

Анотація. У статті представлено результати дослідженнь щодо причин передчасного вибуття корів айрширської породи та вікової структури стада. Метою роботи було провести комплексну оцінку причин вибракування тварин, як факторів, що впливають на віковий статус стада в умовах племінного заводу ДП ДГ «Мирне» ІПР НААН України Миргородського району Полтавської області. Спростереження проводили впродовж 2018–2024 рр. Для аналізу були використані дані зоотехнічного та ветеринарного обліку господарства: звіти про бонітування, журнали штучного осіменіння, відомості клініко-гінекологічних обстежень корів та власні спостереження при наданні консультативно-практичної допомоги. Встановлено, що середньорічна кількість вибулих корів за період дослідження дорівнювала 183,6 ± 15,54 гол., що становило 33,7 % поголів'я стада. Домінуючою причиною вибракування було порушення репродуктивної функції (65,7 ± 4,6 %). У первісток частка цих причин виявилася ще вищою – 75,5 ± 5,0 %. Встановлено, що структура стада характеризується високою часткою молодих тварин та зростанням чисельності селекційного ядра до 45,2 %.

Отримані результати свідчать про визначальну роль репродуктивних порушень у структурі вибракування корів та необхідність оптимізації системи відтворення з метою підвищення продуктивного довголіття тварин і ефективності функціонування молочного стада. Одержані дані дослідження узгоджуються з результатами науковців з України та інших країн з розвиненим молочним скотарством. Зроблені висновки та пропозиції можуть бути використані для вдосконалення системи відтворення великої рогатої худоби, покращення роботи фахівців з репродукції та, як наслідок, підвищення економічної ефективності галузі молочного скотарства.

Ключові слова: *репродуктивна здатність, продуктивне довголіття, сервіс-період, заплідненість, структура стада, первістки, вибракування.*

Вступ. *Актуальність теми.* У сучасному молочному скотарстві одним із ключових напрямів підвищення ефективності виробництва є подовження продуктивного використання корів за одночасного зростання рівня їх молочної продуктивності. Водночас інтенсифікація галузі супроводжується підвищенням частоти репродуктивних порушень, зниженням заплідненості та зростанням рівня передчасного вибракування тварин, що

призводить до скорочення продуктивного довголіття та зниження економічної ефективності молочного виробництва.

Результати досліджень свідчать, що основними причинами вибуття корів є порушення відтворювальної функції, захворювання вимені та кінцівок, проте саме репродуктивні проблеми мають визначальний вплив на тривалість господарського використання тварин і стабільність відтворення стада. При цьому існує тісний взаємозв'язок між рівнем молочної продуктивності та відтворювальною здатністю, що обумовлює необхідність комплексного підходу до оцінки цих показників.

Особливої актуальності набуває вивчення зазначених питань у стадах високої племінної цінності, зокрема у єдиному в Україні племінному заводі з розведення айширської породи — ДП «ДГ «Мирне» Інституту продовольчих ресурсів НААН України. У цьому господарстві накопичено значний обсяг виробничих даних, що дозволяє провести комплексний аналіз причин вибракування, вікової структури стада, показників відтворення та молочної продуктивності в динаміці.

Отже, дослідження, спрямовані на встановлення основних факторів, що обмежують продуктивне довголіття корів, а також на визначення резервів підвищення ефективності використання тварин у стаді, є актуальними як у науковому, так і в практичному аспектах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження свідчать, що передчасне вибракування корів є одним із ключових факторів, що обмежують ефективність молочного скотарства. При цьому структура причин вибуття тварин має комплексний характер і включає репродуктивні, метаболічні, інфекційні та технологічні чинники.

За даними ряду досліджень (Краєвський та ін., 2022; Matjila et al., 2023; Souza et al., 2023; de Almeida et al., 2025), основною причиною вибракування корів у різних країнах є порушення репродуктивної функції, частка яких коливається в межах 23–40 % і більше. Аналогічні висновки наведені Rilanto et al. (2020), Yanga et al. (2022), де встановлено, що репродуктивні розлади стабільно займають провідне місце у структурі причин вибуття, перевищуючи захворювання вимені та кінцівок.

Вітчизняні дослідження також підтверджують цю закономірність. Так, Піщан et al. (2021), Adamczyk et al. (2018) відзначають, що до 40 % випадків вибракування пов'язані саме з порушенням відтворювальної здатності корів. Водночас Karslıoğlu Kara & Koyuncu (2018) свідчать, що незалежно від породи, основною причиною передчасного вибуття тварин залишається втрата репродуктивної функції, навіть за різного рівня молочної продуктивності.

Проблема продуктивного довголіття тісно пов'язана з генетичними та фізіологічними особливостями тварин. За даними Hu et al. (2021), та Полупан та ін. (2021), довголіття корів є складною ознакою із низькою спадковістю, що визначається взаємодією багатьох факторів, зокрема рівнем продуктивності, станом здоров'я та умовами утримання. Аналогічну позицію займають Forabosco et al. & O'Hara et al. (2020), які підкреслюють важливість включення показників фертильності та виживання до селекційних програм.

Важливим фактором формування довголіття є вік першого отелення та параметри відтворення. Зокрема, Когут & Братюк (2021), Компанець (2024) встановили, що оптимальний вік першого отелення забезпечує підвищення тривалості використання корів і їх довічної продуктивності. При цьому як занадто раннє, так і пізнє перше отелення негативно впливає на ефективність використання тварин.

Дослідження De Vries & Marcondes (2020), Owusu-Sekyere et al. (2023), Vredenberg (2021) свідчать, що продуктивна тривалість життя корів у сучасних умовах залишається відносно короткою і значною мірою визначається не лише біологічними, але й економічними факторами, включаючи інтенсивність оновлення стада та рівень продуктивності.

Окрему увагу приділяють взаємозв'язку між рівнем молочної продуктивності та репродуктивною здатністю. Lucy (2001), Sharapa & Boyko (2018), Fahim et al. (2025) вказують, що підвищення надоїв супроводжується зниженням фертильності корів, що

пояснюється впливом негативного енергетичного балансу та фізіологічним навантаженням на організм тварин.

Важливу роль у формуванні показників довголіття та вибракування відіграють також технологічні та управлінські фактори. Так, Bell et al. (2010), Sewalem et al. (2005), Hadley et al. (2006), Han et al. (2024) відзначають значний вплив умов утримання, годівлі та організації відтворення на ризик вибуття корів зі стада. Gazzarin et al. (2025), Shrestha et al. (2025), Sawicka-Zugaj et al. (2025) та Dallago et al. (2021) підкреслюють економічну доцільність подовження продуктивного використання корів за умови оптимального поєднання рівня продуктивності, витрат та відтворювальної здатності.

Наші попередні дослідження (Сушко, (2018)) підтверджують, що однією з основних причин зниження відтворювальної здатності високопродуктивних корів є овариальні дисфункції, частота яких може сягати 30–70 %. Застосування сучасних біотехнологічних підходів, зокрема систем регуляції репродуктивної функції (АКРФ), дозволяє підвищити ефективність відтворення та знизити рівень передчасного вибракування (Сушко та ін. (2024)).

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить, що продуктивне довголіття молочних корів є результатом складної взаємодії генетичних, фізіологічних, технологічних та економічних факторів, серед яких провідне місце займають показники відтворювальної здатності. Це обумовлює необхідність комплексного підходу до оцінки причин вибракування та факторів, що визначають ефективність використання корів у сучасних молочних стадах.

Мета дослідження – комплексна оцінка причин вибракування та вікової структури стада корів айширської породи в умовах племінного заводу ДП ДГ «Мирне» для визначення основних факторів, що впливають на продуктивне довголіття тварин та ефективність функціонування стада.

Завдання досліджень. Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

1. Проаналізувати причини вибракування корів айширської породи та встановити їх структуру у динаміці за 2018–2024 рр.

2. Оцінити рівень вибуття первісток та визначити частку репродуктивних причин у їх структурі.

3. Дослідити вікову структуру стада та розподіл корів за кількістю лактацій.

4. Визначити динаміку формування селекційного ядра та його частку у загальній структурі стада.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведено у 2018–2024 рр. на базі племінного заводу ДП ДГ «Мирне» Інституту продовольчих ресурсів НААН України. Об’єктом дослідження були корови айширської породи. Матеріалами дослідження слугували первинні дані зоотехнічного та ветеринарного обліку господарства, зокрема: звіти про бонітування стада, облікові форми щодо кількісних і якісних показників продуктивності, журнали техніків штучного осіменіння, амбулаторні журнали ветеринарного обліку, а також результати власних клініко-гінекологічних обстежень корів і спостережень, отримані під час надання консультативно-практичної допомоги у господарстві.

Для досягнення поставленої мети застосовано наступні методи досліджень:

1. Аналітичний метод. Проведено збір, систематизацію та узагальнення первинних виробничих даних господарства за досліджуваний період.

2. Статистичний метод. Отримані дані піддавалися варіаційно-статистичній обробці з визначенням середніх значень (M), стандартної похибки середнього (±m) та відносних показників (%). Динаміка показників оцінювалася у часовому аспекті.

3. Порівняльний метод. Здійснено порівняння показників за роками досліджень, а також між групами тварин (за лактаціями), що дозволило встановити основні тенденції у зміні структури стада.

4. Біологічний (клінічний) метод. Проводили клініко-гінекологічну оцінку стану корів з метою виявлення патологій репродуктивної системи та уточнення причин вибракування з використанням ультразвукового сканера КХ-5200.

5. Метод узагальнення та інтерпретації результатів. На основі отриманих даних визначено основні закономірності формування продуктивного довголіття та встановлено ключові фактори, що обмежують ефективність використання корів у стаді.

Результати досліджень та їх обговорення. Представлені дані відображають ряд показників стада айширських корів за період 2018–2024 рр., зокрема причини вибуття тварин та вікову структуру стада (табл. 1). Аналіз наведених матеріалів дозволяє встановити характерні закономірності зміни досліджуваних показників і визначити основні тенденції їх формування.

Дані щодо вибуття тварин зі стада надають важливу інформацію про основні проблеми здоров'я та продуктивності корів. Протягом спостережуваного періоду, середня кількість вибулих корів дорівнювала 183,6 ± 15,54 гол. у рік і становила 33,7 % (середньорічна кількість стада – 543,9 ± 12,9 гол.). Зниження відтворювальної здатності та акушерсько-гінекологічні захворювання – домінуюча причина, що становила в середньому 65,7 ± 4,60 % від загальної кількості вибулих тварин. Переважно це оваріальні дисфункції.

Захворювання вимені займає другу позиції, серед причин вибуття. Середня частка вибуття з цієї причини становить 10,9 ± 2,39 %. Звертає увагу відносно великий процент захворювання кінцівок, що є традиційною проблемою сучасних молочних комплексів і потребує додаткових заходів для її вирішення. Середня частка тварин, які вибули з цієї причини 8,1 ± 1,91 %. Захворювання органів травлення не є суттевою проблемою, складаючи 1,6 ± 0,62 % серед причин вибуття корів, що пояснюється добре поставленою ветеринарною роботою по профілактиці та лікуванні ацидозів, кетозів та інших проблем обміну речовин.

Щодо первісток, які вибули, їх середня кількість становить 36,6±3,68 голів, що становить 6,7% від загальної кількості корів у стаді. Основною причиною вибуття первісток також є зниження відтворювальної здатності, що в середньому становить 75,5±5,04 % від загальної кількості вибулих тварин першої лактації. Це достатньо високий процент, що вказує на необхідність розробки додаткових заходів для попередження оваріальних дисфунцій, акушерських паталогій при перших пологах тощо.

Таблиця 1. **Причини вибуття корів айширської породи із стада**

Група тварин	Вибуло тварин	низька молочна продуктивність	зниження відтворювальної здатності та акушерсько-гінекологічні захворювання	захворювання			Середній вік вибуття тварин, місяців (отелень)
				вимені	кінцівок	органів травлення	
Рік спостережень							
2018							
Корови, гол. (%)	156 (100)	7 (4,5)	101 (64)	20 (12,8)	21(13,5)	7(4,5)	70 (3,3)
у т.ч. первістки, гол. (%)	27 (17,3)	0	15 (9,6)	5 (3,2)	7(4,5)	0	33 (1)
Частка від загальної кількості первісток, %	100	0	55,5	18,5	25,9	0	х
2019							
Корови, гол. (%)	144 (100)	8 (5,5)	101 (70,1)	27(18,7)	4 (2.7)	4 (2,7)	69 (3,3)
у т.ч. первістки, гол. (%)	27 (18,7)	0	17(11,8)	6 (4,2)	4 (2,7)	0	32 (1)
Частка від загальної кількості первісток, %	100	0	62,9	22,2	14,8	0	х
2020							
Корови, гол. (%)	213 (100)	4 (1,87)	163(76,5)	26 (12,2)	20 (9,4)	0	74 (3,3)
у т.ч. первістки, гол. (%)	29	0	23 (10,8)	2 (0,9)	4 (1,8)	0	38 (1)
Частка від загальної кількості первісток, %	100	0	79,3	6,8	13,7	0	х

2021							
Корови, гол. (%)	165 (100)	4 (2,4)	123 (74,5)	11 (6,7)	27 (16,4)	0	71 (3)
у т.ч. первістки, гол. (%)	43 (26,0)	0	32(19,4)	2 (1,2)	9 (5,4)	7(4,2)	42 (1)
Частка від загальної кількості первісток, %	100	0	74,4	4,6	20,1	16,3	х
2022							
Корови, гол. (%)	159 (100)	7 (4,4)	139 (87,4)	10 (6,3)	3 (1,9)	0	63 (2,9)
у т.ч. первістки, гол. (%)	51 (32,1)	2 (1,2)	39 (24,5)	4 (2,5)	6 (3,8)	0	35 (1)
Частка від загальної кількості первісток, %	100	3,9	76,5	7,8	11,8	0	х
2023							
Корови, гол. (%)	261 (100)	11 (4,2)	236 (90,4)	4 (1,5)	10 (3,8)	0	71 (3)
у т.ч. первістки, гол. (%)	34 (13,0)	0	28 (10,7)	0	6 (2,29)	0	35 (1)
Частка від загальної кількості первісток, %	100	0	82,3	0	17,6	0	х
2024							
Корови, гол. (%)	187 (100)	0	181 (96,8)	0	6 (3,2)	0	65 (2,9)
у т.ч. первістки, гол. (%)	45 (24,1)	0	44 (23,5)	0	1 (0,05)	0	35 (1)
Частка від загальної кількості первісток, %	100	0	98,8	0	2,2	0	х

2021У СЕРЕДНЬОМУ ЗА 7 РОКІВ							
Середня кількість корів, що вибули, гол.	183,6± 15,54	6,57± 1,36	149,1± 18,37	14,0± 3,99	13,0±3,99	1,6± 1,07	**69 ± 1,43 (3,3± 0,07)**
Середня частка тварин, що вибули	100	2,88± 0,92	65,7±4,60	10,9±2,39	8,1±1,91	1,0±0,69	**x**
Середня кількість первісток, що вибули, гол.	36,6± 3,68	0,29± 0,29	28,3± 4,10	2,7± 0,89	5,3± 0,89	1,0± 1,00	35,7
Середня частка первісток від загальної кількості, що вибули, %	19,96 ± 4,59	1,26± 0,18	15,7 ± 5,70	1,8± 0,61	3,0 ± 0,63	0,6± 0,60	x
Середня частка від загальної кількості первісток, що вибули, %	60,81 ± 5,86	**0,56± 0,56**	75,5± 5,04	**8,6± 3,36**	**15,1± 3,07**	**4,0± 2,63**	x

Дані про вікову структуру стада (віковий статус) корів айширського стада представлено у табл. 2.

Загальна кількість гол. у стаді протягом досліджуваного періоду коливалася, починаючи з 498 у 2018 році, досягаючи піку в 593 у 2022 р. та становлячи 564 гол. у 2024 р. Середнє значення по стаду складає 543,9±12,9 гол.

Розподіл корів за кількістю отелень показав, що найбільшу частку стада становили корови після першого отелення. Цей показник варіювався від 27,1 % у 2023 р. до 43,8 % у 2020 р. Середня частка корів при першому отеленні становила 36,2±2,3 %. Частка корів з двома отеленнями значно змінювалась від 19,5% у 2018 р. до 32,0 % у 2019 та 2023 рр., при середньому значенні 25,7±1,8 %. Спостерігається загальна тенденція до зменшення частки корів у стаді із збільшенням кількості отелень. Важливо відзначити, що за весь період спостережень у стаді відсутні корови з 10 і більше отеленнями.

Середній вік у отеленнях коливався від 2,1 у 2019 р. до 2,8 у 2018 р., а середнє значення становить 2,4±0,1 отелень. Середній вік при першому отеленні був стабільним, коливаючись у межах 25-28 міс., із середнім значенням 25,9±0,5 міс.

Кількість введених первісток у стадо має значні коливання: від 149 у 2019 р. до 253 у 2020 р. Середнє значення становило 166,4±28,4.

Окремої уваги заслуговує динаміка селекційного ядра стада. Кількість тварин у селекційному ядрі значно зросла: з 28 гол. у 2018 р. до 255 гол. у 2024 р. Відповідно, частка селекційного ядра у загальному стаді також зросла з 5,6 % у 2018 році до 45,2 % у 2024 році. У середньому по селекційному ядру кількість голів становить 93,7±32,2, а їхня середня частка у стаді –27,4±17,8 %. Ця тенденція є позитивним показником, що свідчить про цілеспрямовану роботу з покращення генетичного потенціалу стада.

Отримані в ході дослідження результати свідчать про те, що у стаді корів айширської породи ДП ДГ «Мирне» ключовим фактором, який визначає рівень вибуття тварин, є порушення репродуктивної функції. Частка вибракування з причин зниження відтворювальної здатності та акушерсько-гінекологічних захворювань становила в середньому 65,7±4,60 %, що значно перевищує інші причини вибуття. Важливо підкреслити, що отримані результати повністю узгоджуються з даними інших дослідників, які також відзначають домінуючу роль репродуктивних проблем у структурі вибракування молочних корів.

Так, у дослідженнях Краєвського та ін. (2022) встановлено, що значна частка вибракування корів (37,1 %) пов’язана з акушерсько-гінекологічними захворюваннями і це безпосередньо впливає на ефективність функціонування молочних господарств. Аналогічні результати отримані de Almeida et al. (2025), які показали, що репродуктивні порушення є основною причиною вибракування (34,0 %) у стадах голштинської породи. Matjila et al. (2023) підтверджують ці закономірності, демонструючи, що безпліддя є провідною причиною вибуття корів (до 37,9 % у голштинів). Подібні висновки наведені Souza et al. (2023), де репродуктивні проблеми займають перше місце серед причин вибракування (23,02 %). Важливо, що навіть у дослідженнях, виконаних у різних країнах та за різних технологічних умов, зберігається одна і та ж тенденція. Rilanto et al. (2020) встановили, що репродуктивні порушення становлять 31,3 % усіх причин вибуття, а Yanga et al. (2022) узагальнили, що у світовій практиці їх частка коливається в межах 25–40%.

Аналогічну позицію думку мають і інші дослідники. Піщан та ін. (2021) відзначають, що до 40 % вибракування молочних корів обумовлено саме репродуктивними проблемами. Adamczyk et al. (2018) встановили, що порушення відтворення є найбільш поширеною причиною вибуття (близько 40%) незалежно від породної належності.

Результати нашого дослідження щодо вибракування через проблеми зі здоров’ям вимені та з опорно-руховим апаратом, метаболічні розлади, а також низьку молочну продуктивність узгоджуються з даними Mikó E.et al. (2025).

Таблиця 2. **Структура стада корів айширської породи за отеленнями.**

Показник	Усього голів	У тому числі за отеленнями					Середній вік		Уведено первісток у стадо
		1	2	3	4-5	6-9	у отеленнях	при 1 отеленні, міс	
Рік спостережень									
2018									
Кількість у стаді, голів	498	171	97	87	95	48	2,8	28	161
Частка у стаді, %	100	34,3	19,5	17,4	19,1	9,6	х	х	32,3
У тому числі селекційне ядро, голів	28	1	3	7	13	4	4	х	х
Частка у стаді тварин селекційного ядра, %	5,6	0,2	0,6	1,4	2,6	0,8	х	х	х
2019									
Кількість у стаді, голів	503	198	161	93	44	7	2,1	27	149
Частка у стаді, %	100	39,4	32,0	18,5	8,7	1,4	х	х	29,9
У тому числі селекційне ядро, голів	29	0	5	0	16	8	4,9	х	х
Частка у стаді тварин селекційного ядра, %	5,8	0	1,0	0	3,2	1,6	х	х	х
2020									
Кількість у стаді, голів	543	238	120	91	75	19	2,3	27	149
Частка у стаді, %	100	43,8	22,1	16,7	13,8	3,5	х	х	29,9
У тому числі селекційне ядро, голів	72	12	20	21	8	11	3,2	х	х
Частка у стаді тварин селекційного ядра, %	13,3	2,2	3,7	3,9	1,5	2,0	х	х	х

2021									
Кількість у стаді, голів	543	226	137	71	81	28	2,4	26	253
Частка у стаді, %	100	41,6	25,2	13,1	14,9	5,1	x	x	46,5
У тому числі селекційне ядро, голів	167	41	42	42	28	14	2,9	x	x
Частка у стаді тварин селекційного ядра, %	30,7	7,5	7,7	7,7	5,2	2,6	x	x	x
2022									
Кількість у стаді, голів	593	219	150	130	72	22	2,4	25	209
Частка у стаді, %	100	36,9	25,3	21,9	12,2	3,7	x	x	35,2
У тому числі селекційне ядро, голів	52	10	3	3	33	3	3,7	x	x
Частка у стаді тварин селекційного ядра, %	8,8	1,7	0,5	0,5	5,6	0,5	x	x	x
2023									
Кількість у стаді, голів	563	153	180	139	83	8	2,4	25	231
Частка у стаді, %	100	27,1	32,0	24,7	14,8	1,4	x	x	41,0
У тому числі селекційне ядро, голів	54	9	9	10	17	9	3,7	x	x
Частка у стаді тварин селекційного ядра, %	9,6	1,6	1,6	1,8	3,0	1,6	x	x	x
2024									
Кількість у стаді, голів	564	172	129	130	112	21	2,6	25	188
Частка у стаді, %	100	30,5	22,8	2,3	1,9	3,7	x	x	33,3
У тому числі селекційне ядро, голів	255	95	72	54	25	9	2,7	x	x
Частка у стаді тварин селекційного ядра, %	45,2	16,8	12,8	9,6	4,4	1,6	x	x	x

За 7 років спостережень									
У середньому по стаду, гол	543,9± 12,9	196,7± 12,2	139,1± 10,37	105,9 ±10,0	80,3± 7,93	21,9± 5,2	2,4 ± 0,1	25,9± 0,5	166,4 ± 28,4
Середня частка у стаді, %	100	36,2 ± 2,3	25,7 ± 1,8	19,5 ± 1,5	14,8 ± 1,1	4,0 ± 1,1	x	x	36,2 ±2,3
У середньому по селекційному ядру, гол	93,9 ± 32,2	24,0 ± 12,9	22,0 ± 9,7	19,6 ± 7,86	20,0 ± 3,37	8,3 ± 1,45	3,2± 0,2	x	x
Середня частка у стаді тварин селекційного ядра, %	17,0 ± 5,7	4,3 ± 1,1	4,0 ± 0,8	3,6 ± 0,9	3,6 ± 0,5	1,5 ± 0,23	x	x	x

Отримані нами дані не лише підтверджують ці результати, але й демонструють ще більш виражену роль репродуктивного фактора у конкретних умовах племінного заводу айширської породи. Окремої уваги заслуговує високий рівень вибуття первісток, у яких частка репродуктивних причин досягала 75,5±5,04 %. Це узгоджується з даними вітчизняних дослідників. Так, Sharapa & Boyko (2018) відзначають антагонізм між високою молочною продуктивністю та репродуктивною функцією, особливо у молодих тварин. Фізіологічні механізми цього явища пояснюються у класичних роботах Lucy (2001), де показано, що інтенсивна лактація супроводжується негативним енергетичним балансом та пригніченням репродуктивної функції. Ці положення підтверджуються і нашими спостереженнями щодо зниження заплідненості від першого осіменіння.

Поряд з цим, результати дослідження узгоджуються з висновками De Vries & Marcondes (2020), які зазначають, що нездатність до запліднення є однією з основних причин скорочення продуктивного довголіття корів.

Отже, результати дослідження не лише відображають реальний стан стада ДП ДГ «Мирне», але й узгоджуються із загальносвітовими науковими уявленнями, що підтверджує їх достовірність та практичну значущість.

Висновки

1. У результаті проведених досліджень встановлено, що ефективність функціонування стада корів айширської породи ДП ДГ «Мирне» визначається комплексом взаємопов'язаних факторів, серед яких провідне місце займають показники відтворювальної здатності та структура стада. При цьому ключовим обмежуючим чинником продуктивного довголіття тварин є порушення репродуктивної функції.

2. Основною причиною вибуття корів зі стада є зниження відтворювальної здатності та акушерсько-гінекологічні захворювання, частка яких становить у середньому 65,7±4,60 % від загальної кількості вибулих тварин.

3. Встановлено високий рівень вибуття первісток за репродуктивних причин (75,5±5,04 %), що свідчить про недостатню реалізацію їх біологічного потенціалу та потребує удосконалення системи вирощування, підготовки до отелення та післяродового менеджменту.

4. Доведено, що у стаді проводиться активна селекційно-племінна робота, про що свідчить зростання частки селекційного ядра та стабільна структура стада з високою питомою вагою молодих тварин.

Подяка. Автори статті дякують директору ДП ДГ «Мирне» ІПР НААН України Цибенку В.Г, заступнику директора Судовцевій О.А., головному лікарю ветеринарної медицини Наріжному С.О. за надану можливість та допомогу у проведенні досліджень.

References

Когут, М. І. & Братюк, В. М. (2021). Відтворна здатність корів-первісток, отриманих при різних варіантах лінійного підбору. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво,* 69(1), 194–206. https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-13

Компанець І. О. Довголіття корів молочної худоби, залежно від віку першого отелення. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, 1. 34–41. https://doi.org/10.33245/2310-9289-2024-186-1-34-41

Краєвський А., Чекан О., Гребеник Н., Мусієнко Ю.С., Травецький М., Допа В., Касьяненко В., & Лазоренко А. (2022). Причини вибракування корів із продуктивного стада. *Науковий вісник ветеринарної медицини,* 1, 14–32. https://doi.org/10.33245/2310-4902-2022-173-1-14-32

Піщан, І. С., Піщан, С. Г., Литвищенко, Л. О., Капшук, Н. О. & Гуцуляк, Г. С. (2021). Лімітуючі фактори продуктивного довголіття корів на промисловому комплексі. *Теоретична та прикладна ветеринарна медицина , 9* (3), 122-129. https://doi.org/10.32819/2021.93019

Полупан, Ю. П., Ставецька, Р. В., & Сіряк, В. А. (2021). Вплив генотипових факторів на довгожілля та довічну продукцію молочних корів. *Розведення та генетика тварин, 61 ,* 90-106. https://doi.org/10.31073/abg.61.11

Сушко, О. Б. (2018).Співвідношення різних форм овариальних дисфункцій у корів високопродуктивних молочних стад. *Таврійський науковий вісник*, 99, 203–209.

Сушко, О. Б., Седюк, І. Є., Єлецька, Л. М., Хмельков, В. М., & Савельєва, М. С. (2024). Система заходів щодо нормалізації процесів відтворення у господарствах із промисловою технологією ведення скотарства. *Аграрна наука виробництву*, 1, 54.

Adamczyk, K., Jagusiak, W., & Makulska, J. (2018). Analysis of lifetime performance and culling reasons in Black-and-White Holstei Friesian cows compared with crossbreds. *Annals of Animal Science*, 18(4), 1061–1079. https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0036

Bell, M. J., Wall, E., Russell, G., Roberts, D. J., & Simm, G. (2010). Risk factors for culling in Holstein-Friesian dairy cows. *Veterinary Record*, 167(7), 238–240. https://doi.org/10.1136/vr.c4267

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 review. *Animals*, 11(3), 808. https://doi.org/10.3390/ani11030808

de Almeida, R., de Paula, S., Marquetti, M. M., Poczynek, M., da Silva, D. F. F., Navarro, R. B., Valloto, I. A., Horst, J. A., & Pedrosa, V. B. (2025). Longevity and culling reasons in dairy herds in Southern Brazil. *Animals*, 15(15), 2232. https://doi.org/10.3390/ani15152232.

De Vries, A., & Marcondes, M. I. (2020). Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*, 14(S1), S155–S164. https://doi.org/10.1017/S1751731119003264

Fahim, N. H., Ibrahim, M. A. M., & Sadek, R. R. (2025). Lifetime performance traits of Holstein cows: Implications of first-lactation milk yield and culling causes. *Tropical Animal Health and Production*, 57, Article 454. https://doi.org/10.1007/s11250-025-04670-7

Forabosco, F., Jakobsen, J. H., & Fikse, W. F. (2009). International genetic evaluation for direct longevity in dairy bulls. *Journal of Dairy Science*, 92(5), 2338–2347. https://doi.org/10.3168/jds.2008-1214

Gazzarin, C., Schmid, D., & Bieber, A. (2024). Economic drivers of the optimal productive lifespan of dairy cows in two different Swiss milk production systems. *Journal of Dairy Science. Advance online publication*. https://doi.org/10.3168/jds.2024-26086

Hadley, G. L., Wolf, C. A., & Harsh, S. B. (2006). Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2286–2296. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72300-1

21 Han, R., van der Tol, P. P. J., Hogeveen, H., & Stott, A. W. (2024). Effects of extending dairy cow longevity by adjusted reproduction management decisions. *Journal of Dairy Science*, 107(5), 3891–3905. https://doi.org/10.3168/jds.2023-24089

Hu, H., Mu, T., Ma, Y., Wang, X., & Ma, Y. (2021). Analysis of longevity traits in Holstein cattle: A review. *Frontiers in Genetics*, 12, 695543. https://doi.org/10.3389/fgene.2021.695543

Karslıoğlu Kara, N., & Koyuncu, M. (2018). A research on longevity, culling reasons and milk yield traits in Holstein and Simmental cows. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(3), 203–210. https://doi.org/10.29136/mediterranean.443409

Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end. *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1277–1293. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0

Matjila, L., Nephawe, K., Sanarana, Y., Dube, B., & Banga, C. (2023). Cow longevity and reasons and risk factors for culling in South African Holstein and Jersey dairy herds. *Animals*, 13(20), 3012. https://doi.org/10.3390/ani13203012

Mikó, E., Tóth, V., Nagypál, V., & Süli, Á. (2025). Longevity and culling dynamics of Holstein–Friesian cows in Hungary. *Agriculture*, *15*(24), 2529. https://doi.org/10.3390/agriculture1524252

Owusu-Sekyere, E., Hansson, H., & Gustavsson, M. (2023). Dairy cow longevity: Impact of animal health and farmers' investment decisions. *Journal of Dairy Science*, 106(5), 3509–3524. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22808

Rilanto, T., Reimus, K., Orro, T., & Mõtus, K. (2020). Dairy cow culling: Reasons and risk factors. *Veterinary Medicine and Science*, 6(3), 273–280. https://doi.org/10.1002/vms3.245

Sawicka-Zugaj, W., Chabuz, W., Barłowska, J., Mucha, S., & Bochniak, A. (2025).Assessment of Longevity and lifetime productivity of local cattle breeds in relation to international breeds. *Animals*, 15(22), 3312. https://doi.org/10.3390/ani15223312

Sewalem, A., Kistemaker, G. J., Ducrocq, V., & Van Doormaal, B. J. (2005). Genetic analysis of herd life in Canadian dairy cattle on a lactation basis using a Weibull proportional hazards model. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 368–375. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73083-9

Sharapa, G. S., & Boyko, O. V. (2018). Reproductive ability and milk productivity of cows of different breeds. *Animal Breeding and Genetics*, 55, 219–224. https://doi.org/10.31073/abg.55.30

Shrestha, B., Paudyal, S., Kaniyamattam, K., & Gröhn, Y. T. (2025). Graduate student literature review: Organic dairy cattle longevity and economic implications—Contemporary perspectives. *Journal of Dairy Science*, 108(4), 3734–3745. https://doi.org/10.3168/jds.2024-25767

Souza, T. C. de, Pinto, L. F. B., Cruz, V. A. R. da, Oliveira, H. R. de, Pedrosa, V. B., Oliveira, G. A., Jr., Miglior, F., Schenkel, F. S., & Brito, L. F. (2023). A comprehensive characterization of longevity and culling reasons in Canadian Holstein cattle based on various systematic factors. *Translational Animal Science*, 7(1), txad102. https://doi.org/10.1093/tas/txad102

Vredenberg, I., Han, R., Mourits, M. C. M., Hogeveen, H., & Steeneveld, W. (2021). An empirical analysis on the longevity of dairy cows in relation to economic herd performance. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 646672. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.646672

Yanga, D. S., Li, Z. H., Wang, Y. J., Zhang, Y. T., & Li, Q. Z. (2022). Culling and mortality of dairy cows: Why it happens and how it can be mitigated. *Animals*, 12(15), 1967. https://doi.org/10.3390/ani12151967

2026. Номер 13, С. 24 – 36.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 08.04.2026 Прийнято: 07.05.2026 Опубліковано: 12.05.2026

DOI: 10.31890/vttp.2026.13.02

UDC 636.4:612.017:591.18

EFFECTIVENESS OF ASSESSMENT OF MEASURES FOR PREVENTION OF TECHNOLOGICAL STRESSES BY SLAUGHTER INDICATORS AND MEAT QUALITY OF PIGLETS

D.A. Lashyn[1], P.V. Shablia[2]

[1]*Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine*

[2]*Pig-Breeding Institute and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine*

ORCID
D.A. Lashyn: https://orcid.org/0009-0003-7092-5738
P.V. Shablia: https://orcid.org/0009-0006-1248-9925

E-mail: dr.fox2011@ukr.net

Abstract. The article presents the results of a study of the influence of anti-stress drugs on the slaughter and meat-fat qualities of piglets. The relevance of the work is due to the significant negative impact of various technological stress factors on the meat productivity and quality of meat of farm animals. The aim of the study is to assess the effectiveness of measures to prevent technological stresses on slaughter performance and product quality of piglets. The experiment was conducted in the production conditions of a pigs complex on young piglets of the three-breed genotype (♀Landrace × Yorkshire × ♂Duroc), formed into three groups according to the principle of analogues. The experimental scheme involved the use of various anti-stress drugs: piglets of the II experimental group were administered the drug "Katozal", group III - a complex experimental agent based on glycine, succinic acid and biologically active medium 199, while animals of the control group received saline. The introduction of drugs was carried out during periods of increased exposure to technological stress factors. It was established that the use of anti-stress drugs contributes to an increase in pre-slaughter live weight and slaughter weight. In particular, the highest indicators were obtained in animals of the III experimental group, which exceeded the control in pre-slaughter weight by 5.3% and slaughter weight by 5.9% ($p<0.01$). There was also a tendency towards an increase in their slaughter yield, an increase in the linear measurements of half-carcasses and the area of the "muscle eye", which indicates better development of muscle tissue. The use of anti-stress drugs also affected the processes of fat deposition, causing an increase in the thickness of the fat and the mass of internal fat. The results obtained confirm the scientifically substantiated feasibility of using anti-stress drugs as a means of increasing productivity and improving the quality of pork. Instead, the highest effect was demonstrated by the use of a complex experimental preparation, the use of which contributed to a significant increase in the adaptive potential of piglets to the negative effects of technological stress factors, which was reflected in the improvement of their slaughter performance.

Keywords: *piglets, stress resistance, slaughter performance, meat quality.*

УДК 636.4:612.017:591.18

ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЦІНКИ ЗАХОДІВ ПРОФІЛАКТИКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТРЕСІВ ЗА ЗАБІЙНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТА ЯКІСТЮ М'ЯСА КАБАНЧИКІВ

Д.А. Лашин[1], П.В. Шабля[2]
[1]Інститут тваринництва НААН, Харків, Україна,
[2]Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, Полтава, Україна
E-mail: dr.fox2011@ukr.net

Анотація. У статті наведено результати дослідження впливу антистресових препаратів на забійні та м'ясо-сальні якості кабанчиків. Актуальність роботи зумовлена значним негативним впливом технологічних стресових чинників на м'ясну продуктивність та якість м'яса сільськогосподарських тварин. Метою дослідження була оцінка ефективності заходів профілактики технологічних стресів за забійними показниками та якістю м'яса кабанчиків. Дослід проведено у виробничих умовах свинокомплексу на кабанчиках трьохпородного генотипу (♀Ландрас × Йоркшир × ♂Дюрок), сформованих у три групи за принципом аналогів. Схема досліду передбачала застосування різних антистресових препаратів: кабанчикам II дослідної групи вводили препарат «Катозал», III дослідної групи – комплексний експериментальний засіб на основі гліцину, бурштинової кислоти та біологічно активного середовища 199, тоді як тварини I контрольної групи отримували фізіологічний розчин. Введення препаратів здійснювали у періоди підвищеного впливу технологічних стрес-чинників. Установлено, що застосування антистресових препаратів сприяло підвищенню передзабійної живої маси та забійної маси. Зокрема, найвищі показники отримано у тварин III дослідної групи, які переважали ровесників контрольної групи за передзабійною масою на 5,3 % та забійною масою – на 5,9 % ($p<0,01$). Констатовано також тенденцію щодо збільшення у них забійного виходу, лінійних промірів півтуш та площі «м'язового вічка», що свідчить про кращий розвиток м'язової тканини. Застосування антистресових засобів вплинуло й на процеси жировідкладення, зумовивши зростання товщини шпику та вмісту внутрішнього жиру. Отримані результати підтвердили науково обґрунтовану доцільність використання антистресових препаратів як засобів підвищення м'ясної продуктивності та покращення якості свинини. Натомість, найвищий ефект продемонструвала верифікація комплексного експериментального препарату, застосування якого сприяло суттєвому підвищенню адаптаційного потенціалу кабанчиків до негативної дії технологічних стрес-чинників, що позначився поліпшенням їх забійних показників та хімічного складу найдовшого м'яза спини.

Ключові слова: *кабанчики, стресостійкість, забійні показники, якість м'яса.*

Вступ. *Актуальність теми.* Стрес у свиней – визначальний чинник, що істотно впливає на рівень продуктивності, стан здоров'я та якість одержаної продукції. У межах сучасних наукових підходів стрес трактується як універсальна неспецифічна адаптаційна реакція організму на дію різноманітних екзо- та ендогенних подразників, що реалізується через активацію нейроендокринних механізмів, зокрема гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової осі та симпато-адреналової системи (Einarsson et al., 2009).

У відповідь на стрес-чинники в організмі свиней підвищується рівень кортизолу, адреналіну та норадреналіну, що призводить до мобілізації енергетичних резервів. Водночас тривалий та інтенсивний вплив стресорів може зумовлювати порушення метаболічних процесів, зниження продуктивних показників і погіршення якісних характеристик м'ясної продукції (Mormède et al., 2007).

У зв'язку з цим, розробка шляхів мінімізації негативного впливу стрес-чинників на господарсько-корисні ознаки і якість продукції свиней становить важливий та перспективний напрям наукових досліджень у галузі свинарства.

У сучасному свинарстві виділяють декілька груп стрес-чинників, серед яких домінуюче місце займають технологічні, соціальні та генетично зумовлені. До технологічних стрес-чинників належать перегрупування, транспортування, зміна умов утримання та передзабійна витримка. Суттєвий вплив на фізіологічний статус свиней справляють також і соціальні стресори, пов'язані з міжособинною взаємодією, насамперед агресивною поведінкою та формуванням ієрархічної структури в групах, що супроводжується активацією нейроендокринних механізмів стресу (D'Eath et al., 2010). Водночас транспортування вважають одним із найбільш інтенсивних стресогенних впливів, оскільки він поєднує комплекс несприятливих чинників, включно фізичне навантаження, зміну мікроклімату, обмеження доступу до корму та води (Pérez et al., 2002). Окрему роль у формуванні стресової реактивності відіграють генетичні особливості тварин. Зокрема, наявність мутації гена RYR1 асоціюється з підвищеною чутливістю до дії стресорів і схильністю до розвитку патологічних змін якості м'яса, зокрема формування дефекту типу PSE (Ferguson & Warner, 2008).

Вплив стресу на м'ясну продуктивність свиней проявляється насамперед зниженням темпів росту, погіршенням конверсії корму та зміною структури туш. Підвищений рівень кортизолу активує катаболічні процеси, що супроводжуються розщепленням білків та зменшенням маси м'язів (Choi et al., 2012). Водночас відбувається перерозподіл енергетичних ресурсів у напрямі накопичення жирової тканини, що негативно впливає на м'ясність туш (Foury et al., 2005).

Стресові чинники істотно впливають і на забійні характеристики свиней. Установлено, що підвищений рівень стресу перед забоєм асоціюється зі зменшенням забійного виходу, порушенням оптимального співвідношення м'язової та жирової тканин, а також погіршенням морфометричних характеристик туш (Hambrecht et al., 2004). Такі зміни зумовлені дією гормонів стресу, які модифікують перебіг білкового та ліпідного обміну, впливаючи на інтенсивність процесів синтезу і катаболізму (Mormède et al., 2007).

Визначальним аспектом впливу стресу у свинарстві є його дія на якість м'яса. Ключовим патофізіологічним механізмом у цьому процесі виступає зміна вмісту глікогену в м'язовій тканині перед забоєм, що безпосередньо визначає інтенсивність післязабійного гліколізу та характер зниження pH. За умов гострого стресового впливу активується інтенсивний гліколіз, що супроводжується швидким накопиченням молочної кислоти і різким зниженням активної кислотності у м'язах. Це спричиняє денатурацію білкових структур і формування м'яса типу PSE, що характеризується блідим забарвленням, зниженою щільністю та низькою вологоутримувальною здатністю (Ferguson & Warner, 2008). Натомість тривалий стрес призводить до виснаження глікогенових резервів у м'язовій тканині, внаслідок чого після забою не відбувається належного зниження pH. Це сприяє формуванню м'яса типу DFD, що має темний колір та підвищену жорсткість (Gregory, 2010).

Передзабійний період є критичним етапом, який значною мірою визначає прикінцеву якість продукції. Навантаження, транспортування, розвантаження та утримання тварин перед забоєм супроводжуються значним підвищенням рівня кортизолу та лактату в крові (Hambrecht et al., 2004). Навіть короткочасний вплив цих чинників може спричинити суттєві зміни біохімічних процесів у м'язовій тканині та погіршення її якості (Bejaoui et al., 2023). Установлено, що оптимізація умов передзабійного утримання, зокрема забезпечення достатнього відпочинку та мінімізація стресових впливів, сприяє покращенню технологічних і споживчих властивостей продукції.

Оцінювання інтенсивності стресу в свиней базується на комплексному підході за залучення фізіологічних, біохімічних і поведінкових індикаторів. До найбільш інформативних біохімічних маркерів належить визначення концентрації кортизолу, лактату

та креатинкінази в крові, які відображають рівень активації стресових реакцій (Papatsiros et al., 2024). Водночас поведінкові прояви, зокрема агресивність, вокалізація та зміни рухової активності, також є важливими діагностичними критеріями стресового стану (D'Eath et al., 2010). Комплексне використання цих показників забезпечує об'єктивну оцінку впливу стрес-чинників на фізіологічний стан тварин та формування якості м'ясної продукції.

Результати сучасних наукових досліджень свідчать про наявність тісного функціонального зв'язку між рівнем добробуту тварин і показниками кількісної та якісної характеристики м'ясної продукції. Поліпшення умов утримання, зменшення щільності розміщення поголів'я, оптимізація системи годівлі та профілактика дії стрес-чинників сприяють зменшенню інтенсивності стресових реакцій, що, у свою чергу, позитивно впливає на реалізацію продуктивного потенціалу тварин і покращення якості м'яса (Rossi et al., 2008).

У цьому контексті важливого значення набуває впровадження принципів гуманного поводження з тваринами на всіх етапах технологічного процесу вирощування, що дає змогу не лише покращити їх фізіологічний стан, але й підвищити економічну ефективність галузі.

Отже, узагальнення даних наукових джерел літератури дає підстави розглядати стрес як один із визначальних чинників, що формує рівень м'ясної продуктивності та забійних якостей свиней. Його дія відбувається через складні нейроендокринні механізми регуляції, що зумовлюють перебудову метаболічних процесів, зміну тканинної структури туш та фізико-хімічних характеристик м'ясної сировини. У цьому контексті зниження рівня стресу в свиней шляхом розроблення та впровадження ефективних засобів профілактики є важливим резервом підвищення продуктивності тварин і забезпечення сталого розвитку галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До найпоширеніших засобів підвищення стресостійкості свиней відносять пробіотики, пребіотики, амінокислоти з функціональними властивостями, рослинні екстракти, мінеральні речовини, органічні кислоти, мікроелементи та антиоксиданти (Бабенко та Чернявський, 2011; Hartnett et al., 2020; Martyshuk et al., 2021).

Результати сучасних наукових досліджень свідчать, що застосування вітаміну Е та аскорбінової кислоти покращує антиоксидантний статус організму тварин, що позитивно відображається на якісних показниках м'ясної продукції. Магній відіграє важливу роль у зниженні реактивності організму на дію стресорів. Доведено, що магнієвмісні добавки здатні зменшувати прояви агресивної поведінки та забезпечувати нормалізацію фізіологічних показників стресу в свиней (Bushby et al., 2021). Нещодавні дослідження демонструють, що додавання сульфату калію і магнію до раціону сприяє покращенню антиоксидантного статусу організму свиней, зниженню негативних наслідків транспортного стресу та покращенню якості м'яса (Cui et al., 2025).

Установлено, що повноцінність і збалансованість раціонів за вмістом вітамінів, мінеральних речовин та біологічно активних сполук сприяє підвищенню адаптаційної здатності організму тварин. Зокрема, Ібатуллін та ін. (2016) підкреслюють значення годівлі як ключового регуляторного чинника, що впливає на функціональний стан нервової системи та ступінь вираженості стресових реакцій у свиней. Аналогічні підходи відображено у праці Кулика та Красносельської (2017), де доведено доцільність використання кормових добавок для покращення якості свинини.

Беззаперечний науковий інтерес має вивчення й впливу жирнокислотного складу раціону на формування стрес-реакцій та якісні характеристики м'яса свиней. Згідно з результатами метааналізу, поліненасичені жирні кислоти здатні позитивно модулювати метаболічні процеси у тварин, сприяючи зниженню інтенсивності запальних реакцій, стабілізації клітинних мембран та оптимізації структурної організації м'язової тканини (Wang et al., 2021).

Ще одним перспективним аспектом вирішення проблеми підвищення стресостійкості свиней є використання транквілізаторів. Зокрема установлено, що вони

дають змогу істотно зменшити нервову збудливість, посилити толерантність до стрес-чинників, знизити агресивність, збільшити рухову активність, сприяють розслабленню м'язів, зростанню резистентності організму та пом'якшенню больових відчуттів. Натомість, слід зауважити, що транквілізатори не усувають наслідків стресу, а лише знижують інтенсивність його прояву (Стояновський, 2013; Антоненко та ін., 2013; Фотіна та Ребенко, 2015).

Токарчук (2022) у присвяченій визначенню впливу цитратних форм мікроелементів на підвищення стресостійкості поросят у період відлучення встановив, що введення до раціону наноцитратів цинку та заліза, а також інших цитратних сполук мікроелементів відзначається активацією антиоксидантної системи, посиленням адаптаційних реакцій та інтенсифікацією росту й розвитку тварин. Додаткове використання цитратів феруму, цинку й германію в поєднанні з вітаміном Е також позитивно впливає на продуктивні показники та збереженість поросят після відлучення, що має суттєве значення за вираженої дії стрес-чинника у цей критичний віковий період.

У загальній структурі засобів зі зменшення негативного впливу стрес-чинників на організм тварин (Gutyj et al., 2016; Харів та ін., 2016) фітобіотики розглядають як ефективну альтернативу синтетичним антистресовим препаратам. Ці добавки зберігають активність під час технологічної обробки і рівномірно розподіляються в складі комбікормів.

У науковій доробці науковців Китаю надано безсумнівні докази, що підтверджують високу ефективність використання рослинних екстрактів і добавок для поліпшення продуктивних параметрів та адаптаційної здатності свиней в умовах впливу стрес-чинників (Wang et al., 2023). Встановлено, що рослинні добавки та екстракти, які традиційно використовують у народній медицині з лікувально-профілактичною метою, покращують фізіологічний стан свиней та підвищують їх стресостійкість. При цьому відзначено збільшення загального приросту живої маси поросят на 3,2–4,6 %, інтенсивності росту – на 10,2–12,4 % та досягнення оптимальних забійних кондицій – на 1,6–2,4 доби раніше.

Поряд із застосуванням фітопрепаратів у заходах антистресової профілактики використовують окремі рослинні екстракти, які концентрують біологічно активні речовини та забезпечують вираженіший імуномодулюючий і адаптогенний ефект у свиней (Armendariz-Barragan et al., 2016; Liu et al., 2018; Zhang et al., 2018).

Із позиції реалізації заходів щодо профілактики та підвищення стресостійкості свиней Bhaskar et al. (2013), Lan & Kim (2018), Radzikowski et al. (2022) рекомендують використовувати плоди лимоннику, ехінацею, корінь женьшеню, екстракт меліси та інші лікарські трави. Сучасна стратегія антистресової профілактики також ґрунтується на визначенні імуностимулюючого ефекту плодів розторопші плямистої та препаратів селену (Liu et al., 2016; Khariv et al., 2017; Усенко та ін., 2020).

Отже, підвищення адаптаційної здатності свиней за дії стрес-чинників забезпечується застосуванням фармакологічних засобів і корекцією годівлі, що сприяє повній реалізації їх продуктивного потенціалу та поліпшенню якісних характеристик м'яса. Водночас недостатньо вирішеним залишається питання пошуку і наукового обґрунтування нових засобів регуляції стресових реакцій з урахуванням сучасних вимог до інтенсивного, технологічно орієнтованого й економічно ефективного виробництва свинини, що визначає актуальність, наукову цінність та практичну значущість виконаного дослідження.

Метою досліджень була оцінка ефективності заходів профілактики технологічних стресів за забійними показниками та якістю м'яса кабанчиків.

Основними завданнями дослідження були:

1. установити зміни забійних показників піддослідних кабанчиків під впливом антистресових препаратів;
2. визначити м'ясо-сальні якості півтуш;
3. оцінити морфометричні характеристики півтуш;
4. дослідити хімічний склад найдовшого м'язу спини.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження виконували у виробничих умовах

комплексу з виробництва свинини ПП АФ «Світанок» Нововодолажського району Харківської області. Піддослідне поголів'я молодняку свиней в дослідах було представлено першим поколінням, яке походило від відтворного схрещування кнурів породи Ландрас із свиноматками породи Йоркшир і було завезене з Данії. Із метою формування товарного поголів'я в умовах базового господарства завезених помісних свинок осіменяли кнурами породи Дюрок.

Дослід базувався на розробленні і апробації складу експериментального препарату як антистресового засобу. На підставі аналізу сучасної наукової літератури і оцінки стану вітчизняного ринку антистресових засобів, що використовуються у тваринництві, як компоненти для розробки експериментального препарату обрали біологічно активне середовище 199, амінокислоту гліцин та бурштинову кислоту. Його створення та експериментальне визначення токсичності здійснювали на базі Національного наукового центру «Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини» (м. Харків).

Науковим підґрунтям включення до складу препарату гліцину і бурштинової кислоти стали їх відомі та підтверджені біологічні властивості. Гліцин сприяє покращенню росту, фізіологічного стану, імунної реактивності та якості продукції, а також виявляє виражену антистресову дію. Бурштинова кислота нормалізує обмін речовин, знижує гіпоксичні прояви, підвищує стійкість до стресу та підтримує гомеостаз. Її застосування дає змогу збільшити продуктивність та прискорити відновлення організму тварин у періоди стресових навантажень. Біологічно активне середовище 199 – це стандартне живильне середовище для культивування клітин, яке містить збалансований комплекс неорганічних солей, амінокислот, вітамінів і глюкозу, необхідних для підтримання росту та розвитку клітин *in vitro*. У ветеринарній практиці використовують як допоміжний компонент у складі препаратів завдяки своїм біоактивним властивостям і здатності посилювати дію основних діючих речовин.

Для проведення досліду під час відлучення сформували три групи поросят-аналогів за генотипом, віком, статтю та живою масою, по 10 голів (по 5 голів кабанчиків і свинок) у кожній. Поросятам ІІІ (дослідної) групи внутрішньом'язово вводили експериментальний препарат у дозі 1,5 мл/10 кг живої маси на добу, тваринам ІІ (дослідної) групи – аналогічну дозу (1,5 мл/10 кг живої маси на добу) препарату «Катозал», а поросятам І (контрольної) групи замість досліджуваних препаратів уводили еквівалентну кількість стерильного фізіологічного розчину, із метою нівелювання впливу самого факту ін'єкцій як стресового чинника. Розчини препаратів уводили за дві доби до та дві доби після дії технологічних стрес-чинників: відлучення, переведення на дорощування, на відгодівлю (кабанчиків), на вирощування (свинок) та перед опоросом.

Тварин усіх груп розміщували в одному технологічному приміщенні, згідно із загальноприйнятою технологією. Умови годівлі та догляду за поросятами були ідентичними й відповідали чинним санітарним і зоогігієнічним нормам. Раціони годівлі складали відповідно до існуючих деталізованих норм, з урахуванням віку, статі, живої маси тварин, хімічного складу і поживності кормів та корегували залежно від періоду вирощування.

Забійні та м'ясо-сальні якості досліджували на дев'яти кабанчиках, по 3 голови з кожної групи. Контрольний забій здійснювали за досягнення ними живої маси 100–105 кг, після 12 годин утримання без корму з вільним доступом до питної води. При цьому враховували: передзабійну живу масу, масу парної та охолодженої туш, внутрішнього жиру, голови, кінцівок, шкіри, забійну масу і забійний вихід. Паралельно виконували ветеринарно-санітарний огляд та візуальне обстеження туш.

Забійну масу визначали як суму маси парної туші зі шкірою, голови (без язика), кінцівок та внутрішнього жиру. Забійний вихід розраховували як відсоткове співвідношення забійної маси до передзабійної живої маси тварин. Втрати маси півтуш після охолодження обчислювали як співвідношення маси парних до охолоджених півтуш. На охолоджених півтушах, підвішених вертикально, вимірювали товщину шпику над 6–7 грудними хребцями, першим поперековим хребцем, на грудях, над першим, другим і третім

крижовими хребцями. За одержаними результатами розраховували середню товщину шпику як середнє арифметичне значення вимірів на цих ділянках.

Для додаткової оцінки м'ясності на охолоджених півтушах проводили відбір промірів за допомогою мірної стрічки: довжину півтуші – від переднього краю лобкового зрощення кісток до передньої поверхні першого шийного хребця; довжину беконної половинки – від переднього краю лобкової кістки до середини переднього краю першого ребра; найбільшу ширину беконної половинки – на рівні 7-го грудного хребця перпендикулярно до півтуші і найменшу ширину – на рівні передостаннього поперекового хребця перпендикулярно до півтуші.

Площу «м'язового вічка» установлювали шляхом поперечного розпилювання півтуш на рівні між першим і другим поперековими хребцями з наступним замальовуванням на пергаменті контуру поперечного перетину найдовшого м'яза спини й прилеглого до нього прошарку сала та подальшим вимірюванням.

Зразки найдовшого м'яза спини (400 г) відбирали з кожної півтуші на рівні 9–12 грудних хребців та звільняли від сполучної тканини. Одержаний біоматеріал поміщали до герметичних пакетів типу «зіплок», маркували та транспортували до лабораторії у сумці-холодильнику з холодоагентом.

Комплексну оцінку хімічного складу найдовшого м'яза спини виконували в лабораторії оцінки і моніторингу якості тваринницької продукції та кормів Випробувального центру ІТ НААН, акредитованого відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019. У зразках визначали: масову частку сухої речовини – висушуванням наважки у сушильній шафі за температури 60–65 ^{0}С до постійної маси з подальшим розрахунком її вмісту за співвідношенням маси сухого залишку до початкової маси зразка; вологи – розрахунковим методом (за різницею між 100 % і масовою сухої речовини); жиру – екстрагуванням наважки абсолютної сухої речовини в апараті Сокслета; білка – за вмістом азоту визначеного методом К'єльдаля і скоригованого на коефіцієнт 6,25, золи – спалюванням наважки повітряно-сухої речовини в муфельній печі. Вміст триптофану – за методом Д. Спайса і Д. Чамберса, модифікованим А. Кацуковою; оксипроліну – за методом Р. Ноймана і М. Логана з використанням модифікованої методики кислотного гідролізу м'яса, розробленої Е. Вербицьким і Ф. Детеріджом, білково-якісний показник – розрахунком співвідношення триптофану до оксипроліну.

Цифровий матеріал експериментальних досліджень опрацьовували біометричними методами за використання пакету прикладних програм *Microsoft Excel 2010*. Різницю вважали вірогідною при $p<0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Обґрунтування забійних якостей кабанчиків стало важливим етапом дослідження ефективності застосування антистресових препаратів (табл. 1).

Таблиця 1

Результати забою піддослідних кабанчиків, (n=3), $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$

Показник	Група		
	I –контрольна	II –дослідна	III – дослідна
Передзабійна жива маса, кг	100,23±0,39	102,00±1,04*	105,50±0,50**
Маса парної туші, кг	63,73±0,22	64,43±0,26*	67,00±0,74*
Вихід парної туші, %	63,58±0,42	63,17±0,61	63,51±0,42
Забійний вихід, %	76,18±0,29	76,25±0,64	76,64±0,26
Забійна маса, кг	76,36±0,49	77,78±0,35	80,85±0,59**/^{a}
Маса внутрішнього жиру, кг	1,47±0,16	2,05±0,13	2,12±0,31
Маса голови, кг	4,20±0,10	4,23±0,07	4,59±0,23
Маса шкури, кг	5,47±0,54	5,57±0,20	5,63±0,54
Маса кінцівок, кг	1,49±0,07	1,50±0,07	1,51±0,02

Примітка: *$p<0,05$; **$p<0,01$ – вірогідність різниці щодо I групи; $^a p<0,05$ – щодо II групи

За проведення контрольного забою кабанчиків установлено, що їх жива маса перед забоєм під дією антистресових засобів була більша на 1,8 кг або 1,8 % та на 5,3 кг або 5,3 % ($p<0,01$) відповідно у II і III групах, порівняно з I групою, що узгоджується з результатами, отриманими іншими науковцями (Choi et al., 2012). При цьому за передзабійною живою масою кабанчики III групи переважали ровесників II групи на 3,5 кг або 3,4 %.

За абсолютною масою парні туші тварин II і III груп виявилися важчими за аналогів I групи на 0,7 кг або 1,1 % ($p<0,05$) та на 3,3 кг або 4,0 % ($p<0,05$). У свою чергу туші кабанчиків III групи мали більшу масу за представників II групи на 2,6 кг або 4,0 %.

Покращені показники м'ясності в кабанчиків II і III груп зумовлювалися не лише вищим забійним виходом на 0,07 і 0,46 %, але й більшою забійною масою відповідно на 1,4 кг або 1,9 % та 4,5 кг або 5,9 % ($p<0,01$), порівняно з ровесниками I групи. Окрім того, між дослідними групами зафіксовано перевагу тварин III групи над представниками II групи за відповідним показником на 3,1 кг або 3,9 % ($p<0,05$), за майже однакових величин забійного виходу (76,18 % проти 76,25 %). Доведене у проведеному досліді підвищення забійної маси та незначне збільшення забійного виходу в кабанчиків дослідних груп знаходить підтвердження у наукових працях інших дослідників (Mormède et al., 2007).

Зауважимо, що на тлі застосованих засобів послаблення дії технологічних стрес-чинників, у тушах тварин дослідних груп спостерігалася позитивна тенденція щодо підвищення рівня відкладання внутрішнього жиру на 0,58 і 0,65 кг або 39,5 і 44,2 %, порівняно з аналогами контрольної групи, що свідчить про їх сприятливий вплив на жировий обмін.

Відмінності між дослідними і контрольною групами за абсолютною масою найменш цінних частин півтуш (голова, кінцівки та шкіра) виявилися менш істотними і статистично невірогідними.

Кабанчики дослідних груп мали й подовжений тулуб, на противагу аналогам контрольної групи, що відобразилося на збільшенні лінійних промірів їх півтуш (табл. 2).

Таблиця 2

Морфометричні характеристики півтуш піддослідних кабанчиків, (n=3), $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$

Показник	Група		
	I –контрольна	II –дослідна	III – дослідна
Довжина півтуші, см	91,00±0,58	92,67±0,88	96,33±0,88**/[a]
Довжина беконної половинки, см	78,67±0,67	80,67±1,20	83,67±0,88*
Найбільша ширина беконної половинки, см	36,33±0,88	36,57±0,88	37,00±0,58
Найменша ширина беконної половинки, см	26,00±0,58	26,33±0,33	26,67±0,33
Площа «м'язового вічка», $см^2$	38,03±0,20	38,33±0,43	40,07±0,41*/[a]

Примітка. *$p<0,05$; **$p<0,01$ – вірогідність різниці щодо I групи; [a]$p<0,05$ – щодо II групи

Зокрема установлено, що півтуші молодняку II і III дослідних груп були довші, ніж в аналогів контрольної групи відповідно на 1,7 см або 1,8 % і на 5,3 см або 5,9 % ($p<0,01$) переважно за рахунок збільшення довжини беконних половинок відповідно на 2,0 см або 2,5 % і 5,0 см або 6,4 % ($p<0,05$). Між дослідними кабанчиками статистично вірогідна різниця за цими показниками спостерігається лише щодо довжини півтуш на 3,7 см або 3,9 % ($p<0,05$) на користь тварин III групи, проти ровесників II групи, тоді як відмінність за лінійними промірами беконних половинок між ними становила 3,0 см або 3,7 %.

Незважаючи на перевагу кабанчиків дослідних груп над аналогами контрольної групи за довжиною беконних половинок, розбіжності як за їх найбільшою, так і найменшою шириною були незначними.

Застосування антистресових препаратів виявило значний вплив на розвиток найдовшого м'яза спини в кабанчиків II і III дослідних груп, в якого проміри площі поперечного перерізу перевершували відповідний показник у тварин контрольної групи на

0,30 і 2,04 см^2 (p<0,05) або 0,8 і 4,5 %, у той час як різниця за цим показником між II і III дослідними групами становила 1,74 см^2 або 4,5 % (p<0,05) на користь останніх.

Збільшення лінійних промірів півтуш і збільшення площі «м'язового вічка» у тварин дослідних груп узгоджується з сучасними науковими уявленнями щодо впливу стрес-чинників на регуляцію білкового обміну. Зокрема, за даними Choi et al. (2012), активація стрес-реалізуючих систем організму супроводжувалася зростанням рівня глюкокортикоїдів, які пригнічують процеси протеїносинтезу та активують катаболізм білків, що передусім, негативно позначається на формуванні м'язової тканини.

Результати оцінювання жировідкладень перед обвалюванням півтуш кабанчиків свідчать, що з покращенням забійних показників товщина шпику зростала. При тому що у тварин III дослідної групи вона була більшою, ніж в аналогів інших груп, що узгоджується з підвищеною масою внутрішнього жиру (табл. 3).

Таблиця 3

Товщина підшкірного сала в півтушах піддослідних кабанчиків, (n=3), $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$

Показник	Група		
	I –контрольна	II –дослідна	III – дослідна
Товщина шпику, см: на холці	2,83±0,09	3,07±0,12	3,33±0,17
над 6–7 грудними хребцями	1,90±0,06	2,27±0,03**	2,40±0,06**
над 1 поперековим хребцем	1,57±0,19	1,87±0,07	2,23±0,12*
на грудях	0,93±0,12	1,07±0,03	1,17±0,09
над 1 крижовим хребцем	2,40±0,10	2,50±0,25	2,77±0,15
над 2 крижовим хребцем	1,27±0,12	1,40±0,06	1,43±0,19
над 3 крижовим хребцем	1,90±0,06	2,07±0,23	2,10±0,30
Середня товщина шпику, см	1,83	2,04	2,20

Примітка. *p<0,05; **p<0,01 – вірогідність різниці щодо I групи

Одержані дані таблиці демонструють, що найінтенсивніше підшкірне відкладання жиру в кабанчиків II і III дослідних груп спостерігалося на ділянці холки: на 0,24 і 0,50 см або 8,5 і 17,6 % більше, ніж у ровесників I контрольної групи, проте статистично вірогідної різниці між групами не зареєстровано.

Над першим крижовим хребцем півтуші тварин II і III груп мали незначно менше осалювання відповідно на 0,10 і 0,37 см або 4,2 і 15,4 %. Тоді як відмінність за товщиною підшкірного прошарку жиру на ділянці грудей відповідно становила 0,14 і 0,24 см або 15,1 і 25,8 %, а над другим крижовим хребцем – 0,13 і 0,16 см або 10,2 і 12,6 %.

Найвищий ступінь однорідності між групами і наближення товщини шпику до середніх величин відмічалися на ділянці третього крижового хребця, де розбіжності не перевищували 0,17 і 0,20 см або 8,9 і 10,5 % на користь кабанчиків дослідних груп.

Величини жировідкладення на ділянці 6–7 грудних хребців між дослідними і контрольною групами за результатами статистичного опрацювання даних досягли 0,37 і 0,50 см або 19,5 і 26,3 %, за статистичної вірогідності p<0,01 в обох випадках порівнянь на користь кабанчиків дослідних груп. Подібна перевага дослідних груп над контрольною спостерігалася і за товщиною шпику на ділянці над першим поперековим хребцем, де розбіжності становили 0,30 і 0,66 см або 19,1 і 42,0 %. Проте вірогідність відмінностей між тваринами II дослідної і контрольної груп статистично не підтверджено, тоді як у III дослідної групи рівень її значущості щодо останньої досягав p<0,05.

Установлені відмінності за промірами товщини шпику на окремих ділянках тулуба цілком узгоджуються з середніми показниками. Зокрема середня товщина шпику в кабанчиків дослідних груп була більшою на 0,21 і 0,37 см або 11,5 і 20,2 %, порівняно з ровесниками контрольної групи, що свідчить про посилення процесів жировідкладення внаслідок збільшення живої маси та поліпшення вгодованості. У науковій роботі (Foury et al., 2005) також доведено, що стрес може спричиняти порушення ліпідного обміну в

організмі свиней та зміну співвідношення тканин у туші.

Процес осалювання окремих частин півтуш у кабанчиків ІІІ дослідної групи проходив активніше, ніж у тварин ІІ дослідної групи, що в підсумку й зумовило збільшення товщини сала: на ділянці холки на 0,26 см або 8,5 %, над 6–7 грудними хребцями – на 0,13 см або 5,7%, над першим поперековим хребцем – на 0,36 см або 19,3 %, на ділянці грудей – на 0,10 см або 9,3 %, над першим крижовим хребцем – на 0,27 см або 10,8 %, а також середньої його товщини – на 0,16 см або 7,8 %, проте статистично вірогідної різниці за цими показниками між групами не встановлено.

Темпи нарощування сала на ділянках другого і третього крижових хребців у особин цих груп були майже подібними, хоча в кабанчиків ІІІ дослідної групи спостерігалася тенденція щодо більшого відкладання жиру на цих ділянках півтуш, порівняно з ровесниками ІІ дослідної групи.

Результати визначення хімічного складу та біологічної цінності найдовшого м'яза спини дали змогу сформувати узагальнену характеристику харчової придатності м'яса кабанчиків до подальшого перероблення (табл. 4).

Таблиця 4

Склад та біологічна цінність найдовшого м'яза спини, (n=3), $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$

Показник	Група		
	І –контрольна	ІІ –дослідна	ІІІ – дослідна
Масова частка вологи, %	74,81±0,28	74,40±0,18	73,57±1,19
Масова частка сухої речовини, %	25,19±0,28	25,60±0,18	26,43±1,07
у. т.ч.: білка	21,68±0,44	22,12±0,11	22,64±1,11
жиру	2,42±0,06	2,56±0,14	2,77±0,14
золи	1,09±0,12	0,92±0,03	1,02±0,06
Вміст амінокислот, мг/%			
у т. ч.: триптофану	1,41±0,01	1,41±0,02	1,42±0,01
оксипроліну	0,268±0,03	0,240±0,01	0,235±0,01
Білково-якісний показник, од	5,26	5,88	6,04

Для зразків кабанчиків дослідних груп була властива загальна закономірність, яка проявлялася в тому, що зі збільшенням живої маси перед забоєм у найдовшому м'язі спини відбувалося незначне зниження масової частки вологи на 0,41 і 1,24 % на фоні паралельного підвищення масової частки сухої речовини, а в її складі, насамперед, зростання масових часток білка – на 0,44 і 0,96 % та меншою мірою жиру – на 0,14 і 0,35 %, проти ровесників контрольної групи, без статистично вірогідної різниці між групами. Вміст масової частки золи у зразках тварин усіх груп виявився відносно вирівняним і знаходився на рівні одного відсотка. Разом із тим, відкладання масової частки сухої речовини у зразках найдовшого м'яза спини кабанчиків усіх груп відбувалось переважно за рахунок більшої масової частки білка.

На тлі послаблення негативного впливу технологічних стрес-чинників на якість м'яса за використання як стандартного, так і експериментального препаратів фіксували зростання енергетичної цінності найдовшого м'яза спини на 131,1 і 302,5 МДж або 2,8 і 6,5 %, порівняно з представниками контрольної групи.

Міжгрупові коливання концентрації триптофану виявилися незначними, тоді як вміст оксипроліну в найдовшому м'язі спини тварин дослідних груп був нижчий на 10,4 і 12,3 %, порівняно з ровесниками контрольної групи, що і спричинило підвищення його біологічної повноцінності на 0,62 одиниці або 11,8 % у ІІ дослідній та на 0,78 одиниці або 14,8 % – у ІІІ дослідній групах.

Попри це, у ході лабораторного аналізу зразків найдовшого м'яза спини були доведені розбіжності за його якісним складом і між дослідними групами. Зокрема характерною особливістю харчової та біологічної цінності цього м'яза в кабанчиків ІІІ

дослідної групи є зниження вмісту масової частки вологи на 0,83 %, підвищення вмісту масових часток білка – на 0,52 %, жиру – на 0,21 та білково-якісного показника – на 0,16 одиниці або 2,7 %.

Висновки

1. Результати проведеного дослідження не лише підтверджують наявні дані літератури щодо негативного впливу стрес-чинників на м'ясну продуктивність і якість м'яса свиней, але й переконливо підтверджують ефективність застосування антистресових препаратів для їх профілактики.
2. Застосування експериментального препарату для профілактики негативного впливу технологічних стрес-чинників на організм кабанчиків забезпечує зменшення забійних втрат і посилює розбіжності між ними й ровесниками решти груп (I і II відповідно) за: живою масою перед забоєм на 3,5 кг або 3,4 % і 5,3 кг або 5,3 % ($p<0,01$), масою парних туш – на 2,6 кг або 4,0 % і на 3,3 кг або 4,0 % ($p<0,05$), забійною масою – на 3,1 кг або 3,9 % ($p<0,05$) і 4,5 кг або 5,9 % ($p<0,01$), площею «м'язового вічка» – на 0,43 см^2 або 1,1 % і на 1,17 см^2 або 3,1 %, на фоні покращення якісних показників м'яса.
3. Найбільш виразний ефект за використання експериментального препарату свідчить про доцільність і перспективність його подальшого впровадження у виробничу практику. Водночас отримані результати обґрунтовують необхідність проведення подальших досліджень, спрямованих на оптимізацію схем застосування цього антистресового засобу з урахуванням конкретних технологічних умов вирощування.

References

Антоненко, П. П., Семьонов, О. В., Суслова, Н. І., & Халак, В. І. (2013). Профілактика стресів у свиней та підвищення їх продуктивності за впливу фітопрепаратів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина*, 9(33), 80–83.

Бабенко, С. П., & Чернявський, О. О. (2011). Вплив пробіотику та ферментного препарату на перетравність поживних речовин у відгодівельного молодняку свиней. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*, 19, 3–5.

Ібатуллін, І. І., Бащенко, М. І., Жукорський, О. М., Кандиба, В. М., Руденко, Є. В., Іонов, І. А., Михальченко, С. А., Цвігун, А. Т., Шаповалов, С. О., Золотарьов, А. П., Єлецька, Л. М., Юрченко, С. Г., Кравченко, Ю. С., Саприкін, В. О., Газієв, Б. М., Косов, М. О., Помітун, І. А., Косова, Н. О., Ткачова, І. В., Вакуленко, І. С., Костенко, В. І., & Боярчук, С. В. (2016). Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за ред. Ібатулліна І. І., Жукорського О. М. Державне видавництво «Аграрна наука». НААН. https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/283ec959-7166-4f94-8549-4535fd01c64c/content

Кулик, М. Ф., & Красносельська, М. П. (2017). Забійні показники свиней при використанні в годівлі екструдованої сої в поєднанні з біологічно мінеральною добавкою на основі лізину і сапоніту. *Аграрна наука та харчові технології*, 1, 51–59. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/anxt_2017_1_9.pdf

Стояновський, В. (2013). Шляхи підвищення адаптаційних можливостей організму поросят в умовах технологічного стресу. *Сільський господар*, 11–12, 21–25.

Токарчук, Т. С. (2022). Ріст та розвиток поросят за використання вітаміну Е і цитратів мікроелементів феруму, цинку та германію. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ЗВО «Подільський держ. ун-т». Одеса: ВД «Гельветика», 1(36), С. 79–85. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-111

Усенко, С. О., Сябро, А. С, Поліщук, А. А., Мороз, О. Г., Бірта, О. Г., & Ільченко, М. О. (2020). Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свинарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 1, 121–129. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.14

Фотіна, Т. І., & Ребенко, Г. І. (2015). Вплив препаратів на показники неспецифічного імунітету та антиоксидантного захисту поросят в умовах стресу при відлученні. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. *Серія: Ветеринарна медицина*, 1(36), 181–186.

Харів, М. І., Гутий, Б. В., Буцяк, В. І., & Харів, І. І. (2016). Гематологічні показники організму щурів за умов оксидаційного стресу та за дії ліпосомального препарату. *Біологічний вісник Мелітопільського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького*, 6(1), 276– 289.

Armendariz-Barragan, B., Zafar, N., Badri, W., Galindo-Rodriguez, S. A., Kabbaj, D., Fessi, H., & Elaissari, A. (2016). Plant extracts: from encapsulation to application. *Expert Opinion on Drug Delivery*, 13(8), 1165–1175. https://doi.org/10.1080/17425247.2016.1182487

Bejaoui, B., Sdiri, C., Ben Souf, I., Belhadj Slimen, I., Ben Larbi, M., Koumba, S., Martin, P., & M'Hamdi, N. (2023). Physicochemical properties and meat quality as affected by heat stress. *Molecules,* 28(8), 3332. https://doi.org/10.3390/molecules28083332

Bhaskar, R. G. V., Sen, A. R., Pramod, N., Nair Sudhakar, R. K., Kondal, R. K, & Kondaiah, N. (2013). Effects of grape seed extract on the oxidative and microbial stability of restructured mutton slices. *Meat Science*, 95(2), 288–294. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.016

Bushby, E. V., Dye, L., & Collins, L. M. (2021). Is Magnesium supplementation an effective nutritional method to reduce stress in domestic pigs? A systematic review. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, e596205. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.596205

Choi, Y. M., Jung, K. C., Choe, J. H., & Kim, B. C. (2012). Effects of muscle cortisol concentration on muscle fiber characteristics, pork quality, and sensory quality of cooked pork. *Meat Science,* 91(4), 490–498. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.003

Cui, B., Xiong, Y., Wen, X., Wu, S., Huang, Y., Xiao, H., Cao, S., Jiang, Z., Wang, L., & Hu, S. (2025). Preliminary research on dietary supplementation of potassium magnesium sulphate on transport stress in finishing pigs prior to slaughter. *Animals*, *15*(3), 362. https://doi.org/10.3390/ani15030362

D'Eath, R., Turner, S., Klont, E., Evans, G., Thölking, L., Looft, H., Wimmers, K., Murani, E., Klont, R., Foury, A., Ison, S., Lawrence, A., & Mormede, P. (2010). Pigs' aggressive temperament affects pre-slaughter mixing aggression, stress and meat quality. *Animal*, 4, 604–616. https://doi.org/10.1017/S1751731109991406

Einarsson, S., Sjunnesson, Y., & Madej, A. (2009). Stress and its influence on reproduction in pigs: A review. *Acta veterinaria Scandinavica,* 50, 48. https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-48

Ferguson, D., & Warner, R. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80, 12–19. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004

Foury, A., Devillers, N., Sanchez, M. P., Griffon, H., Le Roy, P., & Mormède, P. (2005). Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White X Duroc pigs. *Meat Science*, 69, 703–707. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.002

Gregory, N. G. (2010). How climatic changes could affect meat quality. *Food Research International*, 43(7), 1866–1873. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.018

Gutyj B., Lavryshyn Y., Binkevych V., Binkevych O., Paladischuk O., Strons'kyj J., & Hariv I. (2016). Influence of "Metisevit" on the activity of enzyme and nonenzyme link of antioxidant protection under the bull's body cadmium loading. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія: Ветеринарні науки*, 18, 2(66), 52–58. https://doi.org/10.15421/nvlvet6612

Hambrecht, E., Eissen, J. J., Nooijent, R. I., Ducro, B. J., Smits, C. H. M., & denHartog, L. A. & Verstegen M. W. (2004). Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *Journal of Animal Science*, 82(5), 1401–1409. https://doi.org/10.2527/2004.8251401x

Hartnett, P., Boyle, L. A., & O'Driscoll, K. (2020). The effect of group composition and mineral supplementation duringrearing on the behavior and welfare of replacement gilts. *Translational Animal Science*, 4(2), 1038–1050. https://doi.org/10.1093/tas/txaa002

Khariv, I., Gutyj, B., Hunchak, V., Slobodyuk, N., Vynyarska, A., Sobolta, A., Todoriuk, V., & Seniv, R. (2017). The influence of brovitatoxide in conjunction with milk thistle fruits on the immune system of turkeys for eimeriozic invasion. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*, 19(73), 163–168.

Lan, R., & Kim, I. (2018). Effects of feeding diets containing essential oils and betaine to heat-stressed growing-finishing pigs. *Archives of Animal Nutrition*, 72(5), 368–378. https://doi.org/10.1080/1745039X.2018.1492806

Liu, F., Celi, P., Cottrell, J. J., Chauhan, S. S., Leury, B. J., & Dunshea, F. R. (2018). Effects of a short-term supranutritional selenium supplementation on redox balance, physiology and insulin-related metabolism in heat-stressed pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 276–285. https://doi.org/10.1111/jpn.12689

Liu, F., Cottrell, J. J., Furness, J. B., Rivera, L. R., Kelly, F. W., Wijesiriwardana, U., Pustovit, R. V., Fothergill, L. J., Bravo, D. M., Celi, P., Leury, B. J., Gabler, N. K., & Dunshea, F. R. (2016). Selenium and vitamin E together improve intestinal epithelial barrier function and alleviate oxidative stress in heat-stressed pigs. *Experimental Physiology*, 101(7), 801–810. https://doi.org/10.1113/EP085746

Mormède, P., Andanson, S., Aupérin, B., Beerda, B., Guémené, D., Malmkvist, J., Manteca, X., Manteuffel, G., Prunet, P., van Reenen, C. G., Richard, S., & Veissier, I. (2007). Exploration of the hypothalamic–pituitary–adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiology & Behavior*, 92(3), 317–339. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.12.003

Papatsiros, V. G., Maragkakis, G., & Papakonstantinou, G. I. (2024). Stress biomarkers in pigs: Current insights and clinical application. *Veterinary Sciences*, *11*(12), 640. https://doi.org/10.3390/vetsci11120640

Pérez, M. P., Palacio, J., Santolaria, M. P., Aceña, M. C., Chacón, G., Gascón, M., Calvo, J. H., Zaragoza, P., Beltrán, J. A., & García-Belenguer, S. (2002). Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science*, 61(4), 425–33. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(01)00216-9

Radzikowski, D., & Milczarek, A. (2022). Efficiency of herbs and botanicals in pig feeding. *Animal Science and Genetics*, 18(2), 73–87. https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.9442

Rossi, R., Costa, A., Guarino, M., Laicini, F., Pastorelli, G., Corino, C. (2008). Effect of group size-floor space allowanceand floor type on growth performance and carcass characteristics of heavy pigs. *Journal of Swine Health and Production*, 16(6), 304–311. https://doi.org/10.54846/jshap/577

Wang, L., Huang, Y., Wang, Y. & Shan, T. (2021) Effects of polyunsaturated fatty acids supplementation on the meat quality of pigs: A Meta-Analysis. *Frontiers in Nutrition*, 8, e746765. https://doi.org/10.3389/fnut.2021.746765

Wang, L., Wang, Ch., Peng, Y., Zhang,Y., Liu, Y., Liu, Y., & Yin, Y. (2023). Research progress on anti-stress nutrition strategies in swine. *Animal Nutrition*, 13, 342–360. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.03.006

Zhang, Y., Wang, Y., Chen, D., Yu, B., Zheng, P., Mao, X., Luo, Y., Li, Y., & He, J. (2018). Dietary chlorogenic acid supplementation affects gut morphology, antioxidant capacity and intestinal selected bacterial populations in weaned piglets. *Food & Function*, 9(9), 4968–4978. https://doi.org/10.1039/C8FO01126E

2026. Номер 13, С. 37 – 45.

ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: **26.03.2026** Прийнято: **28.04.2026** Опубліковано: **12.05.2026**

DOI: **10.31890/vttp.2026.13.03**

UDC 639.512.043:631.147

EFFICIENCY OF USING VERMICULTURE BIOMASS IN SHRIMP DIETS

S.V. Merzlov, A.S. Kachur
Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine

ORCID
S.V. Merzlov: https://orcid.org/0000-0002-9815-4280
A.S. Kachur: https://orcid.org/0009-0001-3490-0117

E-mail: merzlovagv@ukr.net

Abstract. The article presents the results of an experimental study on the efficiency of using vermiculture biomass as an alternative protein source in diets for the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. The relevance of the study is the limited availability of fish mince and fish meal resources, fluctuations in their cost, and the need to introduce economically affordable and environmentally sustainable feed ingredients in aquaculture.

The aim of the study was to determine the optimal level of partial replacement of low-value freshwater fish mince with vermiculture biomass produced on a substrate of fermented soybean waste and spoiled corn silage, as well as to evaluate its effect on shrimp productivity. The experiment was conducted using the group-analog method, with one control and three experimental groups, each consisting of 200 individuals. In the experimental diets, 8.0%, 12.0%, and 18.0% of fish mince were replaced with vermiculture biomass. The duration of the experiment was 100 days.

It was established that the inclusion of vermiculture biomass in the diet positively affected growth rate, average daily gains, and feed utilization efficiency. At 150 days of age, the body weight of shrimp in the second experimental group was higher by 17.9% ($p<0.05$), and in the third group by 18.2% ($p<0.05$) compared to the control. Average daily gains increased by 20.0%, while feed conversion per 1 kg of weight gain decreased by 18.2% at replacement levels of 12.0–18.0%. It was shown that increasing the proportion of vermiculture biomass above 12.0% did not result in further productivity improvement, indicating the achievement of an optimal inclusion level. The positive effect can be explained by the high biological value of earthworm protein, its high digestibility, and a well-balanced amino acid composition. The obtained results confirm the feasibility of using vermiculture biomass as an effective alternative protein source in shrimp feeding, allowing increased productivity, improved feed conversion, and reduced dependence on traditional fish resources. The practical significance of the study lies in the possibility of implementing resource-saving feeding technologies in aquaculture.

Key words: *fish mince, shrimp body weight, daily gain, fish meal, worm meal.*

УДК 639.512.043:631.147

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОМАСИ ВЕРМИКУЛЬТУРИ У РАЦІОНАХ КРЕВЕТКИ

С.В. Мерзлов, А.С. Качур
Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна
E-mail: merzlovagv@ukr.net

Анотація. Наведено результати експериментального дослідження ефективності використання біомаси вермикультури як альтернативного джерела протеїну в раціонах річкової гігантської прісноводної креветки (*Macrobrachium rosenbergii)*. Актуальність дослідження зумовлена обмеженістю ресурсів фаршу риби і рибного борошна, коливанням їх вартості та необхідністю впровадження економічно доступних і екологічно безпечних кормових інгредієнтів у аквакультурі.

Метою роботи було встановити оптимальний рівень часткової заміни фаршу із малоцінної прісноводної риби біомасою вермикультури, вирощеної на субстраті з ферментованих відходів сої та зіпсованого силосу кукурудзи, а також оцінити її вплив на продуктивні показники креветок. Дослідження виконано на групах-аналогах із формуванням однієї контрольної та трьох дослідних груп по 200 особин у кожній. У дослідних раціонах 8,0 %, 12,0 % та 18,0 % рибного фаршу замінювали на біомасу вермикультури. Тривалість експерименту становила 100 діб. Встановлено, що включення біомаси вермикультури до складу корму позитивно вплинуло на інтенсивність росту, середньодобові прирости та ефективність використання корму креветками. У 150-добовому віці маса тіла креветок у II дослідній групі була більшою на 17,9 % ($p<0,05$), у III – на 18,2 % ($p<0,05$). Середньодобові прирости були більшими на 20,0 %, а витрати корму на 1 кг приросту – меншими на 18,2 % за рівня заміни 12,0–18,0 %. Підвищення частки біомаси вермикультури понад 12,0 % не супроводжувалось додатковим зростанням продуктивності, що свідчить про досягнення її оптимального рівня введення. Позитивний ефект пояснюється високою біологічною цінністю білка дощових черв'яків, його високою перетравністю та збалансованим за амінокислотним складом. Отримані результати підтвердили доцільність використання біомаси вермикультури як ефективного альтернативного джерела білка у годівлі креветок, що дозволяє підвищити їх продуктивність, покращити конверсію корму та знизити залежність від традиційних рибних ресурсів. Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження ресурсозберігаючих технологій годівлі в умовах аквакультури.

Ключові слова: *фарш, риба, креветки, прирости, кормосуміші, рибне борошно, борошно із черв'яків.*

Вступ. *Актуальність теми*. У годівлі креветки риба та продукти її переробки є основним компонентом раціонів в промислових масштабах. Продуктом переробки риби є рибне борошно, яке традиційно застосовується як основне джерело білка в кормах для креветок за рахунок високого вмісту протеїну, який містить збалансований амінокислотний склад і має високу перетравність (Kasamechotchung et al., 2025).

Використання рибного борошна в кормах покращує коефіцієнт конверсії корму, інтенсивність росту та збереження молодняку креветок. Крім того, наявність біологічно активних компонентів сприяє підвищенню імунної відповіді та стійкості до патогенів у ракоподібних (Chen et al., 2024).

Разом з тим, ресурси рибного борошна є обмеженими. У 2023 р. у світі було зафіксовано зменшення глобального виробництва рибного борошна приблизно на 23,0 %, що призвело до збільшення вартості кормів для креветок. Використання рибного фаршу, як основного білкового інгредієнта, має низку обмежень, таких як: висока собівартість,

сезонність постачання, ризики мікробіологічного псування та нестабільність хімічного складу. У зв'язку з цим актуальним є пошук альтернативних джерел протеїну з високою біологічною цінністю.

Дослідники шукають можливість часткової заміни рибного борошна іншими білковими джерелами без зниження продуктивності креветок. Установлено, що часткова заміна рибного борошна соєвим шротом у раціоні *Litopenaeus vannamei* може забезпечувати аналогічні або навіть вищі показники приросту маси тіла та розвитку травної системи, якщо раціон залишається збалансованим за амінокислотами (El-Naby et al., 2023).

Встановлено позитивний вплив використання корму із комах, з личинок *Hermetia illucens*, знежиреного борошна із личинок *Zophobas atratus* у годівлі креветки (*Litopenaeus vannamei*) та тихоокеанської білої креветки (*Penaeus vannamei*) (Shin & Lee, 2021; Lin et al., 2023; Chen et al., 2023).

Перспективним білковим кормом для креветки може бути біомаса вермикультури. Біомасу черв'яків використовують як білкову добавку до комбікормів для свиней, птиці, ставкової та акваріумної риби як у натуральному або термічно обробленому вигляді (Herasymenko et al., 2006; Osipenko & Merzlov, 2023).

Невивченим залишається питання часткової заміни фаршу із малоцінної прісноводної риби на біомасу вермикультури, вирощену на субстраті із вмістом ферментованих відходів сої та зіпсованого силосу кукурудзи у складі раціонів креветки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній аквакультурі важливою проблемою є висока вартість традиційних білкових компонентів кормів, передусім рибного борошна. Тому активно досліджуються альтернативні джерела протеїну, серед яких значну увагу привертає біомаса дощових черв'яків. Біомасу вермикульури та борошно із неї можна використовувати як білкову добавку або часткову заміну рибного борошна у комбікормах для гідробіонтів (Arıman Karabulut et al., 2016).

Для вирощування гнойових черв'яків, в тому числі, і гібрида червоних каліфорнійських, застосовують органічні відходи сільськогосподарського виробництва, в тому числі, гній ссавців, послід птиці, відходи рослинництва та зіпсовані корми (Selden et al., 2005; Kostecka et al., 2022; Kovtun & Merzlov, 2023; Osipenko & Merzlov, 2023). За переробки 1 т органічних відходів можна виростити до 43,0-65,0 кг біомаси вермикультури (Herasymenko et al., 2006).

Біомаса вермикультури є цінною кормовою добавкою. Хімічний склад біомаси може коливатись в залежності від субстрату в якому її вирощували. Біомаса черв'яків містить білок (39-66 % від сухої речовини), ліпіди (3,8-9,5 % від сухої речовини), жиророзчинні і водорозчинні вітаміни, ензими та мікроелементи. Біомаса черв'яків має високий коефіцієнт перетравності (Gunya et al., 2016; Perez-Corria et al., 2019; Garczyńska et al., 2020; Kostecka et al., 2022).

Rachmawati & Nurhayati (2022) доведено, що заміна частини рибного борошна борошном із дощових черв'яків позитивно впливає на засвоюваність корму, темпи росту та збереження креветки. За використання суміші борошна з черв'яків і личинок мух у кормах для бананової креветки (*Penaeus merguiensis*) спостерігали підвищення ефективності використання корму та коефіцієнта засвоєння корму. Найкращі результати отримано при співвідношенні борошна черв'яків та личинок мух (2:2), що призводило до підвищення росту ракоподібних на 5,0 %. Встановлено позитивний вплив на ріст креветки (*Litopenaeus vannamei*) використання в їх раціонах борошна із личинок комах, що підтверджує перспективність таких кормових компонентів (Motte et al., 2019).

Cummins et al. (2017) повідомляють, що повножировим борошном з личинок мухи-солдатика (*Hermetia illucens*) можна замінити до 25,0 % традиційної білкової добавки, не маючи негативного впливу на ріст креветок. Panini et al. (2017) доведено вплив заміни рибного борошна на борошно із біомаси черв'яків на якість м'язової тканини вирощених креветок *Litopenaeus vannamei*. Науковий інтерес представляють дослідження впливу заміни у раціонах *Macrobrachium rosenbergii* фаршу риби на біомасу вермикультури.

Мета роботи. Встановити ефективність заміни у складі раціонів *Macrobrachium rosenbergii* різних доз фаршу із малоцінної прісноводної риби на біомасу вермикультури, вирощеної на субстраті із вмістом ферментованих відходів сої і зіпсованого силосу кукурудзи.

Завдання дослідження. Дослідити оптимальну дозу заміни фаршу риби на біомасу вермикультури та визначити її вплив на масу тіла креветки. Встановити вплив різних доз біомаси черв'яків на прирости ракоподібних. Установити ступінь ефективності заміни фаршу риби на біомасу вермикультури шляхом визначення витрат корму на одиницю маси приросту креветки.

Матеріал і методи дослідження. Науково-господарський експеримент щодо встановлення ефективності використання біомаси вермикультури, вирощеної на субстраті із вмістом ферментованих відходів сої та зіпсованого силосу кукурудзи у складі раціонів для креветки було виконано згідно методу груп-аналогів за схемою, наведеною у табл. 1. Дослідження виконано в умовах ТОВ «Українська креветка Слєпньов».

Для проведення експериментів було підготовлено одну контрольну і три дослідні групи по 200 особин річкової гігантської креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) віком 50 діб. Дослідження тривало 100 діб. Температура води її об'єм в ємностях контрольної та дослідних груп були однаковими. Фільтрування води та насичення Оксигеном у кожній ємності проводилось однаково.

Раціони для креветки із контрольної групи складались із подрібненого кормового гарбуза (28,0 % від маси) та фаршу малоцінної прісноводної риби (72,0 % від маси). Кормосуміш щодня виготовляли свіжу. Для молодняку креветки із І дослідної групи згодовували раціони де 8,0 % фаршу риби було замінено на біомасу вермикультури вирощеної в субстраті із вмістом ферментованих відходів сої і кукурудзи силосу.

Раціон для креветок ІІ дослідної групи містив 12,0 % біомаси черв'яків. У ІІІ дослідній групі креветки споживали кормосуміш із вмістом 18,0 % біомаси вермикультури.

Середня маса молодняку креветки у групах на початку досліду становила 1,32 г (вік 50 діб).

Таблиця 1

Схема досліду на молодняку креветки

Група	Кількість особин у групі	Фактор, що досліджували
Контрольна	200	Стандартний (фактичний) раціон в господарстві (фарш із малоцінної прісноводної риби (72,0 % за масою) та подрібнений кормовий гарбуз (28,0 %) – (СР)
І дослідна	200	СР де 8,0 % фаршу риби замінено на біомасу вермикультури
ІІ дослідна	200	СР де 12,0 % фаршу риби замінено на біомасу вермикультури
ІІІ дослідна	200	СР де 18,0 % фаршу риби замінено на біомасу вермикультури

Умови утримання, гідрохімічні показники води, щільність посадки та режим годівлі в усіх групах були ідентичними; відмінність полягала виключно у складі корму.

Молодняк креветки вирощували в однакових ємностях (басейнах) розміром 175 х 100 х 70 см. Визначаючи добову даванку кормосуміші, приймали до уваги її поїдання, температуру води та масу тіла ракоподібних.

Подрібнену біомасу вермикультури додавали до кормосуміші в день згодовування. Зважування молодняку *Macrobrachium rosenbergii* проводили під час п'ятдесятої і сотої доби експерименту, використовуючи технохімічні ваги.

Результат досліджень та їх обговорення. У табл. 2 наведено показники середньої маси тіла молодняку прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* у 100- та 150-добовому віці залежно від дози включення біомаси вермикультури до складу раціону.

Таблиця 2

Маса тіла молодняку креветки (M ± m, n = 200, г)

Група	У 100 добовому віці	У 150 добовому віці
Контрольна	19,7 ± 0,45	42,3 ± 2,67
I дослідна	19,9 ± 0,23	42,9 ± 3,45
II дослідна	20,4 ± 0,37	49,9 ± 1,89*
III дослідна	20,4 ± 0,33	50,0 ± 2,67*

Примітка: *- $p<0,05$ – порівняно з показником контрольної групи

Застосування біомаси вермикультури у складі раціонів молодняку прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* вплинуло на формування живої маси тварин упродовж періоду вирощування.

У 100-добовому віці маса тіла креветок контрольної групи становила 19,7 ± 0,45 г. Заміна 8,0 % рибного фаршу на біомасу вермикультури (I дослідна група) сприяла незначному підвищенню маси на 1,0 % відносно контролю. У II та III дослідних групах (вміст біомаси вермикультури 12,0 % та 18,0 % відповідно) маса молодняку креветки перевищувала контрольний показник на 3,55 %. Різниця мала характер тенденції та свідчила про позитивний, але не повністю реалізований ефект добавки на початкових етапах вирощування ракоподібних.

Більш виражені зміни встановлено у 150-добовому віці креветки. У контрольній групі маса тіла становила 42,3 ± 2,67 г. У I дослідній групі показник був вищим на 1,4 %, однак різниця не мала статистичної значущості.

У II дослідній групі маса тіла молодняку креветки була на 17,9 % вищою ніж у контролі ($p<0,05$). Аналогічний результат отримано у III дослідній групі маса тіла була, більша відносно контролю на 18,2 % ($p<0,05$). Таким чином, встановлено статистично значуще підвищення живої маси креветок за рівня заміщення рибного фаршу біомасою вермикультури 12,0 % і більше.

Отримані результати можна пояснити підвищенням біологічної повноцінності кормосумішів завдяки включенню білка біомаси дощових черв'яків виду *Eisenia fetida*, який характеризується високою перетравністю та збалансованим амінокислотним складом. Для молодняку *Macrobrachium rosenbergii*, що відзначається інтенсивним білковим обміном, покращення якості протеїнового живлення сприяє більш повному використанню поживних речовин та підвищенню темпів росту.

Встановлено, що підвищення частки біомаси вермикультури з 12,0 % до 18,0 % не забезпечує додаткового достовірного приросту маси тіла, що свідчить про досягнення оптимального рівня її введення. Таким чином, заміна 12,0 % рибного фаршу на біомасу вермикультури з господарської та фізіологічної точки зору є більш доцільною та ефективною для підвищення продуктивності молодняку креветки.

Включення біомаси вермикультури до складу раціонів молодняку прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* позитивно вплинуло на інтенсивність росту тварин (рис. 1).

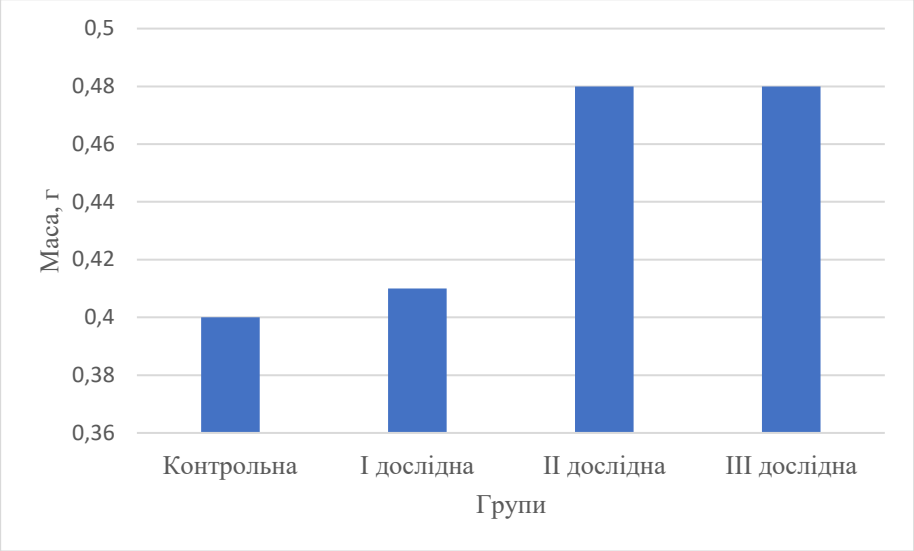


Рис. 1. **Середньодобові прирости молодняку креветки дослідних груп**

У контрольній групі середньодобовий приріст становив 0,40 г. Заміна 8,0 % рибного фаршу на біомасу вермикультури (І дослідна група) сприяла незначному підвищенню показника на 2,5 % відносно контролю. Різниця мала характер тенденції та не свідчила про виражений ефект за мінімального рівня включення добавки. У ІІ дослідній групі, де 12,0 % фаршу риби замінено на біомасу вермикультури середньодобовий приріст збільшився на 20,0 % відносно контрольного показника.

Аналогічний рівень приросту (0,48 г) встановлено і в ІІІ дослідній групі. Отже, підвищення частки біомаси понад 12,0 % не супроводжувалося подальшим зростанням інтенсивності росту, що свідчить про досягнення фізіологічного оптимуму. Встановлене зростання темпів росту у групах де у складі кормосуміші містилось 12,0–18,0 % біомаси вермикультури пояснюється високою біодоступністю протеїну із біомаси дощових черв'яків виду *Eisenia fetida*.

Таким чином, із підвищенням рівня введення біомаси вермикультури до 12,0 % середньодобові прирости креветки зростають, що свідчить про стимулювальний вплив альтернативного білкового компонента. Подальше збільшення частки добавки до 18 % не забезпечує додаткового приросту. Аналіз показників витрат кормосуміші на 1 кг приросту маси тіла молодняку прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* свідчить про підвищення ефективності використання корму за введення до раціону біомаси вермикультури (рис. 2.).

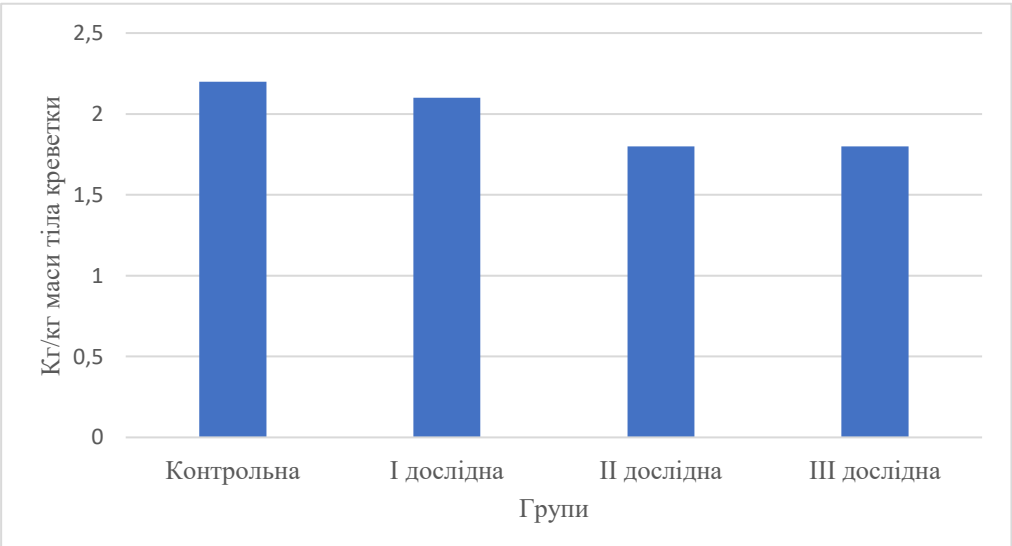


Рис 2. **Витрати кормової суміші на одиницю маси тіла креветки дослідних груп**

У контрольній групі витрати корму становили 2,2 кг/кг приросту. Це відображає фактичний рівень конверсії корму за традиційної системи годівлі, де основним білковим компонентом є рибний фарш.

Заміна 8,0 % рибного фаршу на біомасу вермикультури (I дослідна група) дозволила знизити витрати кормосуміші на 4,5 % порівняно з контролем. Різниця мала характер тенденції та узгоджується з незначним підвищенням середньодобових приростів у цій групі.

Найбільш виражений ефект встановлено у II та III дослідних групах, де за рівня введення біомаси вермикультури до 12,0 % і 18,0 % витрати корму становили 1,8 кг/кг приросту, що на 18,2 % менше, ніж у контрольній групі. Зменшення показника витрат корму свідчить про більш ефективне використання поживних речовин раціону та кращу їх засвоюваність.

Поліпшення конверсії корму безпосередньо корелює з підвищенням середньодобових приростів та кінцевої маси тіла. Встановлено, що підвищення частки біомаси вермикультури понад 12,0 % не забезпечує додаткового зниження витрат корму, що свідчить про досягнення оптимального рівня її введення до складу раціону.

Обговорення. Отримані результати дослідження підтверджують перспективність використання біомаси вермикультури як альтернативного джерела протеїну у годівлі прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii*. Встановлене підвищення живої маси, середньодобових приростів та покращення конверсії корму узгоджується з даними інших авторів, які відзначають позитивний вплив альтернативних білкових компонентів на продуктивність ракоподібних. Зокрема, результати корелюють із дослідженнями (Rachmawati & Nurhayati, 2022), в якому використання борошна з дощових черв'яків сприяло покращенню росту та ефективності використання корму у креветок, а також із даними (Cummins et al., 2017), що підтверджують можливість часткової заміни традиційного білка без негативного впливу на продуктивність.

Важливо відзначити, що у нашому дослідженні максимальний ефект досягався при заміні 12,0 % рибного фаршу, тоді як подальше підвищення частки біомаси вермикультури до 18,0 % не забезпечувало додаткового приросту продуктивності. Подібна закономірність описана у літературі щодо використання інших альтернативних джерел білка де перевищення оптимального рівня введення може не супроводжуватися подальшим підвищенням ефективності через обмеження засвоєння або дисбаланс поживних речовин (Chen et al., 2024; El-Naby et al., 2023). Це свідчить про існування фізіологічного оптимуму включення альтернативних білкових компонентів у раціони гідробіонтів.

Покращення показників росту та зниження витрат корму у дослідних групах можна пояснити високою біологічною цінністю біомаси вермикультури. Відомо, що білок дощових черв'яків характеризується збалансованим амінокислотним складом і високою перетравністю (Kostecka et al., 2022; Gunya et al., 2016), що сприяє ефективному використанню поживних речовин організмом креветок. Крім того, наявність біологічно активних сполук, ензимів і мікроелементів може позитивно впливати на метаболічні процеси та травну функцію, що опосередковано відображається у покращенні конверсії корму.

Слід також враховувати, що біомаса вермикультури, використана у дослідженні, була вирощена на субстраті з ферментованих відходів сої та зіпсованого силосу кукурудзи. Це може додатково впливати на її поживну цінність, оскільки склад біомаси черв'яків значною мірою залежить від субстрату вирощування (Kostecka et al., 2022; Perez-Corria et al., 2019). Таким чином, отримані результати свідчать не лише про ефективність самої біомаси вермикультури, але й про доцільність використання органічних відходів як ресурсу для її виробництва, що відповідає принципам циркулярної економіки та сталого розвитку аквакультури.

Порівняно з традиційними кормовими інгредієнтами, такими як фарш риби, біомаса вермикультури має низку переваг: доступність сировини для вирощування, відносно низька

собівартість, екологічна безпечність та можливість локального виробництва. Це особливо актуально в умовах зниження обсягів виробництва рибного борошна і фаршу та зростання його вартості (Chen et al., 2024). Отже, використання біомаси вермикультури може розглядатися як економічно доцільна альтернатива у складі кормів для креветок.

Водночас результати дослідження вказують на необхідність подальших наукових пошуків. Зокрема, потребують уточнення питання довгострокового впливу біомаси вермикультури на фізіологічний стан креветок, імунітет, якість продукції та безпечність її використання у харчуванні людини. Перспективним є також дослідження оптимальних технологій підготовки біомаси (сушіння, ферментація, гідроліз) та її поєднання з іншими альтернативними джерелами білка.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що заміна рибного фаршу біомасою вермикультури на рівні 12,0 % є ефективним способом підвищення продуктивності молодняку *Macrobrachium rosenbergii* та покращення використання кормів, що має як біологічне, так і економічне обґрунтування.

Висновки.

1. Заміна у складі раціону 12,0 % фаршу із малоцінної прісноводної риби на біомасу вермикультури, вирощену в субстраті із вмістом зіпсованих відходів сої та силосу кукурудзи призводить до підвищення маси тіла креветки у 150 добовому віці на 17,9 %.

2. За згодовування креветкам кормосуміші із вмістом 12,0 % біомаси вермикультури середньодобові прирости підвищуються на 20,0 %.

3. Збільшення частки біомаси вермикультури у складі раціону до 12,0 % забезпечує зниження витрат корму на одиницю маси тіла креветок на 18,2 %.

References

Abd El-Naby, A. S., Eid, A. E., Gaafar, A. Y., Sharawy, Z., Khattaby, A. A., El-sharawy, M. S., & Asely, A. M. (2023). Overall evaluation of the replacement of fermented soybean to fish meal in juvenile white shrimp, Litopenaeus vannamei diet: growth, health status, and hepatopancreas histomorphology. *Aquaculture International, 32*, 1665-1683. https://doi.org/10.1007/s10499-023-01234-0

Arıman Karabulut, H., Zeki Kurtoğlu, I., Yüksek, T., & Osmanoğlu, M. I. (2016). Use of worm meal as animal protein source in fish feed. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*. 1(2), 64-69. https://doi.org/10.35229/jaes.273810

Chen, Y., Mitra, A., Rahimnejad, S., Chi, S., Kumar, V., Tan, B., Niu, J., & Xie, S. (2024). Retrospect of fish meal substitution in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) feed: Alternatives, limitations and future prospects, *Reviews in Aquaculture*, 16(1):382-409. https://doi.org/10.1111/raq.12843

Chen, Y., Zhuang, Z., Liu, J., Wang, Z., Guo, Y., Chen, A., Chen, B., Zhao, W., & Niu, J. (2023). Effects of Hermetia illucens larvae meal on the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) revealed by innate immunity and 16S rRNA gene sequencing analysis. *Comparative biochemistry and physiology. Part D, Genomics & proteomics, 46*, 101080. https://doi.org/10.1016/j.cbd.2023.101080

Cummins, V. C., Rawles, S. D., Thompson, K. R., Velásquez, A. V., Kobayashi, Y., Hager, J. V., & Webster, C. D. (2017). Evaluation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as partial or total replacement of marine fish meal in practical diets for Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei). *Aquaculture, 473*, 337-344. DOI:10.1016/J.AQUACULTURE.2017.02.022

Garczyńska, M., Pączka, G., Podolak, A., Mazur-Pączka, A., Szura, R., Butt, K. R., & Kostecka, J. (2020). Effects of owinema bio-preparation on vermicomposting in earthworm ecological boxes. *Applied Sciences*, 10(2), 456. https://doi.org/10.3390/app10020456

Gunya, B., Masika, P.J., Hugo, A., & Muchenje, V. (2016). Nutrient composition and fatty acid profiles of oven-dried and freeze-dried earthworm *Eisenia foetida*. *Journal of Food and Nutrition Research*, 4(6), 343–348. https://doi.org/10.12691/jfnr-4-6-1.

Herasymenko V.H., Herasymenko M.O., & Tsvilikhovskyi M.I. (2006) Biotekhnolohiia: Pidruchnyk. 240–380.

Kasamechotchung, C., Munkongwongsiri, N., Plaipetch, P., Lertsiri, K., Thitamadee, S., Vanichviriyakit, R., Khidprasert, S., Sritunyalucksana, K., Façanha, F. N., & Kruangkum, T. (2025). Effect of partial and total replacement of fishmeal by soybean meal in feed on growth and gut performance of *Penaeus vannamei*. *Scientific reports*, *15*(1), 451. https://doi.org/10.1038/s41598-024-83494-1

Kostecka J., Garczyńska M., Pączka G., & Mazur-Pączka A. (2022). Chemical composition of earthworm (*Eisenia fetida Sav*.) biomass and selected determinants for its production. *Journal of Ecological Engineering*, 23(7), 169–179 https://doi.org/10.12911/22998993/149940

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. https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9918

Lin, H., Liang, X., Han, F., Luo, X., & Li, E. (2023). Growth, biochemical characteristics, flesh quality, and gut microbiota of the pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) fed a defatted superworm (*Zophobas atratus*) larvae meal. *Aquaculture nutrition*, 8627246. https://doi.org/10.1155/2023/8627246

Motte, C., Rios, A., Lefebvre, T., Do, H., Henry, M., & Jintasataporn, O. (2019). Replacing fish meal with defatted insect meal (yellow mealworm *Tenebrio molitor*) improves the growth and immunity of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Animals : an open access journal from MDPI*, *9*(5), 258. https://doi.org/10.3390/ani9050258

Osipenko I. S., & Merzlov S. V. (2023). Biokhimichnyi ta khimichnyi sklad biomasy vermykultury, vyroshchenoi na poslidi ptytsi, fermentovanoho pryskorenym metodom. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten DNDKI veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok Instytutu biolohii tvaryn. Lviv*. 24(1), 105-112. https://doi.org/10.36359/scivp.2023-24-1.15

Panini, R. L., Pinto, S. S., Nóbrega, R. O., Vieira, F. N., Fracalossi, D. M., Samuels, R. I., Prudêncio, E. S., Silva, C. P., & Amboni, R. D. M. C. (2017). Effects of dietary replacement of fishmeal by mealworm meal on muscle quality of farmed shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, *102*, 445–450. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.017

Perez-Corria, K., Botello-Leon, A., Mauro-Felix, A.K., Riviera-Pineda, F., Viana, M.T., Cuello-Perez, M., Botello-Rodriguez, A., & Martinez-Aguilar, Y. (2019). Chemical composition of earthworm (*Eisenia fetida*) co-dried with vegetable meals as a animal feed. *Ciencia y Agricultura*, 16(2), 79–92. https://doi.org/10.19053/012228420.v16.n22019.9130

Rachmawati, D., & Nurhayati, D. (2022). Effect of fish meal replacement with earthworm and maggot meals on feed utilization and growth of banana shrimp (*Penaeus merguiensis*). *AACL Bioflux*, *15*(3), 1470-1478.

Selden, P., DuPonte, M., Sipes, B., Dinges, K., & Vasudevan, P. (2005). Small-scale vermicomposting. Cooperative Extension Service. *Home Gard*, *45*, 1–4.

Shin, J., & Lee, K. J. (2021). Digestibility of insect meals for Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) and their performance for growth, feed utilization and immune responses. *PloS one*, *16* (11), e0260305. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260305.

2026. Номер 13, С. 46 – 55.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 26.03.2026 Прийнято: 07.05.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.04

UDC 637.146:637.344:66.093.1

EFFICIENCY OF USING DIFFERENT DOSES OF STABILIZED SOURGERY BY RYAZHANKA TECHNOLOGY

I.Yu. Germanskyi
Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

ORCID
I.Yu. Germanskyi: https://orcid.org/0009-0004-9695-6345

E-mail: merzlovagv@ukr.net

Abstract. Ryazhanka is a traditional fermented milk product with high nutritional and functional value, due to its content of probiotic lactic acid bacteria, which positively affect the intestinal microbiota and contribute to the optimization of nutrient digestion and absorption. However, lactic acid bacteria in the sourdough starter for ryazhanka are sensitive to the presence of inhibitory substances in milk, particularly detergents and antibiotic residues. Their entry into the raw material inhibits the growth of lactic acid bacteria, slowing the development of acidity and worsening the formation of milk clot.

The aim of the work was to determine the optimal doses of starter cultures, immobilized with Streptococcus thermophilus and Lactococcus lactis, on modified dry egg white and modified starch to ensure effective fermentation of baked milk. Milk with a fat mass fraction of 3.2% was used in the study. Different doses of starter cultures (20–150 mg) containing immobilized lactic acid bacteria on various carriers were added to milk samples (volume 200.0 cm^3). The time of milk clot formation and the titrated acidity indicators of fermented products were monitored.

The dependence of the rate of clot formation and the quality of fermented baked milk on the dose of starter and the carrier on which lactic acid bacteria were immobilized was experimentally established. It was found that using starter at doses of 20-40 mg with immobilized lactic acid bacteria on modified egg white, and starter at doses of 20-60 mg per 200.0 cm3 of fermented milk with immobilized lactic acid bacteria on modified starch, did not allow the formation of a milk clot within 7 hours of fermentation. After 7 hours of thermostating, high-quality fermented baked milk (by milk clot) was obtained using starter in doses of 50 mg and 70 mg with immobilized bacteria, respectively, on modified egg white and starch. The results obtained emphasize the importance of selecting the dosage of immobilized bacterial preparations for fermented baked milk technology and indicate that these preparations can be used in industrial conditions.

Key words*: cow's milk, acidity of baked milk, lactic acid bacteria immobilized, milk curd.*

УДК 637.146:637.344:66.093.1

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ДОЗ СТАБІЛІЗОВАНОЇ ЗАКВАСКИ ЗА ТЕХНОЛОГІЇ РЯЖАНКИ

І.Ю. Германський
Білоцерківський національний аграрний університет, Україна
E-mail: merzlovagv@ukr.net

Анотація. Ряжанка є традиційним кисломолочним продуктом із високою харчовою та функціональною цінністю завдяки вмісту пробіотичних молочнокислих бактерій, які позитивно впливають на мікробіоту кишечника та сприяють оптимізації травлення і засвоєння поживних речовин. Проте молочнокислі бактерії закваски для ряжанки є чутливими до інгібуючих речовин у молоці, зокрема залишків миючих засобів та антибіотиків. Їх потрапляння в сировину призводить до пригнічення росту молочнокислих бактерій, уповільнення розвитку кислотності та погіршення формування молочного згустку.

Метою роботи було визначення оптимальних доз заквасок із іммобілізованими бактеріями *Streptococcus thermophilus* та *Lactococcus lactis* на модифікованому сухому яєчному білку та модифікованому крохмалі для забезпечення ефективного сквашування пряженого молока. Для дослідження використовували молоко з масовою часткою жиру 3,2 %. До проб молока (об'ємом 200,0 см^3) вносили різні дози закваски (20–150 мг) із вмістом іммобілізованих на різних носіях молочнокислих бактерій. Контролювали час утворення молочного згустку та показники титрованої кислотності сквашених продуктів.

Експериментально встановлено залежність швидкості формування згустку та якості ряжанки від дози закваски та носія, на якому були іммобілізовані молочнокислі бактерії. Виявлено, що за використання закваски у дозах 20-40 мг із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому яєчному білку та закваски у дозах 20-60 мг на 200,0 см^3 пряженого молока із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому крохмалі не дало можливості одержати молочного згустку за 7 год. ферментації. За 7 год. термостатування якісну ряжанку (за молочним згустком) вдалось отримати застосовуючи закваску у дозах 50 мг та 70 мг із іммобілізованими бактеріями, відповідно, на модифікованому яєчному білку та крохмалю. Отримані результати підкреслюють значущість підбору дозування іммобілізованих бактеріальних препаратів для технології ряжанки і можуть бути використані у промислових умовах.

Ключові слова: *молоко корів, кислотність ряжанки, молочнокислі бактерії, молочний згусток.*

Вступ. *Актуальність теми.* Ряжанка – традиційний кисломолочний продукт, що має високу харчову цінність і користь для здоров'я людини завдяки вмісту пробіотичних молочнокислих бактерій. Вони підтримують баланс кишкової мікрофлори, покращують травлення та засвоєння поживних речовин. Процес ферментації збагачує продукт корисними мікроорганізмами та сприяє формуванню антиоксидантної активності, що забезпечує захист клітин від оксидативного стресу і підтримку серцево-судинної системи (Aidarbekova & Aider, 2022).

Завдяки особливостям технології (повільне нагрівання молока перед ферментацією) ряжанка характеризується кращою засвоюваністю, порівняно з незбродженим молоком і може використовуватися у харчуванні осіб із легкими формами непереносимості лактози. Продукт також є джерелом Кальцію, Фосфору та вітамінів, що відіграють важливу роль у підтримці кісткової тканини та метаболічних процесів (Melini et al., 2019; Aidarbekova et al., 2022; Bolhova, 2024).

Водночас ефективність технології виробництва ряжанки значною мірою залежить від активності заквасок, які містять молочнокислі бактерії. У виробничих умовах на їх

життєздатність можуть впливати залишки дезінфікуючих засобів, антибіотиків та інших інгібуючих факторів, що потрапляють у молоко (Vovkohon et al., 2019). Це зумовлює необхідність пошуку технологічних рішень, спрямованих на підвищення стійкості мікроорганізмів та забезпечення стабільності процесу сквашування. Одним із перспективних напрямів є використання іммобілізованих форм молочнокислих бактерій, однак питання оптимальних доз таких заквасок у технології ряжанки залишається недостатньо вивченим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для технології ряжанки використовують закваски різних виробників. Дані закваски містять молочнокислі бактерії. Ці мікроорганізми не завжди є стійкими до дезінфікуючих засобів та антибіотиків, які за різних причин потрапляють у молоко, яке можуть використовувати для технології ряжанки (Chiesa et al., 2020).

Navrátilová et al., (2024) наводять інформацію, що на практиці трапляються випадки потрапляння у молоко засобів дезінфекції молочного устаткування. Внаслідок чого молочнокислі бактерії заквасок пригнічуються, що викликає уповільнення або помітне погіршення сквашування молока.

За профілактики або лікування лактуючих корів у молоко потрапляють антибіотики (особливо β-лактами і тетрациклінові сполуки), які негативно впливають на мікроорганізми заквасок. Залишки антимікробних препаратів у молоці інгібують ріст і метаболічну активність бактерій внаслідок чого уповільнюється або припиняється кислотонакопичення (Sachi et al., 2019). У залежності від вмісту залишків антибіотиків у молоці молочнокислі бактерії не проявляють своїх властивостей (Erdogan et al., 2001). За використання антибіотиків під час лікування тварин останні потрапляють у великих кількостях у молоко. Уміст антимікробних препаратів у молоці негативно впливає на технологічні процеси за виготовлення кисломолочних напоїв. Низькі дози антибіотиків сповільнюють дію молочнокислих бактерій, а високі – їх інактивують (Brunton et al., 2024).

За порушення умов використання дезінфектантів (кислоти, луги, аміни тощо) залишки останніх потрапляють у молоко і негативно впливають на штами *Lactobacillus* та *Streptococcus*. Слабкі органічні кислоти мають мінімальний ефект за миття молочного устаткування (Thomas et al., 2020). Mishra et al. (2024) підтверджують інформацію щодо негативного впливу залишків миючих засобів на швидкість загусання, а також на органолептичні показники кисломолочних продуктів.

Chiesa et al. (2020) стверджують, що за низьких залишків антимікробних препаратів у молоці сквашування останнього пролонгується. Крім того, вихід готового продукту за таких умов знижується. Негативний вплив мінімального вмісту різних комбінацій антибіотиків на сквашування молока підтверджують дослідження Morandi et al. (2024). Oliver et al. (2020) вказують, що експерименти, спрямовані на адаптацію технології сквашування молока, є перспективними в одержані якісних харчових продуктів.

Для підвищення стійкості молочнокислих бактерій в технологічних процесах до дії залишків антибіотиків, миючих засобів, важких металів тощо розробляються різні методи та способи їх стабілізації. До таких способів можна віднести іммобілізацію бактерій, застосовуючи підготовлені матриці. Найчастіше для стабілізації бактерій застосовують механізми біосорбції та гелеві носії (Herasymenko et al., 2006; Bayat et al., 2015).

За адсорбції мікроорганізмів на носіях рухомість та здатність передачі ензимів в середовище існування останніми обмежується. Виходячи з цього, для протікання технологічних процесів, в т. ч. сквашування молока, підвищуються дози бактеріальних препаратів збільшуються, порівнюючи з дозами нестабілізованих бактерій (Herasymenko et al., 2006; Vovkohon et al., 2019).

Виходячи із вищенаведеного, дози заквасок для кисломолочних продуктів, які містять іммобілізовані бактерії для сквашування молока без вмісту інгібуючих факторів (миючі засоби, антибіотики, важкі метали тощо) можуть бути неоднаковими, порівнюючи із аналогічними заквасками з нативними бактеріями.

Отже, встановлення оптимальної дози заквасок для ряжанки із іммобілізованими на різних носіях молочними бактеріями у складі закваски для виготовлення ряжанки має практичне та наукове значення.

Мета роботи: визначення оптимальних доз заквасок із іммобілізованими бактеріями на різних носіях за виробництва ряжанки.

Завдання дослідження: визначити оптимальні дози заквасок із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку для технології виготовлення ряжанки; оцінити ефективність заквасок із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі, порівняно із заквасками на модифікованому сухому яєчному білку; встановити дози заквасок із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на різних носіях.

Матеріал і методи досліджень. Визначення якості сквашування пряженого молока різними дозами заквасок для ряжанки із іммобілізованими молочнокислими бактеріями виконували в лабораторії безпечності та якості харчових продуктів Білоцерківського національного аграрного університету. Для експерименту застосовували пряжене молоко із масовою часткою жиру 3,2 %. Кожну дозу пряженого молока точно вимірювали по 200,0 см^3. Кожна група проб містила по 4 зразки молока (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліду

Група проб	Об'єм проби молока, см^3	Маса закваски, внесеної в одну дозу праженого молока, мг	
		Молочнокислі бактерії, що стабілізовані на модифікованому сухому яєчному білку	Молочнокислі бактерії, що стабілізовані на модифікованому крохмалі
I	200,0	20	20
II	200,0	30	30
III	200,0	40	40
IV	200,0	50	50
V	200,0	60	60
VI	200,0	70	70
VII	200,0	80	80
VIII	200,0	90	90
IX	200,0	100	100
X	200,0	110	110
XI	200,0	120	120
XII	200,0	130	130
XIII	200,0	140	140
XIV	200,0	150	150

Закваску з іммобілізованими молочнокислими бактеріями *Streptococcus thermophilus* та *Lactococcus lactis* на модифікованому сухому яєчному білку вносили у проби пряженого молока у кількості від 20,0 мг до 150 мг на 200,0 см^3. Закваску для ряжанки із вмістом іммобілізованих на модифікованому крохмалі молочнокислих бактерій використовували у аналогічних дозах.

Сквашування пряженого молока проводили в два етапи. Під час першого етапу сквашування проводили впродовж 7 год. Проби молока, в яких не було виявлено якісних згустків молока, поміщали ще на 7 год у термостат (II етап). Перед внесенням у молоко закваски його підігрівали до температури 37 ^{0}C. Температуру під час сквашування молока в термостаті витримували в межах 35,9-36,0 ^{0}C. Контроль стану зразків молока (візуально) проводили з інтервалом 10 хв як під час I етапу так і під час II етапу сквашування. Титровану кислотність сквашеного пряженого молока встановлювали за методикою, описаною у ДСТУ ISO 6091:2007.

Результати досліджень та їх обговорення.. Експериментально встановлено ряд особливостей щодо утворення молочного згустку ряжанки за використання різних доз

заквасок із стабілізованими бактеріями на 7 год ферментації. Внесення у пряжене молоко найменшої дози закваски (20,0 мг) із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому яєчному білку не призвело до утворення молочного згустку (табл. 2).

За використання закваски з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому яєчному білку у дозах 30 та 40 мг на 200 см^3 утворення молочного згустку виявлено не було. За дози 40 мг закваски у молоці були виявлені поодинокі тяжі. За використання закваски у дозі 50 мг (IV дослідна група проб) у зразках виявлено сформований молочний згусток.

Збільшуючи дозу закваски з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на молочному білку до 60 мг, вдалось отримати ряжанку із консистенцією, що відповідала чинним нормативним документам. За підвищення дози закваски для ряжанки від 70 до 150 мг на 200 см^3 молока вдалось отримати якісну ряжанку.

За внесення низьких доз закваски ряжанки із молочнокислими бактеріями іммобілізованими на модифікованому крохмалі від 20 до 60 мг не відбулося зсідання молока (відсутній молочний згусток). За додавання 70 мг закваски утворений молочний згусток був зафіксований, проте його якість була незадовільною. За 7 год ферментації вдалось отримати якісну ряжанку за показником консистенції у пробах молока, до яких вносили закваску у дозах від 80 до 150 мг.

Таблиця 2

Виявлення молочного згустку на 7 год ферментування

Група проб	Закваска	
	Молочнокислі бактерії стабілізовані на модифікованому сухому яєчному білку	Молочнокислі бактерії стабілізовані на модифікованому крохмалі
I	-	-
II	-	-
III	-	-
IV	+	-
V	+	-
VI	+	+
VII	+	+
VIII	+	+
IX	+	+
X	+	+
XI	+	+
XII	+	+
XIII	+	+
XIV	+	+

Примітка: «-» - молочний згусток не виявлено, «+» - утворений задовільний молочний згусток.

За додавання найменшої дози закваски із іммобілізованими на модифікованому яєчному білку утворення молочного згустку було встановлено через 12 год 50 хв Внесення у молоко закваски у дозі 30 мг призводило до зменшення часу утворення молочного згустку на одну год. (табл. 3).

Таблиця 3

Час утворення молочного згустку продовж 14 год термостатування, год.

Група проб	Закваска	
	Молочнокислі бактерії, стабілізовані на модифікованому сухому яєчному білку	Молочнокислі бактерії, стабілізовані на модифікованому крохмалі
I	12,5	-
II	11,5	13,5
III	8,5	12,0
IV	7,0	11,5
V	6,5	8,2
VI	6,5	7,0
VII	6,4	7,0
VIII	6,3	6,5
IX	6,1	6,4
X	6,1	6,4
XI	5,5	6,2
XII	5,5	6,1
XIII	5,4	6,0
XIV	5,3	5,5

Встановлено, що за внесення у пряжене молоко 40 мг закваски сквашування останнього наступало швидше на 240 хв порівняно із І дослідною групою. У IV групі проб утворення молочного згустку було зафіксовано на 1 год 50 хв швидше, ніж у III дослідній групі. Із збільшенням дози закваски для ряжанки від 60 до 140 мг на 200 $см^3$ скорочувався час утворення молочного згустку відносно показників, отриманих у IV-V групі.

Найшвидше молочний згусток утворився у пробах, до яких вносили по 150 мг закваски із іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку молочнокислими бактеріям. Порівнюючи із показниками із І групи, час сквашування пряженого молока був меншим у 2,35 рази.

Під час застосування 20 мг закваски на 200,0 $см^3$ молока з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому крохмалі утворення молочного згустку за 14 год термостатування не було виявлено. За додавання закваски у дозі 30 мг сквашування пряженого молока було встановлено через 13 год 50 хв від початку експерименту.

Додавання 40 мг закваски призвело до скорочення часу утворення молочного згустку на 11,1 % або на 1 год 50 хв у порівнянні із ІІ дослідною групою. Внесення 80 мг закваски із іммобілізованими бактеріями на модифікованому крохмалі дало можливість зменшити час сквашування пряженого молока на 6,0 год 50 хв у порівняні із ІІ групою. Застосування 90-140 мг закваски дозволило одержати якісний молочний згусток у ряжанці менше ніж за 7 год термостатування. За найбільшої дози закваски сквашування молока проходило найшвидше.

Порівнюючи закваски між собою, встановлено, що на 7 год термостатування утворення молочного згустку проходить за використання закваски із бактеріями, стабілізованими на модифікованому молочному білку за дози 50 мг, а за використання закваски із молочними бактеріями іммобілізованими на модифікованому крохмалі сквашування пряженого молока на вказаний час здійснювалось за дози 70 мг на 200,0 $см^3$ сировини.

Застосування заквасок із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому яєчному білку дає можливість швидше отримати ряжанку із бажаним молочним згустком.

Досліджуючи титровану кислотність продуктів сквашування пряженого молока, була встановлена певна закономірність. За використання найменшої дози (20 мг на 200 $см^3$ молока) закваски із молочнокислими бактеріями іммобілізованими на модифікованому яєчному білку титрована кислотність була на рівні 31,7 ^{0}Т (табл. 4).

Таблиця 4

Титрована кислотність сквашеного пряженого молока на 7 год термостатування, °Т

Група проб	Закваска	
	Молочнокислі бактерії, стабілізовані на модифікованому сухому яєчному білку	Молочнокислі бактерії, стабілізовані на модифікованому крохмалі
I	31,7±0,78	23,7±0,95
II	35,7±1,09	29,7±0,77
III	42,2±2,14	34,3±1,94
IV	65,8±1,45	40,2±1,42
V	70,2±1,98	51,6±2,04
VI	72,4±1,64	64,5±3,18
VII	72,9±1,73	70,2±2,01
VIII	74,5±2,15	70,6±1,17
IX	75,3±2,52	72,7±1,64
X	76,4±1,56	73,3±1,47
XI	80,3±1,27	75,4±1,95
XII	82,6±2,12	75,7±1,45
XIII	82,9±2,34	78,4±2,17
XIV	83,5±2,11	79,2±2,53

Підвищення дози закваски до 30 мг сприяло зростанню титрованої кислотності сквашеного продукту на 12,6 % відносно I групи проб. На 7 год сквашування встановлено, що оптимальна кислотність була у ряжанці, для виготовлення якої застосовували від 50 і більше мг закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку.

За внесення найменшої дози закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі, титрована кислотність сквашеного продукту була меншою на 25,2 % відносно варіанту, де використовували аналогічну дозу закваски із бактеріями, іммобілізованими на яєчному білку.

Оптимальна кислотність була у продуктах сквашування, де вносили закваску із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі у дозах від 70 мг і вище.

За використання високих доз заквасок (140-150 мг на 200,0 см^3 пряженого молока) із іммобілізованими молочнокислими бактеріями на різних носіях титрована кислотність ряжанки відповідала чинним нормативним документам.

Використання закваски із іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку бактеріями у дозах від 50 до 150 мг на 200,0 см^3 молока дозволило отримати ряжанку із вищою титрованою кислотністю у порівнянні із продуктами сквашування із використанням закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі.

Отримані результати дослідження підтвердили суттєвий вплив кількості закваски та природи носія, на якому були іммобілізовані молочнокислі бактерії на інтенсивність ферментації пряженого молока та формування молочного згустку ряжанки. Встановлені закономірності узгоджуються з даними Vovkohon et al. (2019), які відзначають, що ефективність молочнокислого сквашування тісно пов'язана зі швидкістю росту культур, доступністю субстрату та активністю бактеріальних клітин.

У наших умовах мінімальні дози закваски (20–40 мг на 200 см³) не забезпечували формування молочного згустку протягом 7 год ферментації, що узгоджується з висновками Muñoz et al. (2017) щодо важливості достатньої кількості активних бактеріальних клітин для досягнення ефективної ферментації як у випадку вільних, так і іммобілізованих культур (наприклад, при ферментації молока за участю *Lacticaseibacillus casei* та інших культур. Лише починаючи з 50 мг закваски із іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку бактеріями на 200 см³ молока утворювався задовільний молочний згусток.

Відмінність активності заквасок на різних носіях узгоджується з роботами щодо іммобілізації пробіотичних культур. Дослідження свідчать, що іммобілізація *Lactobacillus bulgaricus* у різні гелеві матриці може суттєво підвищити продуктивність ферментації та стабільність клітин у порівнянні з вільними культурами (Guo et al., 2023). Це пояснює, чому молочний згусток у нашому експерименті утворювався при менших дозах закваски, де молочнокислі бактерії були іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку у порівняні із варіантом, де, як носій, використовували модифікований крохмаль.

Скорочення часу утворення молочного згустку зі зростанням маси закваски відповідає загальним кінетичним закономірностям ферментації кисломолочних продуктів: дослідження ферментації з *Lacticaseibacillus casei* свідчать, що важливими факторами є швидкість кислотоутворення та ріст бактеріальних клітин, що безпосередньо впливає на швидкість коагуляції білків у молочному середовищі (Chen et al., 2025). Дані явища підтверджуються також у роботі з іммобілізованими пробіотичними культурами, де показано, що іммобілізація може підвищувати ферментаційну активність і виживання бактеріальних клітин у середовищі (Dimitrellou et al., 2019; Lappa et al., 2022).

Аналіз зміни кислотності підтверджує вищу активність бактерій, іммобілізованих на модифікованому сухому яєчному білку: за всіх доз (20–150 мг) значення титрованої кислотності для відповідної групи були на 5–33 % вищими, ніж у варіантах з використанням модифікованого крохмалю як носія.

Таким чином, результати дослідження засвідчили, що найефективнішою була закваска з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на модифікованому сухому яєчному білку. Вона забезпечувала швидше формування однорідного згустку та більш інтенсивне накопичення кислотності вже при внесенні від 50 мг на 200,0 см^3, тоді як закваска на модифікованому крохмалі потребувала підвищення дози до 70–80 мг. Це може бути зумовлено меншою місткістю носія (модифікований крохмаль), зниженням кількості молочнокислих бактерій, здатних синтезувати ензими та відмінностями у масообміні між клітинами та середовищем, що найшло обґрунтування у працях Herasymenko et al. (2006), Guerin et al. (2017).

Отримані дані підтвердили перспективність використання білкових носіїв як способу підвищення технологічної ефективності заквасок у виробництві ряжанки та можуть бути корисними для промислової оптимізації дозування стартових культур.

Висновки

1. Технологія ряжанки із масовою часткою жиру 3,2 % можлива за використання закваски із вмістом молочнокислих бактерій, іммобілізованих на модифікованому сухому яєчному білку продовж 7 год ферментації у дозах від 250-300 мг на дм^3 (50-60 мг на 200 см^3) пряженого молока.

2. Для виготовлення ряжанки із масовою часткою жиру 3,2 % необхідно використовувати на 40,0 % більше закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому крохмалі відносно закваски із молочнокислими бактеріями, іммобілізованими на модифікованому сухому яєчному білку.

3. За використання закваски з іммобілізованими молочнокислими бактеріями на різних носіях у дозах 250 та 350 мг на дм^3 пряженого молока можливо отримати ряжанку із титрованою кислотністю згідно вимог ДСТУ 4565.

References

Aidarbekova, S., & Aider, M. (2022). Production of ryazhenka, a traditional Ukrainian fermented baked milk, by using electro-activated whey as supplementing ingredient and source of lactulose. *Food Bioscience*. *46*. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101526

Bayat, Z., Hassanshahian, M., & Cappello, S. (2015). Immobilization of microbes for bioremediation of crude oil polluted environments: A mini review. *The open microbiology journal*, 9, 48–54. https://doi.org/10.2174/1874285801509010048

Bolhova, N. V. (2024). Analiz tekhnolohii vyrobnytstva bezlaktoznoi riazhanky. *Naukovyi visnyk Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu*, 14(1). https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-20. [In Ukrainian].

Brunton, L. A., Reeves, H. E., Snow, L. C., & Jones, J. R. (2014). A longitudinal field trial assesing the impact of feeding waste milk containing antibiotic residues on the prevalence of ESBL-producing *Escherichia coli* in calves. *Preventive veterinary medicine*, *117*(2), 403–412. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.08.005

Chen, C., Guo, T., Wu, D., Shu, J., Huang, N., Tian, H., Yu, H., & Ge, C. (2025). Study on *Lacticaseibacillus casei* TCS fermentation kinetic models and high-density culture strategy. *Microbiology spectrum*, 13(7), e0259024. https://doi.org/10.1128/spectrum.02590-24

Chiesa, L. M., De Castelli, L., Nobile, M., Martucci, F., Mosconi, G., Fontana, M., Castrica, M., Arioli, F., & Panseri, S. (2020). Analysis of antibiotic residues in raw bovine milk and their impact toward food safety and on milk starter cultures in cheese-making process. *LWT – Food Science and Technology,* 131. 109783. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109783

Dimitrellou, D., Kandylis, P., Petrović, T., Ivanović, S., Nedović, V., & Kourkoutas, Y. (2019). Encapsulation of *Lactobacillus casei* ATCC 393 in alginate capsules for probiotic fermented milk production. LWT. 116. 108501. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108501

DSTU 4565:2006 Riazhanka ta varenets. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2007-04-01. [In Ukrainian].

DSTU ISO 6091:2007 Moloko sukhe. Vyznachannia tytrovanoi kyslotnosti (kontrolnyi metod) (ISO 6091:1980, IDT).

Erdogan, A., Gurses, M., Turkoglu, H. & Sert, S. (2001). Some quality criteria of yogurt made from milk added with antibiotic at different levels. *Pakistan Journal of Biological Sciences, 4*: 886-887. DOI**:** 10.3923/pjbs.2001.886.887

Guerin, J., Petit, J., Burgain, J., Borges, F., Bhandari, B., Perroud, C., Desobry, S., Scher, J., & Gaiani, C. (2017). *Lactobacillus rhamnosus* GG encapsulation by spray-drying: Milk proteins clotting control to produce innovative matrices. *Journal of Food Engineering*, 193(4). 10-19. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.08.008

Guo, Y., Wang, G., Li, K., Han, J., Chen, H., Zhang, S., Li, Y., & Chen, G. (2023). *Sheng wu gong cheng xue bao = Chinese journal of biotechnology*, *39*(3), 1083–1095. https://doi.org/10.13345/j.cjb.220542

Herasymenko, V. H., Herasymenko, M. O., Tsvilikhovskyi, M. I. (2006) Biotekhnolohiia: Pidruchnyk. 240–380. [In Ukrainian]

Lappa, I. K., Kachrimanidou, V., Alexandri, M., Papadaki, A., & Kopsahelis, N. (2022). Novel probiotic/bacterial cellulose biocatalyst for the development of functional dairy beverage. *Foods (Basel, Switzerland)*, *11*(17), 2586. https://doi.org/10.3390/foods11172586

Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., Ficca, A. G., & Ruzzi, M. (2019). Health-promoting components in fermented foods: An up-to-date systematic review. *Nutrients*, *11*(5), 1189. https://doi.org/10.3390/nu11051189

Mishra, T., Machireddy, J., & Vuppu, S. (2024). Comprehensive study on hygiene and quality assessment practices in the production of drinkable dairy-based and plant-based fermented products. *Fermentation,* 10(9), 489. https://doi.org/10.3390/fermentation10090489

Morandi, S., Silvetti, T., Guerci, M., Tamburini, A., & Brasca, M. (2024). Legally admissible amounts of antibiotics in milk affect the growth of lactic acid bacteria. *International Journal of Dairy Technologydoi*, 77(4). 1072-1082. https://doi.org/10.1111/1471-0307.13132

Muñoz, S. V., Guerrero, F. Q., Torres, M. G., Castro, M. D., & Talavera, R. R. (2017). Transformation kinetics of fermented milk using *Lactobacillus casei* (Lc1) and *Streptococcus thermophilus*: comparison of results with other Inocula. *The Journal of dairy research*, *84*(1), 102–108. https://doi.org/10.1017/S0022029916000613

Navrátilová, P., Vorlová, L., Dluhošová, S., Bartáková, K., Hanuš, O., & Samková, E. (2024). Screening methods for antimicrobial residues in the dairy chain-the past and the present. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, *13*(11), 1098. https://doi.org/10.3390/antibiotics13111098

Oliver, J. P., Gooch, C. A., Lansing, S., Schueler, J., Hurst, J. J., Sassoubre, L., Crossette, E. M., & Aga, D.S. (2020). Invited review: Fate of antibiotic residues, antibiotic-resistant bacteria, and antibiotic resistance genes in US dairy manure management systems. *Journal of dairy science*, *103*(2), 1051–1071. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16778

Sachi, S., Ferdous, J., Sikder, M. H., & Azizul Karim Hussani, S. M. (2019). Antibiotic residues in milk: Past, present, and future. *Journal of advanced veterinary and animal research*, *6*(3), 315–332. https://doi.org/10.5455/javar.2019.f350

Thomas, C., Schönknecht, A., Püning, C., Alter, T., Martin, A., & Bandick, N. (2020). Effect of peracetic acid solutions and lactic acid on microorganisms in on-line reprocessing systems for chicken slaughter plants. *Journal of food protection*, *83*(4), 615–620. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-350

Vovkohon, A. H., Merzlov, S. V., Merzlova, H. V., & Nepochatenko, A. V. (2019). Termin skvashuvannia moloka zalezhno vid dozy immobilizovanykh zakvasok yohurtu. *Zbirnyk naukovykh prats BNAU*, 1(147), 126–134. [In Ukrainian] https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-147-1-126-134

2026. Номер 13, С. 56 – 64.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 26.03.2026 Прийнято: 07.05.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.05

UDC 639.3.043.2:577.1

CHEMICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS IN THE CARP ORGANISM UNDER THE ADMINISTRATION OF COENZYME FEED ADDITIVE

H.V. Merzlova, V.V. Mishchenko
Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

ORCID
H.V. Merzlova: https://orcid.org/0000-0002-2394-9118
V.V. Mishchenko: https://orcid.org/0009-0007-0772-9637

E-mail: merzlovagv@ukr.net

Abstract. The paper presents the results of a comprehensive study of the effect of a coenzyme-containing feed additive with α-lipoic acid on the chemical and biochemical parameters of the liver of carp fry. The relevance of the study is due to the growing interest in the use of natural coenzymes as regulators of metabolic processes, which allows increasing the productivity and stability of fish in conditions of intensive aquaculture. The aim of the work was to determine the effect of different doses of the supplement on the content of total protein, lipids, Cobalt, Zinc and the activity of aminotransferases (AST and ALT) in the liver of fish, which are indicators of protein, lipid and mineral metabolism.

The study was conducted on five experimental groups (250 specimens each), which were fed compound feeds with doses of the supplement of 0.02–0.10%, and a control group without the supplement. The content of protein, lipids and minerals was determined by approved methods, the activity of aminotransferases - using standard reagent sets.

The results showed that α-lipoic acid contributes to a dose-dependent increase in total protein in the liver, especially at medium and high doses, which indicates a moderate activation of protein synthesis processes and an increase in the energy supply of cells. The activity of AST and ALT increased in proportion to the dose of the feed additive, remaining within the physiological norm, which indicates an effective intensification of amino acid transamination without liver overload. The lipid content tended to decrease at high doses, and the concentrations of Cobalt and Zinc increased, which is consistent with the improvement of metabolic homeostasis and the potential participation of α-lipoic acid in the regulation of enzymatic and redox-dependent processes.

Thus, the coenzyme-containing feed additive has a complex effect on protein, lipid and mineral metabolism, does not disrupt the functional state of the liver, and contributes to increasing the productivity and stability of carp fry. The results of the study confirm the feasibility of using α-lipoic acid as a functional component of compound feeds and open prospects for further research on long-term effects, dosage optimization and interaction with other nutrients in the diet of carp fish.

Key words: *α-lipoic acid, protein metabolism, mineral homeostasis, liver.*

УДК 639.3.043.2:577.1

ХІМІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОРГАНІЗМУ КОРОПА ЗА ЗГОДОВУВАННЯ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ КОЕНЗИМУ

Г.В. Мерзлова, В.В. Міщенко
Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна
E-mail: merzlovagv@ukr.net

Анотація. У роботі представлено результати комплексного дослідження впливу коензимвмісної кормової добавки з α-ліпоєвою кислотою на хімічні та біохімічні показники печінки малька коропа. Актуальність дослідження зумовлена зростаючим інтересом до застосування природних коензимів як регуляторів метаболічних процесів, що дозволяє підвищувати продуктивність і стійкість риби в умовах інтенсивної аквакультури. Метою роботи було визначити вплив різних доз добавки на вміст загального білка, ліпідів, Кобальту, Цинку та активність амінотрансфераз (АсАТ і АлАТ) у печінці риби, що є показниками білкового, ліпідного та мінерального обміну.

Дослідження проводили на коропах п'яти дослідних груп (n = 250), яким згодовували комбікорм з дозою добавки 0,02–0,10 % та контрольної групи (без добавки) . Вміст білка, ліпідів і мінералів визначали за апробованими методиками, активність амінотрансфераз — із застосуванням стандартних наборів реактивів.

Результати показали, що α-ліпоєва кислота сприяє дозозалежному підвищенню загального білка у печінці, особливо за середніх і високих доз, що свідчить про помірну активізацію білоксинтезувальних процесів та підвищення енергетичного забезпечення клітин. Активність АсАТ і АлАТ зростала пропорційно дозі кормової добавки, залишаючись у межах фізіологічної норми, що вказує на ефективну інтенсифікацію трансамінування амінокислот без перевантаження печінки. Вміст ліпідів мав тенденцію до зниження за високих доз, а концентрації Кобальту і Цинку зростали, що узгоджується з покращенням метаболічного гомеостазу та потенційною участю α-ліпоєвої кислоти у регуляції ферментативних і редокс-залежних процесів. Отже, коензимвмісна кормова добавка впливала на білковий, ліпідний та мінеральний обмін, не порушувала функціональний стан печінки, сприяла підвищенню продуктивності та стійкості малька коропа. Результати дослідження підтвердили доцільність застосування α-ліпоєвої кислоти як функціонального компонента комбікормів та відкривають перспективи для подальших досліджень щодо довготривалого використання, оптимізації дозування і взаємодії з іншими нутрієнтами у раціоні коропових риб.

Ключові слова: *α-ліпоєва кислота, білковий обмін, мінеральний гомеостаз, печінка.*

Вступ. *Актуальність теми.* До коензимів відносять небілкові молекули, які, зв'язуючись із ензимами, регулюють їх каталітичну активність. Коензими беруть участь у окисно-відновних процесах. У живих організмах постійно проходить зв'язування і від'єднання коензимів від ензимів. Основним джерелом коензимів дла тваринних організмів є корм (Hubskyi, 2000).

Важливе біологічне значення для організму тварин має коензим α-ліпоєва кислота, яка синтезується у тваринних і рослинних організмах. Біологічне значення цієї кислоти в основному полягає у генеруванні енергії для метаболічних процесів в організмі. Вона бере участь у перетворенні глюкози в енергію. α-ліпоєва кислота має здатність легко проникати через клітинні мембрани (Bast & Haenen, 2003). Коензим має антивірусну і гепатотпротекторну дію (Meng et al., 2008).

У Білоцерківському національному аграрному університеті використовуючи рослинну і тваринну сировину, було одержано коензимвмісну кормову добавку із вмістом α-ліпоєвої кислоти, вивчено її нешкідливість та гостру токсичність. Не вивченим

залишається питання ефективності використання різних доз кормової добавки із вмістом α-ліпоєвої кислоти у складі комбікормів на біохімічні та хімічні показники в організмі малька коропа.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Активаторами ензимів є кофактори ензимів. До кофактрів відносяться іони металів-біотиків та коензими. Біологічні властивості α-ліпоєвої кислоти дозволяють віднести її до коензимів. Коензими та їх попередники можливо використовувати на практиці як засоби, що активують ензими і метаболічні процеси (Levtova et al., 2019; Zaika et al., 2020).

α-ліпоєва кислота має біологічний вплив на низку ензимів енергетичного обміну, пришвидшує синтез оксиду нітрогену та підсилює антиокиснювальну дію вітамінів та коензиму Q_{10}. Джерелом цього коензиму можуть бути тваринні і рослинні організми (Levtova et al., 2019; Zaika et al., 2019; Zaika et al., 2020).

Anthony et al. (2021), Sztolsztener & Chabowski (2024) та Kabin et al. (2023) досліджували антиоксидантну, металорегулюючу та метаболічну властивість α-ліпоєвої кислоти. Дослідження проводили на різних видах сільськогосподарських та лабораторних тварин згідно яких було доведено можливість α-ліпоєвої кислоти впливати на ліпідний, білковий та мінеральний обмін у печінці безпосередньо за умов метаболічного стресу, порушень мікроелементного гомеостазу, а також токсичного навантаження.

За додаткового ведення α-ліпоєвої кислоти до раціонів лабораторних мишей та щурів встановлено підвищення концентрації загального білка в печінці та зниження інтенсивності його катаболічних процесів (Shanshan et al., 2023). Дослідженнями встановлено, що введення α-ліпоєвої кислоти лабораторним тваринам сприяє зниженню інтенсивності оксидативного стресу, покращенню антиоксидантного статусу та нормалізації функціональної активності печінкових ферментів (Dogan et al., 2023). У дослідах на рибі показано, що додавання α-ліпоєвої кислоти до комбікормів сприяє покращенню антиоксидантного захисту, імунних показників та загального фізіологічного стану організму (Behairy et al., 2023).

Skibska et al. (2023) та Hasan et al. (2022) наводять інформацію, що α-ліпоєва кислота може опосередковано діяти на гомеостаз металобіотика Цинку. Автори стверджують, що в моделях оксидативного та токсичного навантаження α-ліпоєва кислота сприяє відновленню концентрації Цинку у печінці та плазмі крові.

На відміну від отриманих даних щодо впливу коензиму на метаболізм Цинку, кількість робіт, спрямованих на безпосереднє визначення впливу α-ліпоєвої кислоти на зміни вмісту металобіотику Кобальту в печінці, є обмеженими. Дослідники вказують здебільшого на непрямий вплив α-ліпоєвої кислоти через поліпшення метаболізму у печінці (Palumaa, 2023).

У літературі відсутня інформація щодо використання в годівлі малька коропа кормової добавки із вмістом α-ліпоєвої кислоти у складі екстрактів із сировини рослинного або тваринного походження. Поглиблених досліджень потребує встановлення впливу на ряд хімічних і біохімічних показників у печінці малька коропа різних доз α-ліпоєвої кислоти у складі кормової добавки.

Метою дослідження було визначити вміст загального білка, ліпідів, Кобальту, Цинку та амінотрансфераз у печінці малька коропа за згодовування кормової добавки із вмістом α-ліпоєвої кислоти.

Завдання дослідження: провести оцінку безпечності коензимвмісної кормової добавки з α-ліпоєвою кислотою у складі комбікормів для малька коропа; визначити вплив добавки на білковий обмін у печінці малька коропа; дослідити ефект α-ліпоєвої кислоти на мінеральний обмін у печінці малька; проаналізувати взаємозв'язок білкового та мінерального обміну у печінці риби за дії коензимвмісної добавки.

Матеріал і методи досліджень. Для експериментів відбирали проби печінки у малька коропа лускатого (*Cyprinus carpio*) живою масою 57-69 г. Перед відбором проб рибі згодовували повнораціонні комбікорми із різним вмістом кормової добавки із вмістом α-

ліпоєвої кислоти. У контрольній групі комбікорм, рецептура якого представлена у табл. 1, не містив кормової коензимвмісної добавки. Для годівлі малька коропа використовували гранульований комбікорм із величиною гранул 2,2 мм.

Таблиця 1

Рецептура комбікорму, який використовували для годівлі малька коропа

Показник	Одиниці виміру	Норам ведення
Дерть ячмінна	%	5,0
Дерть кукурудзяна	%	32,0
Дерть пшенична	%	8,0
Шрот соняшниковий	%	18,0
Шрот соєвий	%	24,0
Кров'яне борошно	%	5,0
Рибне борошно	%	4,0
Крейда кормова	%	1,5
Сіль кухонна (NaCl)	%	0,5
Вітамінно-мінеральна добавка	%	2,0
L-лізин	мг/кг	50,0
Антиоксидантний комплекс	мг/кг	140,0

Комбікорми для малька коропа із I дослідної групи містили 200 мг/кг кормової коензимвмісної добавки. Риба із II дослідної групи споживала повнораціонний комбікорм, який містив конензимвмісну кормову добавку у дозі 400 мг/кг (табл. 2).

Таблиця 2

Схема експерименту

Група	Риби, екземплярів	Умови досліду
контрольна	250	Згодовування повнораціонного комбікорму (ПК) без вмісту кормової коензимвмісної добавки
I дослідна	250	ПК із вмістом 0,02 % кормової коензимвмісної добавки
II дослідна	250	ПК із вмістом 0,04 % кормової коензимвмісної добавки
III дослідна	250	ПК із вмістом 0,06 % кормової коензимвмісної добавки
IV дослідна	250	ПК із вмістом 0,08 % кормової коензимвмісної добавки
V дослідна	250	ПК із вмістом 0,10 % кормової коензимвмісної добавки

Мальки коропа із III та IV дослідної груп отримували комбікорми, які містили, відповідно, по 600, та 800,0 мг/кг коензимвмісної кормової добавки. Найбільший вміст кормової добавки містилось у комбікормах, які згодовували рибі із V дослідної групи.

По завершенню дослідження із кожної групи відбирали по 5 рибин. Дотримуючись чинних вимог закону України щодо захисту тварин та біоетики, проводили забій риби (із проведенням анестезії) дотримуючись вимог Yevropeiska konventsiia (2000), Zakon Ukrainy (2006). У малька коропа відбирали органи для виконання хімічних і біохімічних досліджень.

У печінці малька коропа визначали вміст загального білка, керуючись методикою Lowry O.H. (1951), активність аспартарамінотрансферази і аланінамінотрансферази за використання стандартних наборів реактивів (Reitman & Frankel, 1957). Визначення вмісту важких металів у печінці риби виконували згідно методик, описаних в національному стандарті ДСТУ 7965:2015. Визначення ліпідів у печінці проводили, застосовуючи методику, описану Kovalenko Yu.O. (2020).

Результати досліджень та їх обговорення. Уміст загального білка у печінці малька коропа контрольної групи, які споживала комбікорм без α-ліпоєвої кислоти, був на рівні 135,2 ± 2,35 мг/г. За згодовування найменшої дози коензимвмісної кормової добавки вміст загального білка у печінці риби був на рівні контролю (табл. 3).

Таблиця 3

Показники білкового обміну у печінці малька коропа, M±m, n =

Група	Вміст загального балка, мг/г	Активність АсАт, мкмоль/год/г	Активність АлАт, мкмоль/год/г
Контрольна	135,2±2,35	7,5±0,35	5,3±0,19
I дослідна	135,3±4,15	7,9±0,25	5,1±0,18
II дослідна	139,2±3,85	8,0±0,29	5,3±0,22
III дослідна	140,3±3,24	8,1±0,34	5,5±0,32
IV дослідна	142,5±3,98	8,1±0,38	5,9±0,37
V дослідна	142,4±3,85	8,3±0,45	6,0±0,38

У мальків коропа II дослідної групи вміст загального білка був вищим, ніж у контролі на 2,9 %. Встановлено тенденцію щодо підвищення вмісту білка у печінці риби, яка споживала комбікорм із вмістом 0,06 % кормової коензимвмісної добавки. Найбільший вміст білка був у печінці малька коропа із IV дослідної групи. Різниця із контролем становила 5,3 % ($p > 0,05$).

Поряд із підвищенням вмісту загального білка у печінці риби було встановлено зростання активності амінотрансфераз. Виявлено, що за додавання до комбікормів 0,04 % кормової коензимвмісної добавки активність АсАт у печінці малька коропа була більшою на 6,6 % ($p > 0,05$). Встановлена тенденція щодо підвищення активності АсАт у печінці риби III та IV дослідних груп. Найвища активність ензиму була встановлена у печінці риби, яка споживала 0,10 % кормової коензимвмісної добавки у складі комбікорму ($p > 0,05$).

Досліджуючи вміст ліпідів у печінці мальків коропа, було встановлено, що у контрольній групі цей показник становив 26,2 мг/г. Споживання комбікормів із вмістом 0,02 % кормової добавки майже не вплинуло на вміст ліпідів у печінці малька коропа (рис. 1).

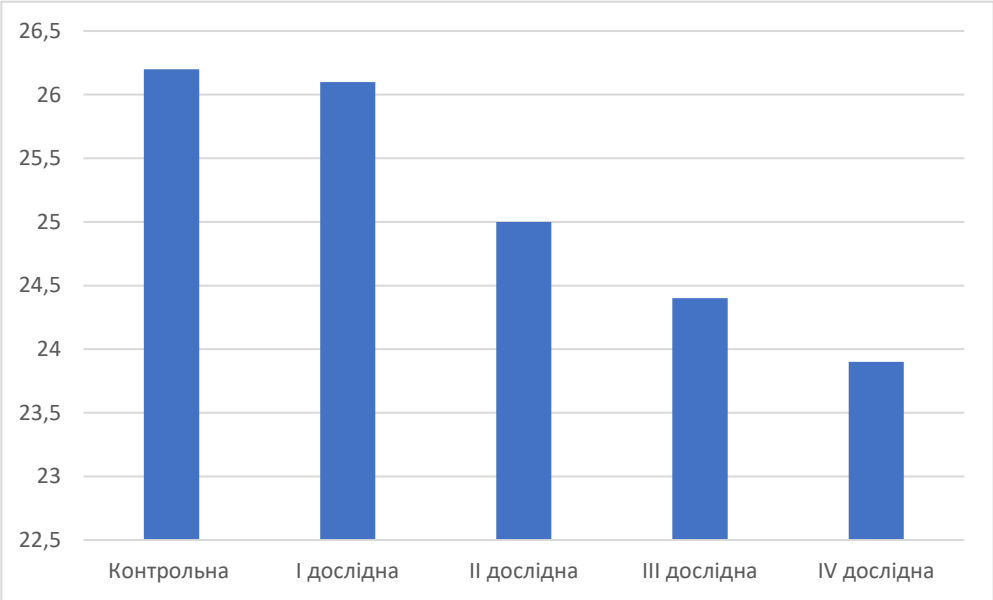


Рис. 1. **Вміст ліпідів у печінці мальків коропа дослідних груп, мг/г**

У печінці риби II дослідної групи вміст ліпідів був меншим на 4,5 % ($p > 0,05$). Різниця із контролем була на рівні 6,8 %. Найменший вміст ліпідів був у печінці риби IV дослідної групи, яка споживала комбікорм із вмістом 0,08 % коензимвмісної добавки ($p > 0,05$). За вмісту найбільшої дози кормової добавки у складі раціону (V дослідна група) теж встановлено тенденцію щодо зниження вмісту загальних ліпідів у печінці риби ($p > 0,05$).

Нами також були проведені дослідження щодо впливу різних доз кормової коензимвмісної добавки на мінеральний обмін у печінці малька коропа. Встановлено, що найменший вміст Кобальту був у печінці риби із контрольної групи. Використання

комбікорму із вмістом 0,02 % кормової добавки сприяло підвищенню вмісту металобіотику на 4,8 % у порівнянні із контролем. Різниця була в межах похибки. Аналогічні результати були отримані і від риби із II дослідної групи (рис. 2).

За застосування комбікорму із вмістом 0,06 % кормової добавки спостерігали тенденцію щодо підвищення вмісту Кобальту у печінці малька коропа. Виявлено також тенденцію щодо підвищення вмісту металобіотику у печінці риби, яка споживала комбікорм із найбільшими дозами (IV та V дослідні групи).

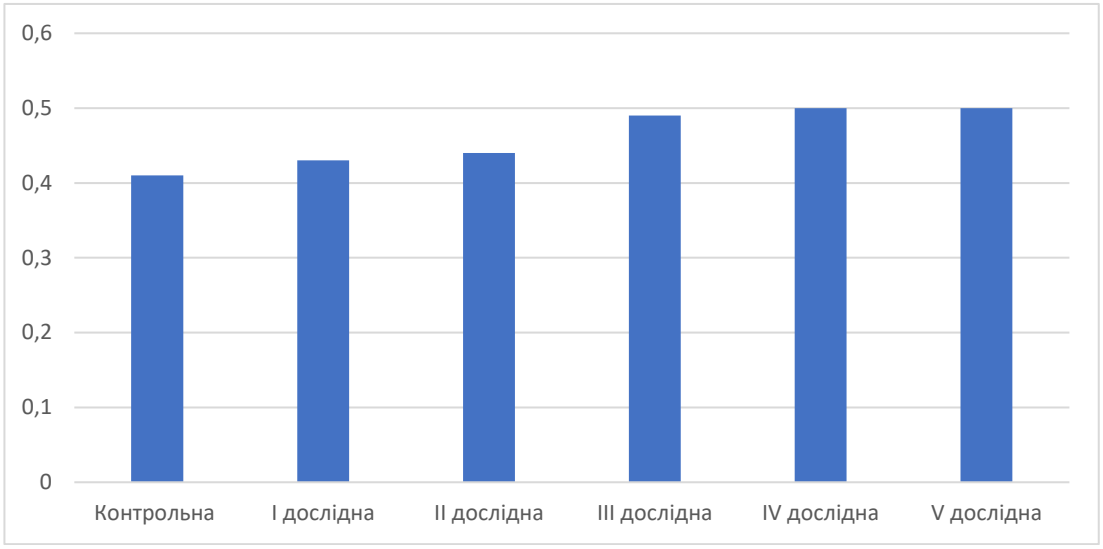


Рис. 2. **Уміст Кобальту у печінці мальків коропа дослідних груп, мг/кг**

У контрольній групі вміст Цинку у печінці малька коропа був на рівні 22,1 мг/кг. Уміст металобіотику у печінці риби із I дослідної групи були низьким і становило 0,4 %, що дозволяє вважати, що показник був на рівні контролю. За згодовування рибі комбікормів із вмістом 0,04 % кормової добавки підвищення вмісту Цинку у її печінці було на рівні 3,6 %. Різниця була в межах похибки (рис. 3).

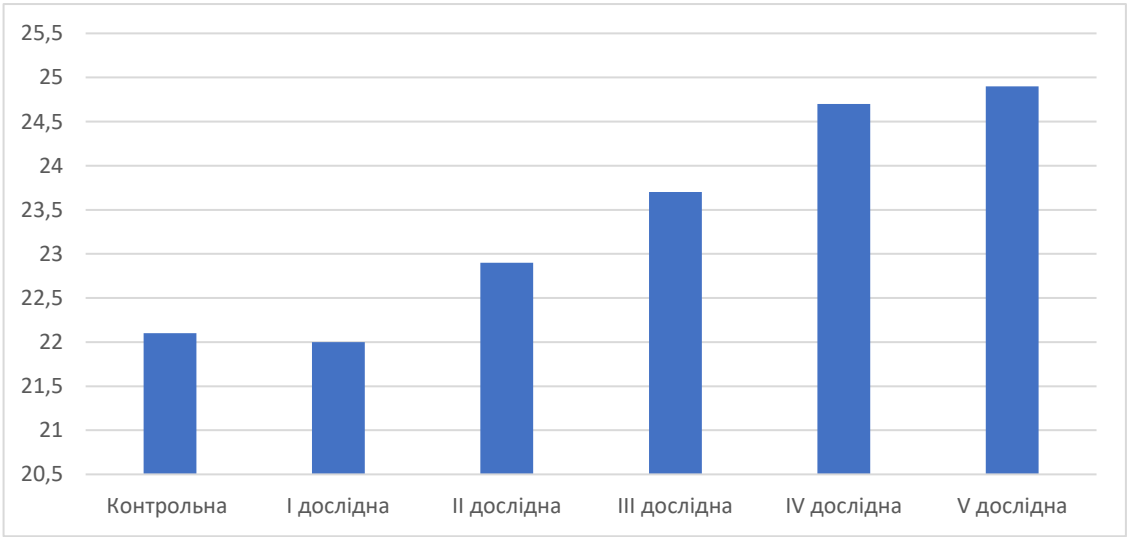


Рис. 3. **Уміст цинку у печінці мальків коропа дослідних груп, мг/кг**

Із підвищенням вмісту кормової добавки у комбікормі вміст металобіотику у печінці малька коропа зростав. Так, у III дослідній групі показник був більшим, ніж у контролі, на 7,2 %. Найбільший вміст Цинку було виявлено у печінці риби, яка споживала комбікорм із вмістом 0,10 % кормової добавки.

За згодовування мальку коропа підвищених доз кормової коензимвмісної (за α-ліпоєвою кислотою) добавки було встановлено ряд закономірностей щодо її впливу на вміст

загального білка, ліпідів, Кобальту, Цинку та активності амінотрансфераз у печінці риби. За вмісту у комбікормі 0,08 та 0,10 % кормової добавки спостерігали тенденцію щодо збільшення вмісту загального білка у печінці риби. Отримані нами результати свідчать про можливий вплив α-ліпоєвої кислоти на білковий обмін у печінці коропа. Відомо, що α-ліпоєва кислота бере участь у регуляції клітинного метаболізму та може впливати на сигнальні шляхи енергетичного обміну, зокрема AMPK, які пов'язані з балансом анаболічних і катаболічних процесів. Дані експериментальних досліджень *in vitro* та на тваринних моделях підтверджують участь α-ліпоєвої кислоти в регуляції процесів апоптозу, енергетичного метаболізму та функціонування мітохондріальних систем (Meng et al., 2008; Wehbe et al., 2019).

Результати експериментів на сільськогосподарських ссавцях, птиці та рибі доповнюють дані щодо підвищення антиоксидантного статусу організму за використання α-ліпоєвої кислоти (Behairy et al., 2023; Zhang et al., 2025). Виявлення тенденції щодо підвищення активності амінотрансфераз у печінці риби, яка споживала кормову коензимвмісну добавку є підтвердженням стимуляції метаболізму білка.

Встановивши тенденцію щодо зниження вмісту ліпідів у печінці малька коропа за згодовування комбікорму з вмістом 0,08 та 0,10 % кормової коензимвмісної добавки, нами додатково був підтверджений факт впливу α-ліпоєвої кислоти на ліпідний обмін. Аналогічні результати отримані у дослідженнях Cheng et al. (2025) та узагальнені в огляді Liu et al. (2025), де показано, що α-ліпоєва кислота сприяє зниженню вмісту тригліцеридів, корекції стеатозу, інгібує *de novo* ліпогенез і стимулює β-окиснення жирних кислот. Зазначені ефекти реалізуються, зокрема, через активацію AMPK та регуляцію факторів SREBP.

У наших дослідженнях встановлено тенденцію до підвищення вмісту Цинку в печінці риби за згодовування кормової коензимвмісної добавки. Отримані результати узгоджуються з даними Skibska et al. (2023) та Hasan et al. (2022), які показали, що за умов токсичного або оксидативного навантаження α-ліпоєва кислота сприяє відновленню концентрації ессенціального мікроелемента Zn у печінці та плазмі тварин, імовірно, через активацію металозв'язувальних білків. Дія α-ліпоєвої кислоти також пов'язана зі зниженням інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів і збереженням функціональної активності білків-транспортерів мікроелементів.

Показано, що ефекти α-ліпоєвої кислоти на мінеральний обмін більш виражені в умовах токсичного навантаження або порушення мікроелементного гомеостазу (Kabin et al., 2023). Отримані нами результати узгоджуються з наведеними даними та можуть пояснювати відсутність статистично значущого підвищення вмісту цинку в печінці риби за згодовування кормової коензимвмісної добавки, оскільки в експерименті на мальках коропа не застосовувалися стресові чинники.

Встановлена нами тенденція до підвищення вмісту Кобальту в печінці риби за згодовування підвищених доз кормової добавки частково узгоджується з даними Palumaa (2023), Chen et al. (2025). Зокрема, показано, що метаболізм мікроелементів тісно пов'язаний із функціонуванням вітаміну B_{12}, до складу якого входить Кобальт, а також із загальними механізмами регуляції метал-гомеостазу. Водночас, підкреслюється роль α-ліпоєвої кислоти як модулятора мінерального обміну, що реалізується через взаємодію з ферментативними системами, зокрема тими, які беруть участь у регуляції металотіонеїнів та функціонуванні метал-залежних білків.

Висновки

1. Застосування коензимвмісної кормової добавки з α-ліпоєвою кислотою у застосованих дозах є безпечним для малька коропа та не порушує його фізіологічний стан.
2. Активність амінотрансфераз (АсАт, АлАт) у печінці мальків коропа зростала залежно від дози, залишаючись у межах норми, що вказує на помірну інтенсифікацію метаболізму.

3. Концентрація цинку у печінці мальків коропа за використання кормової добавки у різній дозі істотно не змінювалася.

4. Встановлено тенденцію до підвищення вмісту кобальту за високих доз добавки, що може бути пов'язано з активацією метаболізму та участю у синтезі вітаміну B_{12}.

5. Отримані результати підтверджують доцільність використання α-ліпоєвої кислоти у годівлі коропа; перспективним є подальше дослідження щодо тривалого ефекту та оптимальних доз.

References

Anthony, R. M., MacLeay, J. M., & Gross, K. L. (2021). Alpha-lipoic acid as a nutritive supplement for humans and animals: an overview of its use in dog food. *Animals : an open access journal from MDPI*, *11*(5), 1454. https://doi.org/10.3390/ani11051454

Bast, A., & Haenen, G. R. (2003). Lipoic acid: a multifunctional antioxidant. *BioFactors (Oxford, England)*, *17*(1-4), 207–213. https://doi.org/10.1002/biof.5520170120

Behairy, A., Ghetas, H. A., Abd-Allah, N. A., El-Houseiny, W., Arisha, A. H., Metwally, M. M., Elshafey, B.A., Al-Sagheer, A.A., & Mohamed, E.M. (2023). Dietary alpha-lipoic acid boosts growth, immune-antioxidant traits, behavior, and transcriptomes of antioxidant, apoptosis, and immune-related genes to combat cold stress in Nile tilapia (Oreochromis niloticus). *Aquaculture International*, *32*, 4061 - 4090. https://doi.org/10.1007/s10499-023-01365-4

Chen, H., Li, D., Zhang, H., Zhang, M., Lin, Y., He, H., Liu, A., Shen, S., Wang, Y., & Han, Z. (2025). Mechanisms of copper metabolism and cuproptosis: implications for liver diseases. *Frontiers in immunology*, *16*, 1633711. https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1633711

Cheng, T., Chen, J., Tan, B., & Chi, S. (2025). Effects of α-lipoic acid (LA) supplementation in high-fat diet on the growth, glycolipid metabolism and liver health of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Fish & shellfish immunology*, *157*, 110072. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2024.110072

Dogan, U., Yilmaz, A. H., Yildirim, S., Ellidag, H. Y., Aslaner, A., Cakir, R. C., Koctekin, B., Karakas, B. R., & Cakir, T. (2023). The effect of alpha-lipoic acid on oxidative parameters, SCUBE-1 and SCUBE-2 in hepatic ischemia-reperfusion injury in cholestatic rats. *European review for medical and pharmacological sciences*, *27*(15), 7037–7048. https://doi.org/10.26355/eurrev_202308_33276

DSTU 7965:2015 Kormy dlia tvaryn, syrovyna dlia vyhotovlennia povnoratsionnykh sumishei, vydilennia tvaryn. Vyznachannia vmistu kadmiiu, kobaltu, molibdenu, nikeliu ta khromu metodom atomno-absorbtsiinoi spektrometrii z elektrotermichnoiu atomizatsiieiu. vid 22 chervnia 2015 r. № 61 z 2017-01-01.

Hasan, R. H., & Algareeb, A. (2022). Hepatoprotective effects of alpha-lipoic acid, Vitamin C alone, or in combination on methotrexate-induced liver injury. *Mustansiriya Medical Journal*, *21*, 41-47. https://doi.org/10.4103/mj.mj_23_21

Hubskyi Yu. I. (2000). Biolohichna khimiia: pidruchnyk. Kyiv–Ternopil: Ukrmedknyha, ISBN 966-7364-41-0.

Kabin, E., Dong, Y., Roy, S., Smirnova, J., Smith, J. W., Ralle, M., Summers, K., Yang, H., Dev, S., Wang, Y., Devenney, B., Cole, R. N., Palumaa, P., & Lutsenko, S. (2023). α-lipoic acid ameliorates consequences of copper overload by up-regulating selenoproteins and decreasing redox misbalance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *120*(40), e2305961120. https://doi.org/10.1073/pnas.2305961120

Kovalenko Yu. O. (2020). Fizioloho-biokhimichni osoblyvosti formuvannia stiikykh populiatsii koropovykh ryb za dii toksychnoho zabrudnennia. Spetsialnist 091 «Biolohiia» dysertatsiia. 189 s.

Levtova, A., Waters, P. J., Buhas, D., Lévesque, S., Auray-Blais, C., Clarke, J. T. R., Laframboise, R., Maranda, B., Mitchell, G. A., Brunel-Guitton, C., & Braverman, N. E. (2019). Combined malonic and methylmalonic aciduria due to ACSF3 mutations: Benign clinical course in an unselected cohort. *Journal of inherited metabolic disease*, *42*(1), 107–116. https://doi.org/10.1002/jimd.12032

Li, S. Wang, J., Xiong Y., Zheng J., Zhou D., Zhao J., & Ding Z. (2023). Protein-sparing effect of *α*-lipoic acid in diets with different protein/carbohydrate ratios for the oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense*, *Hindawi Aquaculture Research*, Article ID 5614359, 12 pages. https://doi.org/10.1155/2023/5614359

Liu, F., Lv, J., Chen, Y., Wang, L., Liu, Z., & Li, X. (2025). Lipoic acid in metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease: a review. *Nutrition & metabolism*, *22*(1), 56. https://doi.org/10.1186/s12986-025-00954-9

Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *The Journal of biological chemistry*, *193*(1), 265–275.

Meng, X., Li, Z. M., Zhou, Y. J., Cao, Y. L., & Zhang, J. (2008). Effect of the antioxidant alpha-lipoic acid on apoptosis in human umbilical vein endothelial cells induced by high glucose. *Clinical and experimental medicine*, *8*(1), 43–49. https://doi.org/10.1007/s10238-008-0155-1

Palumaa, P. (2023). Metabolism of copper and possibilities for its regulation. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 72(4), 382. https://doi.org/10.3176/proc.2023.4.03

Reitman, S., & Frankel, S. (1957). A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *American journal of clinical pathology*, *28*(1), 56–63. https://doi.org/10.1093/ajcp/28.1.56

Skibska, B., Kochan, E., Stanczak, A., Lipert, A., & Skibska, A. (2023). Antioxidant and anti-inflammatory effects of α-lipoic acid on lipopolysaccharide-induced oxidative stress in rat kidney. *Archivum immunologiae et therapiae experimentalis*, *71*(1), 16. https://doi.org/10.1007/s00005-023-00682-z

Sztolsztener, K., & Chabowski, A. (2024). Hepatic-metabolic activity of α-lipoic acid-its influence on sphingolipid metabolism and PI3K/Akt/mTOR pathway in a rat model of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease. *Nutrients*, *16*(10), 1501. https://doi.org/10.3390/nu16101501

Wehbe, Z., Behringer, S., Alatibi, K., Watkins, D., Rosenblatt, D., Spiekerkoetter, U., & Tucci, S. (2019). The emerging role of the mitochondrial fatty-acid synthase (mtFASII) in the regulation of energy metabolism. *Biochimica et biophysica acta. Molecular and cell biology of lipids*, *1864*(11), 1629–1643. https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2019.07.012

Yevropeiska konventsiia pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia doslidnykh ta inshykh naukovykh tsilei (Strasburh, 1986). Zbirka dohovoriv Rady Yevropy. Kyiv : Parlamentske vyd-vo, 2000. 57 s.

Zaika S. V., Baranova I. I., & Bezpala Yu. O. (2019). Perspektyva vykorystannia alfa-lipoievoi kysloty u pinomyinykh zasobakh. Suchasna farmatsiia: istoriia, realii ta perspektyvy rozvytku : materialy nauk.-prakt. konf. z mizhnar. uchastiu, prysviach. 20-y richnytsi zasnuvannia Dnia farmatsevt. pratsivnyka Ukrainy, m. Kharkiv, 19–20 veres. Kharkiv, 123–124.

Zaika, S., Strilets, O. P., Baranova, I., Bezpala, Y. O., & Martyniuk T. V. (2020). Research of antimicrobic activity of foaming products samples with octopirox. *Annals of Mechnikov's Institute*, (1), 54–57. https://journals.uran.ua/ami/article/view/199391

Zakon Ukrainy «Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia». Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. 2006. № 27. S. 990.

Zhang, X., Song, K., Miao, J., Sun, S., Xiong, Y., & He, S. (2025). Effects of lipoic acid on production performance, meat quality, serum biochemistry and antioxidant function in heat-stressed broilers. *Tropical animal health and production*, *57*(2), 35. https://doi.org/10.1007/s11250-025-04280-3

2026. Номер 13, С. 65 – 73.

ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 27.02.2026 Прийнято: 28.04.2026 Опубліковано: 12.05.2026

DOI: 10.31890/vttp.2026.13.06

UDC 637.61:636.2

INLIFETIME AND POST-MORTAL COMMODITY AND TECHNOLOGICAL EVALUATION OF ABERDEEN-ANGUS CATTLE SKIN

V.G. Prudnikov[1], G.L. Lysenko[1], A.I. Dydykina[1], O.I. Kolisnyk[1], I.M. Bodnarchuk[1], A.L. Leppa[1], I.O. Lastovska[2]

[1]State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

[2]Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

ORCID

V.G. Prudnikov: https://orcid.org/0000-0001-9318-2015
G.L. Lysenko: https://orcid.org/0000-0002-7481-5742
A.I. Dydykina: https://orcid.org/0000-0002-3203-6222
O.I. Kolisnyk: https://orcid.org/0000-0002-0602-3575
I.M. Bodnarchuk: https://orcid.org/0000-0001-5740-299X
A.L. Leppa: https://orcid.org/0000-0003-4758-8027
I.O. Lastovska: https://orcid.org/0000-0003-0763-8528

E-mail: ladyalina55@gmail.com

Abstract. Beef production and leather raw materials in Ukraine are largely provided by the meat cattle industry, which is represented by both domestic and foreign breeds of cattle. The most numerous among the imported ones is the Aberdeen-Angus meat breed, widely distributed in different climatic zones, and represented by animals of American and British selection. It is used in purebred breeding and crossing with other breeds. It is distinguished by its acclimatization ability, high growth energy, easy calving and meat quality, somewhat inferior to other breeds in milk yield.

On the basis of the Agro-Novoselivka 2009 PE, a program was developed to create a domestic type of the Angus breed, which was temporarily suspended for a number of reasons. During 20 years of selection and breeding work, a breeding nucleus was created, which can now serve as a breeding stock. The goal is to consolidate the type in breeding "in-house". The main product is meat, so the main breeding traits are productivity, meat quality, and manufacturability, while attention is paid to the skin as a biological organ and valuable leather raw material.

The research was conducted on cows of the Aberdeen-Angus breed of American selection (group I) and domestic type (group II). Maintenance – year-round walking. Lifetime characteristics of the skin were assessed: thickness, density, elasticity, condition and morphometric parameters of the hair. The data obtained showed that the skin of animals of both groups was characterized by good density, elasticity and resilience; the hair was black, shiny and smooth. The skin thickness was: in group I – 6.5 ± 0,5 mm, in group II – 6.1 ± 0,5 mm, with insignificant seasonal fluctuations. Morphometric indicators of hair also showed a slight advantage of animals of group II.

Post-mortem evaluation of hides did not reveal any fundamental differences, the difference is due to the body structure: Group II is more compact and wide-bodied. The obtained data confirm the biological and raw material value of the hide and can serve as selection characteristics in practical activities.

Keywords: *meat cattle breeding, Aberdeen-Angus breed, skin, hide, post-mortem commodity, hair.*

УДК 637.61:636.2

ПРИЖИТТЄВА ТА ПІСЛЯЗАБІЙНА ТОВАРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ШКІРИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ АБЕРДИН-АНГУЗЬКОЇ ПОРОДИ

В.Г. Прудніков[1], Г.Л. Лисенко[1], А.І. Дидикіна[1], О.І. Колісник[1], І.М. Боднарчук[1], А.Л. Леппа[1], І.О. Ластовська[2]

[1]Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

[2]Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна

E-mail: ladyalina55@gmail.com

Анотація. Виробництво яловичини та отримання шкіряної сировини в Україні забезпечується м'ясним скотарством, що представлена як вітчизняними, так і зарубіжними породами великої рогатої худоби. Найчисельнішою серед імпортних є абердин-ангуська м'ясна порода, яка поширена у різних кліматичних зонах світу та представлена тваринами американської та британської селекції. Вона використовується при чистопородному розведенні та схрещуванні з іншими породами. Тварини цієї породи вирізняються високою акліматизаційною здатністю, енергією росту і якістю м'яса, легким отеленням, хоча за молочністю дещо поступаються іншим породам. На базі ПП «Агро-Новоселівка 2009» було розроблено програму створення вітчизняного типу ангуської породи великої рогатої худоби, яка через низку причин була призупинена. Упродовж 20-річної селекційно-племінної роботи було створено племінне ядро, що нині може слугувати племрепродуктором цього виду тварин. Метою цієї роботи була консолідація цього породного типу за розведення «у собі». Основним продуктом від великої рогатої худоби є м'ясо, тому головними селекційними ознаками є приріст живої маси, якість м'яса та технологічність вирощування; водночас дослідниками і практиками значна увага приділяється шкірі, як важливому органу та цінній сировині.

Дослідження проводили на коровах абердин-ангуської породи американської селекції (I група) та вітчизняного типу (II група). При цьому застосовували цілорічне вигульне утримання. Оцінювали прижиттєві характеристики шкіри тварин: товщину, щільність, еластичність, стан і морфометричні параметри волосяного покриву. Отримані дані засвідчили, що шкіра тварин обох дослідних груп відзначалася доброю щільністю, еластичністю та пружністю; волосяний покрив був чорного кольору, блискучий і гладенький. Товщина шкіри становила: у тварин I групи – 6,5 ± 0,5 мм, II групи – 6,1 ± 0,5 мм за несуттєвих сезонних коливань. Морфометричні показники волосся засвідчили незначну перевагу тварин II групи. Післязабійна оцінка шкур не виявила достовірної відмінності, різниця була зумовлена більш компактною та широкою тілобудовою тварин II групи.

Ключові слова: *м'ясне скотарство, абердин-ангуська порода, шкіра, шкура, прижиттєва оцінка, післязабійна оцінка, волос.*

Вступ. *Актуальність теми.* Тваринництво є ключовим сектором для вирішення зростаючого попиту на продукти харчування в усьому світі, при цьому продуктивність тварин сильно страждає від зміни клімату. Експерти прогнозують величезні глобальні втрати виробництва продукції тваринного походження (Capela et al., 2025). Сучасний ринок яловичини в Україні потребує корінних змін, у першу чергу за рахунок технічної і технологічної модернізації виробництва та вибору порід великої рогатої худоби, які здатні забезпечувати високу продуктивність і якість м'яса та гарантовану ефективність галузі (Papakina et al., 2020).

Поряд із вітчизняними породами, вагоме місце в сучасному тваринництві посідає імпортний генофонд. Зокрема, абердин-ангуська м'ясна порода зарекомендувала себе як одна з найбільш адаптивних та продуктивних. Досвід її використання у різних зонах

підтверджує високу ефективність як при чистопородному розведенні, так і в селекційних програмах зі схрещування (Bartoň et al., 2006; Pesonen et al., 2012; Herring, 2018; Kolisnyk et al., 2018; Márton et al., 2025). Бики м'ясних порід, які швидко дозрівають, такі як абердин-ангуської м'ясної, є більш вигідними для виробництва м'яса, ніж бики голштинсько-фризької породи (Ünlü & İpçak, 2022).

Зазвичай основними селекційними ознаками в м'ясному скотарстві вважають продуктивність, якість продукції та технологічність. У той же час, відбір кліматично стійких тварин необхідний для забезпечення майбутнього сталого тваринництва (Gujar et al., 2022). Термічний стрес у спекотних вологих умовах обмежує розведення великої рогатої худоби (Sarlo Davila et al., 2019). На тлі глобальних викликів і завдань, таких як зміни клімату, модернізація тваринницької галузі, благополуччя тварин, цільової економічної програми розвитку тваринництва на період до 2033 р. виникає необхідність у розробці методів прижиттєвої оцінки тварин та успішності селекційної роботи за адаптаційною здатністю (Roi et al., 2019; Prudnikov et al., 2024). При цьому важливим органом тварини є шкіра, яка виконує комплекс життєво важливих функцій – захисну, рецепторну, терморегуляторну, обмінну, імунну тощо (Made, 2017). Захисна функція шкіри, у першу чергу, включає захист від механічних ушкоджень, мікроорганізмів, паразитів, хімічних речовин, ультрафіолетового випромінювання тощо. Важлива терморегуляторна функція здійснюється через кровоносні судини, потові та сальні залози, що дають можливість підтримувати постійну температуру тіла. Вона є активним імунним органом, який бере участь у формуванні місцевих і загальних захисних реакцій організму (Maia et al., 2005; Stepanov, 2015; Kyrylovskyi, 2022; Gebremedhin et al., 2023). Як стверджують Lee et al. (2016), у тропічних регіонах колір шкіри та інші характеристики волосяного покриву впливають на довголіття голштинської худоби. Під час теплового стресу велика рогата худоба втрачає тепло, переважно через випаровування шкіри на межі між її епідермісом та волосяним покривом. Здатність до потовиділення, властивості потових залоз та властивості волосяного покриву одними з багатьох змінних, що визначають ефективність охолодження. Потовиділення відповідає за 85 % втрати тепла тілом, Враховуючи значні відмінності у властивостях шкіри, пов'язаних зі здатністю до теплообміну, відбір м'ясної худоби за показниками шкіри є ефективним заходом щодо підвищення її стійкості до теплового стресу без порушення виробничих характеристик (Mateescu, 2023).

Після забою тварин шкура є цінною сировиною для промисловості. Її якісні показники формуються впродовж усього періоду вирощування тварин і залежать від генетичних, фізіологічних та технологічних чинників (Katrych, 2014; Stepanov, 2015). Важлива біологічна і сировинна значущість шкіри зумовлюють актуальність проблеми її дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Абердин-ангуська порода за чисельністю, ареалом розповсюдження та загальною позитивною оцінкою є об'єктом досліджень щодо аналізу її продуктивних, технологічних та адаптаційних ознак (Vaz et al., 2008; Márton et al., 2025). Вона використовується в чистопородному розведенні, схрещуванні з молочними і комбінованими породами, у породотворчому процесі. За її участі створені такі вітчизняні м'ясні породи, як Знам'янський тип Південної м'ясної породи та Волинська м'ясна порода (Kryvoruchko et al., 2023; Pochukalin, 2024).

Шкіряна промисловість України відчуває гострий дефіцит шкур тварин, особливо великої рогатої худоби, які відрізняються масивністю, розмірами, товщиною і міцністю (Kozyr, 2017). Останні дослідження значною мірою спрямовані на комплексне визначення морфологічних, фізико-механічних і технологічних показників шкіряної сировини, отриманої від великої рогатої худоби м'ясного напряму продуктивності. Зокрема, дослідники проводили порівняльну оцінку морфометричних показників шкіри та особливостей волосяного покриву у телиць і бугайців створюваної української ангуської породи та абердин-ангуської породи британської селекції (Kolisnyk et al., 2018; Kozyr, 2018). Аналогічні досліди здійснювались також на коровах абердин-ангуської породи, що

дало змогу встановити особливості формування шкірного покриву залежно від віку, статі, породної належності та умов утримання тварин. Результати цих досліджень засвідчили наявність породних відмінностей будови як власне шкіри, так і її волосяного покриву (Bilozerskyi et al., 2013; Roy, 2013).

Метою роботи було виконати аналіз результатів прижиттєвої та післязабійної оцінки щкіри і шкури великої рогатої худоби абердин-ангуської м'ясної породи американської селекції і створюваного вітчизняного типу ангуської породи.

Завдання дослідження:

- провести прижиттєву оцінку шкіри методом візуального огляду та пальпації;
- визначити морфометричні показники волосяного покриву;
- здійснити контрольний забій тварин і знімання шкур із дотриманням технологічних та санітарних вимог;
- дати товарно-технологічну оцінку парних шкур;
- обґрунтувати системний підхід до оцінки шкіряної сировини для її подальшого використання у практичній діяльності.

Матеріал і методи досліджень. Експериментальні дослідження проводили у виробничих умовах ПП «Агро-Новоселівка 2009» Нововодолазького району Харківської області на повновікових коровах (третьої лактації і старших). Тварини абердин-ангуської м'ясної породи американської селекції (n=25) входили до I дослідної групи, створюваного вітчизняного типу ангуської породи (n=25) – до II дослідної групи. Оцінку прижиттєвих показників проводили в червні (літо) 2024 р. і в січні (зима) 2025 р.

Утримання тварин – цілорічне вигульне: влітку на пасовищі, а взимку – на вигульно-кормових майданчиках. Годівлю здійснювали кормами власного виробництва за збалансованими раціонами. Живу масу корів визначали методом індивідуального зважування у ранкові години перед годівлею. Прижиттєву оцінку шкіри здійснювали шляхом візуального огляду та пальпації. Товщину шкіри визначали за допомогою шкірного каліпера; результат виражали в мм. Морфометрію волосяного покриву визначали за загальноприйнятими методиками на базі випробувального центру ІТ НААН. Для цього було сформовано репрезентативну вибірку тварин (n = 7) із кожної групи. Зразки волосся від тварин відбирали з правого боку тулуба на рівні верхнього краю лопатки. Забій з метою отримання і оцінки шкіри проводили по три голови з кожної групи в забійному цеху господарства з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог. Технологія забою тварин включала: оглушення, забій і знекровлення, забілування та знімання шкіри, видалення внутрішніх органів, розпилювання туші на напівтуші, зачистку туш та їх товарознавчу оцінку. Шкіру знімали із дотриманням технологічних вимог (Kozyr, 2017). Знімання шкур здійснювали пластом шляхом підрізання на межі підшкірної клітковини. Процес проводили з суворим дотриманням меж топографічних ділянок, що мають особливу товарну цінність. Оцінку парної шкури проводили у забійному цеху згідно зі стандартами (ДСТУ 3177-95 Шкіра. Номенклатура показників якості., ДСТУ EN ISO 11646:2022 Шкіра. Вимірювання площі, ДСТУ ISO 2589:2019 Шкіра. Фізичні та механічні випробовування. Визначення товщини) та товарно-технологічною інструкцією з обробки шкіряної сировини (при цьому визначали масу, вихід, довжину, ширину та площу шкури). Отримані дані підлягали статистичній обробці методом варіаційної статистики з використанням прикладного програмного забезпечення *Microsoft Excel*.

Результати досліджень та їх обговорення. Шкіра великої рогатої худоби – багатофункціональний, життєво важливий орган, від якого значною мірою залежить стан і придатність тварин до певної експлуатації (Stepanov, 2015). Глобальні зміни клімату та його негативний вплив, технологічна і технічна модернізація сільськогосподарських підприємств повинні обов'язково розглядатися у поєднанні з біологічними особливостями тварин (Maia et al., 2005). У великої рогатої худоби існують генетичні варіації в регуляції температури тіла та стабілізації клітинної функції під час теплового стресу (Hansen, 2020). Сьогодні мають впроваджуватися інноваційні рішення, засновані на генетичних і

біотехнологічних методах. У вирішенні цих питань провідне місце повинен займати комплекс селекційно-племінної роботи, що залишається базовою вимогою (Katrych, 2014).

Шкіра має складну будову і складається з трьох основних шарів: епідермісу, дерми та підшкірної клітковини (мездри). Її якість формується впродовж усього життя тварини й залежить від комплексу генетичних та фенотипових факторів: фізіологічного стану, спадковості та технології утримання (Stepanov, 2015). Характеристики волосяного покриву використовуються як показники адаптації тварин через їхню важливість для терморегуляції та стійкості до паразитів. Ці ознаки оцінюються візуально на основі балів у деяких програмах розведення м'ясної худоби (Silveira, et al., 2021).

Результати прижиттєвої оцінки засвідчили, що шкірний покрив тварин обох дослідних груп характеризувався високою щільністю, еластичністю та пружністю. При пальпації шкірні складки були наповненими та миттєво поверталися у вихідний стан, що вказує на добрий тургор тканин. Товщина шкіри у тварин першої групи становила 6,5 ± 0,5 мм, другої – 6,1 ± 0,5 мм. При дослідженні тварин було встановлено, що волосяний покрив тварин обох груп мав чорний колір, гарний блиск та гладкість. Такий його стан дає можливість говорити про задовільний фізіологічний стан здоров’я тварин та якість шкіри (Katrych, 2014). Відомо, що колір шерсті та інші характеристики волосяного покриву визначають продуктивні та фізіологічні ознаки, пов'язані з термотолерантністю (Leite et al., 2020; Farias et al., 2024). Щодо породи голштин, переважно корови з шкірою чорного кольору поглинають більший рівень короткохвильового сонячного випромінювання (Dos Santos, 2022). Результати оцінки морфометричних показників волосяного покриву у корів дослідних груп наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Морфометричні показники волосу корів дослідних груп у різну пору року,
M ± m, n = 7

Показник	I група		II група	
	Літо	Зима	Літо	Зима
Довжина волосу, мм	29,0 ± 1,6	39,0 ± 0,8	31,0 ± 0,6	41,4 ± 0,5
Товщина волосу, мкм	38,0 ± 1,6	28,3 ± 1,1	43,1 ± 1,6	31,4 ± 1,3
Густота, шт./см^2	1197,0 ± 91,0	810,0 ± 59,0	1034,0 ± 77,0	814,0 ± 38,0

Аналіз даних табл. 1 засвідчив, що за довжиною волосу тварини II групи перевищували аналогів I групи: у літній період — на 7,0 %, у зимовий — на 5,7 %. Схожа тенденція спостерігалася і за товщиною волосу: показники тварин II групи були вищими на 11,8 % влітку та на 9,9 % взимку порівняно з I групою. Це узгоджується з відомою закономірністю щодо сезонної залежності стану волосяного покриву (Maia et al., 2005). Вищі показники довжини та товщини волосу у тварин II групи можуть бути зумовлені генетичними особливостями створюваного вітчизняного типу, спрямованими на посилення адаптаційних властивостей до місцевого клімату. Збільшення товщини волосу в літній період (на 11,8 %) свідчить про формування щільнішого захисного бар'єру, що сприяє кращій терморегуляції організму в умовах температурних коливань. Така закономірність вказує на вищу реактивність волосяного покриву тварин нової селекції на зміну чинників навколишнього середовища. Отримані нами дані узгоджуються з інформацією do Nascimento Barreto et al. (2024) щодо того, що волосяний покрив великої рогатої худоби є значно товстішим взимку, але довшим влітку, що підвищує захист епідермісу.

Дослідження морфометричних показників різних типів волосся корів також підтвердило їхню сезонну мінливість (рис. 1). Різниця між показниками тварин дослідних груп була несуттєвою і перебувала в межах статистичної похибки, хоча у корів I групи спостерігалася тенденція до зростання окремих параметрів. Аналіз фракційного складу виявив вищий вміст пуху в тварин I групи як у зимовий, так і в літній періоди. Натомість за часткою перехідного волосу та ості перевагу мали представники II групи.

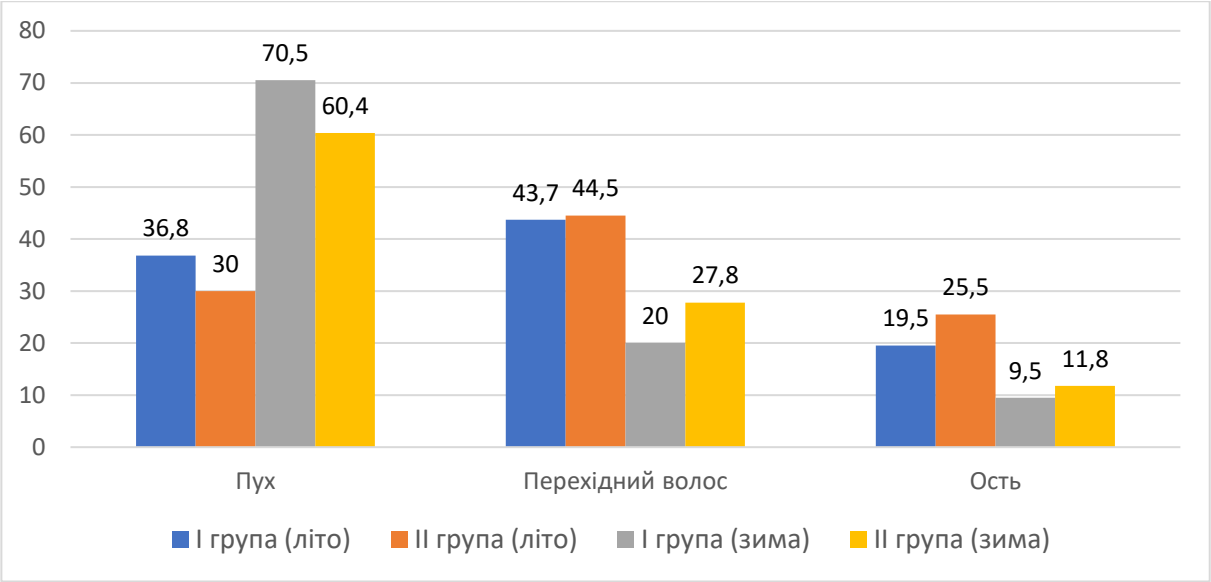


Рис.1. **Відносний вміст різних типів волосся в тварин дослідних груп у різну пору року,%.**

Відомо, що влітку волосяний покрив стає менш густим, коротшим і грубшим за рахунок зменшення частки пуху, що активізує механізми тепловіддачі. Взимку, навпаки, структурні зміни спрямовані на посилення теплоізоляційних властивостей (Gebremedhin et al., 2023). Отримані результати засвідчили, що тварини обох груп мають високий адаптаційний потенціал, що дозволяє використовувати технологію цілорічного вигульного утримання без приміщень

Шкіра, знята з тварин після забою (шкура), є цінною сировиною для переробної промисловості (Katrych, 2014; Kozyr, 2018). Технологічний процес забілування проводили поетапно: починаючи з голови, з подальшим поздовжнім розрізом шиї та черева по білій лінії до анального отвору. На кінцівках розрізи виконували по внутрішній стороні: від путових суглобів через пахвові западини до грудної кістки (на передніх) та до центрального поздовжнього розрізу (на задніх). Відокремлення шкури з хвоста здійснювали на відстані до 8 см від його кореня. Виробничі системи, порода, стать мають значний вплив на продуктивність, характеристики туші та фізико-механічні характеристики шкіри биків та телиць (Ítavo et al., 2017).

Показники товарно-технологічних властивостей отриманої сировини наведено на рис. 2.

Аналіз товарно-технологічних показників шкур підтвердив результати прижиттєвої оцінки тварин. Зокрема, за масою шкури представники I групи перевищували аналогів на 3,5 %. Схожа тенденція спостерігалася і за довжиною сировини, де різниця на користь першої групи становила 1,3 %. Водночас за шириною шкур тварини I групи поступалися другій на 2,1 %. Такі морфометричні особливості (менша довжина при більшій ширині) підтверджують вищу компактність тілобудови тварин II групи, що є характерною ознакою створюваного типу.

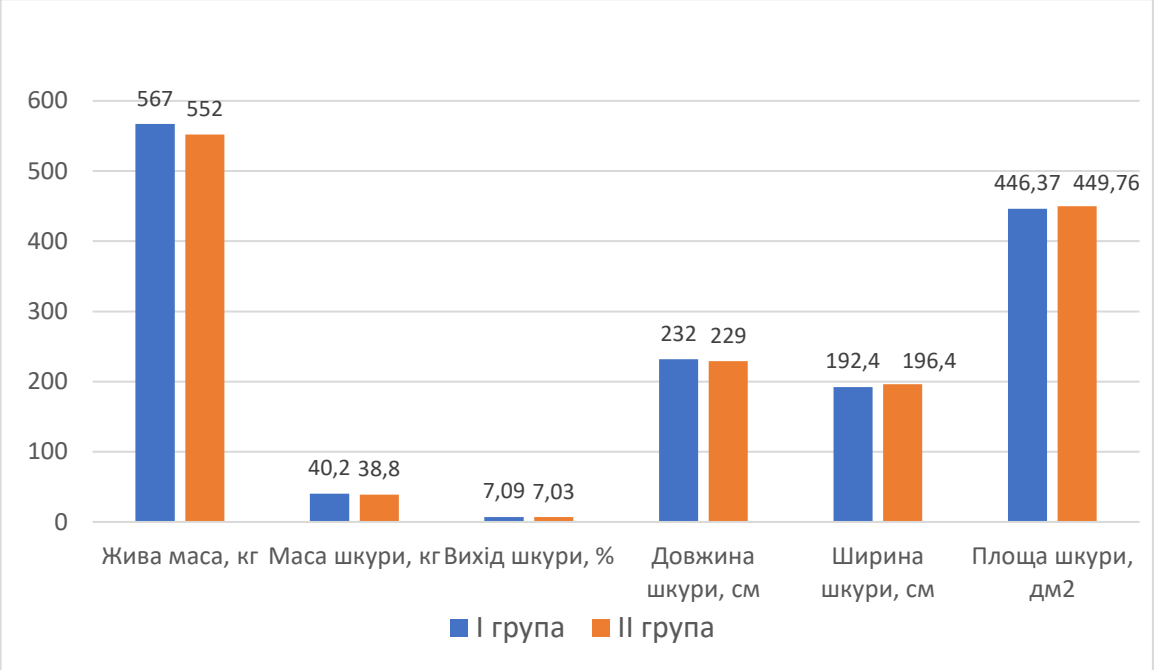


Рис. 2. **Товарно-технологічні показники шкури тварин дослідних груп.**

Отже, результати досліджень дають підстави стверджувати, що комплексна прижиттєва та післязабійна оцінка шкірного покриву є ефективним інструментом контролю стану здоров'я та продуктивності великої рогатої худоби. Порівняльний аналіз шкур тварин абердин-ангуської породи американської селекції та створюваного вітчизняного типу засвідчив їхні високі технологічні властивості з незначною перевагою худоби другої групи (в межах статистичної похибки). Отримані дані підтверджують високу адаптаційну здатність обох груп до кліматичних коливань, що корелює з їхніми продуктивними показниками. Розглянуті методичні підходи доцільно впроваджувати у виробничу діяльність та включати в систему селекційно-племінної роботи

Висновки

1. Комплексна прижиттєва та післязабійна оцінка параметрів шкіри худоби абердин-ангуської породи американської селекції та створюваного вітчизняного типу підтвердила їх високу якість. Прижиттєва та післязабійна оцінка шкіри тварин обох груп засвідчила її високу якість. Відсутність суттєвих розбіжностей між показниками американської селекції та створюваного вітчизняного типу (різниця в межах похибки) підтверджує сформованість і стабільність ознак нової популяції, що вказує на її високу перспективність у породотворчому процесі.
2. Розроблені методичні підходи до аналізу шкірного покриву доцільно впроваджувати у виробничу практику та включати до загальної системи селекційно-племінної роботи в м’ясному скотарстві.

References

Bartoň, L., Řehák, D., Teslík, V., Bureš, D., & Zahrádková, R. (2006). Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech Journal of Animal Science*, 51(2), 47-53. https://doi.org/10.17221/3908-CJAS

Bilozerskyi, O. L., Dorotiuk, E. M., Prudnikov, V. H., Kolisnyk, O. I., et al. (2013). *Prohrama stvorennia ukrainskoi anhuskoi miasnoi porody khudoby na 2013-2020 roky* [Program for the creation of Ukrainian Angus beef cattle for 2013-2020]. Kharkiv State Zooveterinary Academy.

Capela, L., Leites, I., & Pereira, R. M. L. N. (2025). Heat stress from calving to mating: Mechanisms and impact on cattle fertility. *Animals*, 15(12), Article 1747. https://doi.org/10.3390/ani15121747

Cuvelier, C., Cabaraux, J. F., Dufrasne, I., & Clinquart, A. (2006). Performance, slaughter characteristics and meat quality of young bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds fattened with a sugar-beet pulp or a cereal-based diet. *Animal Science*, 125-132. https://doi.org/10.1079/ASC20057

do Nascimento Barreto, A., Jacintho, M. A. C., Barioni Junior, W., Pereira, A. M. F., Nanni Costa, L., Zandonadi Brandão, F., Romanello, N., Novais Azevedo, G., & Rossetto Garcia, A. (2024). Adaptive integumentary features of beef cattle raised on afforested or non-shaded tropical pastures. *Scientific Reports*, 14, Article 16951. https://doi.org/10.1038/s41598-024-66675-w

Dos Santos, S. G. C. G., Saraiva, E. P., Gonzaga Neto, S., Maia, M. I. L., Lees, A. M., Sejian, V., Maia, A. S. C., de Medeiros, G. R., & Fonsêca, V. F. C. (2022). Heat tolerance, thermal equilibrium and environmental management strategies for dairy cows living in intertropical regions. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, Article 988775. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.988775

Farias, C. O., Lazzari, J., Soares da Cunha, Í., Gonçalves, P. B. D., Gasperin, B. G., Lucia, T., Jr., Schmitt, E., Cardoso, F. F., Sarubbi, J., & Mondadori, R. G. (2024). Thermotolerance in Angus cattle is related to hair coat characteristics but not to coat color. *Journal of Thermal Biology*, 124, Article 103945. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2024.103945

Gebremedhin, K. G., Fonseca, V. D. F. C., & Maia, A. S. C. (2023). Methods, thermodynamic applications, and habitat implications of physical and spectral properties of hair and haircoats in cattle. *Animals*, 13(19), 3087. https://doi.org/10.3390/ani13193087

Gujar, G., Choudhary, V. K., Vivek, P., Sodhi, M., Choudhary, M., Tiwari, M., Masharing, N., & Mukesh, M. (2022). Characterization of thermo-physiological, hematological, and molecular changes in response to seasonal variations in two tropically adapted native cattle breeds of Bos indicus lineage in hot arid ambience of Thar Desert. *International Journal of Biometeorology*, 66(8), 1515–1529. https://doi.org/10.1007/s00484-022-02293-3

Hansen, P. J. (2020). Prospects for gene introgression or gene editing as a strategy for reduction of the impact of heat stress on production and reproduction in cattle. *Theriogenology*, 154, 190–202. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.010

Herring, A. (2018). Beef cattle production system capacity considerations for improved food security. *Animal Frontiers*, 8(3), 2-8. https://doi.org/10.1093/af/vfy010

Ítavo, L. C. V., Mateus, R. G., Ítavo, C. C. B. F., Dias, A. M., Gomes, F. C., da Silva, F. F., Schio, A. R., Nogueira, E., & Petit, H. V. (2017). Leather quality of beefalo-Nellore cattle in different production systems. *Animal Science Journal*, 88(5), 807–816. https://doi.org/10.1111/asj.12683

Katrych, V. M. (2014). Kompleksna otsinka yakosti shkirianoi syrovyny, shcho nadkhodyt na rynok Ukrainy. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriia: Tekhnichni nauky*, (1), 80-88. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvpuettn

Kolisnyk, O. I., Prudnikov, V. H., & Kryvoruchko, Yu. I. (2018). Monitoring and evaluation of the meat diseases of the Aberdeen-Angus breed in Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 127-131. https://doi.org/10.31210/visnyk2018.03.19

Kozyr, V. S. (2017). Osoblyvosti shkir buhaitsiv skorospilykh i dovhoroslykh miasnykh porid [Features of skins of fast- and long-growing beef bulls]. *Biolohiia tvaryn*, *19*(4), 31-35. https://doi.org/10.15407/animbiol19.04.031

Kozyr, V. S. (2017). Special features of bulls skin of fast- and long-growing beef cattle breeds. *The Animal Biology*, 19(4), 31–35. http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2017_19_4_6

Kozyr, V. S. (2018). The quality of calf leather of beef and dual-purpose breeds in the steppe zone of Ukraine. *Animal Breeding and Genetics*, *51*, 73-78. https://doi.org/10.31073/abg.51.09

Kryvoruchko, Y. I., Nahornyi, S. A., Prudnikov, V. H., & Korkh, I. V. (2023). Current state of the gene fund of beef breeds in Ukraine. *Animal Breeding and Genetics*, *65*, 48-56. https://doi.org/10.31073/abg.65.06

Kyrylovskyi, S. M. (2022). Porivnialna histomorfometriia postnatalnoho rozvytku shkiry telits chotyrokh porid bazovykh ta vykhidnykh henotypiv [Comparative histomorphometry of postnatal skin development in heifers of four breeds of basic and source genotypes]. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, *24*(108), 119-123. https://doi.org/10.32718/nvlvet10818

Lee, C. N., Baek, K. S., & Parkhurst, A. (2016). The impact of hair coat color on longevity of Holstein cows in the tropics. *Journal of Animal Science and Technology*, 58, Article 41. https://doi.org/10.1186/s40781-016-0123-3

Leite, J. H. G. M., Da Silva, R. G., Asensio, L. A. B., de Sousa, J. E. R., da Silva, W. S. T., da Silva, W. E., & Façanha, D. A. E. (2020). Coat color and morphological hair traits influence on the mechanisms related to the heat tolerance in hair sheep. *International Journal of Biometeorology*, 64(12), 2185–2194. doi: https://doi.org/10.1007/s00484-020-02014-8

Made, B. (2017). Major factors affecting hide and skin production, quality and the tanning industry in Ethiopia. *Advances in Biological Research, 11*(3), 116-125. https://doi.org/10.5829/idosi.abr.2017.116.125

Maia, A. S. C., da Silva, R. G., & Bertipaglia, E. C. A. (2005). Environmental and genetic variation of the effective radiative properties of the coat of Holstein cows under tropical conditions. *Livestock Production Science, 92*(3), 307-315. https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.09.004

Márton, J., Bene, S., Anton, I., Zsolnai, A., & Szabó, F. (2025). Comparison of some economic traits by genetic cluster of Aberdeen Angus cattle. *Archives Animal Breeding, 68*, 279-288. https://doi.org/10.5194/aab-68-279-2025

Mateescu, R. G., Sarlo Davila, K. M., Hernandez, A. S., Andrade, A. N., Zayas, G. A., Rodriguez, E. E., Dikmen, S., & Oltenacu, P. A. (2023). Impact of Brahman genetics on skin histology characteristics with implications for heat tolerance in cattle. *Frontiers in Genetics*, 14, Article 1107468. doi: https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1107468

Papakina, N., & Yevtushenko, Ye. (2020). Comparative characteristics of productive traits of Tavrian and Black Sea types of southern meat cattle. *Tavria Scientific Bulletin, 115*, 207-210. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.29

Pesonen, M., Honkavaara, M., & Huuskonen, A. (2012). Effect of breed on production, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Limousin and their crossbreds. *Agricultural and Food Science, 21*(4), 361-369. https://doi.org/10.23986/afsci.6024

Pochukalin, A. Ye. (2024). Breeding heritage of meat cattle husbandry in Ukraine – Volyn meat breed. *Animal Breeding and Genetics, 69*. https://doi.org/10.31073/abg.69.10

Prudnikov, V. H., Kolisnyk, O. I., Kryvoruchko, Y., Bodnarchuk, I. M., Dydykina, A. I., & Nahornyi, S. A. (2024). Osoblyvosti formuvannia budovy tila koriv aberdyn-anhuskoi m'iasnoi porody vitchyznianoi selektsii. *Veterynariia, tekhnolohii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, (9), 9-16. https://doi.org/10.31890/vttp.2024.09.01

Roi, Y., Prudnikov, V., Kolisnyk, O., & Bodnarchuk, I. (2019). M'iasna produktyvnist koriv aberdyn-anhuskoi porody riznoho pokhodzhennia. *Veterynariia, tekhnolohii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, (3), 177-182. https://doi.org/10.31890/vttp.2019.03.24

Roy, Y. S. (2013). Comparative evaluation of hair coat of Aberdeen Angus cows and the newly created Angus beef breed during the summer period. *Problems of Zooengineering and Veterinary Medicine. Series: Agricultural Sciences, 27*(1), 96-101.

Sarlo Davila, K. M., Hamblen, H., Hansen, P. J., Dikmen, S., Oltenacu, P. A., & Mateescu, R. G. (2019). Genetic parameters for hair characteristics and core body temperature in a multibreed Brahman-Angus herd. *Journal of Animal Science*, 97(8), 3246–3252. doi: https://doi.org/10.1093/jas/skz188

Silveira, D. D., Tineo, J. S. A., Schmidt, P. I., Campos, G. S., Souza, F. R. P., Roso, V. M., & Boligon, A. A. (2021). Hair coat score in Angus cattle: Comparison of linear and threshold models, genetic gain and correlations with growth, morphological and reproductive traits. *Livestock Science*, 249, Article 104512. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104512

Stepanov, P. T. (2015). *Fiziolohiia shkiry silskohospodarskykh tvaryn* [Physiology of the skin of farm animals]. Ahrarna nauka.

Ünlü, H. B., & İpçak, H. H. (2022). Fattening performance, carcass traits, and profitability of Aberdeen Angus and Holstein Friesian bulls in Turkey. *South African Journal of Animal Science*, 51(5), 606–613.

Vaz, F. N., Restle, J., Metz, P. A. M., & Moletta, J. L. (2008). Características de carcaça de novilhos Aberdeen Angus. *Ciência Animal Brasileira, 9*(3), 590-597. https://doi.org/10.5216/cab.v9i3.930

2026. Номер 13, С. 74 – 87.

ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: **03.03.2026** Прийнято: **28.04.2026** Опубліковано: **12.05.2026**

DOI: **10.31890/vttp.2026.13.07**

UDC 636.2:636.084:575.174.015.3

EXPANDING THE CAPABILITIES OF THE MODEL FOR PREDICTING THE EFFICIENCY OF NITROGEN UTILISATION BY DAIRY COWS BASED ON THE INTERACTION BETWEEN GENOTYPE AND ENVIRONMENT

S.Yu. Ruban, M.L. Shabash, O.M. Tupitska

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

ORCID
S.Yu. Ruban: https://orcid.org/0000-0002-8114-3665
M.L. Shabash: https://orcid.org/0009-0000-8452-2823
O.M. Tupitska: https://orcid.org/0000-0001-9067-9173

E-mail: rubansy@gmail.com

Abstract. The aim of this study is to establish general frameworks for assessing genotype–environment interactions (G × E) and to develop approaches for determining the genetic influence on variations in the milk nitrogen efficiency index (MNE). According to research conducted on Holstein cows, variability, correlation, and regression dependence were established between milk yield, the main components of milk (fat, protein, and lactose content), milk urea nitrogen (MUN) levels, and milk nitrogen efficiency (MNE). lactose), milk urea nitrogen (MUN) and milk nitrogen efficiency (MNE). A negative correlation was found between MNE values and milk fat content (–0.1980 ± 0.0412*), protein (–0.2234 ± 0.0410*), lactose (–0.1719 ± 0.0414*), and MUN (–0.4489 ± 0.0376*). A positive correlation (0.8449 ± 0.0225*) was found between milk yield and MNE for milk production. A regression dependence of the MNE level was determined, which is confirmed by the coefficient of determination (r^2): daily milk yield ($r^2 = 0.71$); milk yield adjusted for energy content ($r^2 = 0.63$); MUN level ($r^2 = 0.20$). No significant influence of the genetic component on the MNE value was established. In this regard, a working hypothesis has been established a priori regarding the feasibility of using the dynamics of MUN changes at different stages of lactation in cows as a criterion for the rate of these changes over time, which will allow identifying the possible influence of the genetic component on the MNE indicator. Approaches to assessing genotype–by–environment interactions (G × E) can serve as a working model. Emphasis is placed on the need to conduct such assessments both for 'optimal' MUN values within the range of 8–12 mg/dl and outside these limits, since deviations can affect the health and reproductive performance of cows. The feasibility of using individual or group MUN and MNE values in management programmes, as well as in evaluation and selection systems, is justified in order to reliably predict the effect on milk productivity, health, milk composition and production efficiency.

Key words: *milk urea nitrogen (MUN), energy–corrected milk (ECM), regression analysis, milk nitrogen efficiency (MNE).*

УДК 636.2:636.084:575.174.015.3

РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЗОТУ МОЛОЧНИМИ КОРОВАМИ НА ОСНОВІ ВЗАЄМОДІЇ ГЕНОТИПУ ТА СЕРЕДОВИЩА

С.Ю. Рубан, М.Л. Шабаш, О.М. Тупицька
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
E-mail: rubansy@gmail.com

Анотація. Метою роботи є обґрунтування загальних схем оцінки взаємодії генотипу та середовища (G × E) і розроблення підходів до визначення генетичного впливу на коливання показника ефективності використання азоту в молоці (MNE). Відповідно до проведених досліджень на коровах голштинської породи встановлено мінливість, кореляційні зв'язки та регресійну залежність між величиною надою, основними компонентами молока (вміст жиру, білка, лактози), рівнем сечовини в молоці (MUN) та ефективністю використання азоту для виробництва молока (MNE, англ. *milk nitrogen efficiency*). Установлено від'ємний кореляційний зв'язок значень MNE із вмістом жиру в молоці (–0,1980 ± 0,0412*), білка (–0,2234 ± 0,0410*), лактози (–0,1719 ± 0,0414*), а також із MUN (–0,4489 ± 0,0376*). Виявлено позитивний кореляційний зв'язок (0,8449 ± 0,0225*) між надоєм та MNE для виробництва молока. Визначено регресійну залежність рівня MNE, що підтверджується значенням коефіцієнта детермінації (r^2): добовий надій (r^2 = 0,71); надій, скоригований на вміст енергії (r^2 = 0,63); рівень MUN (r^2 = 0,20). Вірогідного впливу генетичної компоненти на значення MNE не встановлено. У зв'язку з цим *a priori* обґрунтовано робочу гіпотезу щодо доцільності використання динаміки змін MUN на різних фазах лактації корів як критерію швидкості цих змін у часі, що дозволить виявити можливий вплив генетичної компоненти на показник MNE. Робочою моделлю можуть слугувати підходи до оцінки взаємодії генотипу та середовища (G × E – *genotype–by–environment interactions*). Акцентовано увагу на необхідності проведення таких оцінок як за «оптимальних» значень MUN у межах 8–12 мг/дл, так і поза цими межами, оскільки відхилення можуть впливати на стан здоров'я та рівень відтворення корів. Обґрунтовано доцільність використання індивідуальних або групових значень MUN і MNE у програмах менеджменту, а також у системах оцінки та відбору з метою надійного прогнозування ефекту щодо молочної продуктивності, стану здоров'я, складу молока та ефективності виробництва.

Ключові слова: *азот сечовини молока (MUN), молоко, скориговане за енергією (ECM), регресійний аналіз, ефективність використання азоту для виробництва молока (MNE).*

Вступ. *Актуальність теми.* Феноміка — міждисциплінарна галузь знань, яка об'єднує біологію, математику та інформаційні технології для аналізу й управління виробничими системами. У молочному скотарстві цей напрям передбачає пошук предикторів — змінних величин, факторів і показників — для аналізу та прогнозування значень або подій.

Розширення та обґрунтування предикторної бази є одним із актуальних напрямів, що дає можливість вирішити коло питань, пов'язаних з ефективністю використання корму (зокрема через ефективність використання азоту), станом здоров'я тварин та їх впливом на екологічний баланс.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання інформаційних систем у молочному скотарстві розкриває можливості коректної та швидкої оцінки складних біологічних та економічних процесів, здійснення прогнозування та прийняття обґрунтованих рішень (Salamone et al., 2022; Saleh et al., 2023; Perneel et al., 2024; Song et al.,

2025). Оцінка ефективності використання корму залишається на найближчу перспективу основним трендом у програмах відбору та управління стадом і дає можливість здешевити виробництво молока за рахунок зменшення виробничих витрат, пов'язаних із забезпеченням кормовим білком (Kondratiuk et al., 2024). За даними Spek et al. (2013), майже 28 % азоту, що споживається молочними коровами з кормом, проходить шлях конверсії в молоко, причому 5 % виводиться у формі небілкового азоту, а решта — як справжній білок. У рубці корів рівень азоту (N) забезпечує відповідний рівень і склад молочної продукції, впливаючи на стан здоров'я та величину втрат N у навколишнє середовище (Ruban & Vasilevsky, 2015; Borshch, 2023; Hristov et al., 2026). Будучи основним компонентом амінокислот, баланс яких у рубці впливає на синтез мікробного білка, N залишається важливим фактором успішного процесу перетравлення корму та його використання мікробіотою хазяїна. За даними Badhan et al. (2025), більшість енергії та білка постачаються жуйним у результаті ферментації мікробіомом рубця, що відіграє ключову роль у визначенні ефективності годівлі та викидів метану (CH_4). Для оцінки рівня N у рубці використовують складні біохімічні методи, включаючи вимірювання концентрації аміаку, синтезу мікробного білка та балансу азоту в рубці. Souza et al. (2018) довели, що перетравність знижується зі збільшенням денної норми споживання сухої речовини — DMI (*dry matter intake*). Huhtanen et al. (2015) запропонували використовувати MUN, рівень якого залежить від концентрації та споживання сирого протеїну в раціоні. Для цього MUN використовується як біомаркер ефективності використання N для виробництва молока лактуючими коровами, описуючи цей процес комплексним рівнянням — MNE. За даними Souza et al. (2020), Wattiaux et al. (2011), MUN та азот сечовини крові (BUN) корелюють із балансом і виділенням азоту, однак існує також генетична компонента концентрації MUN, яка може бути пов'язана з відмінностями у транспорті сечовини. Було висунуто гіпотезу, що частина варіації концентрації MUN серед корів зумовлена відмінностями у шлунково–кишковому та нирковому кліренсі сечовини. У роботі Ruban et al. (2025) доведено суттєвий вплив фактора породи за такими біохімічними показниками крові, як рівень загального білірубіну — 24,7 %, сечовини — 33,2 %, креатиніну — 49,8 %, аланінамінотрансферази — 10,4 %, аспартатамінотрансферази — 46,3 %, альбуміну — 35,1 % та загального білка — 13,2 %. Дослід проводився в однакових умовах утримання та годівлі, але на достатньо «контрастних» між собою породах, таких як українська червоно–ряба молочна, симентальська та українська чорно–ряба молочна. Сучасний погляд на фактор породи як важливий показник генетичного різноманіття передбачає пошук конкретних генетичних детермінант фенотипової дисперсії. Дослідження, проведені в Україні за участю контрастних між собою порід як молочного, так і м'ясного напрямів продуктивності, демонструють залежність біохімічних показників крові та інших характеристик метаболізму від генотипу, плейотропної дії генів залежно від якості та складу кормів і додатково споживаних речовин (Fedota et al., 2022). Також дослідження із залученням лабораторних тварин з генетично детермінованими показниками здоров'я дозволяють не лише встановлювати закономірності впливу споживаних речовин та ксенобіотиків на метаболічні процеси, але й планувати їх доцільне спрямування (Babalyan et al., 2019). Залежність динаміки біохімічних показників крові, печінкових проб у особин із визначеними генотипами від впливу антиметаболітів демонструє загальні біологічні закономірності обміну речовин та енергії у ссавців і дозволяє враховувати їх у програмах відбору (Fedota et al., 2020).

В основному рівень MUN дає уявлення про баланс білка та енергії в раціоні, що робить його корисним параметром для моніторингу адекватності споживання білка та енергії молочними коровами (Ruban & Vasilevsky, 2015). Аналіз і попередні аналітичні звіти Zhao et al. (2025) показують, що концентрація сирого протеїну — CP (*crude protein*) — у раціоні не є єдиним фактором живлення, який впливає на концентрацію MUN. Рівень у раціоні неструктурних вуглеводів — NFC (*non–fiber carbohydrates*), до яких входять цукри, крохмаль і пектин, також відіграє важливу роль. Авторами наведено лінійний регресійний

аналіз для 91 набору експериментальних даних щодо співвідношення NFC/CP у «вхідному» раціоні та концентрації MUN (мг/дл), який становив +0,681. Констатується той факт, що коли рівень MUN перевищує 14 або 16 мг/дл, відповідний вміст CP у раціоні, як правило, перевищує 17 %, що часто призводить до збільшення екскреції N із сечею. Hossein–Zadeh (2024) провів метааналіз із використанням моделі випадкових ефектів для інтеграції оцінок успадковуваності для сечовини молока (MU) та MUN, які були низькими й дорівнювали 0,202 та 0,181 відповідно. Оцінки генетичних кореляцій між MUN та продуктивними ознаками були низькими й коливалися від –0,039 між MU та відсотком лактози в молоці до 0,102 між MUN та виходом молочного білка, а також –0,070 між MUN та балом соматичних клітин і 0,357 між MUN та виходом молочного білка.

Можна констатувати, що знання таких залежностей і зв'язків надає можливості для здійснення прогнозів та прийняття обґрунтованих рішень. Так, Jae–Woo Song et al. (2025) здійснили спробу розробити індивідуальну модель для прогнозування добового надою молока та застосувати її для моніторингу стану здоров'я молочних корів, створивши алгоритм моніторингу в режимі реального часу. De Marchi et al. (2014) та Gengler et al. (2016) довели можливість використання детального аналізу молока як предиктора корельованих фенотипів для ознак, пов'язаних із фізіологічним станом і здоров'ям корови. Huhtanen et al. (2015) довели, що рівень MUN залежить від концентрації та споживання сирого протеїну в раціоні, тому може бути використаний як біомаркер ефективності використання N для виробництва молока (споживання N/N у молоці; MNE) у лактуючих корів. На основі залишкової дисперсії найкращою моделлю для прогнозування MNE, розробленою на основі набору виробничих даних, була: MNE (г/кг) = 238 + 7,0 × надій молока (MY; кг/день) – 0,064 × MY² – 2,7 × MUN (мг/дл) – 0,10 × маса тіла (кг). Для набору даних потоку, включаючи як MUN, так і концентрацію аміачного азоту в рубці разом із MY у моделі, пояснювалося більше варіації MNE, ніж коли будь–який із термінів використовувався лише з MY. Найкращою моделлю для прогнозування виділення азоту сечовини (UN), розробленою на основі виробничих даних, була: UN (г/день) = –29 + 4,3 × споживання сухої речовини (кг/день) + 4,3 × MUN + 0,14 × маса тіла. За даними Huhtanen et al. (2015), оцінка фенотипової варіації MUN довела, що варіація MUN серед корів мала менший вплив на MNE порівняно з опублікованими реакціями MUN на концентрацію сирого протеїну в раціоні, що свідчить про те, що більш ретельний контроль складу раціону відповідно до потреб має більший потенціал для покращення MNE та зниження UN на фермі, ніж генетичний відбір.

У даному випадку основним аргументом на користь робочої гіпотези щодо підвищення точності оцінки такого генетичного ефекту можуть слугувати дані Silva Neto et al. (2024), представлені на рис. 1.

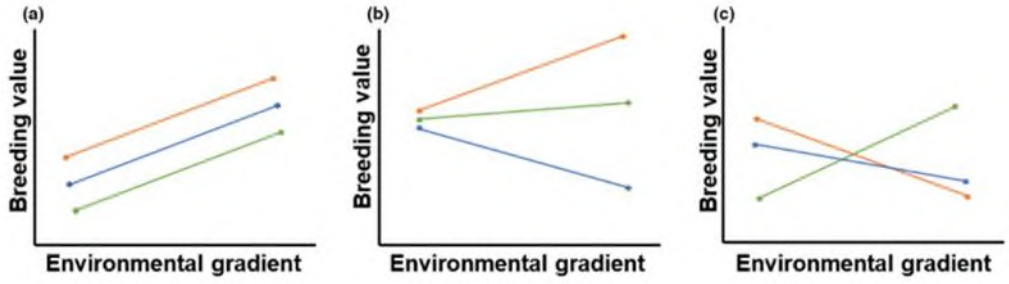


Рис. 1. **Вплив змін навколишнього середовища на варіацію генотипу та варіацію племінної цінності**

Примітка: (a) – адитивний вплив середовища на фенотипічну відповідь, взаємодія генотипу з середовищем (G × E), незначний; (b) вплив G × E призводить до змін масштабу значень генетичної цінності; та (c) зміна рангів генетичної цінності у відповідь на зміни навколишнього середовища (Silva Neto et al., 2024)

Попередні висновки про вплив рівня сирого протеїну в раціоні корів на MUN (Huhtanen et al., 2015) можуть свідчити про зміни умов середовища, оскільки в окремих випадках, навіть за ретельної побудови експерименту, корови сепарують корм. Таке вибіркове споживання окремих компонентів кормосуміші, коли тварини віддають перевагу дрібним частинкам (концентратам) і залишають довгі грубі волокна, формує своєрідний «середовищний ефект», що може впливати на рівень MUN та значення MNE.

Таким чином, важливість взаємодії G × E стає особливо очевидною при розгляді складних ознак, таких як термостійкість, стійкість до хвороб, репродуктивна продуктивність та ефективність годівлі (Silva Neto et al., 2024).

Нутригенетика та нутригеноміка потребують розроблення нових експериментальних схем для коректного опису генетичного впливу на особливості метаболізму тварин з метою підвищення їх продуктивності та покращення стану здоров'я за одночасного зменшення впливу на навколишнє середовище.

Мета роботи — провести обґрунтування загальних схем оцінки взаємодії G × E та методології визначення генетичного впливу на коливання MNE.

Завдання дослідження:

– На основі власних досліджень та світового досвіду провести узагальнений аналіз мінливості та взаємозв'язку основних компонентів молока — вмісту жиру, білка, рівня лактози та MUN.

– Встановити залежність MNE від генетичних і середовищних чинників.

– Визначити можливості використання індивідуальних або групових значень MUN та MNE у програмах оцінювання й відбору з метою підвищення молочної продуктивності, покращення складу молока та ефективності виробництва.

– Надати рекомендації щодо побудови описової математичної моделі оцінки ефективності використання азоту молочними коровами на основі взаємодії генотипу та середовища.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень слугували дані експерименту, проведеного на 595 коровах голштинської породи в умовах Товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Колос» Київської області (Ruban & Shabash, 2025). Під час виконання експериментальних досліджень, наведених у роботі, всі маніпуляції з коровами, залученими до досліджень, проводили з урахуванням основних принципів біоетики відповідно до статті 26 Закону України № 3447 «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2006), Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (1986), та Порядку проведення науковими установами дослідів і експериментів на тваринах (2012). Годівлю здійснювали з використанням загально змішаного раціону – TMR (від англ.Total Mixed Rations), який відповідав прийнятим нормам *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition* (2001).

Під час проведення експерименту співвідношення NFC/CP коливалося від 2,15 до 3,60, що зазвичай є бажаним для підтримання оптимального рівня MUN у молоці (2025). Відповідно до прийнятих норм, рівень NFC у TMR визначали шляхом віднімання частки інших компонентів раціону (у відсотках за сухою речовиною) від 100 %.

Для оцінки ефективності використання азоту при виробництві молока використано модель (1) для прогнозування за Huhtanen et al. (2015), розроблену на основі залишкової дисперсії для оцінки багатофакторної мінливості MNE, яка найбільш логічно описує даний процес:

$$MNE\ (\text{г/кг}) = 238 + 7{,}0 \times (MY\ \text{кг/день}) - 0{,}064 \times (MY2) - 2{,}7 \times (MUN\ \text{мг/дл}) - 0{,}10 \times (W) \quad (1)$$

де MY – молочна продуктивність, кг;
MUN – рівень азоту сечовини молока, мг/дл;
W – вага корови, кг

При цьому MNE розглядається як показник ефективності використання азоту, який поступає з кормом, для виробництва молока з критерієм оцінювання: чим вище цей показник – тим ефективніше використовується азот корму.

Кількість сечовини в молоці визначали діацетилмонооксимним методом за методикою Langenfeld et al. (2021). Молярну концентрацію сечовини (С) в значені ммоль/л визначали за отриманими даними оптичної густини досліджуваної проби А відносно стандарту В за формулою (2):

$$C = 8{,}33\frac{A}{B} \quad (2)$$

ECM розраховували за методикою Hall (2023) за формулою (3):

$$ECM = [(\text{вміст жиру}, \% \times 383 + \text{вміст білку}, \% \times 242 + \text{вміст лактози}, \% \times 165{,}4 + 20{,}7)/3140] \times \text{молочна продуктивність, кг} \quad (3)$$

Статистичний аналіз (описова статистика, дисперсійний аналіз, кореляційний та регресійний аналіз) проводився з використанням програми RStudio–2023.03.0–386.

Для вивчення взаємозв'язку між залежною змінною (результатом) та однією або декількома незалежними змінними (факторами) використано класичне рівняння регресії (4):

$$y = a + bx + e \quad (4)$$

де y – значення ознаки по лінії регресії;

a– вільний член моделі;

b–коефіцієнт регресії;

x–змінна величина; e–похибка

Коефіцієнт детермінації для парної лінійної регресії розраховувався як квадрат коефіцієнта кореляції (r^2).

За якісними показниками молока досліджувані тварини були об'єднані в загальну вибірку, що дало змогу розрахувати вплив таких факторів як «Рік–місяць отелення», «Бугай–плідник», «Номер лактації» (табл. 1):

Таблиця 1

Описова статистика досліджуваних ознак

Ознака	Min	Max	M±m	σ^2	σ	Cv, %
Добовий надій, кг	10,0	56,0	27,7 ± 0,36	70,2	8,4	30,3
Вміст жиру, %	3,17	5,73	4,39±0,08	0,68	0,82	16,7
Вміст білка, %	2,4	4,0	3,40±0,01	0,03	0,17	5,0
Вміст лактози, %	0,5	5,8	4,68±0,01	0,10	0,32	6,8
pH	2,1	7,4	7,09±0,01	0,06	0,24	3,4
MUN $_{мг/дл}$	2,6	32,9	12,31±0,24	35,60	5,97	48,5
Жива маса корів, кг	488,0	650,0	526,4±0,75	308,0	17,5	3,3
MNE г/кг	116,6	365,5	287,6±1,65	1622,6	40,3	14,0
ECM кг	10,3	66,6	29,13±0.35	70,0	8,37	28,7

Примітка: Розроблено авторами на основі досліджень (Ruban & Shabash, 2025).

Результати досліджень та їх обговорення. Для більш практичного застосування наведених у табл. 1 результатів, нами проведено розрахунки регресійної залежності (b) основних компонентів молока (x) на NME (табл. 2).

Таблиця 2

Регресійна залежність (b) основних компонентів молока (x) на MNE та коефіцієнт детермінації (r^2)

Впливаюча ознака (x)	Рівняння регресії де:		t	r^2
	вільний член (a)	коефіцієнт регресії (b)		
Добовий надій	201,82256 ± 2,54039	3,29221 ± 0,08769	37,55*	0.7139
Вміст жиру в молоці	319,798 ± 5,714	–5,928 ± 1,235	2,02*	0.0392
Вміст білка в молоці	437,157 ± 26,472	–42,322 ± 7,769	7,63*	0.0499
Вміст лактози в молоці	374,904 ± 19,764	–17,454 ± 4,209	3,88*	0.02954
MUN	323,490 ± 2,822	–2,495 ± 0,209	11,94*	0.2016
Вага корови	330,04894 ± 20,10700	–0,07038 ± 0,03825	1,84	0.0060
ECM	202,37247 ± 2,99822	3,11574 ± 0,09893	31,49 *	0.6371

Примітка. – p≤0,05. Розроблено авторами на основі досліджень (Ruban & Shabash, 2025)

Коефіцієнт детермінації (r^2) відображає частку варіації залежної змінної, яка пояснюється незалежними змінними в моделі, підтверджуючи її якість (чим ближче значення r^2 до 1, тим повніше модель описує вплив відповідних факторів). Таким чином, найбільш прогностично значущими ознаками щодо рівня MNE є величина добового надою (r^2 = 0,71), величина надою, скоригованого за вмістом енергії (r^2 = 0,63), а також значення MUN (r^2 = 0,20).

На основі вірогідних значень регресії представлені описові рівняння:

$$MNE = 201{,}82 + 3{,}29 * (\text{добовий надій}) + e;$$

$$MNE = 323{,}49 - 2{,}49 * MUN + e;$$

$$MNE = 202{,}37 + 3{,}12 * (\text{надій, скорегований на вміст енергії}) + e$$

Для візуалізації виявлених закономірностей наведено матеріали рис. 2, 3, 4.

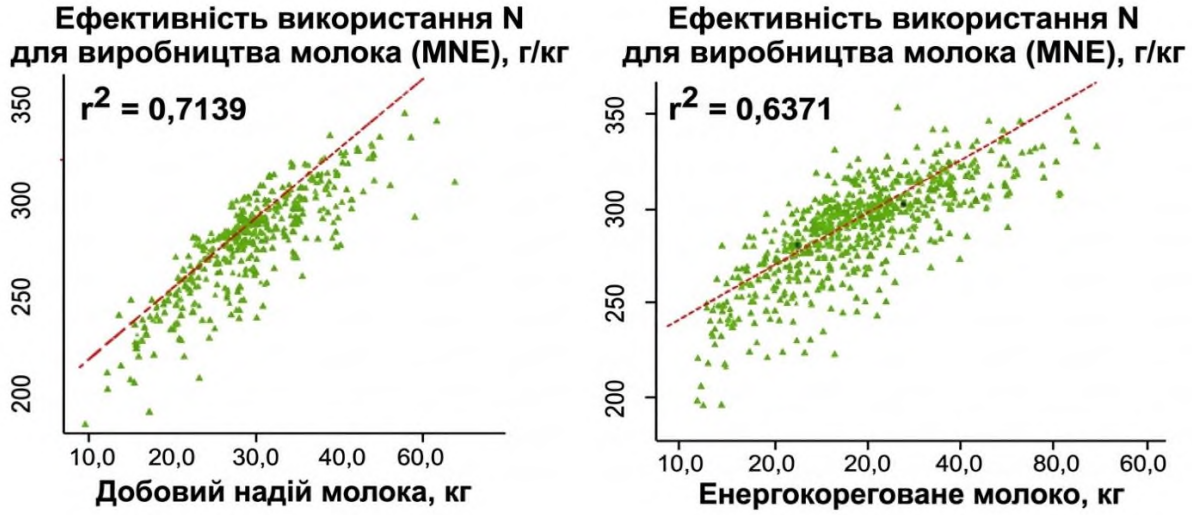


Рис. 2. **Коефіцієнт детермінації (r^2) та регресійна залежність добового надою (b=3,29221 ± 0,08769) та надою, скорегованого на вміст енергії (b=3,11574 ± 0,09893) з значеннями NME (n= 595)**

Встановлено вірогідну прямо пропорційну регресійну залежність між змінами добового надою та надою, скоригованого за вмістом енергії, і показниками MNE. Водночас така залежність не повною мірою відображає особливості утилізації кормового азоту. За даними Bougouin et al. (2022), моделі, засновані на споживанні DMI або споживанні N, можуть з достатньою точністю прогнозувати виділення азоту з калом і сечею. Проте точність прогнозування може бути підвищена шляхом включення до моделі додаткових параметрів складу раціону або молока поряд із показниками споживання.

Аналіз абсолютних значень вмісту жиру, білка та лактози (рис. 3) свідчить про наявність від'ємної регресійної залежності між цими показниками та ефективністю використання азоту для виробництва молока (MNE).

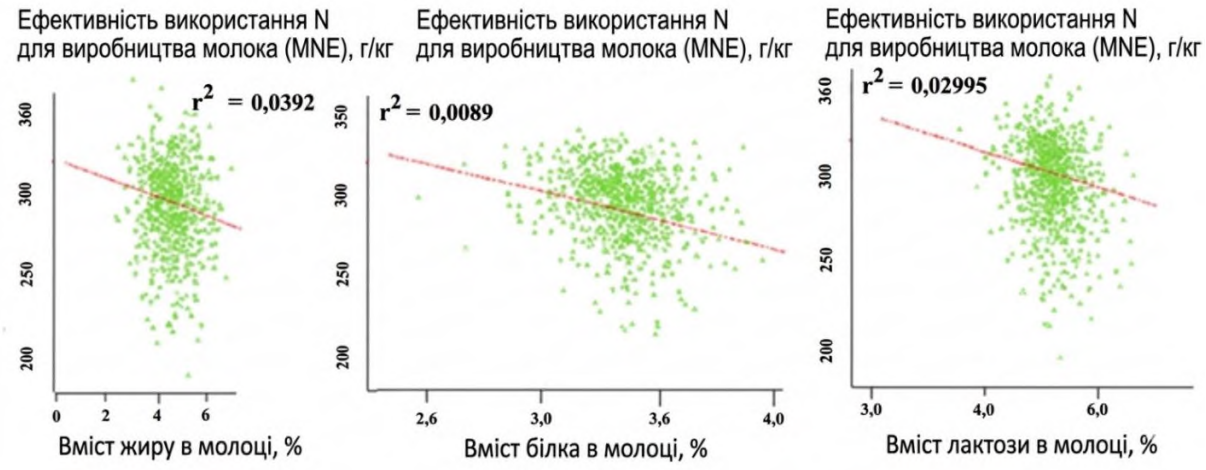


Рис. 3. **Коефіцієнт детермінації (r^2) та регресійна залежність впливу вмісту жиру (b= – 5,928 ± 1,235), білка (b= – 42,322 ± 7,769) та лактози (b= – 17,454 ± 4,209) у молоці на значення NME (n= 595)**

За результатами експериментів Huhtanen et al. (2015), у яких аналізувалися RAN (*rumen ammonia N concentration*) та MUN, доведено, що концентрація RAN забезпечує точніше прогнозування MNE порівняно з концентрацією MUN. Прогноз MNE покращувався, коли до моделі як незалежні змінні включали одночасно і MUN, і RAN, особливо за умови додавання показника добового надою. Musembei et al. (2023) наводять кореляційну залежність, що ілюструє зв'язок між параметрами складу молока та бактеріальними таксонами рубця з позитивною кореляцією такого впливу. Дослідження також виявило різні реакції рубцевих бактерій на збільшення частки концентратів у раціоні, що додатково підтвердило потенційний зв'язок між мікробіомом рубця, поживними речовинами раціону, складом і продуктивністю молока.

За аналітичними даними Zhao et al. (2024) можна констатувати: 1) будь–які фактори, що зумовлюють зміни MUN, можуть впливати на компоненти молока; 2) збільшення споживання СР, яке супроводжується підвищенням концентрації MUN, не впливає на вихід молочного білка, тоді як низький рівень СР може зменшувати екскрецію сечовини на фенотиповому рівні без негативного впливу на вміст молочного білка; 3) на початку лактації корови перебувають у стані негативного енергетичного балансу, що призводить до підвищення відсотка молочного жиру внаслідок мобілізації жирової тканини; у цей період MUN зазвичай має відносно низькі значення через недостатнє споживання корму порівняно з іншими фазами лактації; 4) можлива сильна позитивна генетична кореляція (+0,85) між MUN та кількістю соматичних клітин, оскільки розвиток маститу може впливати на концентрацію MUN у молоці; водночас генетична кореляція між MUN та лактозою має помірний характер; 5) на кореляцію між MUN та складом молока впливають стадія лактації та стан здоров'я, тому зв'язок між MUN і компонентними ознаками молока є слабким або навіть незначним.

Як зазначають Zhao et al. (2024), селекційний відбір корів із низькими фенотиповими значеннями MUN з метою зменшення виділення азоту не чинить негативного впливу на продуктивність і якість молока. Водночас при зниженні показників MUN шляхом селекції необхідно враховувати їх кореляцію з іншими ознаками. Наразі бракує досліджень щодо впливу підвищених рівнів MUN на смакові та ароматичні характеристики молока. Перспективним також видається вивчення впливу рівня MUN не лише на якість молочної продукції, але й на показники здоров'я споживачів у коротко– та довгостроковій перспективі з урахуванням вмісту лактози, оскільки описано зв'язки між розвитком

мультифакторіальних захворювань людини та особливостями метаболізму лактози (Fedota et al., 2020).

На рис. 4 наведено регресійну залежність основного показника — MUN від MNE.

За висновками Huhtanen et al. (2015), концентрація MUN не є достатньо інформативним інструментом фенотипування для покращення MNE, однак її вимірювання на рівні стада дозволяє більш точно коригувати раціон з метою підвищення перетравності корму або MNE. На наш погляд, візуалізація такої залежності дає змогу виокремити тварин із високими показниками MNE за оптимальних значень MUN у діапазоні 8–12 мг/дл. Відповідна позначка овальної форми на рис. 4 вказує на «ефективних корів» (ЕС), які поєднують високі значення MNE з оптимальними характеристиками MUN. Підвищені значення MNE (≥ 300 г/кг) у межах зазначеного інтервалу можуть свідчити про високу племінну цінність таких корів, що є важливим для селекційних програм.

Для розуміння механізму дії математичної формули MNE нами визначено значення основних змінних шляхом тестування на простих і наочних прикладах. При цьому MNE розглядається як символічна модель реального процесу, а автори не ставлять під сумнів точність цієї описової моделі.

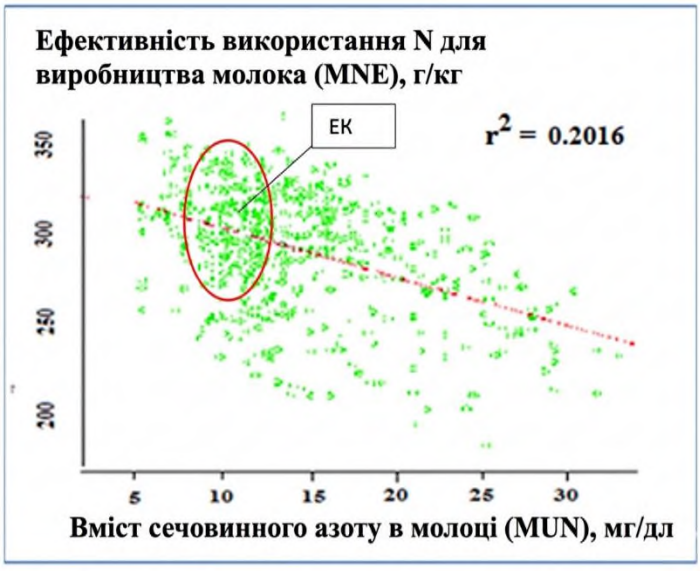


Рис. 4. **Значення коефіцієнта детермінації (r^2) та регресійна залежність (b = – 2,495 ± 0,209) впливу вмісту MUN на значення NME, з визначенням зони – ЕС, до якої відносяться «ефективні корови» (n= 595)**

На основі моделювання змін величини добового надою, маси корів та рівня MUN за формулою (1) продемонстровано динаміку змін MNE, що наведено на рис. 5, 6, 7.

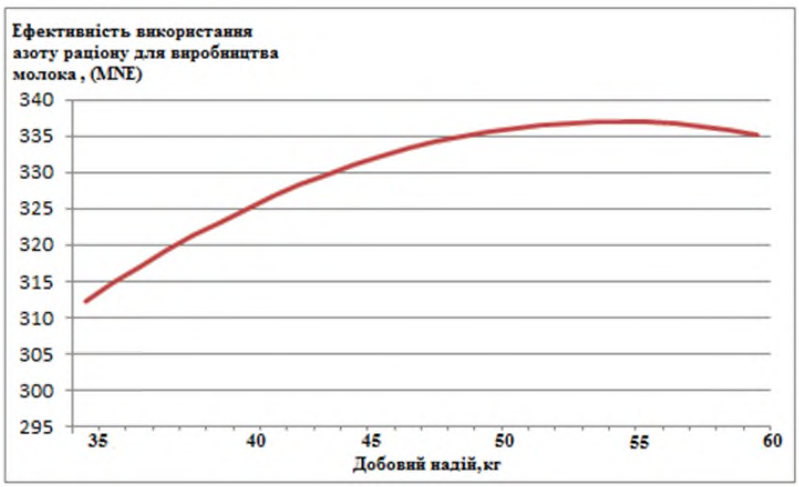


Рис. 5. **Залежність MNE від добового надою**

Зі збільшенням добового надою MNE зростає до рівня 53 кг молока на добу, після чого стабілізується та має тенденцію до зниження. Це зумовлено тим, що формула розрахунку MNE містить квадрат добового надою з від'ємним коефіцієнтом (−0,064). Така залежність відображає можливе зростання втрат азоту за високих надоїв, оскільки забезпечення такої продуктивності потребує раціонів із підвищеним вмістом сирого протеїну.

За даними Hristov et al. (2026), перспективними є стратегії, спрямовані на зниження надходження азоту з кормом, які можуть суттєво покращити ефективність використання азоту, зменшити його екскрецію із сечею, а також скоротити викиди аміаку (NH_3), нітратів (NO_3^-) і оксидів азоту (NO_2) у навколишнє середовище від молочних корів. Водночас під час оцінки потенціалу впровадження таких стратегій необхідно враховувати їхню взаємодію з енергетичним обміном, станом здоров'я тварин, репродуктивною функцією, рівнем продуктивності та викидами метану з кишечника.

На думку авторів, існуючі моделі білкового живлення не забезпечують достатньої точності прогнозування продуктивної відповіді корів на раціони зі зниженим умістом білка, які забезпечують метаболічний протеїн (MP, від англ. *metabolizable protein*) та ключові незамінні амінокислоти (EAA, від англ. *essential amino acids*) на рівнях, нижчих за чинні рекомендації. Подальші дослідження мають бути спрямовані на усунення цих обмежень. Крім того, моделі прогнозування виходу молочного білка (MPY, від англ. *milk protein yield*) повинні інтегрувати показники білкового та енергетичного живлення, оскільки реакція на підвищення споживання CP тісно пов'язана зі збільшенням споживання енергії.

Можливості вдосконалення моделей оцінки білкового живлення залишаються обмеженими без розроблення точніших методів визначення синтезу мікробного білка в рубці (MPS, від англ. *microbial protein synthesis*), деградації протеїну та кишкової перетравності нерозщеплюваного в рубці протеїну (RUP, від англ. *rumen undegradable protein*).

У попередніх дослідженнях Huhtanen & Hristov (2009) довели, що уникнення перегодовування білком є найефективнішим інструментом зменшення втрат азоту на молочних фермах. Було встановлено, що підвищення надоїв сприяє зростанню MNE за умови незмінної концентрації білка в раціоні, однак цей ефект є значно меншим порівняно з ефектом зменшення загального споживання азоту. У цьому контексті важливе значення мають жива маса корови та рівень її продуктивності: зі збільшенням надоїв зменшується відносна частка поживних речовин, що витрачаються на підтримання життєдіяльності організму (так званий ефект «розбавлення» витрат).

Чиста енергія лактації (NEL, від англ. *net energy for lactation*) — це кількість енергії, безпосередньо доступна корові для синтеза молока та підтримання життєвих функцій після врахування втрат енергії під час ферментації та метаболізму з обмінної енергії. Розподіл енергії залежно від рівня продуктивності має такі особливості:

1. за низької продуктивності (10–15 л/добу) на підтримання організму витрачається близько 45–55% енергії;
2. за середньої продуктивності (25–30 л/добу) — 30–35% на підтримання та 65–70% на синтез молока;
3. за високої продуктивності (40 л і більше на добу) — лише 20–25 % енергії спрямовується на підтримання, тоді як основна її частка використовується для виробництва молока.

Аналогічна закономірність спостерігається і щодо використання CP:

1. за низької продуктивності на підтримання організму використовується 35–45 % білка;
2. за середньої — 20–25 %;
3. за високої продуктивності — лише 12–15 %, що свідчить про підвищення ефективності використання поживних речовин із зростанням рівня надоїв.

Щодо взаємозв'язку MNE із вмістом MUN та живою масою корів (рис. 6, 7), збільшення цих показників супроводжується монотонним зниженням MNE. Це пояснюється тим, що у формулі розрахунку MNE (формула 1) вони входять із від'ємними коефіцієнтами (−2,7 та −0,10 відповідно).

Зі зростанням рівня виробництва молока, як правило, підвищується загальне виділення N, що відображається на рівні MUN. Це пояснюється тим, що високопродуктивні корови споживають більшу кількість протеїну, проте для синтезу молока використовують лише приблизно 17–35 % спожитого азоту. Хоча зі збільшенням продуктивності ефективність використання азоту частково підвищується, абсолютні втрати N із сечею та гноєм зростають. Унаслідок цього посилюються викиди та вимивання аміаку, особливо за умов інтенсивного годівлі з високим умістом білка.

Водночас між високою молочною продуктивністю та живою масою корів існує позитивний зв'язок. Для тварин із більшою живою масою це означає підвищені витрати білка та енергії на підтримуючий обмін. Таким чином, показник MNE логічно відображає зазначені взаємозв'язки та закономірності (рис. 6, 7).

Рис. 6. **Залежність MNE від MUN**

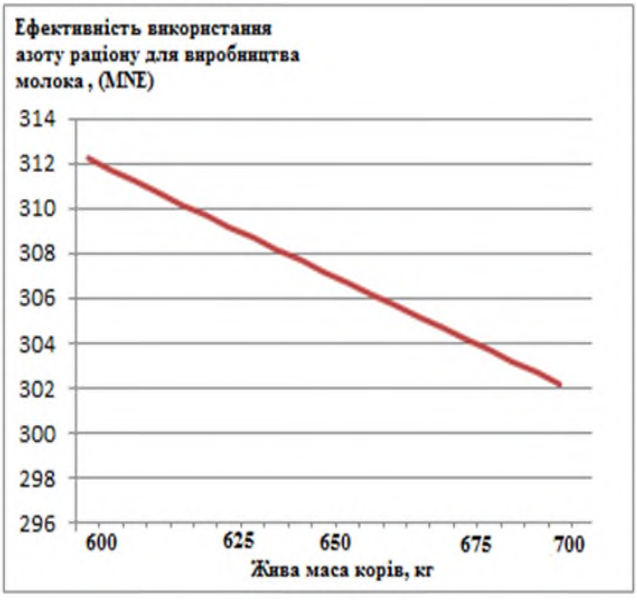


Рис. 7. **Залежність MNE від живої маси корів**

Збільшення надоїв молока потребує підвищеного споживання сирого протеїну, що, у разі його надлишку, зумовлює надмірне надходження азоту в організм. Невикористаний азот виводиться переважно із сечею, що є одним із основних джерел його втрат у довкілля та причиною вимивання сполук азоту з навколишнього середовища. Таким чином, розглянуті ключові фактори впливу та біохімічні процеси комплексно характеризують механізми формування показника MNE у молочної худоби.

Для оцінювання генетичного впливу плідників (їх племінної цінності) на основні показники продуктивності та якісні характеристики молока (вміст жиру, білка, лактози, рівень MUN, а також MNE) доцільно застосовувати лінійну змішану модель. У такій моделі ефекти розподіляються на:

– генетичні (походження за батьком);
– фіксовані (місяць року, день лактації);
– випадкові (група доярки).

Такий підхід дозволяє коректно розмежувати спадкову складову та вплив середовищних чинників, забезпечуючи більш точну інтерпретацію отриманих результатів.

Висновки.

1. Основні компоненти молока — вміст жиру, білка, рівень лактози та азот сечовини молока (MUN) — характеризуються широким діапазоном фенотипового прояву, що відображає складні біохімічні процеси в організмі жуйних тварин і багатофакторний характер їх регуляції.
2. У проведеному дослідженні не виявлено статистично значущого впливу генетичної компоненти (походження за батьком) на рівень MUN.
3. Встановлено регресійну залежність рівня MNE від таких впливових ознак: добового надою ($r^2 = 0,71$), надою, скорегованого за вмістом енергії ($r^2 = 0,63$), та рівня MUN ($r^2 = 0,20$). Найбільшу прогностичну цінність має показник добового надою.
4. Пошук генетичного впливу на коливання рівня MUN доцільно здійснювати на основі аналізу динаміки повторних вимірювань цього показника в часі в розрізі генетичних груп.
5. Подальші дослідження у цьому напрямі дозволять розширити масив аналітичних даних та, у поєднанні з методами оптимізації й математичного моделювання, сформувати практичні рекомендації щодо використання комплексних показників оцінки ефективності азотного обміну.
6. Доцільно використовувати індивідуальні або групові значення MUN та показник MNE у програмах оцінювання та селекційного відбору з метою підвищення молочної продуктивності, покращення складу молока та зростання ефективності виробництва.
7. Для точної оцінки впливу генетичної компоненти на показники MUN та MNE рекомендовано застосовувати модель плідника за алгоритмом найкращого лінійного незміщеного прогнозу (BLUP — *Best Linear Unbiased Prediction*), що забезпечує коректне розмежування генетичних і середовищних ефектів.

References

Babalyan, V., Valilshchykov, M., Pavlov, S., Koshevaya, E., & Fedota, O. (2019). Study of bone tissue reparation after a femur fracture depending on the correction of arterial hypertension in model object, *Rattus norvegicus* (rat gray). *Georgian Med News*, 286, 72–77. PMID: 30829593

Badhan, A., Wang, Y., Terry, S., Gruninger, R., Guan, L. L., & McAllister, T. A. (2025). Invited review: Interplay of rumen microbiome and the cattle host in modulating feed efficiency and methane emissions. *Journal of Dairy Science*, *108*(6), 5489–5501. https://doi.org/10.3168/jds.2024–26063

Borshch, O. O. (2023). *The impact of global climate change on individual elements of milk production technology* (Doctoral dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv). 404 p.

Bougouin, A., Hristov, A., Dijkstra, J., et al. (2022). Prediction of nitrogen excretion from data on dairy cows fed a wide range of diets compiled in an intercontinental database: A meta–analysis. *Journal of Dairy Science, 105*(9), 7462–7481. https://doi.org/10.3168/jds.2021–20885

De Marchi, M., Toffanin, V., Cassandro, M., & Penasa, M. (2014). Mid–infrared spectroscopy as phenotyping tool for milk traits. *Journal of Dairy Science, 97*, S1171–S1186. https://doi.org/10.3168/jds.2013–6799

DSTU 3662:2018. Raw cow milk: Technical specifications. Kyiv: Standard, p.13.

European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes. (1986, March). Retrieved from https://rm.coe.int/168007a67b

Fedota, O. M., Roschenyuk, L. V., Tyzhnenko, T. V., Puzik, N. G., Vorontsov, V. M., & Ryzhko, P. P. (2020). Methotrexate effect on biochemical indices of psoriasis patients depends on MTHFR gene polymorphism. *Ukrainian Biochemical Journal, 92*(1), 66–74. https://doi.org/10.15407/ubj92.01.066

Fedota, O., Babalyan, V., Ryndenko, V., Belyaev, S., & Belozorov, I. (2020). Lactose tolerance and risk of multifactorial diseases on the example of gastrointestinal tract and bone tissue pathologies. *Georgian Med News*, 303, 109–113. PMID: 32841191

Fedota, O., Puzik, N., Skrypkina, I., Babalyan, V., Mitiohlo, L., Ruban, S., Belyaev, S., Borshch, O. O., & Borshch, O. V. (2022). Single nucleotide polymorphism C994G of the cytochrome P450 gene possess pleiotropic effects in *Bos taurus* L. *Acta Biologica Szegediensis, 66*(1), 7–15. https://doi.org/10.14232/abs.2022.1.7–15

Gengler, N., Soyeurt, H., Dehareng, F., Bastin, C., Hammami, H., & Vanderick, S. (2016). Capitalizing on fine milk composition for breeding and management of dairy cows. *Journal of Dairy Science, 99*, S4071–S4083. https://doi.org/10.3168/jds.2015–10140

Hall, M. B. (2023). Invited review: Corrected milk: Reconsideration of common equations and milk energy estimates. *Journal of Dairy Science, 106*, 2230–2246. https://doi.org/10.3168/jds.2022–22219

Hossein–Zadeh, N. G. (2024). Milk urea nitrogen is genetically associated with production and reproduction performance of dairy cows: A meta–analysis. *Livestock Science, 283*, 105461. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105461

Hristov, P., Huhtanen, G., van Duinkerken, D., & Pacheco. (2026). Invited review: Perspectives on nitrogen in dairy cattle nutrition. *Journal of Dairy Science, 109*(3), 2074–2107. https://doi.org/10.3168/jds.2025–27276

Huhtanen, P., & Hristov, A. N. (2009). A meta–analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science, 92*, 3222–3232. https://doi.org/10.3168/jds.2008–1352

Huhtanen, P., Cabezas–Garcia, E. H., Krizsan, S. J., & Shingfield, K. J. (2015). Evaluation of between–cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science, 98*(5), 3182–3196. https://doi.org/10.3168/jds.2014–8215

Kondratiuk, V. M., Ruban, S. Y., Borshch, O. O., Tsentylo, L. V., Vdovenko, N. M., Hruntkovsky, M. S., Rosomakha, Y. O., & Zhuravel, M. P. (2024). *Modernization of dairy farms (engineering, feeding, genomic prediction)*. Kyiv: PE O.V. Yamchynskyi

Langenfeld, N., Laurenpayne, & Bugbee, B. (2021). Colorimetric determination of urea, V.4. Utah State University; Crop Physiology Laboratory. https://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.14egnzmzqg5d/v4

Law of Ukraine No. 3447–IV «On the Protection of Animals from Cruelty» (2006, February). Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447–15#Text

Musembei, L., Bett, R., Gachuiri, Ch., & Kibegwa, F. (2023). Potential role of rumen bacteria in modulating milk production and composition of admixed dairy cows. *Letters in Applied Microbiology, 76*, 1–9. https://doi.org/10.1093/lambio/ovad007

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/806

Perneel, M., De Smet, S., & Verwaeren, J. (2024). Data–driven prediction of dairy cattle lifetime production and its use as a guideline to select surplus youngstock. *Journal of Dairy Science, 107*, 9390–9403. https://doi.org/10.3168/jds.2023–23660

Ruban, S. Y., & Vasilevsky, M. V. (2015). Organization of normalized feeding in dairy cattle breeding. Kyiv: Luxar

Ruban, S., & Shabash, M. (2025). Assessment of the efficiency of feed protein use in dairy cattle based on the indicators of fat, protein, lactose and urea nitrogen in milk. *Scientific and Technical Bulletin of Livestock Farming Institute of NAAS*, *135*, 132–144.

Ruban, S., Shabash, M., Tupitska, O., & Slobodyanyuk, N. (2025). Effect of breed factor on urea level and blood biochemical parameters in dairy cattle. *Animal Science and Food Technology*, *16*(1), 9–25. https://doi.org/10.31548/animal.1.2025.09

Salamone, M., Adriaens, I., Vervaet, A., Opsomer, G., Atashi, H., Fievez, V., Aernouts, B., & Hostens, M. (2022). Prediction of first test day milk yield using historical records in dairy cows. *Animal, 16*, 100658. https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100658

Saleh, A. A., Easa, A. A., Hedainy, D. K. EL, & Rashad, A. M. A. (2023). Prediction of some milk production traits using udder and teat measurements with a spotlight on their genetic background in Friesian cows. *Scientific Reports*, *13*, 16193. https://doi.org/10.1038/s41598–023–43398–y

Silva Neto, J. B., Mota, L. F. M., Londoño–Gil, M., Schmidt, P. I., Rodrigues, G. R. D., Ligori, V. A., Arikawa, L. M., Magnabosco, C. U., Brito, L. F., & Baldi, F. (2024). *Genotype–by–environment interactions in beef and dairy cattle populations: A review of methodologies and perspectives on research and applications*. ***Animal Genetics,*** **55**(6), 871–892. https://doi.org/10.1111/age.13483

Souza, R. A., Tempelman, R. J., Allen, M. S., Weiss, W. P., Bernard, J. K., & VandeHaar, M. J. (2018). Predicting nutrient digestibility in high–producing dairy cows. *Journal of Dairy Science, 101*, 1123–1135. https://doi.org/10.3168/jds.2017–13344

Souza, V. C., Aguilar, M., Amburgh, M. V., Nayananjalie, W. A. D., & Hanigan, M. D. (2021). Milk urea nitrogen variation explained by differences in urea transport into the gastrointestinal tract in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *104*, 6715–6726. https://doi.org/10.3168/jds.2020–19787

Spek, J. W., Bannink, A., Gort, G., Hendriks, W. H., & Dijkstra, J. (2013). Interaction between dietary content of protein and sodium chloride on milk urea concentration, urinary urea excretion, renal recycling of urea, and urea transfer to the gastrointestinal tract in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *96*, 5734–5745. https://doi.org/10.3168/jds.2013–6842

Wattiaux, M. A., Aguerre, M. J., & Powell, J. M. (2011). Background and overview on the contribution of dairy nutrition to addressing environmental concerns in Wisconsin: Nitrogen, phosphorus, and methane. In C. F. M. Alvarez (Ed.), *La Ganadería Ante el Agotamiento de los Paradigas Dominantes* (Vol. 1, pp. 111–139). Universidad Autónoma Chapingo. https://www.researchgate.net/publication/283994259

Xiaowei Zhao, C. Z., S. Zhao, N. Zheng, Y. Zhang, & J. Wang. (2024). The role of milk urea nitrogen in nutritional assessment and its relationship with phenotype of dairy cows: A review. *Animal Nutrition*, *20*, 33–41. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.08.007

Xiaowei Zhao, C., Zang, C., Zhao, S., Zheng, N., Zhang, Y., & Wang, J. (2025). Assessing milk urea nitrogen as an indicator of protein nutrition and nitrogen utilization efficiency: A meta–analysis. *Journal of Dairy Science*, *108*(5), 4851–4861. https://doi.org/10.3168/jds.2024–25656

2026. Номер 13, С. 88 – 94.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 02.04.2026 Прийнято: 07.05.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.08

UDC 636.2.083 : 628.8

IMPACT OF THE USE OF FANS ON THE MICROCLIMATE OF COW HOUSES, BEHAVIOR AND CLINICAL INDICATORS OF COWS

M.M. Fedorchenko, O.V. Borshch, Y.O. Balatskyi,
M.V. Malina, L.V. Bondarenko, V.A. Grishko, O.O. Borshch
Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

ORCID
M.M. Fedorchenko: https://orcid.org/0009-0006-8687-5896
O.V. Borshch: https://orcid.org/0000-0001-5174-1309
Y.O. Balatskyi: https://orcid.org/0000-0002-3117-9467
M.V. Malina: https://orcid.org/0000-0002-1319-9026
L.V. Bondarenko: https://orcid.org/0000-0003-3751-9140
V.A. Grishko: https://orcid.org/0000-0002-0340-513X
O.O. Borshch: https://orcid.org/0000-0002-8450-2109

E-mail: borshcha@outlook.com

Abstract. The aim of the study was to study the effect of using fans during periods of high temperatures on the microclimate in cow housing, as well as on the behavior and main clinical indicators of the animals. The study was conducted on a commercial dairy farm in the central part of Ukraine (Kyiv region, 49°51′27″N, 30°6′36″E). Holstein dairy cows were kept loose in two identical easily assembled barns, designed for 300 heads each. Fans (20 units) were used in one building, and they were not used in the other. Multifan fans (Vostermans Ventilation, Netherlands) were placed above the feed and manure aisles. The operating hours of the fans in the barn were from 10:00 to 18:00. On the farm, cows were milked three times a day using the Parallel installation (DeLaval 2×16, Sweden). Cows are milked at 06.00; 12.00 and 18.00. The study was conducted during July 2025 during the hot (average daily temperature 27.46 °C, 14 days) period. It was found that an increase in the average daily air temperature was a significant stress factor for lactating cows when kept in a cowshed without ventilation. The use of fans during the hot period had a positive effect on microclimate parameters (air temperature and relative humidity), as well as on the values of climate indices (THI_1, THI_2 and IET). The average daily rectal temperature when kept in a cowshed with fans was 0.43 °C lower compared to a similar cowshed without fans. In addition, the use of fans affected the respiratory rate and the assessment of respiratory difficulty in cows, which were lower by 6.44 movements/min and 0.85 points, respectively. As for the adaptability coefficient, it was also lower in the cowshed with fans (by 0.48). In addition, animals in the room with fans spent 36 minutes more time lying down and consumed feed for 19 minutes longer. At the same time, in cows without ventilation, the duration of walking and standing was significantly higher – by 28 and 12 minutes, respectively. In this variant, the animals also spent 7 minutes more time at the drinkers, consuming water.

Keywords: *dairy cows, easily assembled premises, high temperature, fans, behavior, microclimate, comfort.*

УДК 636.2.083 : 628.8

ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ВЕНТИЛЯТОРІВ НА МІКРОКЛІМАТ КОРІВНИКІВ, ПОВЕДІНКУ ТА КЛІНІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ

М.М. Федорченко, О.В. Борщ, Ю.О. Балацький,
В.В. Малина, Л.В. Бондаренко, В.А. Гришко, О.О. Борщ
Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна
E-mail: borshcha@outlook.com

Анотація. Метою дослідження було вивчити вплив застосування вентиляторів у періоди високих температур на мікроклімат у приміщеннях для утримання корів, а також на поведінку та основні клінічні показники тварин. Дослідження проводили на комерційній молочній фермі в центральній частині України (Київська область, 49°51′27″N, 30°6′36″E). Дійні корови голштинської породи утримувалися безприв'язним способом у двох ідентичних легкозбірних корівниках, розрахованих на 300 голів кожен. В одному приміщенні використовували вентилятори (20 одиниць), в іншому – їх не застосовували. Вентилятори марки *Multifan* (*Vostermans Ventilation*, Нідерланди) були розміщені над кормовим і гнойовим проходами. Години роботи вентиляторів у корівнику із 10.00 по 18.00. На фермі триразове доїння корів на установці «*Паралель*» (*DeLaval 2×16*, Швеція). Доять корів о 06.00; 12.00 та 18.00 годинах. Дослідження проводили упродовж липня 2025 року в спекотний (середньодобова температура 27.46 °C, 14 днів) період. Встановлено, що підвищення середньодобової температури повітря виявилося значним стрес-фактором для лактуючих корів за умови утримання у корівнику без вентиляції. Застосування вентиляторів протягом спекотного періоду позитивно вплинуло на параметри мікроклімату (температуру повітря та відносну вологість), а також на значення кліматичних індексів (THI_1, THI_2 та ITH). Показник середньодобової ректальної температури за утримання у корівнику з використанням вентиляторів був на 0,43 ºC нижчим порівняно з аналогічним корівником без вентиляторів. До того ж використання вентиляторів вплинуло на частоту дихання та оцінку важкості дихання у корів, котрі були нижчими на 6,44 рухів/хв та 0,85 бали відповідно. Щодо коефіцієнту адаптивності, то він також був нижчим у корівнику із використанням вентиляторів (на 0,48). Крім того, тварини в приміщенні з вентиляторами проводили на 36 хвилин більше часу в положенні лежачи та на 19 хвилин довше споживали корм. Водночас у корів без вентиляції тривалість ходьби та стояння була значно вищою – на 28 і 12 хвилин відповідно. У цьому варіанті тварини також проводили на 7 хвилин більше часу біля напувалок, споживаючи воду.

Ключові слова: *молочні корови, легкозбірні приміщення, висока температура, вентилятори, поведінка, мікроклімат, комфорт.*

Вступ. *Актуальність теми.* Упродовж останніх десятиліть молочна худоба дедалі частіше зазнає впливу високих температур, особливо в регіонах із помірним кліматом Центральної та Східної Європи (Ruban et al., 2020). Для високопродуктивних молочних стад негативний вплив підвищеної температури повітря необхідно оцінювати в комплексі з іншими метеорологічними показниками, такими як відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність сонячної радіації та атмосферний тиск (Borshch et al., 2019). Поєднана дія цих кліматичних факторів суттєво позначається на поведінці, відтворній функції, продуктивності та клінічному стані молочних корів (Gunn et al., 2019; Matvieiev et al., 2025).

*Аналіз останніх досліджень і публікацій***.** Підвищення температури повітря до +30 °C і вище супроводжується зниженням молочної продуктивності корів у межах від 8 до 35 %. Крім того, у тварин під час періодів теплового навантаження відбувається підвищення температури тіла, частоти дихання та ступеня затруднення дихання (Ruban et al., 2025).

Ступінь впливу теплового стресу на продуктивність корів значною мірою залежить від фази лактації. Найбільш вразливими є тварини на ранніх стадіях лактації, коли їхня здатність протистояти тепловому стресу є найнижчою (Lutsenko et al., 2021; Ying et al., 2025). Найсильніший негативний вплив високих температур на молочну продуктивність проявляється протягом перших 60 днів лактації (Borshch et al., 2021). Також встановлено негативний вплив теплового стресу на хімічний склад молока, зокрема на вміст жиру, білка та лактози (Lastovska et al., 2025).

Для пом'якшення негативних наслідків теплового стресу на продуктивність, відтворні функції, здоров'я та добробут корів на сучасних фермах застосовують різноманітні технологічні рішення. Серед них – системи примусової вентиляції та охолодження тварин (вентилятори в поєднанні із системами зрошення), охолоджувальні матраци з циркуляцією холодної води, затінені фідлоти (майданчики для відпочинку та годівлі) та їхні комбінації. Вентиляторні системи, які посилюють рух повітря та конвективний теплообмін, дозволяють знижувати температуру навколишнього середовища, зменшувати частоту дихання та ректальну температуру тварин, а також підвищувати споживання сухої речовини кормів (Atkins et al, 2018).

Більшість наукових робіт у цій галузі присвячено вивченню ефективності вентиляторів у поєднанні з водним зрошенням. Таке комплексне застосування дає змогу зменшити негативний вплив спеки на організм корів до 84 %, що супроводжується достовірним зниженням частоти дихання та ректальної температури (D'Emilio et al., 2019; Borshch et al., 2022; Jiang et al., 2025).

Метою даної роботи було дослідити вплив використання вентиляторів у періоди високотемпературного навантаження на мікроклімат у приміщенні для утримання корів, а також на поведінку та основні клінічні показники тварин.

Для виконання мети було сформовано наступні *завдання дослідження*:

- вивчити вплив використання вентиляторів на показники мікроклімату у легкозбірних приміщеннях;
- провести порівняння характеру добової поведіни корів у приміщеннях з та без використання вентиляторів;
- вивчити вплив використання вентиляторів на клінічні показники тварин упродовж періоду високотемпературного навантаження.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на комерційній молочній фермі у центральній частині України (Київська область 49°51′27″N, 30° 6′36″E). Дійних корів голштинської породи утримували безприв'язно у двох ідентичних легкозбірних корівниках на 300 гол. Одне з яких з використанням вентиляторів (20 на приміщення), а інше – без вентиляторів. Вентилятори (*Multifan, Vostermans Ventilation*, Нідерланди; виробнича потужність до 48000 м^3/год) розташовані над кормовим та гнойовим проходами (рис. 1).

Години роботи вентиляторів у корівнику становили з 10.00 по 18.00. На фермі запроваджено триразове доїння корів на установці «*Паралель*» (*DeLaval 2×16*, Швеція). Доять корів о 06.00; 12.00 та 18.00 годинах. Дослідження проводили упродовж липня 2025 р. в спекотний (середньодобова температура 27.46 °С, 14 днів) період. Годували корів загальнозмішаним раціоном. Роздача корму відбувалась двічі на добу (о 09.00 та 19.00).

Етологічні дослідження застосовували для біологічної та технологічної оцінки реакції корів на умови їх утримання та годівлі упродовж періоду високих температур. Спостереження проводили впродовж двох суміжних діб з інтервалом у 10 хв. У піддослідних групах фіксували кількість корів, які на момент спостереження активно або пасивно споживали корм, відпочивали (стоячи чи лежачи) біля годівниці або на підстилці, рухалися, пили воду, жували жуйку тощо. Показники поведінки реєстрували через кожні 10 хв. у заздалегідь підготовлені журнали чи етограми за допомогою спеціальних символів. Після розрахунку відносної кількості тварин, які перебували впродовж доби у певному стані або зоні ферми, визначали абсолютний час, витрачений кожною твариною на окремі

види поведінки (споживання корму, відпочинок, жуйку тощо). Для цього тривалість доби (24 год.) приймали за 100 %, після чого на основі отриманих показників вираховували відповідний абсолютний час у хв. або год.

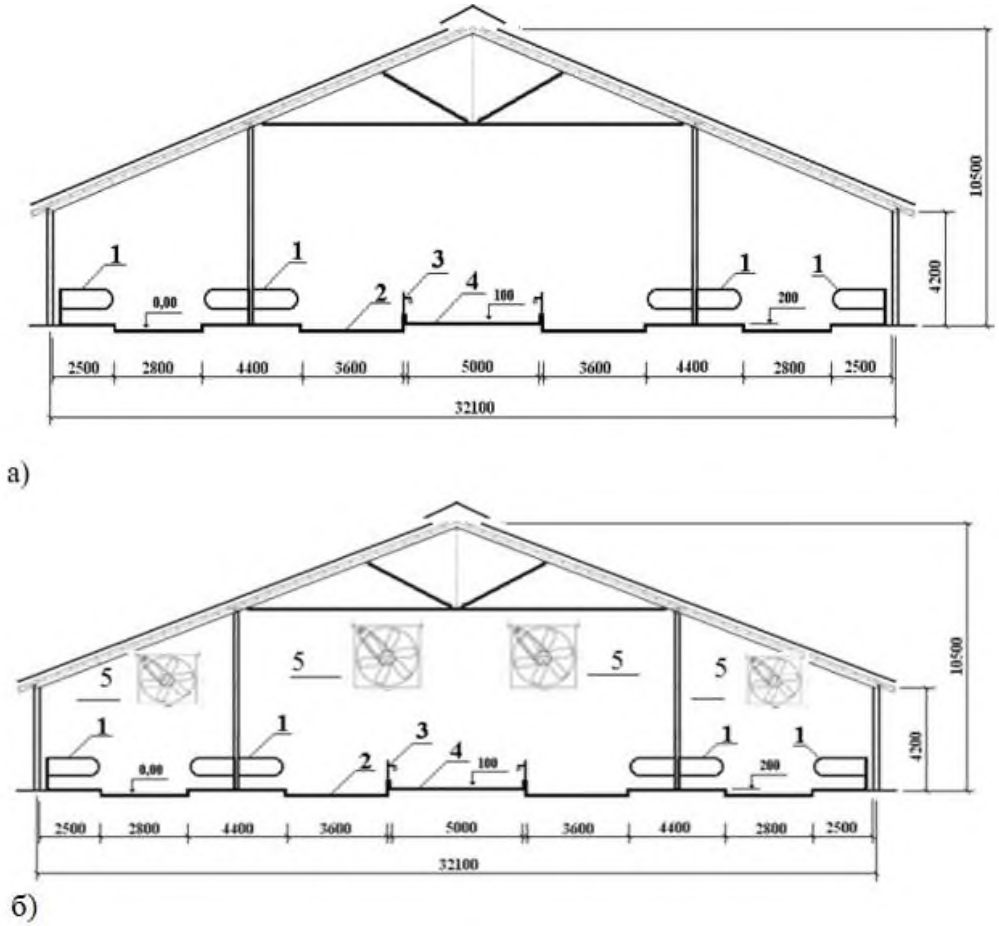


Рис. 1. **Легкозбірні корівники без (а) та з (б) вентиляторами. 1 – бокси для відпочинку корів; 2 – кормовий та гнойовий прохід; 3 – огорожі кормового проходу; 4 – кормовий стіл; 5 – вентилятори**

Ректальну температуру корів та частоту дихання визначали двічі на день після ранкового та денного доїння. Ректальную температуру корів визначали за допомогою ветеринарного термометру *Microlife VT1831* (Швейцарія). Важкість дихання корів у період високотемпературного навантаження визначали за шкалою від 0 до 4,5 балів (Gaughan et al., 2008). Температурно-вологісні індекси (THI_1 та THI_2), індекс температурного навантаження (ITH, °C), коефіцієнт теплової чутливості організму корів розраховували відповідно до загальноприйнятих методик (цит. за Борщ та ін., 2024).

Всі дані представлені як середнє значення ± стандартна похибка середнього. Для оцінки статистичної значущості отриманих значень використовувався t-критерій Стьюдента. Дані вважалися вірогідними при $^{*}P<0,05$, $^{**}P<0,01$, $^{***}P<0,001$. Т-критерій Стьюдента використовували для порівняння середнього значення між приміщеннями з та без використання вентиляторів. Ці розрахунки були виконані за допомогою програмного забезпечення STATISTICA (версія 11.0, 2012).

Результати та їх обговорення. Використання вентиляторів у корівниках в періоди високотемпературного навантаження позитивно вплинуло на показники мікроклімату та значення трьох температурних індексів (табл. 1). Значення середньої температури і відносної вологості повітря у корівнику із застосуванням вентиляторів були на 4,27 °C та 4,03% нижчими порівняно з корівником без вентиляторів. Також спостерігали і нижчі

значення показників температурно-вологісних індексів (THI_1 та THI_2) на 3,49 і 5,16 та індексу температурного навантаження (ITH) на 4,66 °C.

Таблиця 1

Показники мікроклімату та клінічних ознак корів у приміщеннях з вентиляторами та без них

Показники	Приміщення з вентиляторами	Приміщення без вентиляторів
Температура, °C	22,27 ± 0,38***	26,54 ± 0,31
Відносна вологість, %	66,18 ± 0,78**	70,21 ± 0,85
Швидкість руху повітря, м/с	1,03 ± 0,05*	0,79 ± 0,06
THI_1	67,81 ± 0,88*	71,40 ± 1,12
THI_2	70,78 ± 1,52*	75,84 ± 1,77
ITH, °C	24,33 ± 0,42*	28,99 ± 0,31

Примітки: порівняно з приміщенням без вентиляторів *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Результати наших досліджень співпадають із даними West (2003), в котрих вказано, що використання вентиляторів вплинуло на зниження температури і THI у корівниках.

Одним із основних фізіологічних механізмів природної резистентності живих організмів є температура тіла. У великої рогатої худоби вона становить 38,2-39,5 ^{0}C. За такої температури тіла розвивається незначна кількість патогенних мікробів та інших організмів, які у великій кількості знаходяться в навколишньому середовищі (Giannone et al., 2023). Показник середньодобової ректальної температури за утримання у корівнику з використанням вентиляторів був на 0,43 ^{0}C нижчим порівняно з аналогічним корівником без вентиляторів (табл. 2). До того ж, використання вентиляторів вплинуло на частоту дихання та оцінку важкості дихання у корів, котрі були нижчими на 6,44 рухів/хв. та 0,85 бали відповідно. Щодо коефіцієнту адаптивності, то він також був нижчим у корівнику із використанням вентиляторів (на 0,48).

Таблиця 2

Клінічні показники та оцінка важкості дихання корів упродовж спекотного періоду

Показники	Приміщення з вентиляторами	Приміщення без вентиляторів
Ректальна температура, ^{0}C	38,41 ± 0,10*	38,84 ± 0,09
Частота дихання, разів/хв	35,63 ± 0,47***	42,07 ± 0,63
Оцінка важкості дихання, балів	1,34 ± 0,07***	2,19 ± 0,06
Коефіцієнт адаптивності	2,41 ± 0,12*	2,89 ± 0,18

Примітки: порівняно з приміщенням без вентиляторів * - P < 0,05; *** - P < 0,001.

Застосування вентиляторів сприяє зниженню температури тіла у корів протягом спекотних періодів (Muunda et al., 2025). Аналогічні результати були отримані й у роботі Mondaca (2019). Ortiz et al. (2010) зафіксували суттєве зниження ректальної температури тіла у лактуючих корів на комерційній фермі в Саудівській Аравії завдяки використанню вентиляторних систем. Отримані нами дані частково узгоджуються з результатами Zhao et al. (2021), які показали зменшення частоти дихальних рухів у лактуючих корів при утриманні їх у приміщеннях, обладнаних вентиляторами над кормовим столом. Крім того, Calegari et al. (2014) у дослідженнях, проведених в Італії, встановили, що комбіноване застосування вентиляторів і систем водяного зрошення повітря в корівниках під час високих температур дозволяє ефективно знижувати частоту дихання у тварин. Ці висновки добре кореспондуються з нашими результатами щодо впливу вентиляції на респіраторні показники корів.

Встановлено, що використання вентиляторів у приміщеннях вплинуло на тривалість основних поведінкових реакцій (табл. 3).

Таблиця 3

Тривалість основних поведінкових реакцій корів упродовж спекотного періоду

Поведінкові реакції, хв/добу	Приміщення	
	з вентиляторами	без вентиляторів
Лежать	748±7,8*	712±7,2
Їдять	260±3,1*	249±3,6
Рухаються	52±1,4***	80±1,8
Стоять	173±4,8*	185±7,9
П'ють воду	42±0,9***	49±0,6

Примітки: порівняно з приміщенням без вентиляторів *P<0.05; ***P<0.001.

Так, тривалість відпочинку лежачи та споживання корму були на 36 та 19 хв. довшими відповідно. При цьому, тривалість ходьби та стояння були довшими за утримання корів у приміщенні без використання вентиляторів – на 28 та 12 хв. відповідно. Також за такого варіанту утримання тварини на 7 хв. довше проводили споживаючи воду.

Висновки

1. Підвищення середньодобової температури повітря стало суттєвим стрес-фактором для лактуючих корів за утримання у корівнику без використання вентиляторів. Використання вентиляторів у корівниках упродовж спекотного періоду позитивно вплинуло на показники мікроклімату (температура та відносна вологість) та кліматичних індексів (THI_1, THI_2 та ITH).

2. Використання вентиляторів вплинуло на ректальну температуру, частоту дихання та оцінку важкості дихання у корів, котрі були нижчими на: 0,43 ^{0}C; 6,44 рухів/хв. та 0,85 бали відповідно. При цьому тварини, які утримувалися в приміщенні з вентиляторами, проводили на 36 хв. більше часу у положенні лежачи та споживали корм на 19 хв. Довше, порівняно з контролем. Водночас у корів без використання вентиляції тривалість ходьби та стояння була значно вищою – на 28 та 12 хв. відповідно. Крім того, у цьому варіанті утримання тварини на 7 хв. довше проводили час біля напувалок, споживаючи воду.

References

Борщ, О. О., Засуха, Ю. В., Соболєв, О. І., Кельвич, Л. М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: навчальний посібник. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук», 2024. 310 с.

Atkins, I. K., Cook, N. B., Mondaca, M. R., & Choi, C. Y. (2018). Continuous respiration rate measurement of heat-stressed dairy cows and relation to environment, body temperature, and lying time. *Transactions of the ASABE*, 61,1475-1485. https://doi.org/10.13031/trans.12451

Borshch, A.A., Ruban, S., Borshch, A.V., & Babenko, O.I. (2019). Effect of three bedding materials on the microclimate conditions, cows behavior and milk yield. *Polish Journal of Natural Sciences*, 34(1), 19-31.

Borshch, O. O., Ruban, S., & Borshch, O. V. (2021). Review: The influence of genotypic and phenotypic factors on the comfort and welfare rates of cows during the period of global climate changes. *Agraarteadus*, 32(1), 25-34. https://doi.org/10.15159/jas.21.12

Borshch, O. V., Ruban, S., Kostenko, V., Borshch, O. O., Cherniavskyi, O., Korol-Bezpala, L., Fedorchenko, M., & Matvieiev, M. (2022). Effects of different cooling systems on cows' behaviour and comfort during the hot period. *Veterinarija ir Zootechnika*, 80(2), 10-15.

Calegari, F., Calamari, L., & Frazzi, E. (2014). Fan cooling of the resting area in a free stall dairy barn. *International Journal of Biometeorology*, 58, 1225-1236. https://doi.org/10.1007/s00484-013-0716-1

Gaughan, J. B., Mader, T. L., Holt, S. M., & Lisle, A. (2008). A new heat load index for feedlotcattle. *Faculty Papers and Publications in Animal Science*, 1, 226-234. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0305

Giannone, C., Bovo, M., Ceccarelli, M., Torreggiani, D., & Tassinari, P. (2023). Review of the heat stress-induced responses in dairy cattle. *Animals*, 13(22), 3451. https://doi.org/10.3390/ani13223451

Gunn, K. M., Holly, M. A., Veith, T. L., Buda, A. R., Prasad, R., Rotz, C. A., Soder, K. J. & Stoner, A. M. K. (2019). Projected heat stress challenges abatement opportunities for U.S. milk production. *PLoS ONE*, 14, e0214665. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214665

Jannat, A., Johnson, A., & Manriquez, D. (2025). Air quality monitoring in dairy farms: Description of air quality dynamics in a tunnel-ventilated housing barn and milking parlor of a commercial dairy farm. *Journal of Dairy Science*, 108(8), 8567-8581. https://doi.org/10.3168/jds.2025-26372

Jiang, L., Ly, N., & Akdeniz, N. (2025). Assessing ventilation design of dairy buildings equipped with automated milking systems using computational fluid dynamics. *Computers and Electronics in Agriculture*, 239, 110904. https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110904

Lastovska, I., Matvieiev, M., Borshch, O. V., Getya, A., Ruban, S., Babenko, O., Borshch, O. O., Chumachenko, I., & Ostrovskiy, D. (2025). The Influence of Somatic Cell Count in Milk on Its Composition During the Summer Period. *Poljoprivreda*, 31(2), 46-52. https://doi.org/10.18047/poljo.31.2.6

Lutsenko, M., Halai, O., Legkoduh, V., Lastovska, I., Borshch, O., & Nadtochii, V. (2021). Milk production process, quality and technological properties of milk for the use of variousty types of milking machines. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 43, e51336. https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.51336

Matvieiev, M., Getya, A., Nehrey, M., Yakubets, T., Ruban, S., Nazarko, O., Borshch, O.O., Lastovska, I., Baban, V., & Mashkin, M. (2025). Optimisation of dairy farming in Ukraine: Integrating modern information technologies for genetic improvement and sustainable herd management. *Agronomy Research*, 23(1), 435-447. https://doi.org/10.15159/AR.25.010

Mauger, G., Bauman, Y., Nennich, T. & Salathé, E. (2015). Impacts of climate change on milk production in the United States. *The Professional Geographer*, 67(1), 121-131.

Mondaca, M. R. (2019). Ventilation systems for adult dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35, 139-156. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.10.006

Muunda, E., Ceballos, M. C., Ritter, C., VanLeeuwen, J., Rao, E. J. O., & Hall, D. C. (2025). Economic evaluations of cow comfort interventions in dairy production systems: A systematic review protocol. https://dx.doi.org/10.11575/PRISM/50815

Ortiz, X.A., Smith, J.F., Bradford, B.J., Harner, J.P., & Oddy, A. (2010). Effects of running time of a cattle-cooling system on core body temperature of cows on dairy farms in an arid environment. *Journal of Dairy Science*, 93(10), 4949-4954. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3119

Ruban, S., Borshch, O. O., Borshch, O. V., Getya, A., Matvieiev, M., Getya, A., Matvieiev, M., Korol-Bezpala, L., Lastovka, I., & Baban, V. (2025). Implementing fan cooling in barn to improve microclimate and milk yield of dairy cows. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 36, e28927. https://doi.org/10.15381/rivep.v36i3.28927

Ruban, S., Borshch, O.O., Borshch, O.V., Orischuk, O., Balatskiy, Y., Fedorchenko, M., Kachan, A. & Zlochevskiy, M. (2020). The impact of high temperatures on respiration rate, breathing condition and productivity of dairy cows in different production systems. *Animal Science Papers and Reports*, 38(1), 61-72.

Yadav, B., Singh, G., & Wankar, A. (2019). Acclimatization dynamics to extreme heat stress in crossbred cattle. *Biological Rhythm Research*, 52(10), 1589-1603. https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1610627

Ying, Z., Xie, S., Xiu, Z. Sun, Y., Yang, Q., Gao, H., Fan, W., & Wu, Y. (2025). Under heat stress conditions, selenium nanoparticles promote lactation through modulation of rumen microbiota and metabolic processes in dairy goats. *Scientific Reports*, 15(1), 9063. https://doi.org/10.1038/s41598-025-93710-1

Zhao, W., Choi, C., Li, D., Yan, G., Li, H., & Shi, Z. (2021). Effects of airspeed on the respiratory rate, rectal temperature, and immunity parameters of dairy calves housed individually in an axial-fan-ventilated barn. *Animals*, 11(2), 354. https://doi.org/10.3390/ani11020354

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ І АКВАКУЛЬТУРА
AQUATIC BIORESOURCES AND AQUACULTURE

2026. Номер 13, С. 95 – 107.

ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: **27.03.2026** Прийнято: **05.05.2026** Опубліковано: **12.05.2026**

DOI: **10.31890/vttp.2026.13.09**

UDC 639.31:556.531:602.44-7

NITRIFICATION EFFICIENCY IN BIOFILTERS UNDER VARIOUS BIOLOADING METHODS FOR CLOSED-CYCLE WATER SUPPLY PLANTS

D.O. Shablii[1], M.D. Bezuhlyi[1], V.V. Kukoba[2], O.V. Shcherbak[1], I.V. Hnoievyi[1]
[1] State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
[2] Private Enterprise "Kukoba Volodymyr Vasyliovych"

ORCID
D.O. Shablii: https://orcid.org/0009-0009-3572-6999
M.D. Bezuhlyi: https://orcid.org/0000-0002-1659-3029
V.V. Kukoba: https://orcid.org/0009-0007-1089-9741
O.V. Shcherbak: https://orcid.org/0000-0002-4265-3355
I.V. Hnoievyi: https://orcid.org/0000-0003-1350-6898

E-mail: rubovod@gmail.com

Abstract. The rapid development of world aquaculture requires the development of modern technological solutions to maintain stable water quality in industrial aquaculture systems. One of the most effective technologies is recirculation aquaculture system (RAS) installations, which allow significantly reducing the cost of natural and energy resources per kilogram of grown products and ensuring full control of chemical and physical parameters of water. One of the most important elements of the RAS is a biological filter.

In this work, a study of the functioning of various types of biological filter designs used in RAS was carried out, namely: biofilters with fixed bioloading, biological filters with moving bioloading, and drip biofilters. The influence of hydraulic load, water temperature, biological loading area and the influence of contact time on the efficiency of the nitrification process in the RAS were studied.

The ammonia concentration was artificially raised from 1 to 5 mg/l. At the same time, the hydraulic load was increased from 10 to 80 l/min per 1 m^2 of the bioloading surface area. The results of the study showed that biological filters with moving bioloading showed the highest water filtration efficiency – 95% at the minimum water velocity and ammonia concentration. It has been found that increasing the surface area of biological loading and optimizing hydraulic loading can significantly improve the quality of biological filtration. The integral efficiency coefficient (ICE) of nitrification in the biofilter with a moving bioloading was 91.25, which is 6.43% higher than the ICE of the biofilter with a fixed bioloading and 11.91% higher than the ICE of the trickling biofilter. The results of scientific research can be used in aquaculture farms to improve the nitrification process in the RAS system.

***Key words**: aquaculture, quality of nitrification, hydraulic load, nitrogen compounds.*

УДК 639.31:556.531:602.44-7

ЕФЕКТИВНІСТЬ НІТРИФІКАЦІЇ В БІОФІЛЬТРАХ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ БІОЗАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Д.О. Шаблій[1], М.Д. Безуглий[1], В.В. Кукоба[2], О.В. Щербак[1], І.В. Гноєвий[1]
[1]Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна
[2]ФОП «Кукоба Володимир Васильович»
E-mail: rubovod@gmail.com

Анотація. Стрімкий розвиток аквакультури потребує розвитку сучасних технологічних рішень для підтримання стабільної якості води в промислових аквакультурних системах. Однією з найефективніших технологій є установки замкнутого водопостачання (УЗВ), що дозволяють суттєво знизити витрати на природні та енергетичні ресурси на кожен кілограм вирощеної продукції та забезпечити повний контроль хімічних та фізичних параметрів води. Одним із найважливіших елементів системи УЗВ є біологічний фільтр.

Наведено результати досліджень функціонування різних типів конструкцій біологічних фільтрів, що застосовується в системах УЗВ, а саме: біофільтрів з фіксованим біозавантаженням, біофільтрів з рухомим біозавантаженням та крапельних біофільтрів. Дослідили вплив гідравлічного навантаження, температури води, площі біологічного завантаження та вплив часу контакту на ефективність процесу нітрифікації в УЗВ.

Концентрацію аміаку штучно піднімали від 1 до 5 мг/л. Одночасно гідравлічне навантаження підвищували від 10 до 80 л/хв на 1 м^2 площі поверхні біозавантаження. Результати дослідження показали, що біологічні фільтри з рухомим біозавантаженням мали найвищу ефективність фільтрації води – 95% за мінімальної швидкості руху води та концентрації аміаку. Було встановлено, що збільшення площі поверхні біологічного завантаження та оптимізація гідравлічного навантаження можуть суттєво покращити якість біологічної фільтрації. Інтегральний коефіцієнт ефективності (ІКЕ) нітрифікації у біофільтрі з рухомим біозавантаженням був 91,25, що на 6,43 % вище ІКЕ біофільтру з нерухомим біозавантаженням та на 11,91% – ІКЕ крапельного біофільтру. Отримані результати наукових досліджень можуть використовуватися в господарствах з аквакультури для удосконалення процесу нітрифікації в системі УЗВ.

Ключові слова: *аквакультура, якість нітрифікації, гідравлічне навантаження, азотисті сполуки.*

Вступ. Аквакультура є одним із секторів світового виробництва харчових продуктів, який динамічно розвивається. За даними Продовольчої сільськогосподарської організації, доля продукції аквакультури в загальному виробництві та вилові рибних ресурсів постійно збільшується (FAO, 2024). Це пов’язано з підвищенням попиту на білкові продукти харчування та обмеженням природних рибних ресурсів.

Інтенсифікація технологій вирощування риби супроводжується підвищенням швидкості та ступенем забруднення водного середовища. У процесі життєдіяльності риби і розкладання у воді кормових залишків починають накопичуватися азотисті сполуки, а саме аміак, нітрити та нітрати. Ці сполуки негативно впливають на темпи росту гідробіонтів, фізіологічний стан та рівень виживання на всіх етапах вирощування.

Одним з найефективніших рішень для зменшення негативного впливу азотистих забруднень є використання установок замкнутого водопостачання (УЗВ). У таких системах вода багаторазово використовується після проходження через різні види очисного обладнання, до складу якого входять біологічні фільтри, фільтри механічної очистки, системи дезінфекції, тощо.

Біофільтри – це основне обладнання для біологічного очищення оборотної води. У біофільтрах відбувається процес нітрифікації, а саме біологічне окиснення аміаку до нітритів та нітратів. Цей процес відбувається за участю нітрифікуючих бактерій (Ruiz P. et al., 2019).

Сучасні промислові системи для вирощування риби в УЗВ використовують різні конструкції біофільтрів. Найбільш розповсюдженими типами біофільтрів є:

- Біофільтр з рухомим біозавантаженням
- Біофільтр з крапельним біозавантаженням
- Біофільтр з нерухомим біозавантаженням

Всі ці конструкції мають свої гідродинамічні особливості, що впливають на ефективність і швидкість процесу нітрифікації.

Дослідження роботи різних типів біофільтрів дозволяє прогнозувати ефективність їх функціонування та оптимізувати параметри якості води в системі УЗВ на етапі проектування.

Метою досліджень було порівняння роботи різних конструкцій біологічних фільтрів та оцінка їх ефективності у процесі очищення води від аміаку в установках замкнутого водопостачання.

Огляд літератури. З огляду на зростаючий попит на водні продукти та посилення проблеми надмірного вилову риби, необхідно постійно збільшувати кількість риби, вирощеної в аквакультурі (FAO, 2024). Це вимагає розробки технологій ведення сільського господарства, які є не тільки високоефективними, але й екологічно сталими. Установки замкнутого водопостачання (УЗВ) мають переваги над традиційними системами рибництва, а саме – незалежність від великих джерел екологічно чистої води, не забруднюють навколишнє середовище, не конкурують із сільським господарством за виробничі площі. В УЗВ вода багаторазово обробляється та очищується, що зменшує її споживання, водночас дозволяючи повністю контролювати умови навколишнього середовища, такі як температура, pH, концентрація кисню та рівень забруднюючих речовин (Yang et al., 2023). Системи рециркуляційного водопостачання дозволяють вирощувати високоякісну продукцію аквакультури у контрольованих умовах поруч з ринками її збуту. УЗВ у своїх технологічних операціях виконують комплексне очищення води – механічне (фільтрація), біохімічне (денітрифікація) та біофізичне (УФ-випромінення), що дозволяє її використовувати багато разів з мінімальними втратами.

В УЗВ споживання води визначається як об'єм води, що пов'язаний з виробництвом біомаси вирощуваного гідробіонта. Інтенсивність рециркуляції води залежить від якості її очищення і безпосередньо пов'язана зі здатністю біофільтра до нітрифікації (Li et al., 2024).

Інтенсивне вирощування риби є головною умовою в рециркуляційних системах аквакультури, однак за такого методу в системі накопичується органічний азот як метаболіт життєдіяльності риби або внаслідок розкладання залишків кормів (Li et al., 2023). Рециркуляційні системи аквакультури зменшують такий вплив, підтримуючи здорове середовище для риб та інших гідробіонтів (Chen et al., 2019; Roalkvam et al., 2021; Vaage et al., 2021; Lin et al., 2022).

Для успішного виведення азотистих відходів в системах аквакультури розвиток нітрифікуючих бактерій має першорядне значення. Незважаючи на суттєві досягнення в галузі аквакультури, існують суттєві прогалини в знаннях щодо активності бактеріальних нітрифікаторів у різних середовищах, стандартизації стратегій збереження збагачених нітрифікаторів, розкриття екологічного значення, а також успішного інтегрування цих нітрифікаторів у масштабовані та надійні системи аквакультури (Burut-Archanai et al., 2021).

Зниження рівня токсичності розчинених азотистих сполук відбувається завдяки біофільтрам, які за допомоги біозавантаження використовують мікробні колонії нітрифікуючих бактерій для перетворення аміаку в небезпечні нітрати (Neissi et al., 2022). Основним компонентом бактеріального угрупування є аеробні аміакоокислювальні та нітритоокислювальні бактерії, які управляють процесом нітрифікації. Тому контроль цього

процесу є вирішальним у рециркуляційних системах аквакультури, а його неправильне управління призведе до погіршення якості води та загибелі гідробіонтів (Jamal et al., 2024).

В аеробних умовах біологічна фільтрація включає автотрофне видалення амонію та нітритів, а також гетеротрофну деградацію розчиненої та твердої органічної речовини (Kunhiraman et al., 2024). Розчинений азот виводиться з екскрементами у вигляді сечовини та аміаку, а амоній нітрифікується бактеріями до нітрату як кінцевого продукту (Deng et al., 2020): NH_3 (аміак) та NH^+ (іон амонію), сума яких називається загальним амонійним азотом.

Азотні розчинені сполуки можуть бути токсичними для риб на рівнях, що варіюються залежно від виду, розміру риби, наявності завислих частинок, жорсткості та pH води (van der Meeren & Mangor-Jensen, 2020; Vera et al., 2023; Zhang et al., 2023). Прісноводні та морські риби дуже чутливі до розчиненого аміаку, його гранично допустимі рівні коливаються в межах 0,068-2,0 мг NH_3/л (LC_{50}, 96 год.) (Parvathy et al., 2022). Тривалість впливу підвищених концентрацій аміаку також важлива (Li et al., 2022).

Нітрифікація як процес окислення іона амонію та нітритів відбувається в бактеріальній плівці біозавантаження (Hüpeden et al., 2020). Martens-Habbena et al. (2009) стверджують, що на нітрифікацію впливають такі параметри, як концентрація розчиненого аміаку, розчиненого кисню, температура, pH, лужність, що з часом призводять до розподілу різних таксонів нітрифікуючих бактерій на субстраті. Окисні реакції за нітрифікації каталізуються групами мікроорганізмів, які називаються амонійні та нітритні оксиданти, а також Археями (Godzieba et al., 2024).

Нітрифікацію виконують спеціалізовані бактерії, ріст яких можна контролювати. Додавання органічного вуглецю мало суттєвий вплив на збагачення культури нітрифікуючих бактерій (Wu et al., 2024). Світлове опромінення позитивно впливало на нітрифікацію в бактеріальних системах очищення стічних вод (Lu et al., 2023). Підвищення солоності понад 1% погіршило ефективність нітрифікації та змінило структуру нітрифікаторів у мембранному біореакторі (Zou et al., 2023).

Фактори, що впливають на якість нітрифікації в УЗВ недостатньо вивчені. Більшість досліджень направлена на вивчення цього мікробіологічного процесу в системах очищення стічних вод з біофільтрами, які використовуються на промислових очисних спорудах (Yang et al., 2020), у великих акваріумах (Bagchi et al., 2014) та у природному середовищі (Ding et al., 2024), тоді як нітрифікація у біофільтрах УЗВ залишається значною мірою невивченою. У цьому середовищі можуть розвиватися біологічні процеси, що мають свою унікальність. Можуть складатися виняткові взаємозв'язки між бактеріями, відповідальними за ці процеси. Через циклічний рух води та завдяки особливостям харчування риби відбуваються самобутні процеси, які не мають аналогів у подібних системах очищення оборотної води (Almeida et al., 2021).

Технологія вирощування риб в УЗВ має ризик тому, що чисельність нітрифікуючих бактерій у біофільтрі значно знижується в різні періоди доби, або коли їх харчовий субстрат дефіцитний (Bartelme et al., 2017). Після годівлі, коли рівень азотистих сполук зростає, підвищується ризик накопичення токсичних азотистих сполук, оскільки бактерії можуть бути не в змозі переробляти ці сполуки достатньо швидко. Тому наші дослідження направлені на визначення якості очищення оборотної води біологічними фільтрами різних конструкцій, що має велике практичне значення. Ці знання можуть дозволити покращити існуючі фільтри або розробити нові способи для біологічного очищення оборотної води в УЗВ від токсичних азотистих сполук.

Матеріали та методи досліджень. У дослідженні використовували три типи біологічних фільтрів:

1. Біофільтр з нерухомим біозавантаженням. В якості біозавантаження використовувався нерухомий тонучий біологічний носій – гранули *Karsib F*-3 з площею поверхні 1000 $м^2$ / $м^3$ води. Кількість біозавантаження становила 140 л.

2. Біофільтр з рухомим біозавантаженням. В якості біозавантаження використовувався рухомий плаваючий біологічний носій – гранули *Karsib F*-1 з площею поверхні 1000 $м^2/м^3$ води. Біозавантаження становило 140 л.

3. Біофільтр з крапельним біозавантаженням. В якості біозавантаження використовувалися блоки крапельного завантаження з площею поверхні 280 $м^2/м^3$ води.

Біофільтри для рухомого та нерухомого біозавантаження були виконані з поліпропілену. Циліндрична ємність з фальш дном забезпечувала рівномірний потік води який подавався вздовж борту та закручувався (рис. 1). Знизу біофільтру було виготовлено конус для можливості легкої промивки біозавантаження та зливу осаду (рис. 2).

Біофільтр з крапельним біозавантаженням являв собою чотири встановлені один на один блоки розміром 0,5х0,5х0,5 м. Для міцності конструкції блоки були поміщені в металевий каркас. Зверху вода подавалася на перфорований ящик, який забезпечував рівномірний потік по всій поверхні біозавантаження. Для запобігання розбризкування води в приміщенні крапельний біофільтр закривався з усіх сторін щільною ПВХ плівкою (рис. 3).

Досліди проводили за стабільних фізичних та хімічних параметрів води для всіх типів біофільтрів. Вміст розчиненого кисню в воді підтримувався на рівні 7 мг/л. У біофільтрі з рухомим біозавантаженням це забезпечили за допомогою розпилювачів повітря в самому біофільтрі. У біофільтрах з нерухомим біозавантаженням використовували ємність з розпилювачами, в якій проводили аерацію води, а потім насосом подавали повітря у біологічні фільтри.

Рис. 1. **Біофільтр для рухомого та нерухомого біозавантаження**

Рис. 2. **Конус та подвійне дно для промивки біозавантаження**

Для аерації використовували компресор *Jebao PA250*. Для регуляції потоку повітря – регулятор потужності *Jebao FC300*. Для перекачування води через біологічні фільтри – насос *Jebao TSP 22000*, оснащений регулятором потужності. Додатково потік регулювався вентильним краном з датчиком, який слугував для точного замірювання кількості води з метою досягнення необхідних показників гідравлічного навантаження на біофільтри.

У першому досліді працювали з чотирма токсичними для гідробіонтів концентраціями аміаку (NH_3), який подавали на біофільтри: 1 мг/л (зустрічається найчастіше у використаній воді УЗВ за високої щільності посадки гідробіонтів), 2, 3 та 5 мг/л. Вміст аміаку у воді визначали хімічним методом за використання реактиву Несслера з подальшою фотокалориметрією утвореної жовто-коричневої хімічної сполуки.

У другому досліді змінювали гідравлічне навантаження (швидкість руху води) на площу поверхні біозавантаження, яке становило 10, 20, 40 та 80л/хв/м^2 за концентрації аміаку 1 мг/л.

Площа поверхні біозавантаження була вказана на етикетці.

Ефективність роботи біологічних фільтрів оцінювали за показником рівня нітрифікації, а саме у відсотках рівня видалення аміаку з оборотної води.

Для визначення ефективності кожного біофільтру автори ввели показник ,,коефіцієнт ефективності" біофільтра (КЕБ). Він визначається як середній ступінь нітрифікації за заданих режимів роботи і визначається формулою:

$$КЕБ = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4}{\eta}$$

, де:

КЕБ – коефіцієнт ефективності біологічного фільтру, як показник ефективності нітрифікації за різних режимів,

η – кількість експериментальних режимів.

Інтегральний коефіцієнт ефективності (ІКЕ) розрахували як середнє значення суми коефіцієнтів ефективності біофільтрів досліджуваних показників

$$ІКЕ = \frac{КЕБ\ NH_3 + КЕБ\ гідронав.}{2}$$

, де:

КЕБ NH_3 – коефіцієнт ефективності біофільтру за показником нітрифікації аміаку,

КЕБ гідронав. – коефіцієнт ефективності біофільтру у залежності від швидкості руху оборотної води (гідравлічне навантаження).

Рис. 3. **Крапельний біофільтр**

Результати досліджень та їх обговорення. Результати дослідів свідчать, що збільшення концентрації аміаку в воді знижує ефективність нітрифікації для всіх типів біологічних фільтрів за руху води самопливом (10 л/хв).

Найкращий показник нітрифікації мав біологічний фільтр з рухомим біозавантаженням. Його ефективність навіть за самої високої концентрації аміаку становила близько 86% (табл. 1). Найкраще проявили себе біофільтри двох типів з біозавантаженням за найнижчої концентрації аміаку – 1 мг/л, які його знешкоджували на рівні 95% (з рухомим біозавантаженням) та 90 % (з нерухомим біозавантаженням). Крапельний фільтр мав також високий результат нітрифікації – 85 %, але концентрація аміаку залишалася в системі на токсичному для більшості гідробіонтів рівні.

Таблиця 1

Вплив концентрації аміаку на ефективність біофільтрів

Концентрація аміаку, мг/л	Біофільтр з рухомим біозавантаженням %	Біофільтр з нерухомим біозавантаженням %	Крапельний біофільтр %
1	95	90	85
2	93	87	82
3	90	83	78
5	86	78	72

Біофільтр з нерухомим біозавантаженням показав нижчу ефективність за чотирьох експериментальних концентрацій аміаку, порівнюючи з біофільтром з рухомим біозавантаженням. Вважаємо, що рухомість біозавантаження сприяє кращому контакту

нітрифікуючих бактерій з водою, у якій розчинений аміак. Біофільтр з крапельним біозавантаженням показав найнижчі результати ефективності нітрифікації. Головним недоліком цього способу вважаємо малу площу крапельного завантаження (менше у 3,5 раза), порівнюючи з біозавантаженням гранул, що впливає на процес нітрифікації.

За результатами досліджень було виявлено, що підвищення гідравлічного навантаження до 40 л/хв./м^2 за концентрації аміаку 1 мг/л сприяло покращенню ефективності біологічної фільтрації. Це пояснюємо кращим перемішуванням води та рівномірним контактом води з біоплівкою на поверхні біозавантаження.

Підвищення гідравлічного навантаження до 80 л/хв/м^2 призвело до зниження ефективності нітрифікації, що теоретично пов'язано зі скороченням часу контакту води з біоплівкою, але це питання потребує додаткових досліджень.

Серед всіх біофільтрів що досліджувалися, найвищою ефективністю нітрифікації відзначаємо біофільтр з рухомим біозавантаженням, оскільки ефективність нітрифікації досягла 95 % за гідравлічного навантаження 40 л/хв/м^2 (рис. 4). У цьому фільтрі ефективність нітрифікації була вищою за гідравлічного навантаження 10 л/хв/м^2 – 90 %, 20 л/хв/м^2 – 93 %, 80 л/хв/м^2 – 88 %.

Крапельний біофільтр мав найнижчі показники ефективності нітрифікації 10 л/хв/м^2 – 80 %, 20 л/хв/м^2 – 83 %, 40 л/хв/м^2 – 85 %, 80 л/хв/м^2 – 78 %.

Біофільтр з нерухомим біозавантаженням мав середні показники ефективності нітрифікації аміаку серед досліджуваних біофільтрів.

Коефіцієнт ефективності біофільтрів (КЕБ) за показником нітрифікації аміаку, який вводили в УЗВ в кількості 1 мг/л, коливався у залежності від гідравлічного навантаження. Найвищий показник нітрифікації спостерігали за мінімальної досліджуваної швидкості руху води – 10 л/хв/м2 площі поверхні біозавантаження. Середній показник КЕБу біофільтру з рухомим біозавантаженням був вищим на 7,14 % від аналогічного показника біофільтру з нерухомим біозавантаженням, та на 12,9 % – від крапельного біофільтру. Така ж тенденція спостерігалась за чотирьох досліджуваних показників швидкості руху води (рис. 5).

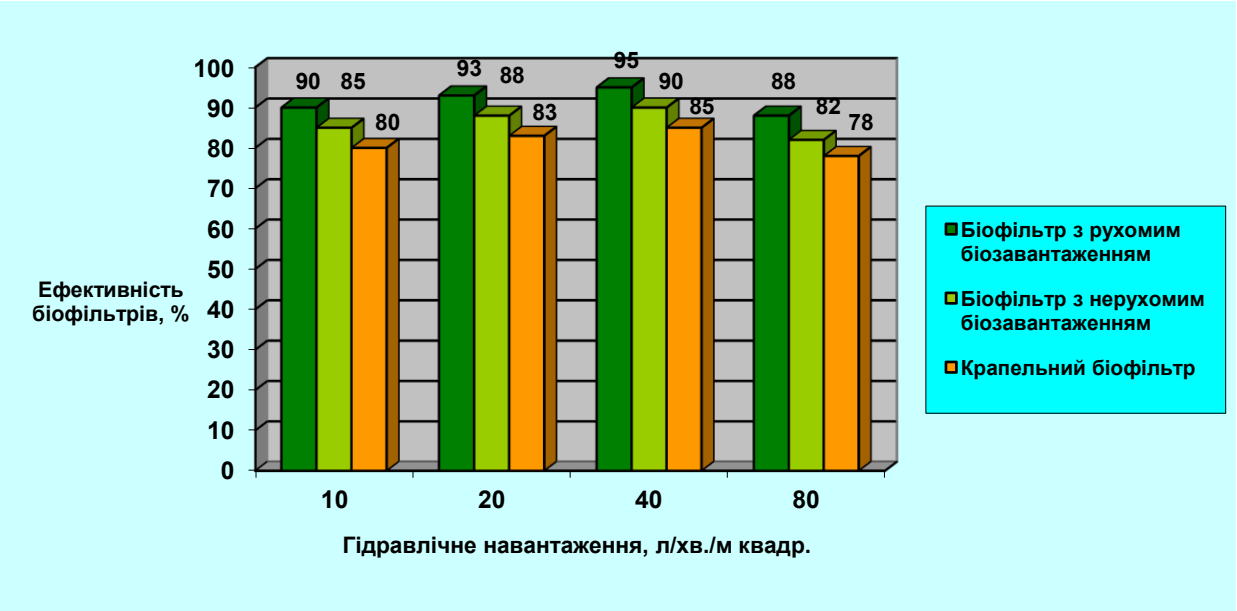


Рис. 4. **Ефективність нітрифікації аміаку у залежності від типу біофільтру та гідравлічного навантаження на м^2 площі поверхні біозавантаження**

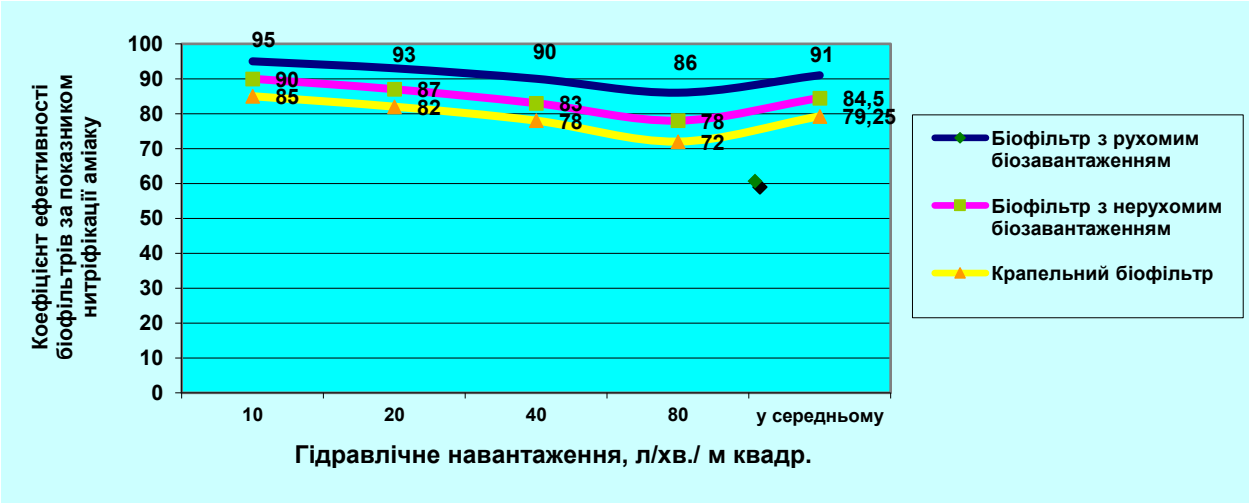


Рис. 5. **Коефіцієнт ефективності біофільтрів за показником нітрифікації аміаку у залежності від їх типу та гідравлічного навантаження на м^2 площі поверхні біозавантаження**

КЕБ за показником гідравлічного навантаження на м^2 площі поверхні біозавантаження був найбільшим у біофільтрі з рухомим біозавантаженням. КЕБ цього фільтру перевищував на 5,73% аналогічний показник біофільтру з нерухомим біозавантаженням, та на 10,92% – від крапельного біофільтру (рис. 6).

Для узагальнення результатів ми визначили інтегральний коефіцієнт ефективності (ІКЕ). ІКЕ біофільтру з рухомим біозавантаженням перевищував ІКЕ біофільтру з нерухомим біозавантаженням на 6,43 %, та – ІКЕ крапельного біофільтру на 11,91 % (рис. 7).

Процес анаеробного окислення токсичних азотистих сполук (анаммокс) визнано екологічно чистим та швидким методом, здатним забезпечити ефективне видалення азоту. Pasmionka et al. (2021) в якості біозавантаження пропонують використовувати «акліматизований» активний мул, що дозволяє зменшити кількість амонійного азоту приблизно на 35,0 %. Abdissa et al. (2025) використовували шар гравію, який виконував функцію біозавантаження. Вони пояснили ефективність цього методу великою площею поверхні гравію, що сприяв мікробній колонізації та кращій нітрифікації азотистих речовин, що повністю підтверджує наші висновки про значну функціональну перевагу біофільтру з рухомим біозавантаженням над крапельним саме через більшу площу поверхні. За цими дослідженнями рівень нітратів після такого очищення становив 0,074 мг/л, порівняно з вихідною водою з УЗВ (1,04 мг/л) (*різниця 92,88 %, прим. авт.*). у нашому дослідженні біофільтр з рухомим біозавантаженням був ефективним у нейтралізації аміаку на 95 % за його вмісту 1 мг/л, а біофільтр з нерухомим біозавантаженням був дієвим на 90 % за цих же умов.

Zhang et al. (2024) пропонують для очищення води від великих концентрацій аміаку використовувати мембранно-аерований біоплівковий реактор, у якому нітрифікуючі бактерії *Nitrosomonas, Nitrospira* та *Candidatus* Brocadia поступово адаптуються, що призводе до ефективності видалення азоту на рівні 60%. Проте, який субстрат вони пропонують у вигляді біозавантаження у біоплівковий реактор автори не вказали.

Navada et al. (2020) прийшли до висновку, що нітрифікуючі біоплівки біозавантаження, що позбавлені органічного вуглецю, демонструють вищу функціональну стійкість. Ahmad et al. (2022) описують технологію сталого очищення стічних вод аквакультури за використання різних видів біозавантаження. Thandar et al. (2016) пропонують для очищення стічних вод використовувати Nitrosomonas mobilis Ms1, виділеної з автотрофних нітрифікуючих гранул біореактора. Всі ці автори прийшли до

висновку, що нітрифікація азотистих сполук за використання різних видів біозавантаження має високу ефективність.

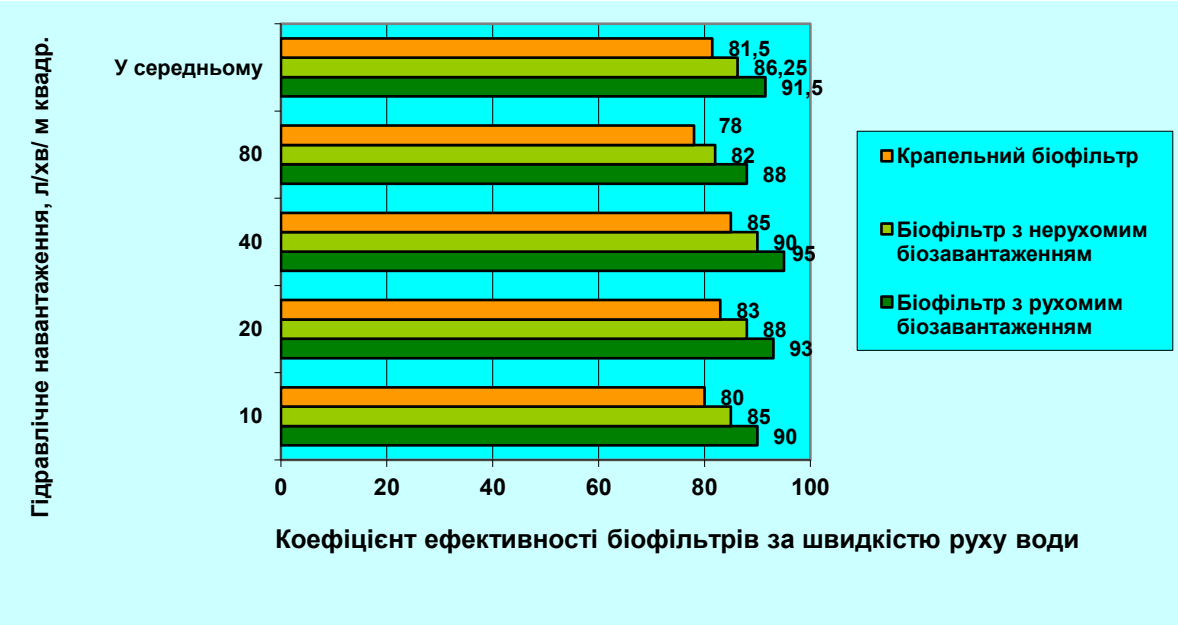


Рис. 6. **Коефіцієнт ефективності біофільтрів у залежності від їх типу та гідравлічного навантаження на м^2 площі поверхні біозавантаження**

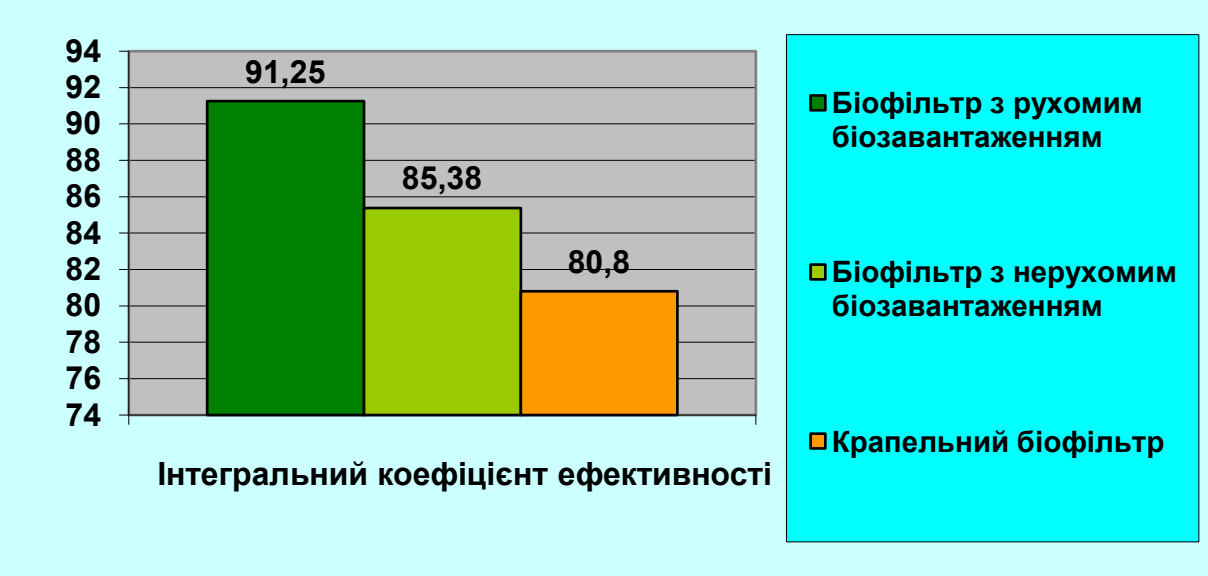


Рис 7. **ІКЕ різних типів біофільтрів**

У майбутньому плануємо визначити ефективність різних способів очищення води в УЗВ (денітрифікація, УФ-опромінення, тощо) за різної щільності посадки гідробіонтів.

Висновки

Типи конструкцій біофільтрів суттєво впливають на ефективність нітрифікації в рециркуляційних аквакультурних системах. Результати досліджень засвідчили найвищу ефективність біофільтрів з рухомим біозавантаженням. Коефіцієнт ефективності у нейтралізації розчиненого аміаку таких біологічних фільтрів становив 95 %, тоді як біофільтри з нерухомим біозавантаженням та крапельним – 90 % та 85 % відповідно.

Гідравлічне навантаження 40 л/хв./м^2 достатнє, щоби розчинений аміак був окислений біофільтром з рухомим біозавантаженням до нетоксичного рівня. Проте, за

гідравлічного навантаження 10 л/хв./м^2 досягається найвища ефективність процесів нітрифікації.

З підвищенням концентрації розчиненого аміаку в воді поступово знижується ефективність роботи біологічних фільтрів, проте біофільтри з рухомим біозавантаженням показують кращу стійкість до підвищених концентрацій аміаку.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні систем УЗВ у господарствах з аквакультури, а також при модернізації біофільтрів.

References

Abdissa, B., Gete, M., & Muluneh, E. (2025). Evaluation of nutrient flow through and media – bed aquaponic systems. *Aquaculture, Fish and Fisheries* 5(5): e70122. https://doi.org/10.1002/aff2.70122

Ahmad, A. L., Chin, J. Y., Mohd Harun, M. H. Z., & Low S. C. (2022). Environmental impacts and imperative technologies towards sustainable treatment of aquaculture wastewater: a review. *Journal of Water Process Engineering*, 46: 102553. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102553

Almeida, D. B., Magalhães, C., Sousa, Z., Borges, M. T., Silva, E., Blanquet, I., & Mucha, A. P. (2021). Microbial community dynamics in a hatchery recirculating aquaculture system (RAS) of sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture,* 539: 736592. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736592

Bagchi, S., Vlaeminck, S. E., Sauder, L. A., Mosquera, M., Neufeld, J. D., & Boon, N. (2014). Temporal and spatial stability of ammonia-oxidizing archaea and bacteria in aquarium biofilters. *PLoS ONE* 9: e113515. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113515

Bartelme, R. P., McLellan, S. L., & Newton, R. J. (2017). Freshwater recirculating aquaculture system operations drive biofilter bacterial community shifts around a stable nitrifying consortium of ammonia-oxidizing archaea and *Comammox Nitrospira*. *Frontiers in Microbiology,* 8: 101. DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00101

Burut-Archanai, S., Ubertino, D., Chumtong, P., Mhuantong, W., Powtongsook, S., & Piyapattanakorn, S. (2021). Dynamics of microbial community during nitrification biofilter acclimation with low and high ammonia. *Marine Biotechnology*, 23, 671–681. https://doi.org/10.1007/s10126-021-10056-1

Chen, Z., Chang, Z., Zhang, L., Jiang, Y., Ge, H., Song, X., Chen, S., Zhao, F., & Li, J. (2019). Effects of water recirculation rate on the microbial community and water quality in relation to the growth and survival of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *BMC Microbiology,* 19, 192. https://doi.org/10.1186/s12866-019-1564-x

Deng, M., Dai, Z., Senbati, Y., Li L., Song, K., & He, X. (2020). Aerobic denitrification microbial community and function in zero-discharge recirculating aquaculture system using a single biofloc-based suspended growth reactor: influence of the carbon-to-nitrogen ratio. *Frontiers in Microbiology,* 11: 1760. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01760

Ding, F., He, T., Qi, X., Zhang, H., An, L., Xu, S., & Zhang, X. (2024). *Comammox Nitrospira* dominates the nitrification in artificial coniferous forest soils of the Qilian mountains. *Science of The Total Environment*, 906: 167653. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167653

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024—Blue Transformation in Action*; FAO: Rome, Italy, 2024; ISBN 978-92-5-138763-4. https://doi.org/10.4060/cd0683en

Godzieba, M., Hliwa, P., & Ciesielski, S. (2024). Network of nitrifying bacteria in aquarium biofilters: an unfaltering cooperation between *Comammox Nitrospira* and ammonia-oxidizing archaea. *Water*, 17(1), 52. https://doi.org/10.3390/w17010052

Hüpeden, J., Wemheuer, B., Indenbirken, D., Schulz, C., & Spieck, E. (2020). Taxonomic and functional profiling of nitrifying biofilms in freshwater, brackish and marine RAS biofilters. *Aquacultural Engineering*, 90: 102094. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102094

Jamal, A., Nasser, A., & van Rijn, J. (2024). Real-time ammonia estimation in recirculating aquaculture systems: a data assimilation approach. *Aquacultural Engineering,* 106: 102432. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2024.102432

Kunhiraman, S., Singh, B., Sarasan, M., & Puthumana, J. (2024). Immobilized microbial consortia: an eco-friendly and sustainable solution for aquaculture waste management. *The Microbe,* 4(3): 100100. https://doi.org/10.1016/j.microb.2024.100100

Li, H., Cui, Z., Cui, H., Bai, Y., Yin, Z., & Qu, K. (2023). A review of influencing factors on a recirculating aquaculture system: environmental conditions, feeding strategies, and disinfection methods. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54, 566–602. https://doi.org/10.1111/jwas.12976

Li, h., He, Z., & Li, C. (2024). Lichtfouse E. Nitrogen removal by heterotrophic nitrification-aerobic denitrification bacteria: a review. *Desalination and Water Treatment* 317: 100227. https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100227

Li, Q., Hasezawa, R., Saito, R., Okano, K., Shimizu, K., & Utsumi, M. (2022). Abundance and diversity of nitrifying microorganisms in marine recirculating aquaculture systems. *Water* 14: 2744. https://doi.org/10.3390/w14172744

Lin, W., Luo, H., Wu, J., Hung, T.-C., Cao, B., Liu, X., Yang, J., & Yang, P. (2022). A review of the emerging risks of acute ammonia nitrogen toxicity to aquatic decapod crustaceans. *Water*, 15: 27. https://doi.org/10.3390/w15010027

Lu, J., Hong, Y., Wei, Y., & Gu, J.-D. (2021). Nitrification mainly driven by ammonia-oxidizing bacteria and nitrite-oxidizing bacteria in an anammox-inoculated wastewater treatment system. *AMB Express*, 11(1): 158. https://doi.org/10.1186/s13568-021-01321-6

Lu, S., Li, Y., Liu, X., & Cheng, G. (2023). Influence of light irradiation on nitrification in microalgal–bacterial systems for treating wastewater. *Processes*, 11(12): 3453. https://doi.org/10.3390/pr11123453

Martens-Habbena, W., Berube, P. M., Urakawa, H., de la Torre, J. R., & Stahl, D. A. (2009). ammonia oxidation kinetics determine niche separation of nitrifying archaea and bacteria. *Nature*, 461: 976–979. https://www.nature.com/articles/nature08465

Navada, S., Knutsen, M. F., Bakke, I., & Vadstein, O. (2020). Nitrifying biofilms deprived of organic carbon show higher functional resilience to increases in carbon supply. *Scientific Reports*, 10: 7121. DOI:10.1038/s41598-020-64027-y

Neissi, A., Rafiee, G., Rahimi, S., Farahmand, H., Pandit, S., & Mijakovic, I. (2022). Enriched microbial communities for ammonium and nitrite removal from recirculating aquaculture systems. *Chemosphere* 295: 133811. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133811

Parvathy, A. J., Bini, C. D., Jifiriya, M. J., & Varghese, T. (2022). Ammonia induced toxico-physiological responses in fish and management interventions. *Reviews in Aquaculture*, 15(1). https://doi.org/10.1038/s41598-020-64027-y

Pasmionka, I. B., Bulski, K., Herbut, P., Boliglova, E., Vieira, F. M. C., Bonassa, G., Bortoli, M., & de Pra, M. C. (2021). Toxic effect of ammonium nitrogen on the nitrification process and acclimatisation of nitrifying bacteria to high concentrations of NH4-N in wastewater. *Energies*, 14(17): 532. https://doi.org/10.3390/en14175329

Roalkvam, I., Drønen, K., Dahle, H., & Wergeland, H. I. (2021). A case study of biofilter activation and microbial nitrification in a marine recirculation aquaculture system for rearing atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Research*, 52, 94–104. https://doi.org/10.1111/are.14872

Ruiz, P., Vidal, J.M., Sepúlveda, D., & Torres, C. (2019). Overview and future perspectives of nitrifying bacteria on biofilters for recirculating aquaculture systems. *Reviews in Aquaculture*, 12(3). https://doi.org/10.1111/raq.12392.

Thandar, S. M., Ushiki, N., Fujitani, H., Sekiguchi, Y., & Tsuneda, S. (2016). Ecophysiology and comparative genomics of *Nitrosomonas mobilis* Ms1 isolated from autotrophic nitrifying granules of wastewater treatment bioreactor. *Frontiers in Microbiology*, 7: 1869. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01869

Tuyet, D. T. A., Hiep, L. M., Binh, H. T., Huyen, L. T., Tang, S. L., Chiang, P. W., & Hao, D. M. (2022). A multi-step nitrifying microbial enrichment to remove ammonia and nitrite in brackish aquaculture systems. *Biodegradation*, 33(4), 373-388. https://doi.org/10.1007/s10532-022-09988-9

Vaage, B., & Myrick, C. (2021). The effects of acute and chronic exposure of ammonia on juvenile burbot (*Lota lota*) growth and survival. *Aquaculture*, 542, 736891. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736891

van der Meeren, T., & Mangor-Jensen, A. (2020). Tolerance of Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.) Larvae to Acute Ammonia Exposure. *Aquac. Int.* 28: 1753–1769. https://doi.org/10.1007/s10499-020-00555-8

Vera, L., Aguilar Galarza, B., Reinoso S., Bohórquez-Cruz, M., Sonnenholzner, S., & Argüello-Guevara, W. (2023). Determination of acute toxicity of unionized ammonia in juvenile longfin yellowtail (*Seriola rivoliana*). *Journal of the World Aquaculture Society*, 54: 1110–1120. https://doi.org/10.1111/jwas.12971

Wu, J., Xu, W., Xu, Y., & Su, H. (2024). Impact of organic carbons addition on the enrichment culture of nitrifying biofloc from aquaculture water: process, efficiency, and microbial community. *Microorganisms*, 12(4): 703. https://doi.org/10.3390/microorganisms12040703

Yang, J., Jia, L., Guo, Z., Shen, Y., Li, X., Mou, Z., Yu, K., & Lin, J.C.-W. (2023). Prediction and control of water quality in recirculating aquaculture system based on hybrid neural network. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 121: 106002. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106002

Yang, Y., Pan, J., Zhou, Z., Wu, J., Liu, Y., Lin, J.-G., Hong, Y., Li, X., Li, M., & Gu, J.-D. (2020). Complex microbial nitrogen-cycling networks in three distinct Anammox-inoculated wastewater treatment systems. *Water Research.* 168: 115142. https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115142

Zhang, J.-F., Lai, C.-Y., Cao, X.-X., Hartmann, E. M., & Zhao, H.-Ping (2024). High ammonia loading rate and biofilm reattachment initiated partial nitrification and anammox in a membrane aerated biofilm reactor. *Journal of Water Process Engineering*, 58: 104829. doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.104829

Zhang, T.-X., Li, M.-R., Liu, C., Wang, S.-P., & Yan, Z.-G. (2023). A Review of the toxic effects of ammonia on invertebrates in aquatic environments. *Environmental Pollution*, 336: 122374. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122374

Zou, J., Zhang, K., Wang, S., & Li, M. (2023). The elevation of salinity above 1% deteriorated nitrification performance and reshaped nitrifier community of an MBR: An often-overlooked factor in the treatment of high-strength ammonium wastewater. *Chemosphere*, 335 (9), 139072. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139072

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА
VETERINARY MEDICINE

2026. Номер 13, С. 108 – 117.

ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: **14.04.2026** Прийнято: **05.05.2026** Опубліковано: **12.05.2026**

DOI: **10.31890/vttp.2026.13.10**

UDC: 636.8.09:616.3-07-091

PATHOMORPHOLOGY AND MICROBIOLOGICAL VERIFICATION OF TRIADITE IN DOMESTIC CATS: A CLINICAL CASE

O.E. Andriyash, N.M. Tishkina
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID
O.E. Andriyash: https://orcid.org/0009-0001-6161-9400
N.M. Tishkina: https://orcid.org/0000-0003-2662-5327

E-mail: tishkina.n.m@dsau.dp.ua

Abstract. Feline triaditis is a complex multiorgan pathological condition characterized by combined inflammation of the duodenum, pancreas, and hepatobiliary system. The anatomical features of cats, in particular the presence of a common duct of the hepatopancreatic ampulla, into which the main pancreatic duct and the common bile duct open, create conditions for the retrograde spread of bacterial agents and inflammatory mediators. This study describes a clinical and morphological case of a nine-year-old domestic cat with the aim of a detailed assessment of pathomorphological changes and microbiological profile of target organs. Comprehensive diagnostics included clinical examination, sonographic examination of the abdominal cavity, and laboratory blood tests. During life, pronounced cholestasis (increased GGT over 120 U/l), hepatocyte cytolysis (ALT 185 U/l) and a two-fold excess of the norm of specific pancreatic lipase (7.5 µg/l) were recorded. To verify the diagnosis after the death of the animal, a postmortem autopsy was performed with subsequent histopathological examination of tissues and bacteriological analysis of the contents of the duodenum and bile. During macroscopic examination, hepatomegaly with signs of lipidosis, pancreatic edema and foci of steatonecrosis on the omentum were detected. Histological analysis confirmed the presence of diffuse vacuolar hepatopathy, acinar necrosis of the pancreas and lymphoplasmacytic infiltration of the duodenum. The results of the bacteriological study revealed a high concentration of multidrug-resistant Escherichia coli (10^7 CFU/ml) in the duodenum, but the bile culture under identical cultivation conditions remained sterile. The obtained data provide grounds to argue that in triaditis, damage to parenchymal organs can develop by the mechanism of a reactive response to intestinal dysbiosis and systemic endotoxemia even in the absence of direct bacterial colonization of the biliary tract.

Key words: *cats, inflammation of the liver, pancreas and duodenum, pathohistological and bacteriological research methods, pathomorphological changes.*

УДК: 636.8.09:616.3-07-091

ПАТОМОРФОЛОГІЧНА ТА МІКРОБІОЛОГІЧНА ВЕРИФІКАЦІЯ ТРІАДИТУ У ДОМАШНІХ КОТІВ: КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК

О.Є. Андріяш, Н.М. Тішкіна
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна
E-mail: tishkina.n.m@dsau.dp.ua

Анотація. Тріадит котів є складним поліорганним патологічним станом, що характеризується поєднаним запаленням дванадцятипалої кишки, підшлункової залози та гепатобіліарної системи. Анатомічні особливості котів, зокрема наявність спільної протоки печінково-підшлункової ампули, куди відкриваються основна протока підшлункової залози та загальна жовчна протока, створюють умови для ретроградного поширення бактеріальних агентів і медіаторів запалення. У цьому дослідженні описано клініко-морфологічний випадок захворювання дев'ятирічної домашньої кішки з метою детального оцінювання патоморфологічних змін та мікробіологічного профілю органів-мішеней. Комплексна діагностика включала клінічний огляд, сонографічне дослідження черевної порожнини та лабораторний аналіз крові. Прижиттєво було зафіксовано виражений холестаз (підвищення ГГТ понад 120 Од/л), цитоліз гепатоцитів (АЛТ 185 Од/л) та дворазове перевищення норми специфічної панкреатичної ліпази (7,5 мкг/л). Для верифікації діагнозу після загибелі тварини проведено фрагментарний патологоанатомічний розтин із наступним патогістологічним дослідженням тканин органів-мішеней та бактеріологічним аналізом вмісту дуоденуму й жовчі. Під час макроскопічного огляду виявлено гепатомегалію з ознаками ліпідозу, набряк підшлункової залози та вогнища стеатонекрозу на сальнику. Гістологічний аналіз підтвердив наявність дифузної вакуольної гепатопатії, ацинарного некрозу підшлункової залози та лімфоплазмоцитарної інфільтрації дванадцятипалої кишки. Результати бактеріологічного дослідження виявили високу концентрацію мультирезистентної *Escherichia coli* (10^7 КУО/мл) у дванадцятипалій кишці, проте культура жовчі за ідентичних умов культивування залишалась стерильною. Отримані дані дають підстави стверджувати, що за тріадиту ураження паренхіматозних органів може розвиватись за механізмом реактивної відповіді на кишковий дисбіоз та системну ендотоксемію навіть за відсутності безпосередньої бактеріальної колонізації жовчовивідних шляхів.

Ключові слова: *коти, захворювання печінки, підшлункової залози та кишечника, патогістологічні і бактеріологічні методи дослідження, патоморфологічні зміни.*

Вступ. *Актуальність теми.* Тріадит котячих на сьогодні залишається однією з найскладніших патологій у ветеринарній гастроентерології. Він характеризується одночасним запаленням підшлункової залози (панкреатит), жовчовивідних шляхів (холангіт/холангіогепатит) та тонкого відділу кишечника (IBD) (Cridge, 2026). Хоча точні причини залишаються предметом дискусій, вважається, що тісна анатомічна близькість проток підшлункової залози та печінки у котів сприяє поширенню бактеріальної інфекції або імуноопосередкованого запалення між цими органами (Simpson, 2015; Lidbury et al., 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Діагностика тріадиту є складною через неспецифічність симптомів, таких як млявість, анорексія та блювота (Fragkou et al., 2016). Важливу роль у виявленні патологій відіграє візуалізація органів (Кравченко& Боброва, 2018). Ультрасонографія черевної порожнини є золотим стандартом для оцінки стану печінки, жовчного міхура, підшлункової залози та кишечника (Baez et al., 1999; Larson, 2016; Griffin, 2019). Однак для остаточного підтвердження діагнозу та диференціації між типами холангіту (наприклад, лімфоцитарним) часто потрібна гістопатологічна оцінка біоптатів (Day et al., 2008; Warren et al., 2011). При цьому важливо враховувати, що

результати можуть відрізнятися залежно від методу забору матеріалу – голкової чи клиноподібної біопсії (Cole et al., 2002). Сучасні дослідження підкреслюють значну роль мікробіоти кишечнику в розвитку хронічних ентеропатій та запальних процесів у котів (Simpson, 2016; Allenspach, 2020). Розуміння коморбідності (супутніх захворювань) за тріадиту допомагає краще прогнозувати перебіг хвороби та підбирати специфічну терапію (Černá et al., 2020). Окрему увагу слід приділяти стану жовчного міхура, оскільки його захворювання часто супроводжують загальну картину тріадиту (Harris, 2020). Терапія зазвичай включає комбінацію дієтотерапії, антибіотикотерапії, імуносупресивних засобів та підтримуючого лікування (Twedt, 2014; Brister, 2020). У випадках асимптоматичного перебігу медикаментозний контроль також може бути успішним для запобігання прогресуванню хвороби (Rakshit et al., 2021). Актуальні концепції лікування наголошують на важливості комплексного підходу до всіх трьох уражених систем (Marks, 2013; Локес & Шеремет, 2021; Buscă & Codreanu, 2025).

Метою роботи було провести патоморфологічний аналіз поєднаного ураження органів-мішеней за тріадиту в домашньої кішки та проаналізувати можливу участь бактеріального чинника в розвитку виявлених змін.

Завдання дослідження:

1. Провести макроскопічне дослідження органів гепатопанкреато-дуоденальної системи для оцінки їх анатомо-морфологічного стану та виявлення характерних ознак запальних процесів.

2. Охарактеризувати мікроструктурні зміни в тканинах печінки, підшлункової залози та дванадцятипалої кишки з метою верифікації патологічних станів, характерних для тріадиту.

3. Здійснити бактеріологічний аналіз вмісту дванадцятипалої кишки та жовчі з метою ідентифікації домінуючої мікрофлори та визначення її кількісних показників (КУО).

4. Визначити профілі антибіотикорезистентності виділених ізолятів для аналізу їхнього можливого патогенетичного впливу на перебіг захворювання.

5. Оцінити ймовірний зв'язок між бактеріологічними характеристиками кишечника та характером патоморфологічних змін у паренхіматозних органах.

Матеріал і методи досліджень. Для проведення дослідження було використано комплексний підхід, що поєднує макроскопічні, патогістологічні та бактеріологічні методи аналізу. Матеріалом дослідження слугував труп домашньої короткошерстої кішки (самка, віком 9 р.). Верифікацію діагнозу здійснювали шляхом часткового розтину черевної стінки з цілеспрямованою оцінкою та відбором фрагментів печінки, підшлункової залози та дванадцятипалої кишки**.** Патогістологічний метод включав фіксацію відібраних зразків тканин у 10% нейтральному розчині формаліну протягом 48 год, зневоднення в серії спиртів зростаючої міцності (60-96 %) та заведенні в парафін. Гістологічні зрізи товщиною 7–10 мкм виготовляли на санному мікротомі *MC-2* з послідуючим фарбуванням гематоксиліном та еозином для загальноморфологічного аналізу згідно описаного алгоритму (Гоpальський та співавт., 2011). Препарати досліджували за допомогою світлового мікроскопа *Micromed XS-3330* (збільшення ×64, ×160, ×640), фотодокументування здійснювали цифровою камерою *Micromed MDC–500*.

Бактеріологічний метод передбачав асептичний відбір вмісту дванадцятипалої кишки та жовчі. Первинний посів здійснювали на м'ясо-пептонний агар (МПА) та агар Ендо методом серійних розведень для визначення кількості колонієутворювальних одиниць (КУО/мл) згідно з вимогами ДСТУ EN ISO 7218:2017. Культивування проводили за температури 37 ^{0}С протягом 24–48 год. Ідентифікацію виділених ізолятів (зокрема *E. coli*) здійснювали за морфологічними (фарбування за Грамом), культурними та біохімічними властивостями (Quinn et al., 2026). Чутливість мікрофлори до антибіотиків визначали дисково-дифузійним методом на агарі Мюллера-Хінтона відповідно до Наказу МОЗ України № 1254 (2021). Ідентифікацію мікрофлори та оцінку її кількісного вмісту проводили відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 7218:2017 та Quinn et al. (2026). Чутливість виділених ізолятів до антибіотиків визначали згідно з Наказом МОЗ України № 1254 (2021)».

Опис випадку. До ветеринарної клініки «ВетМед» м. Дніпро звернулись власники дев'ятирічної домашньої короткошерстної кішки зі скаргами на періодичне блювання

протягом останніх двох міс., поступову втрату маси тіла (близько 800 г за півроку) та періодичну відмову від корму. Попереднє лікування симптоматичними сорбентами давало лише короткочасний ефект. Результати клінічного огляду тварини виявили загальне пригнічення, дегідратацію в межах 5–7%, іктеричність (жовтяничність) слизових оболонок легкого ступеня, пальпаторно виражену больову реакція в ділянці епігастрію та правого підребер'я.

В ході проведеного лабораторного дослідження було виявлено характерні для тріадиту зміни біохімічних показників крові (табл. 1).

Результати аналізу свідчили про порушення роботи печінки. Одночасне підвищення рівня АЛТ (185 ОД/л) вказувало на цитоліз гепатоцитів. Екстремально високий показник ГГТ (>120 ОД/л) у поєднанні з підвищеною лужною фосфатазою (78 ОД/л) та загальним білірубіном (12,4 мкмоль/л) свідчив про розвиток холестазу, що спричинило інтоксикацію організму та появу у тварини жовтяниці. Знижений рівень альбуміну (21 г/л), на нашу думку, міг бути наслідком порушення його синтезу в ураженій печінці або втрати через запалену слизову оболонку кишечника. Перевищення норми рівня специфічної панкреатичної ліпази (7,5 мкг/л) удвічі у поєднанні з гіперглікемією вказувало на гостре запалення підшлункової залози та сильний гормональний стрес.

Таблиця 1

Результати біохімічного аналізу сироватки крові кішки

Показник	Результат	Норма
Загальний білок, г/л	60	57–78
Альбумін, г/л	21	25–37
Глобулін, г/л	39	27–52
АЛТ, Од/л	185	до 80
АСТ, Од/л	60	18–51
ГГТ, Од/л	> 120	до 10
Лужна фосфатаза, Од/л	78	9–53
Білірубін загальний, мкмоль/л	12,4	до 6,8
Креатинін, ммоль/л	66	71–159
Сечовина, ммоль/л	150	до 48
Глюкоза, ммоль/л	7,2	3,3–6,5
fPLI (Ліпаза) мкг/л	7,5	до 3,5

За результатами загального аналізу крові показники червоної крові (еритроцити, гемоглобін) залишалися стабільними, що свідчило про відсутність анемії (табл. 2). Кількість лейкоцитів (19,4) і гранулоцитів (13,9) на рівні верхньої межі норми вказувало про початок запального процесу та бкло тривожною ознакою виснаження компенсаторних можливостей організму.

Таблиця 2

Результати загального аналізу крові

Показник	**Результат**	**Норма**
Еритроцити, 10^{12}/л	9,72	4,60 – 10,00
Гемоглобін, Г/л	135	93 –153
Гематокрит, %	39, 5	28,0 – 49, 0
МСН (Середній вміст гемоглобіну) п/г	13,8	13,0 – 21,0
МСНС (Середня концентрація гемоглобіну) Г/л	341	300 - 380
Лейкоцити (10^9/л)	19,4	5,5 – 19,5
Лімфоцити (абс., 10^9/л.)	4,7	0,8 – 7,0
Моноцити, (абс., 10^9/л.)	0,8	0,0 – 1,9
Гранулоцити (абс., 10^9/л)	13,9	2,1 – 15,0
Лімфоцити (%)	24,2	12,0 – 45,0
Моноцити (%)	4,3	2,0 – 9,0
Тромбоцити, 10^9/л	220	100 - 514

Проведене ультрасонографічне дослідження органів черевної порожнини виявило тріаду ознак: печінка – набрякла, збільшена в розмірах, ехогенність знижена, структура паренхіми неоднорідна, судинний рисунок чітко вражений, жовчні протоки розширені; жовчний міхур – стінка набрякла, товщиною 2,1 мм, у просвіті значна кількість дрібнодисперсного осаду (біліарний сладж). Загальна жовчна протока розширена до 4,2 мм; підшлункова залоза – тіло та ліва частка потовщені до 11,5 мм, структура паренхіми дифузно неоднорідна, гіпоехогенна. Навколо залози візуалізувався гіперехогенний жир (ознака панкреонекрозу/стеатиту). Дванадцятипала кишка – стінка потовщена до 3,8 мм, співвідношення шарів порушене за рахунок гіпертрофії м'язового шару. Мезентеріальні лімфатичні вузли збільшені (до 6 мм у діаметрі).

За результатами клінічного обстеження, лабораторних та інструментальних методів дослідження встановлено попередній діагноз «тріадит» (поєднання хронічного панкреатиту у фазі загострення, лімфоцитарно-плазмоцитарного холангіогепатиту та хронічного ентериту).

Призначена терапія включала антибіотикотерапію (внутрішньовенно амоксицилін/клавуланат (12,5 мг/кг) + Метронідазол (10 мг/кг), інфузійну терапію – розчин Рінгера-Локка для корекції електролітного балансу. Гастропротекція: Фамотидин або Омепразол. Дієтотерапію – спеціалізований раціон *Gastrointestinal Moderate Calorie*. Призначена терапія не мала успіху і тварина загинула на другий день після початку лікування.

Для встановлення причини смерті було проведено частковий розтин трупа тварини з метою візуальної оцінки патологічних змін в органах-мішенях (печінці, підшлунковій залозі та дванадцятипалій кишці), відібрані фрагменти органів для проведення патогістологічного дослідження, жовч і мазок зі слизової оболонки дванадцятипалої кишки для бактеріологічного дослідження.

В результаті візуальної оцінки було виявлено ряд патологічних змін у комплексі «печінка – підшлункова залоза – дванадцятипала кишка» (рис. 1).

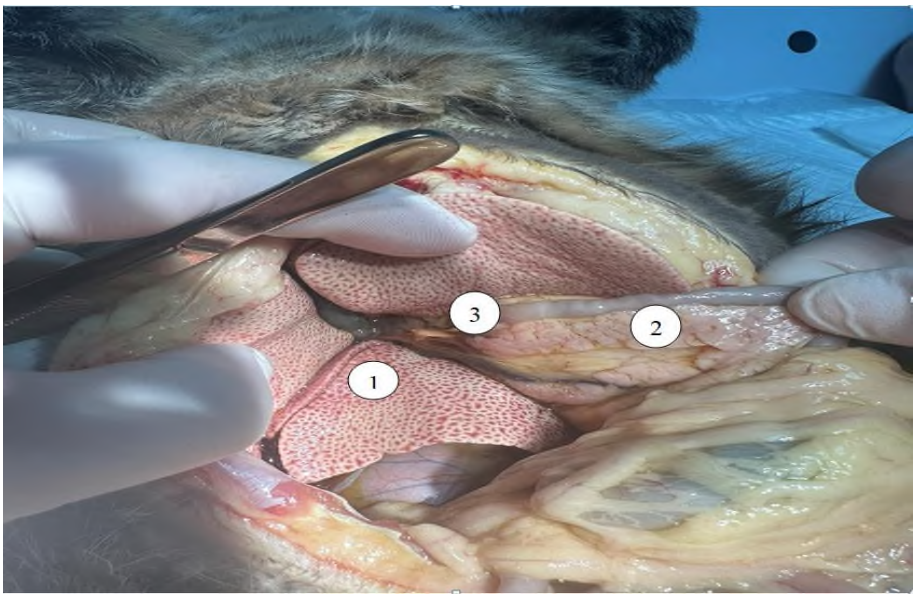


Рис. 1. **Макроскопічна картина органів черевної порожнини кішки:** 1 – печінка з ознаками жирової дистрофії; 2 – набряк підшлункової залози; 3 – потовщена ділянка дванадцятипалої кишки

Макроскопічно печінка була збільшена в розмірах, краї часток – притуплені. Консистенція органу в'яла (дрябла), колір – блідо-жовтий. Поверхня печінки гладка, проте напружена внаслідок набряку паренхіми. Візуалізувалося чергування світло-жовтих ділянок із темно-червоними крапками. Поверхня розрізу матова; характерний дрібнозернистий «мускатний» малюнок вказував на хронічну венозну гіперемію та жирову

дистрофію (ліпідоз) на тлі холангіогепатиту. Жовчний міхур був збільшений в об'ємі, наповнений жовчю, зі стінками в стані напруження та сіро-зеленим забарвленням серозної оболонки. На розрізі стінка міхура потовщена, слизова оболонка складчаста; жовч коричнево-зеленуватого кольору зі згустками свідчила про виражений холестаз.

Підшлункова залоза мала неоднорідну вузлувату поверхню та була набряклою. Колір із поверхні та на розрізі – блідо-рожевий із вогнищами гіперемії. На прилеглій мезентеріальній жировій тканині візуалізувалися білуваті «парафінові» плями (омилення жиру – стеатонекроз), що є прямим маркером гострого панкреатиту.

У кишечнику спостерігали ознаки хронічного ентериту. Дванадцятипала кишка перебувала в стані парезу (розширена), що часто супроводжує запалення підшлункової залози внаслідок безпосереднього контакту тканин та розповсюдження медіаторів запалення. Стінка кишки візуально потовщена та ригідна; відмічалася виражена ін'єкція судин серозної оболонки. Значне відкладення підшкірного та вісцерального жиру жовтуватого відтінку (іктеричність тканин) підтверджувало системну жовтяницю. На розрізі слизова оболонка кишки була матовою, складчастою, із незначною кількістю слизу.

Результати патогістологічного дослідження внутрішніх органів відповідали вираженим дегенеративним та запальним процесам. На мікропрепаратах печінки часточкова та трабекулярна структура паренхіми були різко порушені (рис. 2).

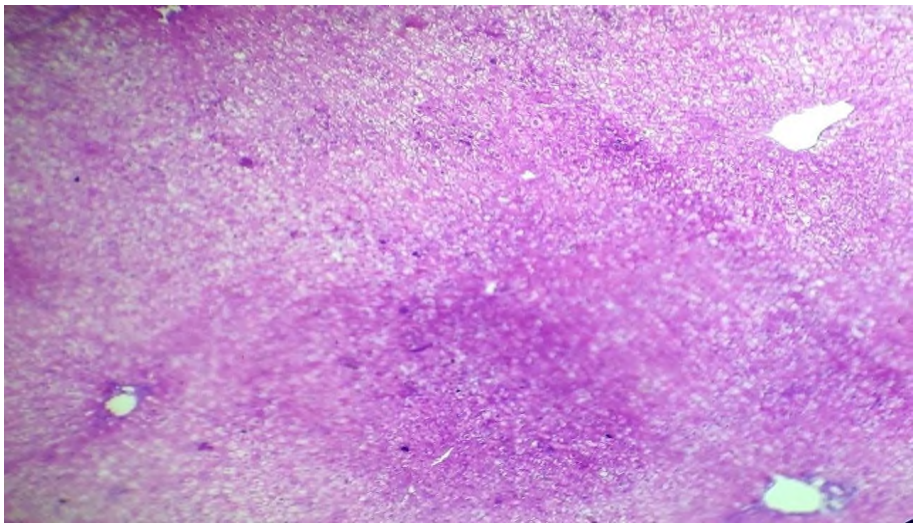


Рис. 2. **Загальна картина ураження часточок печінки кішки**. Гістологічний препарат. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Збільшення ×100

Центральні зони більшості часточок не візуалізувалися, традиційна радіарна орієнтація печінкових балок була порушена внаслідок вираженого набряку; балки виглядали деформованими та стиснутими (рис. 3).

Більшість гепатоцитів перебували у стані вакуольної дистрофії. Цитоплазма клітин була заповнена дрібними та середніми оптично порожніми вакуолями, що зміщували ядра до периферії (інфільтраційний дисліпідоз). Поряд із дистрофічними змінами спостерігалися осередки гепатоцелюлярного некрозу, де ядра клітин перебували у стані каріорексісу або каріолізису (рис. 3).

Між гепатоцитами виявлялися залишки клітинного детриту. У міжклітинних просторах та цитоплазмі окремих клітин було помітно накопичення жовчного пігменту (холестаз). Розширення синусоїдних капілярів підтверджувало наявність хронічної венозної гіперемії, яка макроскопічно проявлялася «мускатним малюнком». Запальна реакція була мінімальною; інфільтрат представлений поодинокими макрофагами та незначною кількістю лімфоцитів.

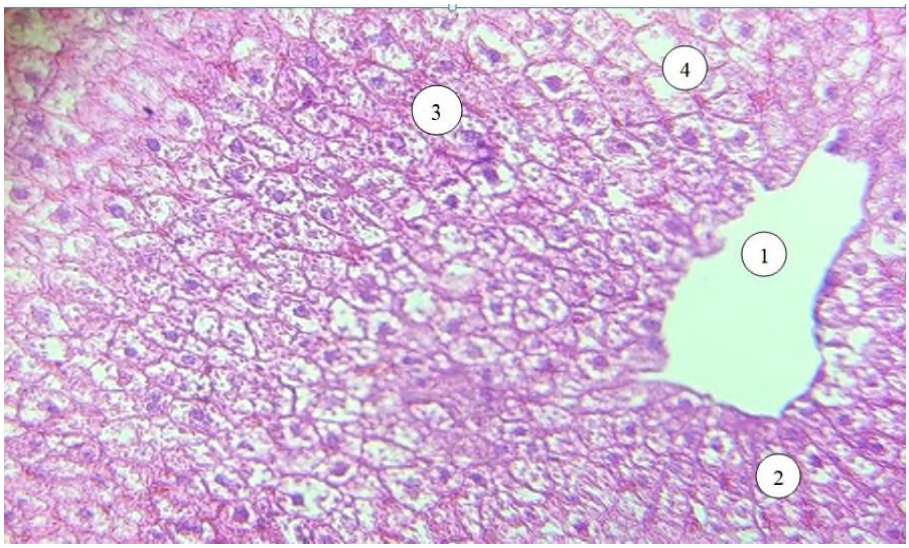


Рис. 3. **Ділянка часточки печінки кішки.** Гістологічний препарат. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Збільшення ×640. Позначення: 1 – центральна вена; 2 – печінкові балки; 3 – вакуольна дистрофія гепатоцитів; 4 – гепатоцелюлярні некрози

Виявлені зміни в печінці характерні для тяжких метаболічних розладів, хронічних інтоксикацій або є компонентом системного захворювання – тріадиту котів, що призводить до прогресуючої печінкової недостатності.

При дослідженні гістопрепаратів підшлункової залози спостерігали дезорганізацію паренхіми та втрату чіткої архітектоніки ацинусів її екзокринної частини (рис. 4А).

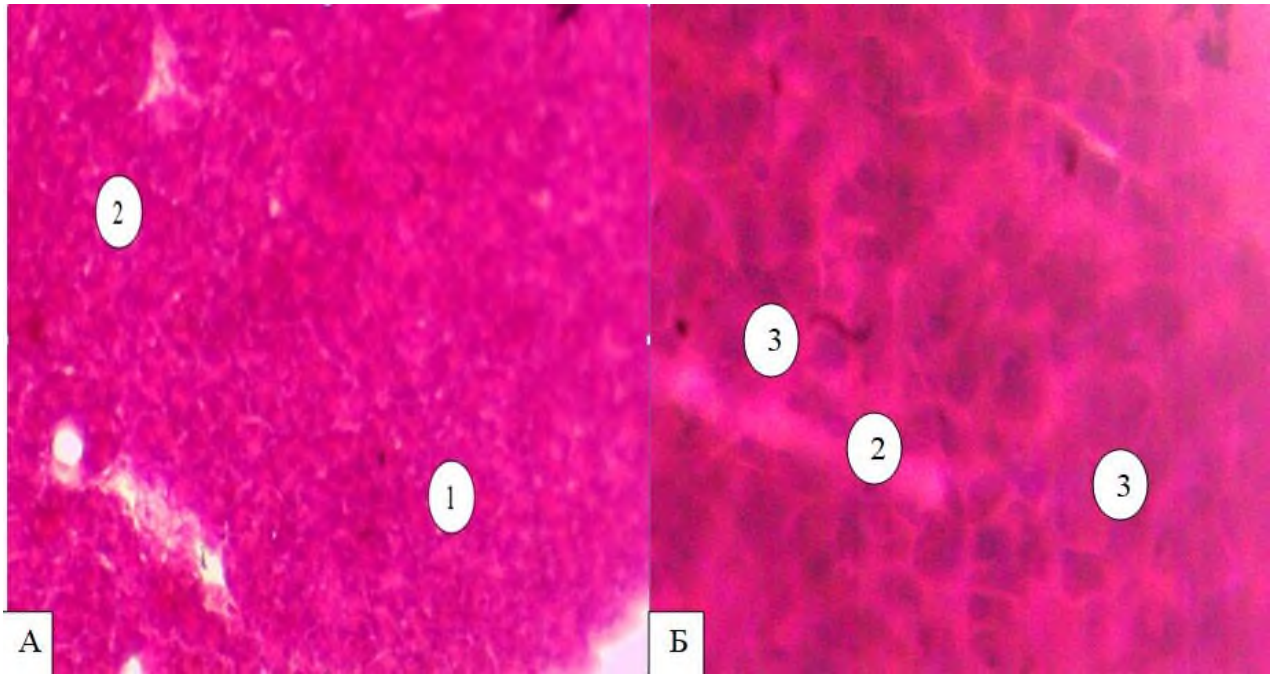


Рис. 4. **Фрагмент підшлункової залози кішки.** Гістологічний препарат. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Збільшення: ×164 (А), ×400 (Б). Позначення: 1 – екзокринна частина підшлункової залози; 2 – міжчасточковий набряк; 3 – панкреатоцити в стані дистрофії та некрозу

Межі між окремими часточками залози були розмиті через інтерстиціальний набряк (рис. 4А). Навколо часточок спостерігали інфільтрацію нейтрофільними лейкоцитами, що вказувало на активну фазу запалення, а також виявляли ділянки руйнування адипоцитів.

Візуалізувалась деструкція ацинарних клітин, які перебували у стані вираженої зернистої дистрофії: їхня цитоплазма ставала мутною та неоднорідною внаслідок

накопичення продуктів порушеного метаболізму, що є прямим наслідком гіпоксії та ендогенної інтоксикації (рис. 4Б). Більшість ядер перебували у стані пікнозу (зморщені, інтенсивно забарвлені) або каріолізису (утворення «клітин-тіней»). На периферії препарату спостерігали ділянки некрозу жирової тканини (стеатонекрозу), де клітини втратили чіткі контури та перетворилися на безструктурну масу внаслідок дії панкреатичних ферментів.

Отже, гістологічна картина підшлункової залози відповідала гострому панкреатиту у фазі вираженого набряку та початкових некротичних змін (панкреонекрозу). Переважали судинні розлади: гіперемія, набряк строми та альтерація ацинарного епітелію. У дванадцятипалій кишці мікроскопічно виявляли набряк слизової оболонки (рис. 5).

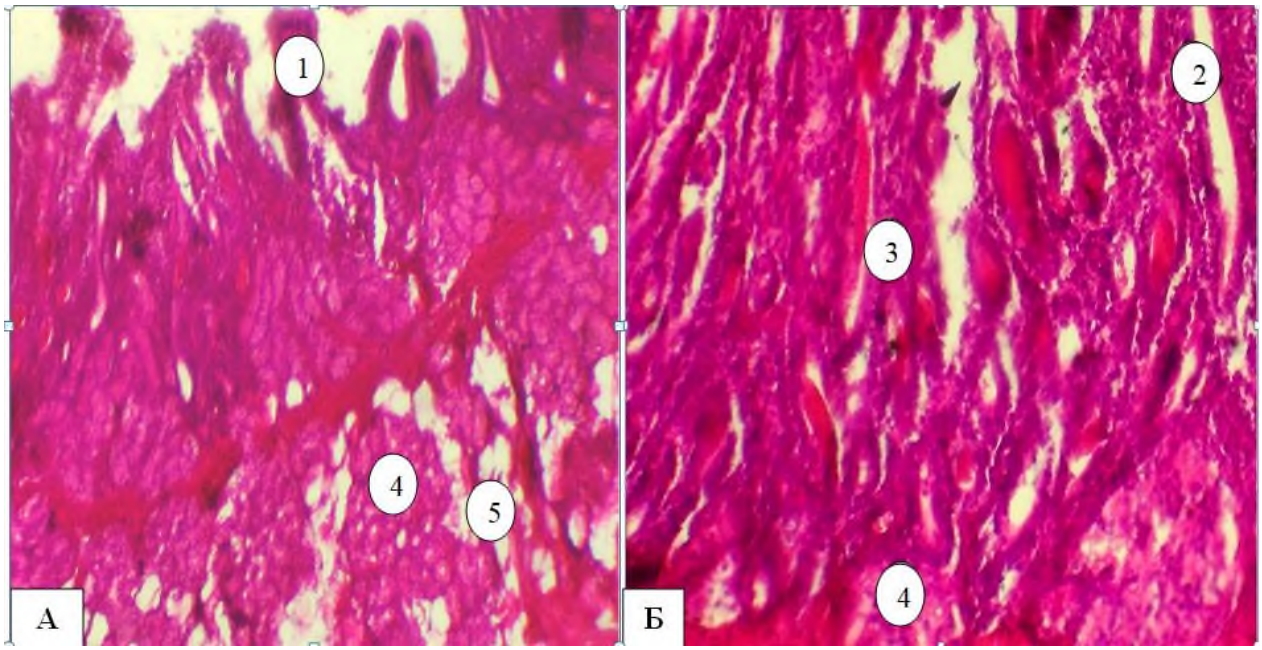


Рис. 5. **Фрагмент стінки дванадцятипалої кишки кішки.** Гістологічний препарат. Забарвлення: гематоксилін та еозин. Збільшення: ×40 (А), ×164 (Б). Позначення: 1 – атрофовані і дефоровані ворсинки; 2 – ділянки десквамації епітелію ворсинок; 3 – лімфоплазмоцитарна інфільтрація власної пластинки, 4 – гіперплазія дуоденальних залоз

Ворсинки дванадцятипалої кишки були деформовані та вкорочені, що свідчило про атрофічні зміни (рис. 5А). Епітелій ворсинок виглядав потовщеним внаслідок набряку, а на їхніх верхівках – частково десквамованим. Місцями візуалізувалися ділянки розрідження одношарового епітелію, що вказувало на початкову стадію ерозивних змін. Між епітеліоцитами проглядались лімфоцити у вигляді дрібних гіперхромних ядер, що свідчило про імунну реакцію. У власній пластинці слизової оболонки спостерігали дифузну лімфоплазмоцитарну інфільтрацію. Капіляри були розширені та переповнені кров'ю, що є ознакою активного повнокров'я (рис. 5Б). У підслизовому шарі дуоденальні залози виглядали дещо стиснутими, подекуди з ознаками гіперплазії, що розцінювалося як компенсаторна реакція на хронічне подразнення.

Отже, патоморфологічні зміни слизової оболонки дванадцятипалої кишки відповідали картині хронічного лімфоплазмоцитарного дуоденіту.

Результати бактеріологічного дослідження мазка з дванадцятипалої кишки показали інтенсивний ріст *Escherichia coli* (10^7 КУОКУО/г). Висока концентрація кишкової палички пояснює виражену інфільтрацію слизової оболонки. Бактеріальний дисбіоз, імовірно, став тригером імунної відповіді, що призвела до деформації та атрофії ворсинок.

При посіві жовчі на поживні середовища збудників бактеріальних інфекцій не виявлено. Це може бути наслідком попередньої антибіотикотерапії або свідчити про те, що зміни в печінці (ліпідоз) мали вторинний метаболічний характер внаслідок анорексії та негативного енергетичного балансу на тлі панкреатиту й дуоденіту.

Висновки.

1. Встановлена патологоанатомічна картина у досліджуваної тварини (кішки) відповідає поєднаному ураженню органів гепатопанкреатодуоденальної системи, що є характерним для патогенезу тріадиту котів
2. Результати патогістологічного дослідження підтвердили наявність у даному клінічному випадку вакуольної дистрофії печінки, ацинарного некрозу підшлункової залози та хронічного лімфоплазмоцитарного дуоденіту, що корелює з виявленим прижиттєво підвищенням рівнів АЛТ, ГГТ та специфічної панкреатичної ліпази.
3. Інтенсивний ріст *E. coli* в кишечнику є ймовірним тригером запальної відповіді, проте відсутність мікрофлори у жовчі вказує на розвиток реактивного гепатиту, а не первинного бактеріального холангіту.
4. Стерильність культури жовчі на тлі виражених морфологічних змін печінки підкреслює складність патогенезу тріадиту, де ураження органів-мішеней може відбуватися дистанційно під впливом кишкової ендотоксемії.
5. Отримані результати мають характер клініко-морфологічного спостереження і потребують подальшого вивчення патогенетичних механізмів зв'язку між станом мікробіоти та ураженням паренхіматозних органів.

Перспективи подальших досліджень. Подальший науковий пошук буде спрямований на проведення порівняльного патоморфологічного аналізу тріадиту у котів різних вікових груп. Це дозволить розробити прогностичні критерії перебігу хвороби для тварин старечого віку та оптимізувати схеми підтримуючої терапії.

References

Горальський Л. П., Хомич В. Т., Кононський О. І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології : Житомир : Полісся, 2011. 288 с.

Кравченко, С. О., & Боброва, І. В. (2018). Ультразвукова діагностика хвороб гепатобіліарної системи у котів. *Ветеринарна медицина України*, (10), 12–15.

Локес, П. І., & Шеремет, К. В. (2021). Комплексний підхід до лікування захворювань шлунково-кишкового тракту котів за умов коморбідності. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, (2), 154–160. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.19

Про затвердження Інструкції з визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів : Наказ МОЗ України від 12.10.2021 № 1254. URL: https://moz.gov.ua/uk/n-1254-vid-12102021 (дата звернення: 18.04.2026)

Allenspach, K. (2020). Feline gastrointestinal microbiota: What we know and what we don't. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, *22*(3), 215–222. https://doi.org/10.1177/1098612X20905414

Baez, J. L., Hendrick, M. J., Walker, L. M., & Washabau, R. J. (1999). Radiographic, ultrasonographic, and endoscopic findings in cats with inflammatory bowel disease of the stomach and small intestine: 33 cases (1990–1997). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *215*(3), 349–354.

Brister, K. (2020). Treatment strategies for feline cholangitis. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, *50*(5), 1013–1026. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.05.006

Buscă, M. A., & Codreanu, I. (2025). Integrative management of feline triaditis: A longitudinal study. *Journal of Comparative Pathology*, *182*, 45–58. https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2024.11.003

Černá, P., Varjonen, K., & Gunn-Moore, D. A. (2020). Feline comorbidities: Managing the cat with multiple diseases. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, *22*(9), 805–820. https://doi.org/10.1177/1098612X20945321

Cole, T. L., Center, S. A., Flood, S. N., Rowland, P. H., Valentine, B. A., Warner, K. L., & Erb, H. N. (2002). Diagnostic comparison of needle and wedge biopsy specimens of the liver in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *220*(10), 1483–1490. https://doi.org/10.2460/javma.2002.220.1483

Cridge, H. (2026). *Feline Gastroenterology: Advances in Triaditis Research*. Academic Press.

Day, M. J., Bilzer, T., Mansell, J., Wilcock, B., Hall, E. J., Jergens, A., Minami, T., Willard, M., & Washabau, R. (2008). Histopathological standards for the diagnosis of gastrointestinal inflammation in endoscopic biopsy samples from the dog and cat: A report from the World Small Animal Veterinary Association Gastrointestinal Standardization Group. *Journal of Comparative Pathology*, *138*(Suppl 1), S1–S43. https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2008.01.001

Fragkou, F. C., Adamama-Moraitou, K. K., Poutahidis, T., Prassinos, N. N., Kritsepi-Konstantinou, M., Casamian-Sorrosal, D., Polizopoulou, Z. S., & Rallis, T. S. (2016). Prevalence and clinicopathological features of triaditis in a prospective case series of symptomatic and asymptomatic cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *30*(4), 1031–1045. https://doi.org/10.1111/jvim.13956

Griffin, S. (2019). Feline abdominal ultrasonography: The pancreas. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, *21*(6), 513–527. https://doi.org/10.1177/1098612X19846939

Harris, J. P. (2020). Gallbladder diseases in the cat. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, *50*(5), 1027–1043. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.05.007

Larson, V. S. (2016). Ultrasonography of the feline liver and gallbladder. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, *46*(3), 423–452. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.12.003

Lidbury, J. A., Hoffmann, G., & Steiner, J. M. (2020). Feline cholangitis. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, *50*(5), 1001–1012. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.05.005

Marks, S. L. (2013). Feline triaditis: The complex interplay of the pancreas, liver, and gut. *WSAVA World Congress Proceedings*.

Quinn, P. J., Markey, B. K., Leonard, F. C., FitzPatrick, E. S., & Fanning, S. (2026). *Veterinary Microbiology and Microbial Disease* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.

Rakshit, A., Thompson, M., & Foster, J. (2021). Management of asymptomatic feline triaditis: A retrospective analysis. *Journal of Small Animal Practice*, *62*(11), 980–988. https://doi.org/10.1111/jsap.13401

Simpson, K. W. (2015). Pancreatitis and triaditis in cats. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, *45*(5), 951–967. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.04.004

Simpson, K. W. (2016). The feline chole-pancreatic-enteric axis. *Journal of Small Animal Practice*, *57*(4), 161–162. https://doi.org/10.1111/jsap.12479

Twedt, D. C. (2014). Feline cholangitis/cholangiohepatitis complex. In *Current Veterinary Therapy XV* (pp. 560–565). Saunders.

Warren, A., Center, S., McDonough, S., Chiapella, A., Warner, K., Erb, H., & Rowland, P. (2011). Histopathologic features, immunophenotyping, and bcl-2 expression in feline lymphocytic cholangitis/cholangiohepatitis. *Veterinary Pathology*, *48*(3), 627–641. https://doi.org/10.1177/0300985810375051

2026. Номер 13, С. 118 – 127.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 14.04.2026 Прийнято: 05.05.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.11

UDC 636.7.09:616.61-071

RENAL DYSPLASIA WITH CYSTIC TRANSFORMATION IN A PEMBROKE WELSH CORGI: A CASE REPORT

Y.M. Busel, D.V. Kibkalo, O.B. Siehodin, A.S. Kochevenko
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID
Y.M. Busel: https://orcid.org/0009-0009-0559-7903
D.V. Kibkalo: https://orcid.org/0000-0002-0197-1381
O.B. Siehodin: https://orcid.org/0000-0001-5637-4050
A.S. Kochevenko: https://orcid.org/0000-0001-6884-8137

E-mail: buselyura@gmail.com

Abstract. The article presents a clinical case of a congenital developmental anomaly – renal dysplasia with cystic transformation in a Welsh Corgi Pembroke puppy. This pathology is characterized by abnormal differentiation of the renal parenchyma, leading to progressive chronic kidney disease at an early age. The primary clinical signs in the patient included growth retardation, polyuria, polydipsia, and pronounced azotemia, which was exacerbated by dietary factors. Renal dysplasia in dogs can follow a subclinical course for a long duration, manifesting only through general weakness or selective appetite. The article emphasizes the importance of early diagnosis of congenital renal anomalies to ensure prolonged remission. Laboratory studies confirmed the presence of persistently high levels of serum creatinine and urea, as well as the development of non-regenerative anemia. A notable feature of the case is the detection of isosthenuria and systemic hypertension, which are characteristic markers of juvenile nephropathy. During the clinical management of the animal, fluid therapy, hypotensive agents, and a strict dietary regimen with low protein and phosphorus content were applied. Through the correction of the feeding ration, it was possible to achieve a reduction in phosphorus levels to the physiological norm. Diet therapy is a key tool for management and the primary method of therapeutic stabilization. In cases of congenital renal anomalies, feeding rations with high protein and phosphorus content can act as a trigger for the exacerbation of renal failure associated with renal dysplasia. Transitioning to a specialized Renal diet allowed for a reduction in phosphorus levels from a critical 4.54 mmol/L to the normal range (1.33 mmol/L) and led to an improvement in the animal's clinical condition.

The experience presented in the article demonstrates that a disciplined approach to feeding and electrolyte monitoring can significantly improve the quality of life for patients with an unfavorable prognosis. This case holds practical value for veterinary practitioners in the differential diagnosis of kidney diseases in young animals.

Key words: *dogs, dysplasia, kidneys, cysts, creatinine, urea.*

УДК 636.7.09:616.61-071

ДИСПЛАЗІЯ НИРОК ІЗ ПРОЯВАМИ КІСТОЗНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ У СОБАКИ ПОРОДИ ВЕЛЬШ-КОРГІ ПЕМБРОК: КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК

Ю.М. Бусол, Д.В. Кібкало, О.Б. Сегодін, А.С. Кочевенко
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна
E-mail: buselyura@gmail.com

Анотація. Дисплазії нирок з кістозною трансформацією характеризується аномальною диференціацією ниркової паренхіми в ембріональний період розвитку, що призводить до прогресуючої хронічної ниркової недостатності у ранньому віці. У статті представлено клінічний випадок такої вродженої вади розвитку – дисплазії нирок з кістозною трансформацією у місячного цуценяти породи вельш-коргі пемброк. Основними клінічними ознаками у пацієнта були затримка росту, поліурія, полідипсія та виражена азотемія, яка посилювалася через аліментарний фактор. Дисплазія нирок у собаки тривалий час перебігала субклінічно, проявляючись лише загальною слабкістю або вибірковим апетитом. Дослідження підкреслює важливість ранньої діагностики вроджених аномалій нирок для забезпечення тривалої ремісії. Лабораторні дослідження підтвердили наявність стабільно високих рівнів креатиніну та сечовини в сироватці крові, а також розвиток нерегенеративної анемії. Особливістю випадку є виявлення ізостенурії та системної гіпертензії, що є характерними маркерами ювенільної нефропатії. Під час курації тварини було застосовано інфузійну підтримку, гіпотензивні препарати та сувору дієтотерапію з низьким вмістом білку та фосфору. Завдяки корекції раціону годівлі вдалося досягти зниження вмісту фосфору у сироватці крові до фізіологічної норми. Дієтотерапія виявилась ключовим інструментом курації і основним методом терапевтичної стабілізації. Встановлено, що за вроджених аномалій нирок згодовування кормів з високим вмістом білка та фосфору може бути тригером загострення ниркової недостатності за дисплазії нирок. Перехід на спеціалізовану Renal-дієту дозволив знизити вміст фосфору з критичних 4,54 ммоль/л – до норми (1,33 ммоль/л), та призвело до покращення клінічного стану тварини.

Отриманий досвід свідчить, що дисциплінований підхід до годівлі та контролю електролітів дозволяє значно покращити якість життя пацієнтів із несприятливим прогнозом. Наведений випадок має практичну цінність для ветеринарних лікарів у диференціальній діагностиці хвороб нирок у молодих тварин.

Ключові слова: *собаки, дисплазія, нирки, кісти, креатинін, сечовина.*

Вступ. Дисплазія нирок (Renal Dysplasia, RD) у собак – це вроджена вада розвитку, що характеризується аномальною диференціацією ниркової паренхіми. Ця патологія розповсюджена у різних порід собак, включаючи лхаса-апсо, ши-тцу, золотистого ретривера, боксера, бігля, пуделя, аляскинського маламута та чау-чау. При цьому проявами вторинних змін є кістозна трансформація (результат обструкції атипових канальців) та інтерстиціальний фіброз (Seiler et al., 2010; Cianciolo & Mohr, 2016). Дисплазію нирок діагностувати за клінічними ознаками складно чи неможливо. Більшість випадків такої патології описуються під назвою «хронічна ниркова недостатність» (ХНН) (Lees, G., 1996; Chandler et al., 2007). У собак наразі описано небагато подібних випадків (всі – не в Україні). Вивчення даної патології можливе, зокрема, за описом конкретних клінічних випадків, а створення бази таких випадків сприятиме глибшому аналізу подібних випадків. Це допоможе у вивченні питань патогенезу, клінічних проявів та в оптимізації ефективності лікування дисплазії нирок. Водночас, такий підхід допоможе з’ясувати відмінності прояву вказаної патології у собак різних порід.

У собак породи вельш-коргі пемброк дана патологія часто клінічно маніфестує у формі ювенільної нефропатії, що призводить до хронічної ниркової недостатності у віці від декількох місяців до двох років (Seiler et al., 2010; Cianciolo & Mohr, 2016). Основними клінічними ознаками у тварин у даному випадку були: стійка поліурія та полідипсія, зниження апетиту, затримка росту, пригнічення, прогресуюча азотемія неінфекційного генезу, спричинена аліментарним фактором (великим вмістом білку в раціоні, що містив рис та м'ясо індички).

Клінічний випадок дисплазії нирок у цуценяти породи вельш-коргі пемброк демонструє складність діагностики вроджених нефропатій, які часто маскуються під гострі стани. Оригінальність даного випадку полягає у тривалому періоді компенсації, попри значні структурні аномалії нирок, та вираженій відповіді на аліментарний фактор.

Опис випадку. Собака, самка, вік 5 міс., порода – вельш коргі пемброк, маса тіла – 7,8 кг.

Анамнестичні дані: тварина утримується у нинішнього власника 14 днів. Зі слів заводчика, в якого власник купив тварину, воно відставало в рості порівняно з іншим в цьому виводку (приплід однієї суки за 1 пологи). У цуценяти спостерігали слабкий апетит. Вакцинація у тварини була проведена у віці 4 міс. вакциною *Вангард 5 плюс*. Також була проведена обробка від гельмінтів.

Власники звернулися до ветеринарної клініки 14 жовтня з тим, що у тварини був дуже мінливий апетит. З їхніх слів, через 3 дні після того, як вони забрали цуценя від заводчика, воно відмовилось від сухого комерційного корму. Власники почали згодовувати цуценяті самостійно приготовану їжу (відварна індичка, відварні хек, рис, гречка, кабачок). При цьому тварина споживала вказану їжу, але апетит у неї все одно був мінливим. Від яловичини цуценя відмовлялося. У той же час, тварина з апетитом продовж 3-х днів їла кисломолочний сир. Воду цуценя пило нормально. Кал у тварини був сформований, мав темно-коричневий колір. Власники пробували давати цуценяті сухий корм, але воно відмовлялося його їсти самостійно. При цьому тварина їла сухий корм поштучно, з руки.

Зі слів власника, вранці 12 жовтня 2025 р. у тварини було блювання білою пінистою масою. У продовж дня блювоти не було, апетит був мінливий. Активність тварини була в межах норми. Увечері 13 жовтня 2025 р. у цуценяти спостерігали блювоту з піною і залишками корму. Потім блювота білою в'язкою піною, повторилась на прогулянці. З ранку 14 жовтня 2025 р. на прогулянці у тварини спостерігали дефекацію 3 рази, остання порція калових мас була м'якою. Сечовипускання у тварини було безболісним; сеча виділялася у нормальному об'ємі; була прозорою, мала солом'яно-жовтий колір.

Під час ***клінічного огляду 14 жовтня*** тварини встановлено наступне: Т – 38,1 ^{0}С, маса тіла – 7,8 кг, поведінковий стан тварини в нормі (активна, орієнтація в просторі не порушена), слизова оболонка ротової порожнини рожева, волога, її цілісність не порушена. Швидкість наповнення капілярів становила 2 сек. Ясна без ознак запалення. Шерсть помірно блискуча, шорстка, добре фіксована у волосяних цибулінах. Шкіра без патологічних змін. У вушних каналах міститься помірна кількість виділень церумінального секрету. Результати аускультації серця: тони ясні, чіткі, ритм регулярний, синхронний з пульсом, гучність помірна, без шумів. Результати аускультації легень: дихання бронхо-везикулярне, нормальної інтенсивності. При пальпації черева відмічено виражений біль в епігастрії. Поверхневі лімфатичні вузли не збільшені.

Результати отоскопії. Праве вухо: барабанна перетинка без порушення цілісності, вертикальний канал – без ознак гіперемії, наявна помірна кількість секрету; горизонтальний канал – без ознак гіперемії. Ліве вухо: барабанна перетинка без порушення цілісності, вертикальний канал – без ознак гіперемії, наявна помірна кількість секрету; горизонтальний канал – без ознак гіперемії.

За результатами УЗД виявлено: сечовий міхур помірно наповнений, вміст однорідний анехогенний; його слизова оболонка гладка; стінки не потовщені. Проксимальна частина уретри не розширена.

Ліва нирка (рис. 1): довжина – 45,8 мм, ширина – 19,7 мм, товщина кіркової речовини – 3,3 мм; відношення кіркової речовини до мозкової – 2:1 (норма – 1:2). Капсула нирки бугриста. Форма нирки змінена через наявність опуклих ділянок. Ехогеність нирки підвищена дифузно; її структура неоднорідна. Відсутня чітка диференціація кіркової та мозкової речовини. У мозковій речовині виявлені гіперехогенні округлі включення, дифузне підвищення ехогенності. Судинний малюнок – не виражений. Ниркова миска зменшена у розмірі, її просвіт майже не визначається. Ехогенність – підвищена дифузно. Сечовід не візуалізується.

Рис. 1. **Ультразвукове зображення лівої нирки за дисплазії у суки породи вельш-коргі пемброк віком 5 міс.**

Права нирка (рис. 2) має довжину 42,0 мм, ширину – 20,8 мм, товщину кіркової речовини – 3,0 мм, відношення товщини кіркової речовини до мозкової становить 2:1. Капсула нирки помірно бугриста. Форма нирки змінена через наявність опуклих ділянок. Ехогенність підвищена дифузно; структура не однорідна. Чітка диференціація кіркової та мозкової речовини відсутня. У мозковій речовині виявлено дифузне підвищення ехогенності. Судинний малюнок помірно виражений. На каудальному полюсі нирки наявні множинні кісто-подібні утворення різного розміру: найбільше – 7,2 мм на 4,5 мм, та 3 дрібних утворення (1,1 мм на 2,2 мм; 3,9 мм на 1,9 мм; 2,6 мм на 4,2 мм). Ниркова миска зменшена у розмірах, її ехогенність підвищена дифузно. Сечовід не візуалізується.

Шлунок: стінка не потовщена (2,1 мм), складчастість слизової оболонки відсутня, ознак набряку стінки не виявлено, перистальтика ослаблена, вміст у шлунку відсутній. Тонкий кишківник: стінки не потовщені, перистальтика ослаблена, у просвіті міститься помірна кількість газу. Печінка, жовчний міхур, селезінка, підшлункова залоза – без патологічних змін. Попередній діагноз – полікістоз нирок, дисплазія нирок, гіпотонія шлунку та кишківника.

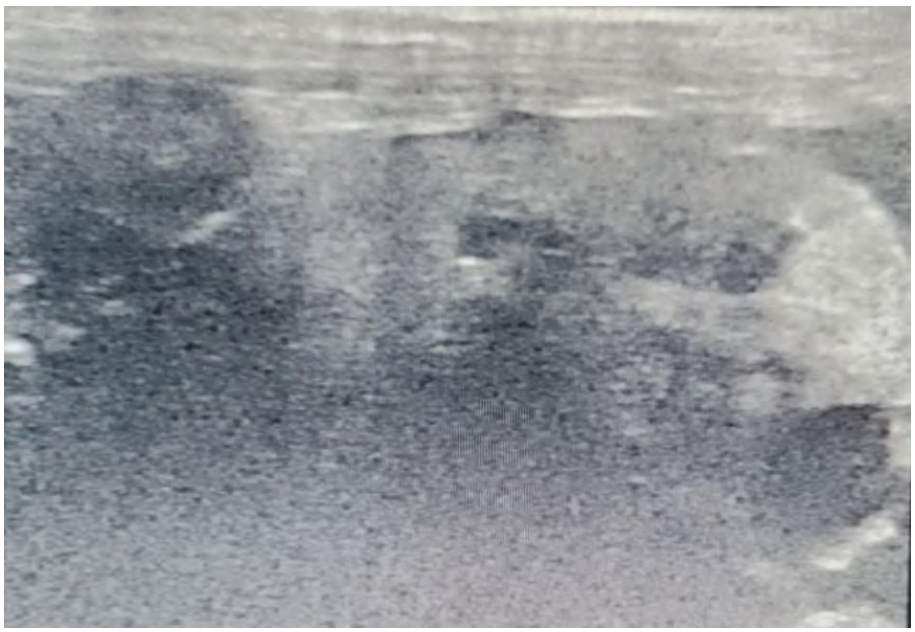


Рис. 2. **Ультразвукове зображення правої нирки за дисплазії у суки породи вельш-коргі пемброк віком 5 міс.**

Провели гематологічні та біохімічні дослідження зразків крові тварини. При цьому встановлено такі показники: кількість еритроцитів – 4,7х10^9/л (норма 4,8-6,2 10^9/л), концентрація гемоглобіну – 125 г/л (норма 140-180 г/л), гематокрит – 39 % (норма 36-54 %). Встановлено лейкоцитоз – 20,4х10^{12}/л (норма 4,0-8,0х10^{12}/л); зсув нейтрофілів в лейкоформулі вліво. Уміст креатиніну становив 272 мкмоль/л (норма 55 – 125 мкмоль/л), сечовини – 27,8 ммоль/л (2,5-9,6 мкмоль/л). Уміст в сироватці крові загального білку, альбумінів, глобулінів, глюкози, активність АлАТ, ГГТ, лужної фосфатази, холестерину, білірубіну, фосфору були в межах фізіологічної норми.

Курація тварини. У клініці цуценяті було зроблено ін'єкцію нівоміту 0,7 мл підшкірно, ціанокобаламіну 0,5 мг 1 мл підшкірно. Призначено нольпза 20 мг табл per os по 1\2 табл. 1 раз в день – 4 доби; мосід МТ 5 мг табл. по 1\2 табл. per os, 2 рази в день – 4 доби. Рекомендована дієта на вибір: Роял канін Ренал, Пуріна NF, Монж Ренал. Ціанкобаламін 0,5 мг по 1мл 1 раз на тиждень – курс 4 ін'єкції підшкірно. Цуценяті також призначено лактулозу (Дуфалак) по 1 мл per os 2 рази на добу – 10 діб; форті флора – 1 пакет на добу (висипати на їжу або розвести з водою), згодовувати за 1 раз (1 раз на добу – 30 діб); нівоміт по 0,7 мл підшкірно 1 раз за добу – 5 діб (за необхідності – довше).

Подальше лікування з жовтня 2025 р. по лютий 2026 р. відбувалось в іншій клініці до моменту погіршення. У цей час лікувальні корми цуценя вживало з небажанням (до 10 г за добу); основний раціон включав: м'ясо курки, індички; каші (рис, вівсянка). На момент візиту до клініки у тварини значно знизився апетит. Годівля здійснювалася невеликими порціями корму, а при збільшенні його порції у тварини спостерігалося блювання. Власник спостерігав у неї посилену слинотечу в'язкою слиною за 10-15 хв після годівлі. Після лікування в іншій клініці власник собаки знову звернувся до клініки з проханням допомогти їй.

Звернення 10 лютого 2026 р. Клінічний огляд тварини. Маса тіла – 7,7 кг. Т – 38,4 ^{0}С. Поверхневі лімфатичні вузли не збільшені. Шерсть тьмяна, шорстка, добре фіксована у волосяних цибулинах. Шкіра без патологічних змін. Слизова оболонка ротової порожнини блідо-рожевого кольору, без виразок. Швидкість наповнення капілярів – 2 сек. Виявлено: гінгівіт, галітоз, велику кількість зубного каменю на всіх зубах. Зубний камінь має досить шорстку поверхню, що подразнює слизову оболонку щоки. Поведінковий стан тварини в нормі (вона активна, орієнтація в просторі не порушена). Результати аускультації серця: тони чіткі, ритм регулярний, синхронний з пульсом, гучність помірна, без патологічних

шумів. Результати аускультації легень: дихання везикулярне, нормальної інтенсивності, без ослаблень. При пальпації черева виявлено виражений біль в епігастрії.

Аналіз крові: кількість еритроцитів – $4{,}23\times10^9$/л (4,8-6,2). Вміст гемоглобіну – 121 г/л (140-180). Показник гематокриту – 32 % (36-54). Встановлено лейкоцитоз $12{,}5\times10^{12}$/л (4,0–8,0). Показники лейкоформули в межах норми. Уміст креатиніну у сироватці крові – 480 мкмоль/л (55-125 мкмоль/л), сечовини – 59,2 ммоль/л (2,5–9,6), фосфору – 4,54 ммоль/л (0,9–2,0). Уміст альбумінів в межах норми. Інші показники крові не контролювались. Аналіз сечі: питома вага – 1,005 (1,020–1,030), лейкоцити ++, еритроцити +, співвідношення білок/креатинін – 0,15 (0,2-0,4). Показник pH сечі, уміст загального білку, глюкози, білірубіну, кетонів – в межах фізіологічної норми.

Вимірювання артеріального тиску. Систолічний тиск – 220 мм.рт.ст. (110-160), діастолічний тиск – 89 мм.рт.ст. (55-100), ЧСС – 138 уд./хв. (70-130).

Призначене лікування: нівоміт 0,7 мл ін'єкції підшкірно 1 раз на добу 7-10 діб (за потреби довше). Лактулоза 2 мл (per os 2 рази на добу на постійній основі). Дієта: тільки корм Пуріна NF. Нольпаза 20 мг табл. – 1/2 табл. per os 1 раз на добу. Добова норма рідини – 410 мл (ввести з кормом та за допомогою підшкірної ін'єкції 0,9% розчин натрію хлориду по 80 мл 3 рази на добу). Форті флора – 1 пакет на добу per os (висипати на їжу або розвести з водою; згодовувати за 1 раз, 1 раз в день – 30 діб). Телмісартан – 40 мг табл. per os (по 1/8 табл. 1 раз в день).

Звернення 19 березня 2026 р. Зі слів власника, активність тварини збільшилась, апетит покращився, блювота відсутня. Після призначення телмісартану почалась блювота після 4-го дня його задавання, тому його більше не застосовували. 0,9% розчин натрію хлориду вводили підшкірно по 100 мл 4 рази на добу. Корм Пуріна NF – годівля примусова, апетит став кращим. Тварина із задоволенням їсть сама, самостійно п'є воду (добовий об'єм – 850 мл). Ін'єкції нівоміту застосовували по 0,7 мл підшкірно. Дуфалак тварина отримувала по 1,5 мл 2 рази на добу (постійно). Ротову порожнину тварині обробляли (протирали) хлоргкесидином.

Результати клінічного огляду тварини. Маса тіла 8,3 кг. Т – 38,0° С. Лімфатичні вузли не збільшені. Шерсть тьмяна, шорстка, добре фіксована у волосяних цибулинах. Шкіра без патологічних змін. Слизова оболонка ротової порожнини блідо-рожевого кольору, без виразок. Швидкість наповнення капілярів становить 3 сек. Мають місце ознаки гінгівіту. Наявна велика кількість шорсткого каменю на зубах, що супроводжується ознаками подразнення слизової оболонки щік. Поведінковий стан тварини в нормі (активна, орієнтація в просторі не порушена). Результати аускультації серця: тони чіткі, ритм регулярний, синхронний з пульсом, гучність помірна. Результати аускультації легень: дихання везикулярне, нормальної інтенсивності, без ослаблень. При пальпації черева виявлено виражений біль в епігастрії. Клінічний аналіз крові: кількість еритроцитів $3{,}63\times10^{12}$/л (4,8–6,2), концентрація гемоглобіну – 99 г/л (140–180), гематокрит – 28,1% (36–54). Лейкоцитоз – 11×10^9/л (4,0–8,0). Лейкоформула: сегментоядерні нейтрофіли – 44 % (60-77), еозинофіли – 15 % (2–10), лімфоцити – 34 % (12–30). Уміст креатиніну – 259,6 мкмоль/л (55–125 мкмоль/л), сечовини – 19,6 ммоль/л (2,5–9,6), фосфору – 1,33 ммоль/л (0,9–2,0).

Ультразвукове дослідження нирок: ліва нирка без виражених змін, порівняно з попереднім дослідженням. Права нирка (рис. 3): довжина – 41,0 мм, ширина – 19,5 мм, товщина кори – 3,0 мм, відношення кори до мозкового шару – 2:1. Капсула нирки помірно бугриста, нирка деформована через наявність опуклих ділянок. Ехогеність підвищена дифузно. Структура не однорідна. Чітка диференціація кіркової та мозкової речовини відсутня. У мозковій речовині – дифузне підвищення ехогенності. Судинний малюнок помірно виражений. На каудальному полюсі нирки наявні множинні кісто-подібні утворення різного розміру; кісти збільшились у розмірі, порівняно з попереднім дослідженням: одна кіста розміром 10,2 мм на 5,5 мм та 3 дрібних (1,3 мм на 2,2 мм, 4,1 мм на 1,9 мм, 2,6 мм на 4,2 мм). Ниркова миска зменшена у розмірах, її ехогенність підвищена дифузно. Сечовід не візуалізується.

Рис. 3. **Ультразвукове зображення правої нирки за дисплазії у суки породи вельш-коргі пемброк віком 10 міс.**

Призначено. Продовжити дієту: Пуріна NF. Олія лосося (по 2 мл / день – 2 міс.; почати задавати з 0,2 мл, ввести до раціону за 14 днів).

Згідно з даними наведеними в публікації Cianciolo & Mohr (2016), виявлені у тварини ультразвукові ознаки (кістозна трансформація та відсутність диференціації шарів нирок) у поєднанні з даними анамнезу (відставання в рості) дозволяють класифікувати даний випадок, як важку форму дисплазії нирок. Це відповідає критеріям ймовірного незворотного порушення ембріональної диференціації паренхіми нирок, що і було встановлено (Cianciolo & Mohr 2016).

Диференційний діагноз. Дану патологію (дисплазія нирок) потрібно диференціювати від полікістозу нирок та хронічної ниркової недостатності. Для полікістозу нирок характерна наявність кіст в кірковій речовині нирок без виражених змін ехогенності кіркової та мозкової речовини. Полікістоз нирок характерний для бультер'єрів, біглів, вест-хайленд-уайт-тер'єрів, керн-тер'єрів (Oliveira et al., 2019; Cavalera et al., 2021). Хронічна ниркова недостатність характерна для собак старшого віку (загалом, після 6 р.) (Harmash & Todorov, 2024).

Проведені нами результати ультразвукового дослідження нирок цуценяти повністю співпадають з ультразвуковою картиною нирок п'яти керн-тер'єрів за їх дисплазії, яка характеризувалася слабкою диференціацією кіркової та мозкової речовини нирок, наявністю поліфокальних (або – багато вогнищевих) гіперехогенних плям або дифузною гіперехогенністю мозкової речовини. Характер змін нирок, які виявлені за проведення їх УЗД, був підтверджений за мікроскопії гістопрепаратів із їхніх зразків Seiler, G.S. (2010). Можливість виявлення диспластичних змін у нирках собак за допомогою ультразвукового дослідження до появи клінічних ознак свідчить про його потенційну корисність в якості методу скринінгу цієї патології (Seiler, et al., 2010)

Кінцевий діагноз – дисплазія нирок з проявами кістозної трансформації та хронічної ниркової недостатності.

Дискусія. Клінічний випадок дисплазії нирок у 5-місячного цуценяти породи вельш-коргі пемброк демонструє складність діагностики вроджених нефропатій, які часто маскуються під патологію шлунка чи кишківника. Оригінальність даного випадку полягає у тривалому періоді компенсації, попри значні структурні аномалії нирок та виражену відповідь на аліментарний фактор.

Дисплазія нирок – це вроджена вада розвитку, що характеризується аномальною диференціацією ниркової паренхіми. Такі нефропатії визначаються як сімейні, якщо встановлено спадкові закономірності. Сімейну нефропатію слід підозрювати, коли ниркове захворювання діагностується у молодих споріднених тварин, в яких не можна визначити набуту причину ураження нирок. В ізольованих випадках ниркової недостатності у молодих собак часто важко остаточно встановити: її причина є спадковою чи набутою. Водночас складно класифікувати наявний стан (він може бути проявом загостренням хронічного процесу та важкою стадією перебігу хронічного захворювання) (Picut, & Lewis., 1987; Lenz et al., 2004; Brum et al., 2008; Bruder et al., 2010).

Генетичні дослідження вказують на потенційний зв'язок дисплазії нирок з мутаціями в промоторі гена ЦОГ-2, що критично впливає на постнатальний розвиток нирок (Whiteley et al., 2011). У дослідженнях Cianciolo & Mohr (2016) детально розглядається роль генетичних мутацій. Зокрема, згадується, що у багатьох порід собак, в тому числі, у коргі, дисплазія нирок пов'язана з дефектом у промоторі гена COX-2 (PTGS2), який критично необхідний для нормального розвитку нирок у плода. Якщо цей ген працює неправильно, нефрони не встигають «дозріти» до моменту народження і собака народжується з нирками, які функціонують лише на 20-30 %.

Гістопатологічним «золотим стандартом» діагностики RD є виявлення асинхронної диференціації нефронів та персистенція фетальних клубочків (Cunha et al., 2022). Даних про поширення дисплазії нирок у породи вельш-коргі пемброк мало. У роботі Lenz et al. (2004) описано 2 клінічні випадки. З першою твариною власники звернулися до фахівців, коли їй було 3 міс. Цю тварину еутанозували у 9-ти міс. віці у зв’язку з прогресуванням хвороби та погіршенням стану. Власники тварини відмовились від її лікування. Друга тварина потрапила до ветеринарної клініки у 5-ти міс. віці. Після її обстежень було призначено антибіотикотерапію, гіпотензивну терапію, антитромболітичну терапію, лікувальну дієтотерапію з помірним обмеженням білку. Евтаназія тварини була проведена у 7 міс. віці у зв’язку з погіршенням стану. У статті Le et al. (2022) повідомляється про клінічний випадок дисплазії нирок у тварини віком 3 міс., яка загинула через 3 дні після початку лікування.

Інтерпретація азотемії та стадії ХНН за класифікацією IRIS (Perini-Perera et al., 2021). Первинна маніфестація хвороби супроводжувалась високим рівнем креатиніну (272–292,5 мкмоль/л) та сечовини (27,8–35,4 ммоль/л), що згідно з класифікацією IRIS, відповідає 3-й стадії ХХН. Проте, критичне загострення стану тварини у лютому 2026 р., коли рівень креатиніну сягнув 480 мкмоль/л, а сечовини – 59,2 ммоль/л, свідчило про накладання гострого пошкодження нирок. Унікальність динаміки у дослідженому випадку полягає в тому, що після корекції раціону та інфузійної терапії показники знизилися до рівня 259,6 мкмоль/л (березень 2026), що є нетиповим для термінальних стадій і вказує на значний функціональний резерв навіть за диспластичних змін.

Аліментарний фактор та мінеральний обмін. Вибір методів курації був зумовлений високою чутливістю пацієнта до вмісту білка та фосфору. Початковий раціон (м'ясо індички та рис) спровокував стійку гіперфосфатемію (до 4,54 ммоль/л у лютому). Це підтверджує думку, згідно з якою за дисплазії нирок контроль фосфору є важливішим, ніж азотемії (Leibetseder & Neufeld, 1991; Jacob, F., et al 2002). Зниження вмісту фосфору до нормальних значень 1,33 ммоль/л на тлі Renal-дієти стало ключовим фактором клінічного покращення у представленому випадку.

Гематологічний профіль та системна відповідь. Лейкоцитоз (20,4×10⁹/л) та лімфоцитоз (60 %), що спостерігали на початку курації, ймовірно, мали змішану природу: поєднання стресової реакції молодої тварини та системної імунної відповіді на уремічну інтоксикацію. Подальший розвиток нерегенеративної анемії (зниження гематокриту до 28,1 % та гемоглобіну до 99 г/л) є класичним проявом дефіциту еритропоетину, що корелює з тяжкістю ураження паренхіми нирок (Patel & Singh, 2010).

Діагностична цінність аналізу сечі. Попри важку структурну деградацію нирок, показник UPC (співвідношення білок/креатинін) залишався на рівні 0,15, що свідчить про відсутність протеїнурії (Jacob et al., 2005). Це пояснює відсутність набряків та гіпоальбумінемії. Водночас стійка ізостенурія (питома вага 1,005–1,008) є патогномонічним маркером ниркової дисплазії, підтверджуючи нездатність ниркових канальців концентрувати сечу.

Обґрунтування терапевтичного підходу. Вибір курації базувався на «нефропротекторній стратегії» (Acierno et al., 2018): гіпотензивна терапія (враховуючи тиск 220 мм.рт.ст.) була необхідна для запобігання ймовірної ретинопатії та подальшого пошкодження ниркових клубочків.

Дієтотерапія стала основним інструментом стабілізації, що дозволило перевести тварину з термінального стану в контрольовану хронічну фазу. Про ефективність такої терапії за хронічної хвороби нирок повідомляють Harmash & Todorov (2024).

Даний випадок підкреслює, що раннє виявлення вроджених аномалій нирок у вельш-коргі та правильна дієтологічна корекція можуть значно подовжити життя тварини, навіть на несприятливому генетичному тлі.

Висновки.

1. Дисплазія нирок у собаки може тривалий час перебігати субклінічно, проявляючись лише загальною слабкістю або вибірковим апетитом. Ветеринарним спеціалістам слід включати вроджені нефропатії до диференціального списку діагнозів під час обстеження молодих тварин (віком до 1 р.) з ознаками затримки росту поліурії та полідипсії.

2. Дієтотерапія є ключовим інструментом курації. Клінічний випадок підтверджує, що за вроджених аномалій нирок аліментарний фактор може бути як тригером критичного загострення (за використання раціону з високим вмістом білка та фосфору), так і основним методом терапевтичної стабілізації. Перехід на спеціалізовану Renal-дієту дозволив знизити вміст фосфору з критичних 4,54 ммоль/л до норми (1,33 ммоль/л), що безпосередньо корелювало з покращенням клінічного стану тварини.

3. Успішна курація пацієнта з дисплазією нирок потребує одночасного контролю системної гіпертензії (враховуючи зафіксований тиск 220 мм.рт.ст.), корекції анемії та суворого моніторингу електролітного балансу.

References

Acierno, M. J., Brown, S., Coleman, A. E., Jepson, R. E., Papich, M., Stepien, R. L., & Syme, H. M. (2018). ACVIM consensus statement guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *32*(6), 1803–1824. https://doi.org/10.1111/jvim.15331

Bruder, M. C., Shoieb, A. M., Shirai, N., Boucher, G. G., & Brodie, T. A. (2010). Renal dysplasia in beagle dogs: four cases. *Toxicologic Pathology*, 38(7), 1051–1057. https://doi.org/10.1177/0192623310382558

Brum, K., Juliano, R., Souza, M., Fleury, L., & Damasceno, A. (2008). Renal dysplasia in a boxer dog: case report. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(5), 1084–1088. https://doi.org/10.1590/S0102-09352008000500007

Cavalera, M. A., Gernone, F., Uva, A., D'Ippolito, P., Roura, X., & Zatelli, A. (2021). Clinical and histopathological features of renal maldevelopment in boxer dogs: A retrospective case series (1999-2018). *Animals (Basel)*, 11(3): 810. https://doi.org/10.3390/ani11030810

Chandler, M. L., Elwood, C., Murphy, K. F., Gajanayake, I., & Syme, H. M. (2007). Juvenile nephropathy in 37 Boxer dogs. *Journal of Small Animal Practice*, *48*(12), 690–694. https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2007.00401.x

Cianciolo, R. E., & Mohr, F. C. (2016). Urinary system. In M. G. Maxie (Ed.), *Jubb, Kennedy & Palmer's pathology of domestic animals* (6th ed., Vol. 2, 376–464). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-5318-4.00010-3

Cunha, M. R., Ribeiro, R. R., Silva, G. C., de Oliveira, S. V., Luppi, M. M. C., Malta, M. C. C., & de Oliveira, M. S. (2022). Case report: BCL-2 and CD31 immunoexpression related to clinical and histopathological evaluation of renal dysplasia in a Welsh Corgi puppy. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, Article 995765. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.995765

Harmash, K., & Todorov, M. (2024). Likuvalno-profilaktychni zakhody u razi khronichnoi nyrkovoi nedostatnosti sobak. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, (112), 26–29. https://doi.org/10.37000/abbsl.2024.112.04

Jacob, F., Polzin, D. J., Osborne, C. A., Allen, T. A., Kirk, C. A., Neaton, J. D., Lekcharoensuk, C., & Swanson, L. L. (2002). Clinical evaluation of dietary modification for treatment of spontaneous chronic renal failure in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220(8), 1163–1170. https://doi.org/10.2460/javma.2002.220.1163

Jacob, F., Polzin, D. J., Osborne, C. A., Neaton, J. D., Kirk, C. A., Allen, T. A., & Swanson, L. L. (2005). Evaluation of the association between proteinuria and progression of renal failure in dogs with chronic kidney disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *226*(3), 393–400. https://doi.org/10.2460/javma.2005.226.393

Le, T. Q., Pluemhathaikij, L., Chankow, K., Radtanakatikanon, A., Rungsipipat, A., & Rattanapinyopituk, K. (2022). Case report: BCL-2 and CD31 immunoexpression related to clinical and histopathological evaluation of renal dysplasia in a Welsh Corgi Puppy. *Frontiers in Veterinary Science*, 9: 995765. doi: 10.3389/fvets.2022.995765

Lees, G. E. (1996). Congenital renal diseases. Veterinary clinics of North America. *Small Animal Practice*, 26(6), 1379–1399. https://doi.org/10.1016/S0195-5616(96)50133-6

Leibetseder, J., & Neufeld, K. W. (1991). Effects of medium protein diets in dogs with chronic renal failure. *Journal of Nutrition*, 121(11), 145–146. https://doi.org/10.1093/jn/121.suppl_11.S145

Lenz, J., Thompson, C., & Rakich, P. (2004). Juvenile nephropathy in two related Pembroke Welsh corgi puppies. *Journal of Small Animal Practice*, 45(11), 554–557. https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2004.tb00204.x

Oliveira Cruz, T. N. de A., Silva, J. F., Silva, F. L., & Alberto Carlos, R. S. (2019). Renal dysplasia in a Maltese dog. *Acta Scientiae Veterinariae*, 47. https://doi.org/10.22456/1679-9216.93264

Patel, T., & Singh, A. (2010). Anemia in chronic kidney disease: new advances. *Open Heart Journals*, 6(3), 347-57. https://doi.org/10.1016/j.hfc.2010.02.001

Perini-Perera, S., Del-Ángel-Caraza, J., Pérez-Sánchez, A. P., Quijano-Hernández, I.A., & Recillas-Morales, S. (2021). Evaluation of chronic kidney disease progression in dogs with therapeutic management of risk factors. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 1–10. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.621084

Picut, C. A., & Lewis, R. M. (1987). Microscopic features of canine renal dysplasia. *Veterinary Pathology*, 24(2), 156–163. https://doi.org/10.1177/030098588702400209

Seiler, G. S., Rhodes, J., Cianciolo, R., & Casal, M. L. (2010), Ultrasonographic findings in cairn terriers with preclinical renal dysplasia. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51, 453-457. https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2010.01674.x

Whiteley, M. H., Bell, J. S., & Lundy, D. A. (2011). An allelic variant of the canine Cox-2 promoter is associated with renal dysplasia. *PLOS ONE*, *6*(2), e16684. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016684

2026. Номер 13, С. 128 – 137.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 07.04.2026 Прийнято: 28.04.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.12

UDC 619:636.8:616.2:616.98:579

STUDY OF BACTERIAL NOSOPROFILE IN CATS WITH INFECTIOUS RESPIRATORY PATHOLOGY

A.M. Gontar[1], R.V. Severin[1], H.I. Harahulya[1], Y.V. Hlushchenko[1], B.S. Severin[2]
[1]State Biotechnological University, Kharkov, Ukraine
[2]National Scientific Center «Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine» Kharkov, Ukraine

ORCID
A.M. Gontar: https://orcid.org/0000-0001-7148-5226
R.V. Severin: https://orcid.org/0000-0003-2217-8582
H.I. Harahulya: https://orcid.org/0000-0003-4990-2489
Y.V. Hlushchenko: https://orcid.org/0009-0000-7483-9464
B.S. Severin: https://orcid.org/0009-0008-3285-7531

E-mail: raisa.severin2018@gmail.com

Abstract. In addition to the main pathogenic etiological factors of respiratory infections, it is known about the influence of conditionally pathogenic microflora on the body of a sick animal. It can complicate the clinical course, suppress the body's defenses, and affect the effectiveness of treatment. Clinical studies of sick animals were performed in two private veterinary hospitals in Kharkiv. For the diagnosis of infectious respiratory disease, a comprehensive diagnostic method was used. The epizootological method included the collection and evaluation of anamnestic data on the conditions of keeping, feeding of animals, their age, the presence of stressful situations, possible contacts with animals suspected of being infected with respiratory infections. The clinical diagnostic method included the use of the general method of clinical examination and special methods of examination of the respiratory organs. Rapid immunochromatographic tests were used to detect viral pathogens. Bacteria were isolated from biological material using standard bacteriological methods. Among the 126 cats examined in 2025, the prevalence of respiratory infections was 22.5 %. The most common opportunistic microflora were Streptococcus spp. bacteria (14.5 %). Also confirmed were cases of Pasteurella spp. detection – 12.0 % of cases. Other bacterial pathogens were determined at the level of 6,0-10.0 %. The presence of the pathogen *B. bronchiseptica* was confirmed most often – 42.0 % of cases. The results of studying the quantitative composition of the bacterial biocenosis in sick cats showed that colonization of the respiratory tract in infectious pathology can occur with the participation of two to five different species of opportunistic microflora. The associative composition of five pathogens was confirmed in two animals – 14.0 %. The four-component association was confirmed in 28.5 % of cases in four animals. The most frequently confirmed association was three bacterial pathogens – 36.0 %. The two-component bacterial association was detected in 21,5% of cases.

Key words: *cats, associated respiratory infection, viruses, bacteria.*

УДК 619:636.8:616.2:616.98:579

ДОСЛІДЖЕННЯ БАКТЕРІАЛЬНОГО НОЗОПРОФІЛЮ У КОТІВ ЗА ІНФЕКЦІЙНОЇ РЕСПІРАТОРНОЇ ПАТОЛОГІЇ

А.М. Гонтарь[1], Р.В. Северин[1], Г.І. Гарагуля[1], Я.В. Глущенко[1], Б.С. Северин[2]
[1]Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
[2]Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини» м. Харків, Україна
E-mail: raisa.severin2018@gmail.com

Анотація. Окрім основних патогенних етіологічних чинників респіраторних інфекцій, відомо про вплив на організм хворої тварини і умовно-патогенної мікрофлори. Вона може ускладнювати клінічний перебіг захворювання, пригнічувати роботу захисних сил організму, впливати на ефективність лікування. Клінічні дослідження хворих котів виконували в умовах двох приватних ветеринарних лікарень у м. Харкові. Для діагнозу на інфекційне респіраторне захворювання застосовували комплексний метод діагностики. Епізоотологічний метод включав збір та оцінку анамнестичних даних щодо умов утримання, годівлі тварин, їх віку, наявність стресових ситуацій, можливі контакти з підозрілими щодо зараження респіраторними інфекціями тварин. Клінічний метод діагностики включав застосування методики загального методу клінічного дослідження та спеціальних методів дослідження органів дихання. Для виявлення вірусних патогенів застосовували швидкі імунохроматографічні тести. Бактерії виділяли з біологічного матеріалу за загальноприйнятими у бактеріології методиками. Серед досліджених у 2025 році котів в кількості 126 тварин поширеність респіраторних інфекцій відзначалия на рівні 22,5 %. Найчастіше серед умовно-патогенної мікрофлори виявляли бактерії стрептококової групи (*Streptococcus* spp.) – 14,5 % випадків. Також підтверджувалися випадки виявлення пастерел (*Pasteurella* spp.) – 12,0 % випадків. Інші бактерійні патогени визначалися на рівні 6,0-10,0 %. Наявність патогену *B. bronchiseptica* підтверджувалася найчастіше – 42,0 % випадків. Результати вивчення кількісного складу бактерійного біоценозу у хворих котів показали, що колонізація респіраторного тракту за інфекційної патології може відбуватися за участю від двох до п’яти різних видів умовно-патогенної мікрофлори. Асоційований склад із п’яти патогенів підтвердився у двох тварин – 14,0 %. Чотирьохкомпонентна асоціація підтверджувалася на рівні 28,5 % випадків у чотирьох тварин. Найчастіше підтверджувалася асоціація з трьох бактерійних збудників – 36,0 %. Двокомпонентна бактерійна асоціація була виявлена в кількості 21,5 % випадків.

Ключові слова: *коти, асоційована респіраторна інфекція, віруси, бактерії.*

Вступ. Коти сприйнятливі до багатьох інфекцій з ураженням різних органів і систем. Як показує практична ветеринарна медицина, респіраторні інфекції у котів достатньо поширені (Severyn et al., 2023). Наукові публікації зазначають етіологічну роль як вірусних так і бактерійних патогенів. Окрім основних патогенних етіологічних чинників респіраторних інфекцій, відомо про вплив на організм хворої тварини і умовно-патогенної мікрофлори.

Метою роботи було вивчення ролі бактеріальної мікрофлори у випадках асоційованих вірусно-бактеріальних інфекцій котів.

Завданням дослідження було вивчити респіраторні патології котів та роль бактерій різних родів за умов асоційованого перебігу з вірусними патогенами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Патологічні стани у тварин зумовлюються як незаразними, так і заразними захворюваннями. У заразній патології тварин інфекційні захворювання займають провідне місце. Вони небезпечні для тварин тим, що в результаті

етіологічного впливу одного чи декількох збудників, відбувається значне поширення хвороби, нерідко з масовим ураженням тварин (Wenk et al., 2025).

У групі інфекційних захворювань органів дихання у котів симптомокомплекс характеризується типовими розладами у вигляді риніту, кон'юнктивіту, лихоманки, трахеобронхіту, кашлю (Bellinati et al, 2025). Такі загальні типові клінічні розлади ускладнюють діагностику, а ветеринарним фахівцям доводиться запроваджувати ретельну диференційну діагностику. У наукових публікаціях зазначається, що такі типові респіраторні розлади проявляються за інфекційного ринотрахеїту, збудником якого є вірусний патоген – герпесвірус. Каліцивірусна інфекція у котів також характеризується схожими клінічними ознаками. Ускладнюючими факторами є бактерії різних родів.

Про респіраторний симптомокомплекс за інфекційної патології у котів повідомляє низка дослідників. У закордонних публікаціях інфекційні захворювання органів дихання у котів об`єднані у групу FURTD – Feline upper respiratory tract disease. Створена навіть Європейська консультативна рада з хвороб котів (ABCD), науково незалежна рада експертів з котячої медицини з 11 європейських країн (Hofmann-Lehmann et al., 2022).

Науковцями повідомляється, що левова частка реєстрацій респіраторних інфекцій проявляється як асоціації різних вірусів. За останні 10-15 років було проведено низку досліджень, присвячених вивченню асоційованих респіраторних інфекцій котів. Вивчали етіологію таких захворювань в США (Maboni et al., 2024), Китаї (Wang et al., 2025), Бразилії (Castillo et al., 2024; de Oliveira Santana et al., 2026; Slaviero et al., 2021), Ірані (Tabatabaei & Rohani, 2022), Словакії (Vojtek et al., 2024), Великій Британії (Wenk et al., 2025), Швейцарії (Goldstein et al, 2015; Novacco et al., 2019), Італії (Bellinati et al, 2025), а також в Україні (Hadzevych et al., 2023; Severyn et al., 2023).

У науковій літературі ми виявили інформацію щодо прояву змішаних респіраторних інфекцій, як правило з акцентом на бордетеліоз (Foley et al. 2002; Helps et al., 2005; Tabatabaei & Rohani, 2022), мікоплазмоз (Castillo et al., 2024; de Oliveira Santana et al., 2026). Окремими є публікації щодо вірус-хламідійної змішаної інфекції у котів (Helps et al., 2005; Vojtek et al., 2024; Bellinati et al., 2025; de Oliveira Santana et al., 2026).

Люди та коти мають тісний зв'язок з давніх часів. Мільйони котів утримуються як домашні улюбленці і 34 % домогосподарств мають котів. Тому особливої уваги потребують інфекційні захворювання, які можуть передаватися від котів людині. Загальні шляхи передачі, з деякими перекриваючими ознаками, можуть відбуватися через інгаляцію (наприклад, бордетельоз); трансмісивний шлях поширення (наприклад, ерліхіоз); фекально-оральний шлях (наприклад, кампілобактеріоз); укус, подряпину або прокол (наприклад, сказ); ґрунтовий шлях поширення (наприклад, гістоплазмоз); та прямий контакт (наприклад, короста) (Goldstein et al, 2015).

Опубліковано достатньо робіт про вплив на організм хворої тварини умовно-патогенної мікрофлори. Вона може ускладнювати клінічний перебіг, пригнічувати роботу захисних сил організму, впливати на ефективність лікування. Серед наукових публікацій щодо респіраторних інфекцій у котів ширше відображаються проблеми вірусної етіології, таких, як інфекційний ринотрахеїт, каліцивірусна інфекція (Binns et al., 2000; Foley et al., 2002; Radford et al., 2007; Rodriguez et al., 2018). Науковці менше приділяють уваги моніторингу змін нозології мікробіоти слизових оболонок верхніх дихальних шляхів. Умовно-патогенна мікрофлора призводить до маскування дії основного збудника, через стійко сформовані асоціації утруднюються лікувальний ефект за респіраторних інфекцій (Hadzevych et al., 2023). Тому питання щодо постійного аналізу видового складу бактерійної мікробіоти респіраторного тракту у котів повинно бути завжди у зоні уваги як ветеринарних практиків, так і науковців.

Вважається, що зміни мікробіому слизової оболонки носа відіграють активну роль у розвитку гострих клінічних ознак. Arnold et al. (2022) відібрали 8 домогосподарств, в яких принаймні один кіт мав хронічну клінічну FURTD, і одночасно зібрали зразки від котів, які співмешкали з клінічно нормальними. Дослідники виявили 136 та 89 мікробних ознак у

кишкових та носових мікробіомах відповідно, які суттєво пов'язані з наявністю активних клінічних ознак FURTD у котів з історією хронічних ознак і дійшли висновку, що члени мікробної спільноти носа та кишечника пов'язані з наявністю хронічного клінічного перебігу.

Цікавий підхід до аналізу клінічного стану хворих котів представлений у роботі групи вчених з Північної Америки. У період з 2011 по 2020 рік вони проаналізували виникнення інфекцій, викликаних *Bordetella bronchiseptica*, *Chlamydia felis, Mycoplasma, Felis alphaherpesvirus* 1 (FeHV-1). З метою вивчення шансів прогресування до більш тяжкого клінічного перебігу розробили класифікацію за тяжкістю клінічних ознак. Клінічний бал 1 означав легке захворювання верхніх дихальних шляхів: кашель, чхання, кон'юнктивіт або виділення з носа/очей, клінічний бал 2 описували як важке захворювання верхніх дихальних шляхів з тими ж ознаками плюс виразки в роті, млявість, депресія, відсутність апетиту або лихоманка, максимальний клінічний бал 3 присвоювали найважчим станам із ураженням нижніх дихальних шляхів, пневмонією з подальшою появою однієї або кількох ознак додатково (задишка, млявість, депресія, відсутність апетиту або лихоманка). Вчені з'ясували, що у котів з мікоплазмою шанси прогресування до більш тяжкого клінічного перебігу були в 1,91 рази вищими. Найпоширенішими асоціаціями коінфекції були *Mycoplasma* + FCV, далі йдуть *B. bronchiseptica* + FeHV-1 та *C. felis* + FCV. Вік, стать та пора року мали незначний вплив на виникнення патогенів. (Maboni et al., 2024). Ускладнюючу роль мікоплазм в інфекційній патології дихального тракту підтверджують інші дослідження (Castillo et al., 2024).

Найчастіше для ідентифікації збудників асоційованих респіраторних інфекцій котів використовують різні варіанти полімеразної ланцюгової реакції. Але є згадки про такі методи дослідження, як ELISA (Dawson et al., 1998; Helps et al., 2005), мікробіологічні дослідження (Slaviero et al., 2021; Hadzevych et al., 2023; Severyn et al., 2023), імуногістохімічний метод (Slaviero et al., 2021) та навіть томографія (Vekšins, 2022).

Розглянемо кілька прикладів вивчення інфекційних захворювань органів дихання у котів різними групами вчених. Є публікація про дослідження 126 бездомних котів (м. Шеньчжень, Китай) у період з червня по серпень 2024 р. Серед виявлених патогенів найвищу поширеність мав FPV – 61,90 % (95 % ДІ: 53,19–69,91), далі йшли FCV – 57,14 % (95 % ДІ: 48,41–65,44), FCOV-I – 46,83 % (95 % ДІ: 38,34–55,51) та FHV-I – 23,02 % (95 % ДІ: 16,53–31,10). Зі 126 досліджених котів, у 79 було виявлено змішані інфекції. За висновками дослідників, поширенню захворювань сприяє хижацька та нічна поведінка котів, яка збільшує їх контакт з кажанами, ключовим резервуаром, тоді як їхній тісний контакт з людьми як домашніми тваринами підвищує ризик зоонозної передачі (Wang et al, 2025).

Під час пандемії SARS-CoV-2 на півдні Бразилії було проаналізовано 120 котів. Показники виявлення склали 38,3 % для FHV-1, 34,1 % для FCV, 43,3 % для *M. felis*, 19,16 % для *C. felis* та 1,2 % (de Oliveira Santana et al., 2026)

Захворювання, що супроводжуються пригніченням імунітету, такі як FIV, створюють сприятливі умови для виникнення інших захворювань та супутніх інфекцій. Є дослідження, що зосереджено на поширеності *Chlamydia spp.*, вірусу імунодефіциту котів (FIV), вірусу лейкемії котів (FeLV) та їх супутніх інфекцій. Результатом супутньої інфекції може бути вища сприйнятливість до інших патогенів, а також виникнення більш важких клінічних симптомів. У дослідженні взяли участь 168 дорослих котів протягом 2021–2022 років. Загальна поширеність *Chlamydia spp.* становила 17,26 %, FIV – 15,48 % та FeLV – 5,95 %. Найбільш значущим результатом цього дослідження була коінфекція FIV та *Chlamydia* spp. у 3,57 % протестованих котів (Vojtek et al, 2024).

Герпесвірус котів 1-го типу (FeHV-1) та каліцивірус котів (FCV) є найважливішими інфекційними причинами респіраторних захворювань у котів. Частота FCV (62 %) у досліджуваній групі котів свідчить про те, що супутня інфекція є поширеним явищем у кошенят з пневмонією FeHV-1. Припускають, що пошкодження дихальних шляхів,

спричинене FeHV-1, сприяє вторинній інфекції FCV через знижений мукоциліарний кліренс та порушення імунного захисту (Rodriguez et al., 2018).

Інше дослідження також підтверджує поширення вірусних коінфекцій у 100 котів, у яких діагностували FIP в асоціації з іншими вірусами (вірус лейкемії котів (FeLV), вірус імунодефіциту котів (FIV), каліцивірус котів (FCV), герпесвірус котів (FHV), пінистий вірус котів (FFV) та гаммагерпесвірус котів (FcaGHV1) (Wenk et al, 2025).

Результати публікацій підкреслюють, що лабораторні дослідження потребують ретельної інтерпретації, а позитивні результати тестів можуть свідчити про захворювання лише в тому випадку, якщо у кота є клінічні ознаки або патологічні ураження респіраторної інфекції. Такі дослідження можуть сприяти розробці або вдосконаленню профілактичної терапії та підкреслюють важливість комплексних діагностичних і клінічних заходів ведення та контролю (Maboni et al., 2024).

Як зазначається, умовно-патогенна мікрофлора маскує прояв типових клінічних ознак, при цьому знижується ефективність лікувальних заходів, так як основна увага у терапевтичній тактиці приділяється первинному провідному патогену (Maggs, 2005; Kopecny et al., 2020; Slaviero et al., 2021; Chinemerem et al., 2022). Невизначеність бактерійного супроводу за асоційованих вірусних респіраторних захворювань зумовлює фахівців застосовувати антимікробні засоби без урахування чутливості, що в свою чергу призводить до появи антибіотикорезистентних мікроорганізмів (Kadlec et al., 2018; Larsson et al., 2021; Hadzevych et al., 2023). За такої проблеми подовжуються терміни лікування хворих тварин та підвищується летальність.

Матеріал і методи досліджень. Клінічні дослідження хворих тварин виконували в умовах двох приватних ветеринарних лікарень м. Харків. Бактеріологічні дослідження виконували в умовах міжкафедральної лабораторії факультету ветеринарної медицини ДБТУ впродовж 2025 р. Матеріалом для дослідження були зразки біологічного матеріалу від 14 хворих котів. Діагностика інфекційного респіраторного захворювання була комплексною: збір та оцінку анамнестичних даних щодо тривалості захворювання, умов утримання, годівлі тварин, їх віку, наявність стресових ситуацій, можливі контакти з тваринами, підозрілими щодо зараження респіраторними інфекціями. Клінічні ознаки ураження дихального тракту дозволили поставити попередній діагноз, який підтверджували лабораторними дослідженнями. Біологічним матеріалом для виявлення вірусних чи бактерійних патогенів були носо-глоткові секрети від хворих котів, які відбирали за допомогою одноразових стерильних тампонів-зондів. Гнучкий зонд з тампоном вводили в ротову порожнину в область глотки і дотиком відбирали зразок слизу, який вносили у стерильні чашки Петрі з відповідними поживними середовищами для культивування та диференціації бактерійних культур. Культивування проводили в аеробних умовах за температурного режиму 37-38 ^{0}С впродовж 24-48 годин для бактерій та 5-6 діб для грибів. Ідентифікацію виділених збудників проводили класичними методами культивування на спеціальних середовищах, вивчення біохімічних і тинкторіальних властивостей. Бактерії різних родів культивували на спеціальних селективних середовищах, а саме: МПА дозволяв виявити пігментоутворення бактерій роду *Psedomonas,* а бактерії роду *Proteus* за його характерним повзучим ростом («роїнням»); *Bordetella* культивували на казеїново-вугільному агарі; бактерії родів *Streptococcus* і *Pasteurella* культивували на сироватковому агарі; бактерії роду *Haemophylus* – на шоколадному агарі, роду *Staphylococcus* – на жовтково-сольовому агарі. Виділення бактерій роду *Chlamydia* проводили шляхом зараження у жовтковий міхур 6-7-добових ембріонів курей. Морфологічні та тинкторіальні властивості більшості мікроорганізмів досліджували у мазках, пофарбованих за Грамом, а для бактерій роду *Chlamydia* використовували метод Романовського-Гімза. Для виявлення вірусних патогенів застосовували швидкі ІХА-тести (FHV Ag) виробництва *ASAN PHARM* (Китай) або «*Easy Test FHV Ag*» (виробництва *Asan Pharm*, Республіка Корея).

Тяжкість клінічного прояву захворювання оцінювали за методикою, описаною в статті Maboni et al. (2024). За розвитку чхання, кашлю, кон'юнктивіту, слизистих виділень із носа та очей прояв захворювання оцінювали в один бал. Якщо до цих ознак додавалися виразки в роті, млявість, депресія, погіршення апетиту, стан тварини оцінювали в два бали. В три бали оцінювали найважчий стан, коли патологічний процес поширювався на нижні дихальні шляхи та легені (пропасниця, відсутність апетиту, ознаки пневмонії).

Результати досліджень та їх обговорення. Серед досліджених у 2025 р. котів в кількості 126 тварин поширеність респіраторних інфекцій відзначали на рівні 22,5 % випадків. За результатами епізоотологічного моніторингу щодо інфекційної респіраторної патології котів було з'ясовано, що етіологічними чинниками захворювань органів дихання переважно були вірусні та бактерійні патогени (табл. 1).

Результатами наших досліджень підтверджено, що респіраторні захворювання у вигляді моноінфекцій проявляються значно рідше у порівнянні з асоційованим проявом. Так, вірусні моноінфекції реєструвалися у 8-9 % випадків, у той час, як асоційовані – у 1,5-2,5 раза частіше.

Наші результати узгоджуються з повідомленнями інших дослідників про те, що за інфекційного ураження системи органів, яка не може бути вільною від мікроорганізмів-коменсалів, патологічний процес частіше супроводжується взаємодією учасників мікробної асоціації (Helps et al., 2005; Radford et al., 2007; Severyn et al., 2023). Поряд з цим, науковці акцентують увагу на тому, що при підтвердженні асоційованого характеру інфекційного захворювання необхідно визначати роль і значення кожного мікробного учасника такої асоціації (Vekšins, 2022; Severyn et al., 2023).

Таблиця 1

Епізоотологічний моніторинг респіраторних інфекцій котів

№ з/п	Респіраторні інфекції	Частота реєстрації, %
Моноінфекції		
1	Каліцивірусна інфекція	8,0
2	Інфекційний ринотрахеїт	9,0
Асоційовані інфекції		
3	ІРТ/каліцивіроз	17,5
4	ІРТ/хламідіоз	14,0
5	Каліцивіроз/хламідіоз	12,5
6	ІРТ/бактерійна асоціація	22,5
7	Каліцивіроз/бактерійна асоціація	16,5
8	Всього 126 гол.	100

Тому, в подальшому, наша робота була спрямована на визначення бактерійного нозологічного профілю асоційованих респіраторних інфекцій котів. За результатами проведених досліджень нами встановлено, що бактерійний нозопрофіль мікрофлори слизової оболонки верхніх дихальних шляхів у котів налічував 7 одиниць (рис. 1).

Отримані результати дозволили зробити висновок, що бактерійна мікрофлора слизової оболонки котів, хворих на респіраторні інфекції, є досить різноманітною. Вона була представлена такими патогенними і умовнопатогенними представниками, як стафілококи, стрептококи, пастерели, гемофільні бактерії, які, зазвичай виконують ускладнюючу роль за наявності провідного збудника – вірусу. Найчастіше серед умовно-патогенної мікрофлори виявлялися бактерії стрептококової групи (*Streptococcus* spp.) та роду *Bordetella* – по 14,5 % випадків. Також підтверджувалися випадки виявлення пастерел (*Pasteurella* spp.) – 12,0 % випадків. Інші бактерійні патогени визначали на рівні 6,0-10,0 %. Також було підтверджено наявність бордетел, які можуть бути як самостійним етіопатогенним чинником або виступати у ролі вторинної мікрофлори за патологічного розладу у респіраторному тракті тварин. У наших дослідженнях наявність патогену *B. bronchiseptica* виділялася найчастіше – у 42,0 % випадків.

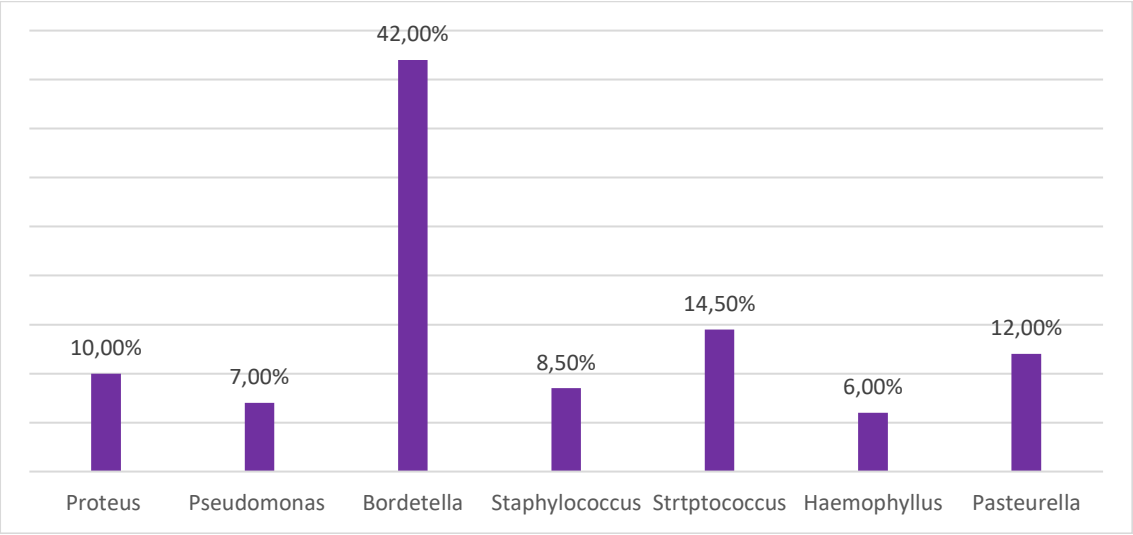


Рис. 1. **Частота виділення бактерій різних родів за респіраторних інфекцій котів**

Під час клінічного огляду оцінювали тяжкість перебігу у балах: один бал (найлегший перебіг) встановили у 5 котів, два бали (перебіг середньої тяжкості) – у 8 тварин, три бали (найтяжчий перебіг) – у 14 тварин.

За найбільшою тяжкістю клінічних ознак ми виділили групу тварин першого року життя в кількості 14 гол., що становить 11,1 % від досліджених. Дані про дослідження біологічного матеріалу від цих хворих котів представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Видовий мікробіоценоз за респіраторних інфекцій котів (n=14)

№з/п	Кличка тварини	Вік, міс	Роди мікроорганізмів						
			Bordetella	*Streptococcus*	*Pasteurella*	*Staphylococcus*	*Pseudjmonas*	*Proteus*	*Haemophyllus*
1	Буклет	12	+	+			+	+	
2	Барсик	9	+	+	+		+		
3	Бонік	11		+	+		+		
4	Міранда	8		+	+			+	
5	Пушок	9	+	+	+		+	+	
6	Мася	12				+		+	
7	Луна	10	+	+				+	+
8	Фелікс	12	+		+	+	+		
9	Поночка	6	+	+	+				
10	Аліса	10			+		+	+	
11	Марго	6	+			+			+
12	Рижик	11				+	+		
13	Моня	9	+	+					
14	Мурчик	12	+	+	+	+		+	

Результати вивчення кількісного складу бактерійного біоценозу у хворих котів показали, що колонізація респіраторного тракту за інфекційної патології може відбуватися за участю від двох до п’яти різних видів умовно-патогенної мікрофлори. Асоціація із п’яти патогенів підтвердилася у двох тварин – 14,3 %. Чотири збудника виділили у 28,6 % випадків (у чотирьох тварин). Найчастіше підтверджувалася асоціація з трьох бактерійних

збудників – 35,7 % (5 тварин). Двокомпонентна бактерійна асоціація була виявлена в трьох випадках, що становить 21,4 %.

Ми провели аналіз залежності кількості бактеріальних асоціатів від віку та статі тварин на прикладі групи котів з найважчим перебігом. У цій групі було 14 тварин. З них було 9 котів (64,3 %) та 5 кішок (35,7 %), тобто самок було майже вдвічі менше, ніж самців. Частота різних варіантів асоційованого перебігу інфекцій респіраторного тракту у котів представлена на рис. 2.

З рис. 2 видно, що у котів вік не впливав на кількість бактерій, які викликали респіраторні інфекції, причому лише 33 % мали 2-3 збудника, в той час, майже 67 % були уражені 4-5 видами бактерій. У кішок молодшого віку реєстрували лише 3-компонентну асоціацію, а у старших – була зареєстрована як 3-компонентна, так і 4-компонентна бактерійна асоціація. Через невелику кількість досліджених тварин ми не можемо впевнено сказати, що такий розподіл кількості збудників характерний також для інших вікових груп котів.

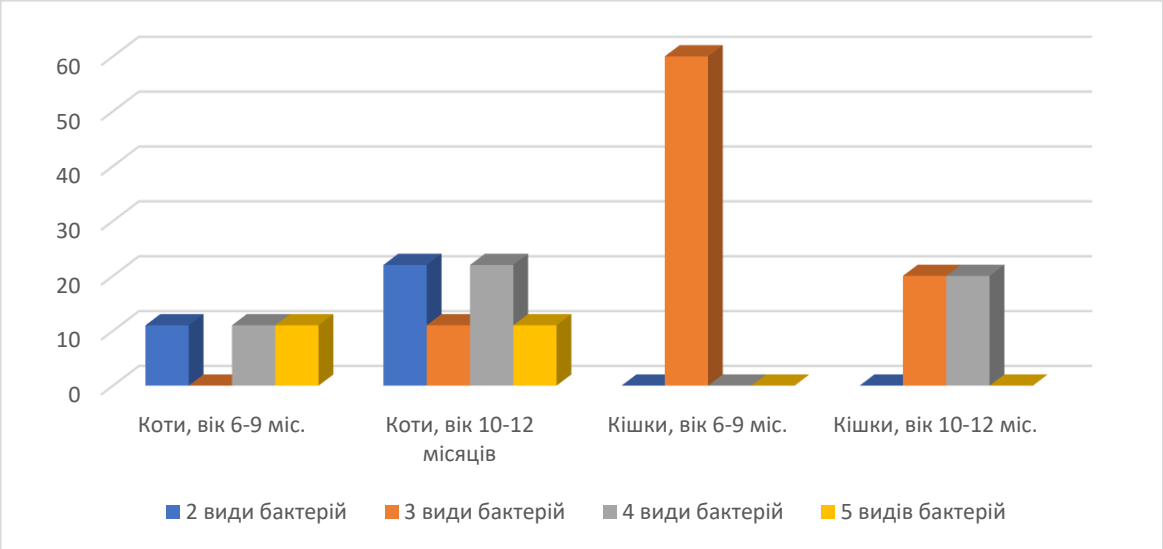


Рис. 2. **Розподіл кількості бактеріальних асоціатів у хворих котів різних груп та статі**

Таким чином, отримані нами результати ілюструють той факт, що роль патогенної мікрофлори слизових оболонок верхніх дихальних шляхів у розвитку інфекцій у котів однозначно підтверджується, тож нозопрофіль слизових необхідно регулярно відслідковувати за допомогою бактеріологічного моніторингу.

Регулярне вивчення та перевірка складу бактерійної мікрофлори за респіраторних інфекцій має провідне значення в питанні запровадження науково-обґрунтованої профілактики та індивідуального лікування тварин.

Висновки.

1. Упродовж 2025 року у 126 котів різного віку було діагностовано респіраторні інфекції, з яких 13,5 % виявилися моноінфекціями, а 86,5 % – асоційованими вірусно-бактеріальними інфекціями.
2. Вірусні респіраторні захворювання у котів ускладнювались бактеріями кількох родів: Bordet*ella*, *Streptococcus*, *Pasteurella*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Haemophyllus* та *Chlamydia*. Асоціацію з двох, трьох, чотирьох і п’яти бактерій виявили в 21,4 %, 35,7 %, 28,6 % та 14,3 % випадків відповідно.
3. Найважче за перебігом захворювання реєстрували у кошенят першого року життя (11,1 %), що пов’язано з максимальною кількістю асоціатів одночасно – від 3 до 5 видів бактерій.
4. Продовження досліджень дозволить удосконалити методи діагностики, лікування та профілактики асоційованих респіраторних інфекцій котів.

References

Arnold, H. K., Hanselmann, R., Duke, S. M., Sharpton, T. J. & Beechler, B. R. (2022). Chronic clinical signs of upper respiratory tract disease associate with gut and respiratory microbiomes in a cohort of domestic felines. *PLoS One*, 17 (12). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268730

Bellinati, L., Ceglie, L., Mazzotta, E., Campalto, M., Lucchese, L. & Natale, A. (2025). One-year surveillance of Chlamydia spp. infection in stray cats from north eastern Italy. *Frontiers in Veterinary Science*, 12: 1502642. doi: https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1502642

Binns, S. H., Dawson, S., Speakman, A. J., Cuevas, L. E., Hart, C. A., Gaskell, C. J., Morgan, K. L., & Gaskell, R. M. (2000). A study of feline upper respiratory tract disease with reference to prevalence and risk factors for infection with feline calicivirus and feline herpesvirus. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2 (3), 123–133. https://doi.org/10.1053/jfms.2000.0084

Castillo, A. P., Miranda, J. V. O., Fonseca, P. L. C., Silva, S. O., Lopes, R. E. N., Spanhol, V. C., Moreira, R. G., Nicolino, R. R., Queiroz, D. C., de Araújo, E. Santos, L. C. G., Dos Santos, A. P. S., Rivetti, H. A. A., Martins-Duarte, E. S., de Almeida Vitor, R. W., Dos Reis, J. K. P., Aguiar, R. S., & da Silveira, J. A. G. (2024). Evidence of SARS-CoV-2 infection and co-infections in stray cats in Brazil. *Acta Tropica*, 249: 107056. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.107056

Chinemerem, N. D., Ugwu, M. C., Oliseloke Anie, C., Al-Ouqaili, M. T. S., Chinedu Ikem, J., Victor Chigozie, U., & Saki, M. (2022). Antibiotic resistance: The challenges and some emerging strategies for tackling a global menace. *Journal of Clinical Laboratory Analysis.* 36, 9, e24655. https://doi.org/10.1002/jcla.24655

Dawson, D. A., Carman, J., Collins, J., Hill, S., & Lappin, M. R. (1998). Enzyme-linked immunosorbent assay for detection of feline herpesvirus 1 IgG in serum, aqueous humor, and cerebrospinal fluid. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 10(4), 315–319. https://doi.org/10.1177/104063879801000401

de Oliveira Santana W., Maciel J. G., Flores R. S., Redaelli R., Kipper D., Roesch-Ely M., Lunge V. R., & Streck A. F. (2025). Epidemiology and co-infection of URTD pathogens in domestic cats during COVID-19. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2025 57(1): 15. https://doi.org/10.1007/s42770-025-01844-1

Foley, J. E., Rand, C., Bannasch, M. J., Norris, C. R., & Milan, J. (2002). Molecular epidemiology of feline bordetellosis in two animal shelters in California, USA. *Preventive Veterinary Medicine*, 54(2), 141-56. https://doi.org/10.1016/s0167-5877(02)00022-3

Goldstein, E. J. C., & Abrahamian, F. M. (2015). Diseases transmitted by cats. *Microbiology Spectrum*, 3(5). https://doi.org/10.1128/microbiolspec.iol5-0013-2015

Hadzevych, O. V., Paliy, A. P., Stegniy, B. T., Stegniy, A. B., Chechet, O. N., Hadzevych, D. V., Palii, A. P., Pavlichenko, O. V., Severin, R. V., Petrov, R. V., & Livoshchenko, L. P. (2023). Antibiotic resistance of microbiotas of fishery enterprises hydro ecosystems. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 84, 4, 77–87. https://doi.org/10.15407/microbiolj84.04.077. [In Ukrainian]

Helps, C. R., Lait, P., Damhuis, A., Björnehammar, U., Bolta, D., Brovida, C., & Graat, E. A. (2005). Factors associated with upper respiratory tract disease caused by feline herpesvirus, feline calicivirus, *Chlamydophila felis* and *Bordetella bronchiseptica* in cats: experience from 218 European catteries. *The Veterinary Record*, 156 (21), 669–673. https://doi.org/10.1136/vr.156.21.669

Hofmann-Lehmann, R., Hosie, M. J., Hartmann, K., Egberink, H., Truyen, U., Tasker, S., Belák, S., Boucraut-Baralon, C., Frymus, T., Lloret, A., Marsilio, F., Pennisi, M. G., Addie, D. D., Lutz, H., Thiry, E., Radford, A. D., & Möstl, K. (2022). Calicivirus Infection in Cats. *Viruses.* 14(5), 937. https://doi.org/10.3390/v14050937.

Kadlec, K., & Schwarz, S. (2018). Antimicrobial Resistance in *Bordetella bronchiseptica*. *Microbiology Spectrum*, 6, 1-11. https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0024-2017

Kopecny, L., Maggs, D. J., Leutenegger, C. M., & Johnson, L. R. (2020). Effects of famciclovir in cats with spontaneous acute upper respiratory tract disease. *Journal of Feline Medicine & Surgery*, 22(6), 492-499. https://doi.org/10.1177/1098612X19857587

Larsson, D. G. J., & Flach, C.-F. (2021). Antibiotic resistance in the environment. *Nature Reviews Microbiology*, 20(5), 257–269. https://doi.org/10.1038/s41579-021-00649-x

Maboni, G., Che, S., Tallmadge, R., De Luca, E., Goodman, L. B., Weese, J. S., & Sanchez, S. (2024). Feline respiratory disease complex: insights into the role of viral and bacterial co-infections. *Frontiers in Microbiology*, 3(15): 1455453. https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1455453.

Maggs, D. J. (2005). Update on pathogenesis, diagnosis, and treatment of feline herpesvirus type 1. *Clinical techniques in small animal practice*, *20*(2), 94–101. https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2004.12.013.

Novacco, M., Ranjbar Kohan, N., Stirn, M., Meli, M. L., Díaz-Sánchez, A. A., Boretti, F. S., & Hofmann-Lehmann, R. (2019). Prevalence, geographic distribution, risk factors and co-infections of feline gammaherpesvirus infections in domestic cats in Switzerland. *Viruses*, *11*(8), 721. https://doi.org/10.3390/v11080721

Radford, A. D., Coyne, K. P., Dawson, S., Porter, C. J., & Gaskell, R. M. (2007). Feline calicivirus. *Veterinary Research*, 38(2), 319–335. https://doi.org/10.1051/vetres:2006056

Rodriguez J. M., Köhler K., & Kipar A. (2018) Calicivirus co-infections in herpesvirus pneumonia in kittens. The Veterinary Journal, 236, 1-3. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.04.004

Severyn, R., Gontar', A., Ruban, V., Panikar, I. & Zhunko, I. (2023). Study of the prevalence and scientificly based treatment measures for associated infectious rhinotracheitis in cats in Kharkiv. *Agrarian bulletin black sea.* https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.106.03 [In Ukrainian]

Slaviero, M., Ehlers, L. P., Argenta, F. F, Savi, C., Lopes, B. C., & Pavarini, S. P. (2021). Causes and lesions of fatal pneumonia in domestic cats. *Journal of Comparative Pathology*, 189, 59–71. https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2021.09.005

Tabatabaei, M., & Rohani, H. R. (2022). Identification of *Bordetella bronchiseptica* in the throat and nose of dogs and cats by PCR. *Molecular Cell Biology Research Communications*, 11(3), 127-131. https://doi.org/10.22099/mbrc.2022.43873.1755

Vekšins, A. (2022). Feline upper respiratory tract disease – Computed tomography and laboratory diagnostic. *Veterinary World*, 15(7), 1880–1886. https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1880-1886

Vojtek, B., Čechvala, P., Zemanová, S., Korytár, Ľ., Prokeš, M., Drážovská, M., Petroušková, P., Kožiarská Tomčová, J., & Ondrejková, A. (2024). Incidence of Chlamydia spp., FIV, FeLV in free-roaming cats in Slovakia. *Veterinary medicine (Auckland, N.Z.)*, 19(15), 205-220. https://doi.org/10.2147/vmrr.s465088

Wang, T., He, M., Liu, Y., Lin, R., Huang, R., Lin, B., Liang, Y., Guo, X., Liu, R., & Luo, J. (2025). High prevalence of multi-viral co-infections and low rabies seropositivity in stray cats of Shenzhen, China. *Animals*, *15*(20), 3042. https://doi.org/10.3390/ani15203042

Wenk, J., Meli, M. L., Meunier, S. M., Felten, S., de Witt Curtius, C. C., Crespo Bouzon, A., Cerchiaro, I., Pineroli, B., Kipar, A., Unterer, S., Zwicklbauer, K., Hartmann, K., Hofmann-Lehmann, R., & Spiri, A. M. (2025). Viral coinfections potentially associated with feline chronic gingivostomatitis in cats with feline infectious peritonitis. *Viruses*, *17*(11), 1505. https://doi.org/10.3390/v17111505

2026. Номер 13, С. 138 – 163.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 09.04.2026 Прийнято: 05.05.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.13

UDC 616.9:578.834:614.4

PHARMACOLOGICAL ANALYSIS AND SYSTEMATIZATION OF MODERN INSECTOACARICIDES IN VETERINARY MEDICINE: WORLD EXPERIENCE AND PROSPECTS OF APPLICATION

D.V. Konkin[1], Ye.V. Vashchyk[1], A.V. Kiptenko[1], O.V. Ladogubets[2], K.A. Duchenko[2]
[1]National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Kharkiv, Ukraine
[2]State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID
D.V. Konkin: https://orcid.org/0009-0008-1581-4783
Ye.V. Vashchyk: https://orcid.org/0000-0002-5980-6290
A.V. Kiptenko: https://orcid.org/0009-0002-6289-1745
O.V. Ladogubets: https://orcid.org/0000-0002-0977-5940
K.A. Duchenko: https://orcid.org/0009-0009-2518-9296

E-mail: teremok1031@gmail.com

Abstract. Ectoparasites have not only a direct pathogenic effect on the animal body, but are also key vectors of transmissible infections, including zoonoses. In veterinary medicine, the following groups of insectoacaricides are mainly used: isoxazolines, spinosyns, macrocyclic lactones, neonicotinoids, phenylpyrazoles, formamidines, pyrethrins and synthetic pyrethroids, carbamates, organophosphates, insect growth regulators, plant repellents. A review and analysis of the effectiveness under the conditions of safety of modern insectoacaricides indicates the priority of innovative highly selective compounds (isoxazolines, spinosyns, macrocyclic lactones). Market development is focused on the gradual displacement of traditional groups of insectoacaricides (organophosphates and carbamates) due to high non-target toxicity and development of resistance in ectoparasites. The conducted pharmacological analysis of molecular targets of the presented groups of insecticides confirms that modern agents – isoxazolines, spinosyns, macrocyclic lactones are highly selective and safe, which is justified by the specific affinity for invertebrate receptors (nAChRs, GluCls, GABACls, etc.), which are significantly different from similar structures in mammals or are completely absent in them. The most pronounced prolonged effect is provided by systemic agents of the isoxazoline and macrocyclic lactone groups. The development of combined drugs, which demonstrate an advantage over monodrugs, is promising. An important aspect is the formation of resistance in parasites to active substances, which necessitates the rational use of drugs and the development of new drug rotation and control strategies aimed at slowing the development of resistance. An integrated approach to combating ectoparasites will help increase the effectiveness of preventive measures and reduce economic losses in livestock farming, and is also important within the framework of the «One Health» concept.

Key words: *isoxazolines, spinosyns, macrocyclic lactones, neonicotinoids, phenylpyrazoles, insect growth regulators, plant repellents, formamidines.*

УДК 616.9:578.834:614.4

ФАРМАКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СУЧАСНИХ ІНСЕКТОАКАРИЦИДНИХ ЗАСОБІВ У ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ: СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ

Д.В. Конкін[1], Є.В. Ващик[1], А.В. Кіптенко[1], О.В. Ладогубець[2], К.А. Дученко[2]
[1]Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», Харків, Україна
[2]Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
E-mail: teremok1031@gmail.com

Анотація. Ектопаразити чинять не лише прямий патогенний вплив на організм тварин, а й є ключовими векторами трансмісивних інфекцій, в тому числі зоонозів. У ветеринарній медицині переважно застосовують групи інсектоакарицидів: ізоксазоліни, спиносини, макроциклічні лактони, неонікотиноїди, фенілпіразоли, формамідини, піретрини та синтетичні піретроїди, карбамати, органофосфати, регулятори росту комах, рослинні репеленти. Огляд та аналіз ефективності за умов безпечності сучасних інсектоакарицидних препаратів свідчить про пріоритетність інноваційних високоселективних сполук (ізоксазоліни, спіносини, макроциклічні лактони). Розвиток ринку акцентований на поступове витіснення традиційних груп інсектоакарицидів (органофосфатів та карбаматів) по причині високої нецільової токсичності та розвитку резистентності ектопаразитів. Проведений фармакологічний аналіз молекулярних мішеней представлених груп інсектицидів підтверджує, що сучасні засоби – ізоксазоліни, спіносини, макроциклічні лактони є високоселективними та безпечними, що обгрунтовано специфічною спорідненістю до рецепторів безхребетних (nAChRs, GluCls, GABACls та інш.), які істотно різняться від аналогічних структур ссавців або повністю у них відсутні. Найбільш виражену пролонговану дію мають системні засоби груп ізоксазолінів та макроциклічних лактонів. Перспективною є розробка комбінованих препаратів, які демонструють перевагу над монопрепаратами. Важливим аспектом є також формування резистентності у паразитів до діючих речовин, що знижує ефективність традиційних схем лікування та профілактики. Це обумовлює необхідність раціонального застосування препаратів і розробки нових стратегій ротації препаратів та контролю, спрямованих на уповільнення розвитку стійкості. Комплексний підхід до боротьби з ектопаразитами сприятиме підвищенню ефективності профілактичних заходів і зменшенню економічних втрат у тваринництві, а також має позитивне значення в соціальному аспекті з огляду концепції «Єдине Здоров'я».

***Ключові слова**: ізоксазоліни, спіносини, макроциклічні лактони, неонікотиноїди, фенілпіразоли, регулятори росту комах, рослинні репеленти, формамідини.*

Вступ. *Актуальність.* Протипаразитарні засоби використовуються у ветеринарній медицині фактично з моменту виникнення організованого тваринництва. Спочатку домінував емпіризм – безсистемний пошук лікарських засобів із усього, що оточувало людину – який у давні часи та середньовіччі часто поєднували із релігією. «В природі не існує такої речовини, яка б не була придатна в якості лікарського засобу» – одне із правил древньої медицини Тібету (Хмельницький et al., 2001). Наука пройшла шлях від рослинних, тваринних і мінеральних засобів у поєднанні з містичними практиками в античності та середні віки до появи синтетичних антигельмінтиків у 20-му ст., продовжуючи розвиватися. Сучасні протипаразитарні препарати поділяють на кілька основних груп в залежності від виду паразитів і однією з найбільших із них є інсектоакарицидні препарати, дія яких спрямована проти членистоногих паразитів, таких як воші, блохи, кліщі, комарі, мошки, гедзі.

Ектопаразити чинять не лише прямий патогенний вплив на організм тварин, а й є ключовими векторами трансмісивних інфекцій, в тому числі зоонозів, що обгрунтовує контроль їх чисельності як стратегічне завдання ветеринарної медицини згідно концепції «Єдине здоров'я» (One Health). Стрімкий розвиток фармакологічної науки забезпечив розробку інноваційних молекул, а саме ізоксазолінів та продуктів мікробної ферментації - макроциклічні лактони, спіносини, які істотно різняться у порівнянні до класичних препаратів за механізмом дії, безпечністю та тривалістю захисного ефекту. Розвиток резистентніості популяцій членистоногих до традиційних синтетичних інсектицидів та зміна екологічних вимог до ветеринарних засобів спричинюють необхідність оновлення розроблених схем інсектоакарицидних обробок. Тому систематизація інформації про сучасні інсектоакарициди є дуже важливою для науково обґрунтованого вибору засобів, які будуть забезпечувати ефективність за мінімального екологічного навантаження на довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Новітні розробки та впровадження інсектоакарицидних препаратів представлено у працях провідних світових науковців. Так, аспекти молекулярних механізмів дії та класифікації за класифікацією IRAC ґрунтовно досліджено та висвітлено у працях Sparks & Nauen, 2015, а також у більш пізніх оглядах Sparks et al., 2020, 2021, в яких представлено розвиток класифікації та її оновлення з урахуванням нових груп діючих речовин та розвитку резистентності.

Аналіз фармакокінетичних особливостей ізоксазолінів останнього покоління представлений у роботах Zhou et al. (2022); Geurden et al. (2023); Ireland et al. (2023). Проблему розвитку резистентності ектопаразитів до макроциклічних лактонів вивчали Salman et al. (2022); Gernandt et al. (2025) та до піретроїдів Obaid et al., (2022); Mavromati & Mehmedi (2023). У той же час, у вітчизняній науковій літературі, наряду із достатньою кількістю прикладних досліджень щодо ефективності препаратів окремих торгових марок, недостатньо комплексних аналітичних оглядів, що поєднують світові класифікаційні стандарти із систематизацією новітнього асортименту засобів, наявних на ринку України.

Мета роботи. Провести комплексний фармакологічний аналіз та вивчити систематизацію сучасних груп інсектоакарицидних препаратів, які застосовуються у ветеринарній медицині, на основі їх хімічної природи, молекулярних механізмів дії та токсичності.

Завдання:

- визначити загальні принципи класифікації інсектоакарицидних засобів згідно світового досвіду;
- провести теоретичний аналіз та систематизацію сучасних інсектоакарицидних засобів за розташуванням від інноваційних високоселективних засобів до класичних груп препаратів;
- дати характеристику головних груп діючих речовин в аспекті молекулярних мішеней та оцінку їх ефективності на основі аналізу світових наукових джерел;
- зробити порівняльний аналіз тривалості захисного ефекту та рівня безпечності різних груп засобів для тварин, людей та довкілля;
- вивчити ефективність та перспективність груп препаратів природного походження (спіносинів, макроциклічних лактонів, фіторепелентів) у сучасних схемах боротьби із ектопаразитозами;
- дослідити наявність головних фармакологічних груп інсектоакарицидів іноземних та вітчизняних препаратів на ринку ветеринарних засобів в Україні.

Основна частина. У сучасній науковій та практичній діяльності, зокрема у таких галузях, як ветеринарна та гуманна медицина, сільське господарство, санітарно-епідеміологічна практика, використовуються класифікації інсектоакарицидних засобів за різними принципами згідно їх ключових характеристик та сфери застосування. Актуальними є систематика за механізмом дії, хімічною структурою діючих речовин, походженням (синтетичні або природні), способом потрапляння в організм членистоногих,

а також за призначенням та спектром активності. Кожен із цих підходів застосовується відповідно до мети дослідження або практичного застосування засобів.

У міжнародній практиці популярною є класифікація за механізмом дії – IRAC MoA Classification (Mode of Action Classification), розроблена Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). Така класифікація обґрунтована поділом діючих речовин препаратів на групи в залежності від впливу на біохімічні та фізіологічні процеси в організмі членистоногих (в першу чергу, на нервову систему, процеси росту та розвитку). На основі MoA класифікації будують стратегії управління резистентністю інсектоакарицидних препаратів.

Водночас, IRAC MoA Classification базується на систематиці з поділом на групи за хімічною струкутрою: у системі IRAC діючі речовини групують насамперед за механізмом дії, але всередині групи препарати представлені за хімічними класами. Таким чином, поділ за хімічною структурою використовується як другий рівень систематики.

В роботі представлено огляд найбільш актуальних груп інсектоакарицидів у ветеринарній медицнині: ізоксазоліни, спиносини, макроциклічні лактони, неонікотиноїди, фенілпіразоли, формамідини, піретрини та синтетичні піретроїди, карбамати, органофосфати, регулятори росту комах, рослинні репеленти. За основу систематизації було обрано класифікацію за хімічною структурою діючих речовин, що забезпечує логічну послідовність представлення матеріалу, зрозуміле групування препаратів як в академічних посібниках та можливість їх комплексної характеристики. Порядкове розташування груп препаратів здійснюється від сучасних високоселективних синтетичних та напівсинтетичних сполук до класичних нейротоксичних речовин, із виділенням окремих груп засобів із регуляторною дією та фіторепелентів, що забезпечує додаткову систематизацію матеріалу.

Ізоксазоліни – це клас ветеринарних інсектицидних та акарицидних засобів, які діють шляхом селективного пригнічення глутамат- та ГАМК- залежних хлоридних каналів (Glutamate-gated chloride channels, GluCls та Gamma-aminobutyric acid-gated chloride channels, GABACls відповідно) у нервовій системі безхребетних, спричиніючи параліч та загибель ектопаразитів, таких як блохи, воші та кліщі (Zhou et al., 2022; Jiang & Old, 2025). Активними діючими речовинами є флураланер, афоксоланер, сароланер та лотиланер, які мають швидкий початок дії та високу ефективність проти різних видів паразитів (Zhou et al., 2022; Ireland et al., 2023; Jiang & Old, 2025).

Флураланер має високу біодоступність і найтриваліший період напіввиведення (12–15 діб), що забезпечує пролонгований захист до 12 тижнів. При цьому сполука повільніше за інші сполуки створює максимальну концентрацію в плазмі крові (від 1 до 3 діб) (Zhou et al., 2022). Наприклад, препарати на основі флураланеру:

- Bravecto жувальні таблетки для собак (MSD Animal Health, США);
- Bravecto Spot-On краплі для собак та котів (MSD Animal Health, США);
- Bravecto PLUS (MSD Animal Health, США) – комбінований препарат для котів, що містить флураланер та моксидектин та захищає від кліщів, бліх та гельмінтів;
- Exzolt (MSD Animal Health, США) – системний препарат, призначений для лікування та профілактики зараження червоним курячим кліщем у курей-несучок, племінної птиці і молодняку.

Афоксоланер характеризується швидким всмоктуванням (пік через 2–6 годин), має період напіввиведення 10–14 діб та забезпечує захист протягом 4 тижнів (Zhou et al., 2022). Наприклад, препарати з діючою речовиною афоксоланер:

- NexGard (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – препарат у вигляді жувальних таблеток, призначений для лікування та профілактики собак від зараження блохами та іксодовими кліщами);
- NexGard Spectra (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – комбінований препарат у вигляді жувальних таблеток, який, окрім бліх та кліщів, захищає від шлунково-кишкових нематодозів та дирофіляріозу).

Сароланер демонструє стабільну концентрацію в плазмі протягом 4 тижнів; пік досягається через 3–12 годин, а період напіввиведення становить 10–12 діб (Zhou et al., 2022). Наприклад, засоби, що містять сароланер:

- Simparica (Zoetis, США) – жувальні таблетки для собак для лікування та профілактики зараження блохами та іксодовими кліщами;
- Simparica TRIO (Zoetis, США) – комплексний препарат, який окрім сароланера містить моксидектин та пірантел й забезпечує захист від бліх, кліщів, а також шлунково-кишкових нематод та дирофілярій.

Лотиланер має найкоротший період напіввиведення в порівнянні з іншими ізоксазолінами (4–6 діб), досягає максимальної концентрації близько 2–4 годин й достатній для застосування протягом місяця (Zhou et al., 2022). Препарати з активною речовиною лотиланер:

- Credelio (Elanco Animal Health, США) – жувальні таблетки для котів для лікування та профілактики зараження блохами та іксодовими кліщами, також є аналогічний засіб для собак;
- Credelio Plus (Elanco Animal Health, США) – жувальні таблетки для собак, що, крім бліх та кліщів, захищають від дирофіляріозу та шлунково-кишкових гельмінтів.

Сполуки класу ізоксазолінів призначають перорально або місцево собакам та котам, показання включають профілактику та лікування зараження блохами та кліщами. Протипоказання обмежені, але рекомендується обережність для деяких чутливих порід або тварин з неврологічними розладами, що підтверджують вчені у своїх публкаціях (Zhou et al., 2022; Geurden et al., 2023; Ireland et al., 2023). Побічні ефекти, як правило, легкі, але в рідкісних випадках можуть включати неврологічні ознаки. Також існують екологічні проблеми через досить тривалий період виведення та потенційну токсичність для нецільових видів, таких як бджоли (Jiang et al., 2025). Rodrigues et al. (2025) свідчать, що резистентність до ізоксазолінів ще не була широко зареєстрована, але необхідне постійне спостереження, враховуючи збільшення їхнього використання. Дослідження безпеки у роботі Zhou et al. (2022) були проведені для всіх чотирьох ізоксазолінових сполук у дозах, які щонайменше у п'ять разів перевищують рекомендовані, без очевидних побічних ефектів, за винятком спостережуваних неврологічних ефектів. Обмежені дослідження безпеки показали, що ізоксазоліни є безпечними для котів. Безпека застосування афоксоланеру, флураланера та лотиланера цуценятам або кошенятам була підтверджена при пероральному або місцевому застосуванні в дозах, що в 1, 3 або 5 раза перевищували максимальну дозу, схвалену Управлінням з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів та медикаментів США, тоді як легка та самообмежувальна атаксія та тремор із судомами спостерігалися у 8-тижневих цуценят, яких лікували підвищеними дозами. Обмежені теріогенологічні дані показали, що лікування ізоксазолінами не має помітного впливу на репродуктивний статус або аналіз сперми, але може призвести до деформації кінцівок, збільшення серця та селезінки, а також розщеплення піднебіння у новонароджених цуценят. На думку дослідників, ветеринари повинні бути обережними під час призначення ізоксазолінів вагітним та годуючим сукам, доки не будуть проведені подальші дослідження безпеки (Zhou et al., 2022). Порівняльні дослідження авторів підтверджують ефективність всіх сполук групи ізоксазолінів, але відмічають різницю в тривалості дії, профілях безпеки та смакових якостях лікарської форми, що впливає на клінічний вибір, а майбутні дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію цих агентів для ширшого використання видів та мінімізацію впливу на навколишнє середовище (Zhou et al., 2022; Geurden et al., 2023; Jiang & Old, 2025).

Спіносини – це клас інсектицидних та акарицидних засобів, отриманих з продуктів природної ферментації *Saccharopolyspora spinosa*, де речовина спіносад є активним інгредієнтом, який широко використовується у ветеринарній медицині. Вони діють головним чином, впливаючи на нікотинові ацетилхолінові рецептори (nAChRs) у нервовій

системі комах, викликаючи безперервну активацію, що призводить до паралічу та смерті (Sparks et al., 2025).

Спіносад є сумішшю двох основних макроциклічних лактонів – спіносину A та спіносину D, які утворюються під час ферментації бактерії *Saccharopolyspora spinosa*. Речовина характеризується швидким початком інсектицидної дії та високою ефективністю проти бліх. Після перорального застосування у собак спіносад добре всмоктується у шлунково-кишковому тракті, досягаючи максимальної концентрації в плазмі крові приблизно через 2–4 години, а період напіввиведення сягає 10–20 год. Механізм його дії полягає у стимуляції nAChR нервової системи комах, що викликає неконтрольовану нервову активність, параліч і загибель паразитів. У ветеринарній практиці спіносад застосовується переважно для лікування та профілактики зараження ектопаразитами у тварин та птиці. Він забезпечує швидке знищення дорослих бліх після їхнього живлення на тварині та знижує рівень контамінації навколишнього середовища яйцями паразитів, забезпечуючи захист протягом 2–3 тижнів (Sparkset al., 2025). Наприклад, засоби, що містять спіносад:

- Comfortis (Elanco Animal Health, США) – жувальні таблетки для собак і котів, призначені для лікування та профілактики зараження блохами;
- Trifexis (Elanco Animal Health, США) – комбінований препарат для собак у формі жувальних таблеток, що містить спіносад і мілбеміцин оксим та забезпечує захист від бліх, а також профілактику дирофіляріозу і лікування шлунково-кишкових нематодозів;
- Superium Spinosad / спіносад (Collar Company, Україна) –таблетки від бліх для котів та собак;
- Elector PSP (Elanco Animal Health, США) – високоефективний інсектицид на основі спіносаду, призначений для боротьби з мухами, жуками-чорнотілками і кліщами (включаючи курячих кліщів) у тваринницьких приміщеннях. Він діє як ларвіцид і адультицид, безпечний для використання в присутності тварин: птахів, свиней, великої рогатої худоби (ВРХ) і дозволений в органічному тваринництві.

Фармакокінетика спиносинів передбачає пероральне або місцеве застосування з високою біодоступністю, метаболізм відбувається переважно в печінці через окислювальні шляхи, що призводить до відносно низької токсичності для ссавців, але високої ефективності проти ектопаразитів (Sparks et al., 2025). Спиносини показані для лікування та профілактики зараження блохами та іншими ектопаразитами у котів, собак та сільськогосподарських тварин, при цьому протипоказання зазвичай обмежуються реакціями гіперчутливості. Amaral et al. (2024); Sparks et al. (2025) повідомляють про рідкісні побічні ефекти у вигляді легкого подразнення або розладу шлунково-кишкового тракту у тварин, також акцентують увагу про потенційні ризики для водної фауни при значних концентраціях (Amaral et al., 2024; Sparks et al., 2025). Повідомлялося про резистентність, але вона залишається менш поширеною порівняно з іншими класами, часто пов’язаною з мутаціями в субодиницях nAChR або посиленою метаболічною детоксикацією, що підкреслює необхідність інтегрованих стратегій боротьби зі шкідниками (Sparks et al., 2025). Сучасні дослідження зосереджені на підвищенні виходу похідних спінозину за допомогою генної та ферментативної інженерії, дослідженні криптичних біосинтетичних шляхів для нових сполук та підвищенні стабільності рецептур для розширення їх ветеринарного застосування (Al-Fadhli et al., 2022; Zhao et al., 2024). Наприклад, бутеніл-спінозин – це високоефективний та екологічно чистий біологічний інсектицид широкого спектру дії, який виробляється бактеріями *Saccharopolyspora pogona*, однак масштабування його використання ускладнене через низький титр у штамах дикого типу. У дослідженні Zhao et al. (2024) для посилення продукції бутеніл-спінозину було використано мутагенез ARTP/UV та інженерію рибосом, що дозволило отримати стабільний мутант *Saccharopolyspora pogona* aG6 з високим виходом бутеніл-спінозину. Мутант виробляє у 4 рази більше речовини у порівнянні з штамом дикого типу (Zhao et al., 2024).

Макроциклічні лактони – це група природних високоефективних антипаразитарних сполук. Вони діють шляхом зв'язування з GluCls та GABACls в нервових та м'язових клітинах паразитів, що викликає посилений приплив іонів хлориду, гіперполяризацію, параліч та загибель паразита (Salman et al., 2022; Gernandt et al., 2025). Діючі речовини поділяються на дві основні групи за хімічною структурою: авермектини (івермектин, абамектин, дорамектин епріномектин, селамектин) та мільбеміцини (моксидектин, мільбеміцина оксим) (Salman et al., 2022; Gernandt et al., 2025).

Івермектин характеризується високою ліпофільністю, швидким розподілом у тканинах і тривалим періодом напіввиведення (близько 1–3 доби залежно від виду тварин і способу введення). Він ефективний проти широкого спектру нематод, личинок дирофілярій та деяких ектопаразитів, забезпечуючи захист протягом 2–4 тижнів (Salman et al., 2022). Препарати на основі івермектину:

- Ivomec (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – ін'єкційний препарат для лікування та профілактики нематодозів і ектопаразитозів у сільськогосподарських тварин;
- Heartgard (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – жувальні таблетки для собак для профілактики дирофіляріозу;
- Iverhart (Virbac, Франція) – оральний препарат для профілактики дирофіляріозу у собак;
- Бровермектин (ТОВ Бровафарма, Україна) – 1% ін'єкційний препарат для лікування та профілактики нематодозів і ектопаразитозів у тварин.

Абамектин характеризується високою інсектицидною та акарицидною активністю і відносно швидким метаболізмом. Після застосування він добре розподіляється у тканинах, досягаючи максимальної концентрації у плазмі крові протягом 2–6 год, а період напіввиведення становить приблизно 1 добу. Забезпечує ефективний контроль кліщів, бліх і деяких нематод протягом 2–3 тижнів (Salman et al., 2022), наприклад:

- Avotan Pour-On (MSD Animal Health, США) – засіб зовнішнього використання для захисту від нематод та кліщів у ВРХ.

Дорамектин є напівсинтетичним похідним авермектину з підвищеною ліпофільністю, досягаючи максимальної концентрації у плазмі крові протягом 3–5 днів, та подовженим періодом напіввиведення (приблизно 5–7 діб). Це забезпечує більш тривалу протипаразитарну дію порівняно з івермектином, забезпечуючи захист протягом 4 тижнів (Salman et al., 2022), наприклад:

- Dectomax (Zoetis, США) – ін'єкційний та топічний препарат для лікування нематодозів і ектопаразитозів у ВРХ та дрібної рогатої худоби (ДРХ) та свиней.

Епріномектин характеризується низьким рівнем системної токсичності та мінімальним проникненням у молоко, що дозволяє застосовувати його у молочних тварин без тривалого періоду каренції. Максимальна концентрація в плазмі крові досягається приблизно через 1–2 доби, період напіввиведення становить приблизно 3–5 діб, захист протягом 3–4 тижнів (Salman et al., 2022). Препарати на основі епріномектину:

- Eprinex (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – топічний препарат pour-on для контролю нематод і ектопаразитів у великої рогатої худоби);
- LongRange (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – ін'єкційний препарат пролонгованої дії для контролю паразитів у ВРХ.

Селамектин характеризується високою біодоступністю при топічному застосуванні та системною дією після всмоктування через шкіру. Максимальна концентрація в плазмі крові досягається приблизно через 1–3 доби, а період напіввиведення становить близько 8 діб. Забезпечує захист від бліх, кліщів, вушних кліщів та деяких нематод протягом 4 тижнів (Salman et al., 2022), наприклад:

- Revolution (Zoetis, США) – краплі spot-on для собак і котів проти бліх, кліщів та дирофілярій;

- Stronghold (Zoetis, США) – аналогічний препарат для лікування та профілактики ектопаразитозів у собак і котів.

Моксидектин характеризується високою ліпофільністю та одним із найдовших періодів напіввиведення серед макроциклічних лактонів (до 20–30 діб залежно від форми препарату). Завдяки цьому забезпечує пролонгований протипаразитарний ефект протягом 4–6 тижнів. Максимальна концентрація в плазмі досягається протягом 1–3 діб після застосування (Salman et al., 2022). Препарати на основі моксидектину:

- Advocate (Elanco Animal Health, США) – комбінований spot-on препарат для собак і котів, що містить імідаклоприд та моксидектин і застосовується проти бліх, кліщів і нематод;
- ProHeart (Zoetis, США) – ін'єкційний препарат пролонгованої дії для профілактики дирофіляріозу у собак;
- Bravecto Plus (MSD Animal Health, США) – комбінований препарат для котів, що містить флураланер та моксидектин;
- СкайВет Мульті Протект ТАБ (SkyVet, Україна) – комбінований препарат для собак та котів проти екто- та ендо-паразитів: люфенурон + моксидектин + празіквантел;
- Cydectin (Zoetis, США) – препарат для зовнішнього та внутрішнього застосування для боротьби з вошами, коростяніими кліщами, личинками підшкірного оводу та нематодами у сільськогосподарських тварин.

Мільбеміцин оксим характеризується швидким всмоктуванням після перорального застосування та досягненням максимальної концентрації у плазмі приблизно через 2–4 години. Період напіввиведення становить близько 1–2 діб. Він ефективний проти личинок дирофілярій та шлунково-кишкових нематод, а також деяких кліщів, тривалість захисту становить близько 4 тижнів (Salman et al., 2022). Препарат з діючою речовиною мільбеміцину оксим:

- Sentinel (Merck Animal Health, США) – комбінований препарат для собак, що містить мільбеміцин оксим та люфенурон і забезпечує контроль бліх і гельмінтів;
- Квадромідас протипаразитарні таблетки для собак (ModeS, Україна) – протипаразитарні таблетки для собак (імідаклоприд+люфенурон+мільбеміцину оксим). Паразитицидний засіб, що застосовується для профілактики та лікування екто- та ендо-паразитозів ендопаразитозів собак.

Фармакокінетично макроциклічні лактони мають змінну біодоступність залежно від сполуки та шляху введення (пероральний, місцевий або парентеральний), з обмеженим метаболізмом та тривалим періодом напіввиведення, що сприяє стійкій ефективності. Наприклад, епріномектин демонструє низьку екскрецію з молоком та ефективні концентрації у плазмі у кіз після нанесення на шкіру (Gao et al., 2022). Показання охоплюють широкий спектр паразитарних інфекцій у сільськогосподарських та домашніх тварин. Протипоказання включають обережність у породах з мутаціями гена MDR1 через ризик нейротоксичності. Побічні ефекти можуть включати нейротоксичність, гепатотоксичність, нефротоксичність, репродуктивну токсичність та екотоксичність, однак вони зазвичай рідко трапляються при терапевтичних дозах (Salman et al., 2022). Cabaret (2025), Melntyre et al. (2025) підкреслюють, що резистентність до макроциклічних лактонів є новою проблемою в усьому світі та зумовлена субтерапевтичним дозуванням та генетичним відбором у спільних локусах резистентності, що впливають на чутливість до івермектину та моксидектину, відповідно стратегії боротьби з резистентністю повинні підкреслювати правильне дозування та інтегрований контроль паразитів (Cabaret, 2025; Melntyre et al., 2025). Серед макроциклічних лактонів івермектин залишається найчастіше використовуваним завдяки широкому спектру дії та численним лікарським формам, постійні дослідження зосереджені на структурних модифікаціях для підвищення ефективності та зменшення розвитку резистентності, а також на оптимізації систем доставки як для ветеринарного використання, так і для людини (Dong & Zhang, 2022; Gernandt et al., 2025). Dong & Zhang (2022) зазначають, що, так як авермектини та їх похідні

містять реакційноздатні -ОН групи, подвійні зв'язки та кислотні протони, схильні до епімеризації та глікозидного зв'язку, ці структурні особливості є особливо корисними для подальших структурних модифікацій, завдяки активним фізико-хімічним властивостям цієї структури, вдосконалені продукти можуть бути розроблені швидко та з низькими витратами. Наразі велика кількість похідних авермектину була синтезована шляхом маніпулювання замісниками у відомих реакційних центрах цієї молекули.

Неонікотиноїди – це системні інсектицидні та акарицидні засоби, що широко використовуються у ветеринарній медицині, в першу чергу спрямовані на нікотинові ацетилхолінові рецептори (nicotinic acetylcholine receptors, nAChRs) у комах, що призводить до нейротоксичності шляхом порушення синаптичної передачі. Активними діючими речовинами є ацетаміприд, клотіанідин, імідаклоприд, нітенпирам, динотефуран тіаметоксам та тіаклоприд, які відрізняються своєю спорідненістю до зв'язування, стійкістю в навколишньому середовищі та профілями токсичності. Наприклад, ацетаміприд відомий нижчою токсичністю за розпилювання, але все ще становить ризик для ссавців (Casillas et al., 2022; Zuščíková et al., 2023).

Ацетаміприд характеризується контактно-кишковою інсектицидною дією та високою спорідненістю до nAChRs комах, що призводить до порушення передачі нервових імпульсів, паралічу та загибелі паразита. У ветеринарній медицині ацетаміприд використовується переважно для обробки приміщень, де утримується худоба, забезпечуючи інсектицидний ефект протягом близько 3–4 тижнів (Casillas et al., 2022).

Клотіанідин є системним інсектицидом із тривалою дією, який зв’язується з nAChRs нервової системи комах, спричинюють їх перезбудження та загибель. У ветеринарній медицині застосовується обмежено і переважно входить до складу комбінованих препаратів або інсектицидних засобів для обробки середовища утримання тварин. Форми препаратів включають інсектицидні спреї та концентрати для обробки приміщень тваринницьких господарств, забезпечуючи захист протягом близько 2–4 тижнів після застосування (Casillas et al., 2022).

Імідаклоприд характеризується вираженою контактною інсектицидною активністю та швидким розподілом у ліпідному шарі шкіри тварини після місцевого застосування. Речовина практично не всмоктується у системний кровообіг, накопичується у волосяних фолікулах і сальних залозах та забезпечує захист від ектопаразитів протягом близько 4 тижнів. Імідаклоприд є одним із найбільш широко застосовуваних неонікотиноїдів у ветеринарній медицині (Casillas et al., 2022). Наприклад, засоби з активним компонентом імідаклоприд:

- Advantage (Elanco, США / Bayer Animal Health, Німеччина) – краплі spot-on для собак та котів для лікування та профілактики зараження блохами;
- Advantage II (Elanco, США / Bayer Animal Health, Німеччина) – краплі spot-on (імідаклоприд + піріпроксифен) для знищення бліх на різних стадіях розвитку;
- Advantage Multi / Advocate (Elanco, США / Bayer Animal Health, Німеччина) – краплі spot-on (імідаклоприд + моксидектин), що застосовуються для лікування та профілактики зараження ектопаразитами, дирофіляріозу та деяких нематодозів;
- K9 Advantix / Advantix II (Elanco, США / Bayer Animal Health, Німеччина) – краплі spot-on для собак (імідаклоприд + перметрин) для захисту від бліх, кліщів, вошей та комах;
- Seresto (Elanco Animal Health, США) – інсектицидний нашийник (імідаклоприд + флуметрин) для тривалого захисту собак і котів від бліх і кліщів;
- Advecta II (Elanco Animal Health, США) – краплі spot-on (імідаклоприд + піріпроксифен) для собак і котів;
- Квадромідас (ModeS, Харківська біофабрика, Україна) – протипаразитарні таблетки для собак (імідаклоприд+люфенурон+мільбеміцину оксим). Паразитицидний засіб, що застосовується для профілактики та лікування екто- та ендопаразитозів собак;

- Іміприн (ТОВ Бровафарма, Україна) – інсектоакарацидний розчин для зовнішнього застосування (Імідаклоприд, Перметрин).

Нітеніпірам характеризується дуже швидким всмоктуванням після перорального застосування та швидким початком інсектицидної дії. Максимальна концентрація у плазмі крові досягається близько 1–2 год, що забезпечує швидке знищення дорослих бліх. Період напіввиведення сягає 3–4 год, тривалість захисного ефекту є короткою і становить приблизно 24 год, тому препарат застосовується для швидкого усунення інфестації, але не забезпечує тривалого профілактичного ефекту (Casillas et al., 2022). Препарати на основі нітенпіраму:

- Capstar (Elanco Animal Health, США) – таблетки для собак та котів для швидкого знищення дорослих бліх;
- Capguard (Sergeant's Pet Care Products, США) – таблетки для собак і котів для лікування інфестації бліхами;
- PetArmor CapAction (Sergeant's Pet Care Products, США) – таблетки для собак і котів для швидкого знищення бліх;
- Sentry CapGuard (Sergeant's Pet Care Products, США) – таблетки для перорального застосування при інфестації бліхами.

Динотефуран характеризується високою водорозчинністю та швидким розподілом по поверхні шкіри після місцевого застосування. Має контактну інсектицидну дію і забезпечує швидке знищення бліх та інших ектопаразитів із тривалістю захисного ефекту до 4 тижнів (Casillas et al., 2022), наприклад:

- Vectra 3D (Ceva Santé Animale, Франція) – краплі spot-on для собак (динотефуран + перметрин + піріпроксифен) для боротьби з блохами, кліщами, комарами та мухами;
- Vectra для котів (Vectra Felis / Vectra 2D) (Ceva Santé Animale, Франція) – краплі spot-on (динотефуран + піріпроксифен) для лікування та профілактики інфестації блохами.

Тіаметоксам характеризується системною інсектицидною дією та високою активністю щодо широкого спектру комах. Речовина зв’язується з нікотиновими ацетилхоліновими рецепторами нервової системи паразитів, спричинює порушення передачі нервових імпульсів. У ветеринарній медицині застосовується обмежено і переважно входить до складу інсектицидних препаратів для боротьби з комахами у місцях утримання тварин. Форми препаратів включають інсектицидні порошки, водорозчинні концентрати для обробки приміщень, спреї для боротьби з мухами у тваринницьких господарствах, забезпечуючи захист протягом близько 2–4 тижнів після застосування (Casillas et al., 2022).

Тіаклоприд характеризується контактно-кишковою інсектицидною дією та високою активністю щодо бліх, вошей і деяких інших ектопаразитів. Речовина порушує передачу нервових імпульсів у центральній нервовій системі комах. У ветеринарії для лікування тварин тіаклоприд не застосовується, він є токсичним для бджіл, водних організмів та має обмеження у використанні для ссавців. Форми препаратів включають спреї для обробки приміщень і місць утримання тварин. Тривалість захисту зазвичай становить 2–3 тижні (Casillas et al., 2022).

Фармакокінетичні дослідження Zuščíková et al. (2023); Wrobel et al. (2024); Oladosu & Flaws (2025) свідчать, що неонікотиноїди мають різну біодоступність та метаболізм у різних видів, при цьому зазвичай спостерігається швидке виведення, але повідомляється про потенційне накопичення та ефекти оксидативного стресу в репродуктивних тканинах ссавців (Zuščíková et al., 2023; Wrobel et al., 2024; Oladosu & Flaws, 2025). Показання до ветеринарного застосування зосереджені на боротьбі з блохами та кліщами у домашніх тварин. Протипоказання пов’язані з потенційною токсичністю для нецільових видів та ризиками забруднення навколишнього середовища; побічні ефекти включають репродуктивну токсичність та можливі нейротоксичні ефекти у ссавців (Zuščíková et al.,

2023; Oladosu & Flaws, 2025). Fuentes et al. (2023), Klaas-Fábregas et al. (2024) підкреслюють, що розвиток резистентності не є широко задокументованим, але залишається проблемою через широке використання; до того ж, стійкість у навколишньому середовищі призводить до ризиків впливу на диких тварин, таких як птахи та водні організми (Fuentes et al., 2023; Klaas-Fábregas et al., 2024). Порівняльний аналіз Francisco et al. (2022), Tan et al. (2025) виявив відмінності всередині групи щодо профілів ефективності та безпеки, тоді як нові аналоги неонікотиноїдів з модифікованими молекулярними каркасами розробляються для посилення інсектицидної активності та зменшення впливу на нецільові види. Автори свідчать, що матеріали на основі іонних рідин є перспективними для видалення неонікотиноїдів із забрудненого середовища (Francisco et al., 2022; Tan et al., 2025). Майбутні пріоритети досліджень включають детальне фармакокінетичне профілювання різних видів тварин, механізми резистентності, довгострокові оцінки безпеки та розробку безпечніших ветеринарних препаратів (Francisco et al., 2022; Tan et al., 2025).

Фенілпіразоли – це клас інсектицидних та акарицидних засобів, що використовуються у ветеринарній медицині, де фіпроніл є найпоширенішим активним інгредієнтом. Ці сполуки діють шляхом блокування гамма-аміномасляних кислот GABACls у нервовій системі членистоногих, що призводить до гіперзбудження та смерті, водночас демонструючи селективність до рецепторів комах у порівнянні з ссавцями (Liu et al., 2024). Фіпроніл характеризується помірним всмоктуванням після топічного застосування, максимальна концентрація в плазмі крові досягається близько через 3–6 год, період напіввиведення становить близько 8–12 год у системній циркуляції, проте завдяки накопиченню в шкірі, волосяних фолікулах та сальних залозах забезпечується пролонгований інсектицидний ефект, тривалість захисту проти бліх та кліщів зазвичай становить 3–4 тижні після застосування (Dos Santos et al., 2022). Препарати на основі фіпронілу:

- Frontline (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – інсектицидно-акарицидний препарат, що випускається у кількох формах: Frontline Spray – спрей для собак та котів для лікування та профілактики інфестації бліхами, кліщами та вошами; Frontline Spot-On – краплі spot-on для собак і котів проти бліх і кліщів; Frontline Plus (Frontline Combo) – краплі spot-on, що містять фіпроніл та (S)-метопрен і забезпечують знищення дорослих бліх, а також пригнічують розвиток їх личинок і яєць; Frontline Tri-Act – комбіновані краплі spot-on для собак (фіпроніл + перметрин), що забезпечують захист від бліх, кліщів та кровосисних комах;
- Broadline (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – комбінований препарат у формі крапель spot-on для котів, що містить фіпроніл, (S)-метопрен, епринометин і празіквантел, та забезпечує комплексний захист від бліх, кліщів, нематод і цестод;
- Fiprist (KRKA, Словенія) – інсектоакарицидний препарат на основі фіпронілу, що випускається у формах: Fiprist Spot-On – краплі для собак і котів для лікування та профілактики інфестації бліхами і кліщами; Fiprist Combo – краплі spot-on (фіпроніл + (S)-метопрен), що діють на дорослих бліх і перешкоджають розвитку їх яєць та личинок;
- Еприніл (ТОВ Бровафарма, Україна) – контактний інсектоакарицид, ефективний проти преімагінальних та імагінальних форм ектопаразитів (воші, блохи, волосоїди, кліщі) та ендопаразитів (Фіпроніл+Епринометин+Празиквантел+S-метопрен).

Фармакокінетичні дослідження фіпронілу у собак демонструють швидке всмоктування, метаболізм переважно до фіпронілсульфону та повільне виведення, що підтверджує його ефективність проти бліх та кліщів при пероральному або місцевому застосуванні (Dos Santos et al., 2022). Показання включають лікування та профілактику ектопаразитозів, таких як сифункулятоз, акарози у різних видів тварин; протипоказання переважно пов’язані з потенційною токсичністю для нецільових видів та екологічними проблемами (Joachim et al., 2025). Bhatt et al. (2023), Joachim et al. (2025) зазначають про незначні побічні ефекти у тварин, що отримували препарат, але підкреслюють, що

токсичність для навколишнього середовища є значною, включно із ризиками гепатотоксичності та нейротоксичності у нецільових організмів (Bhatt et al., 2023; Joachim et al., 2025). Bhatt et al. (2023) продемонстрували гепатотоксичну, нефротоксичну, нейротоксичну дію фіпронілу та його метаболітів, а також їх здатність змінювати репродуктивний розвиток та ендокринну систему у людей і тварин. Токсичні пестициди потрапляють у харчовий ланцюг через сільськогосподарське та побутове застосування, а збільшення залишкових пестицидів на трофічному рівні, відоме як біомагніфікація, призвело до їх загального накопичення. Вже запроваджено кілька методів видалення токсичного фіпронілу: фізико-хімічні та за допомогою мікроорганізмів. Згідно висновків дослідників, мікробні методи деградації фіпронілу є найбільш перспективними та екологічно сталими. Автори наголошують, що очищення фіпронілу з навколишнього середовища є новим завданням завдяки його підвищеній залишковій концентрації. Розвиток резистентності залишається проблемою, але ще не є широко поширеним (Bhatt et al., 2023; Joachim et al., 2025). Порівняльний аналіз фенілпіразолів показує постійний розвиток нових похідних з покращеною ефективністю та профілями безпеки, таких як ціаноалкілзаміщені аналоги, що демонструють посилену акарицидну активність, тож майбутні дослідження ветеринарної науки мають бути зосереджені на оптимізації ефективності, зменшенні впливу на навколишнє середовище та вивченні методів біодеградації фенілпіразолів для безпечнішого використання (Bhatt et al., 2023; Liu et al., 2024).

Формамідини, представлені головним чином амітразом, – це група інсектицидних та акарицидних засобів, що широко використовуються у ветеринарній медицині для боротьби з кліщами та іншими ектопаразитами. Амітраз діє як агоніст альфа-2-адренергічних рецепторів (Alpha-2 adrenoceptors, Alpha2-ARs), спричиняючи нейротоксичні ефекти у паразитів, порушуючи функцію їхньої нервової системи, що призводить до паралічу та смерті (Obaid et al., 2022; Hasabi et al., 2025).

Амітраз є основним представником групи формамідинів, який широко застосовується у ветеринарній медицині як акарицидний засіб. Речовина проявляє високу ефективність проти різних видів кліщів, зокрема іксодових та коростяних, а також має певну активність щодо комах. Механізм дії амітразу полягає у стимуляції октопамінових рецепторів нервової системи членистоногих, що призводить до порушення нейрональної передачі, пригнічення рухової активності та загибелі паразитів. Крім того, амітраз може впливати на моноаміноксидазну систему, що додатково посилює його нейротоксичний ефект для паразитів. У ветеринарній практиці амітраз застосовується переважно для лікування акарозів у тварин, зокрема демодекозу та саркоптозу у собак, а також для боротьби з іксодовими кліщами. Він входить до складу різних лікарських форм, включно із розчинами для купання, спреї та акарицидні нашийники, захисний ефект триває протягом 2–4 тижнів (Obaid et al., 2022). Препарати на основі амітразу:

- Preventic (Virbac, Франція) – акарицидний нашийник для собак, що застосовується для профілактики нападу іксодових кліщів;
- Mitaban (Zoetis, США) – концентрат для приготування розчину для купання собак, який використовується для лікування демодекозу;
- Taktic (BeeWell, Україна) – акарицидний препарат для боротьби із вароатозом бджіл, має системну і контактну дію, застосовується шляхом обприскування або фумігації;
- Triatix (MSD Animal Health, США) – препарат зовнішнього застосування для боротьби з кліщами та вошами у ВРХ, ДРХ, страусів.

Фармакокінетично амітраз абсорбується місцевим або пероральним шляхом, метаболізм відбувається переважно в печінці, утворюючи метаболіти, такі як N'-(2,4-Dimethylphenyl)-N-methylformamidine (DMPF) та 2,4-dimethylaniline (DMA). Він має помірну біодоступність, але може спричинити системну токсичність при передозуванні (Hasabi et al., 2025). Показання включають лікування кліщових інвазій у дрібних та сільськогосподарських тварин, в той же час, протипоказання передбачають обережність у тварин з існуючими серцево-судинними або респіраторними захворюваннями через ризик

брадикардії, пригнічення дихання та впливу на ЦНС. Побічні ефекти можуть включати седацію, блювоту, а при високих дозах – важке отруєння, що потребує інтенсивної терапії (Bala et al., 2025; Hasabi et al., 2025). Obaid et al., 2022 свідчать, що резистентність до формамідинів, таких як амітраз, все частіше спостерігається у популяціях кліщів через мутації в місцях ураження та механізми метаболічної детоксикації, це відповідно, вимагає інтегрованих стратегій боротьби, які поєднують різні акарициди або альтернативні методи. Порівняльний аналіз авторів у межах групи показує, що амітраз залишається найпоширенішим формамідиновим акарицидом завдяки своїй широкій ефективності, незважаючи на проблеми з токсичністю, а майбутні дослідження повинні бути спрямовані на покращення профілів безпеки, краще розуміння механізмів резистентності та розробку нових лікарських форм або альтернатив зі зниженими побічними ефектами (Obaid et al., 2022; Pardiñas et al., 2025).

Піретрини – це природні інсектицидні сполуки, отримані з квітів далматської ромашки, тоді як **синтетичні піретроїди** (діючі речовини включають перметрин, дельтаметрин, флуметрин, етофенпрокс, цифлутрин) – це хімічно модифіковані похідні піретрину, призначені для підвищення стабільності та ефективності. Обидва діють, впливаючи на потенціалзалежні натрієві канали (Voltage-gated sodium channels, VGSCs) в нервовій системі комах та кліщів, спричинюючи тривале нервове збудження та параліч, але піретроїди загалом мають більшу стійкість у навколишньому середовищі та ефективність (Hodoșan et al., 2023).

Перметрин є синтетичним піретроїдом, що характеризується вираженою інсектицидною та акарицидною активністю. Механізм дії полягає у порушенні функціонування натрієвих каналів нервових клітин членистоногих, що спричиняє тривалу деполяризацію мембран, порушення передачі нервових імпульсів і загибель паразита. Перметрин проявляє контактну та репелентну дію проти бліх, кліщів, вошей, комарів і мух. Після місцевого нанесення розподіляється у ліпідному шарі шкіри та шерсті тварини, забезпечуючи захист протягом кількох тижнів. Слід зазначити, що перметрин є токсичним для котів, тому препарати на його основі застосовуються переважно у собак (Hodoșan et al., 2023). Наприклад, препарати з діючою речовиною перметрин:

- Advantix (Elanco Animal Health, США) – краплі spot-on для собак (імідаклоприд + перметрин) для захисту від бліх, кліщів та кровосисних комах;
- Ataxxa (KRKA, Словенія) – краплі spot-on для собак (імідаклоприд + перметрин), що застосовуються для лікування та профілактики інфестації бліхами, кліщами та для відлякування комарів і мух;
- Vectra 3D (Ceva Santé Animale, Франція) – краплі spot-on для собак (динотефуран + перметрин + піріпроксифен) для боротьби з бліхами, кліщами та літаючими комахами;
- Frontline Tri-Act (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – краплі spot-on для собак (фіпроніл + перметрин) для контролю бліх, кліщів та комарів;
- STRONG EFFECT (Palladium, Україна) для собак спот-он: краплі протипаразитарні для собак (перметрин, імідаклоприд, піріпроксифен);
- інсектицидні спреї, нашийники та шампуні для собак проти ектопаразитів.

Дельтаметрин є синтетичним піретроїдом із високою інсектицидною та акарицидною активністю. Речовина діє на нервову систему членистоногих шляхом порушення функціонування натрієвих каналів нервових клітин, що призводить до паралічу та загибелі паразита. Дельтаметрин характеризується відносно тривалою дією (3–4 тижні) та використовується у вигляді нашийників або концентратів для обробки тварин і приміщень (Hodoșan et al., 2023). Препарати на основі дельтаметрину:

- Scalibor – інсектицидний нашийник для собак, що забезпечує тривалий захист від кліщів, комарів та піщаних мух;

- Бутокс (Butox) – концентрат емульсії для приготування робочого розчину на основі дельтаметрину, який застосовується для обробки великої рогатої худоби, овець, свиней, а також приміщень тваринницьких господарств проти кліщів, вошей та мух;
- інсектицидні спреї та концентрати для обробки тварин і місць їх утримання.

Флуметрин є синтетичним піретроїдом із вираженою акарицидною та інсектицидною дією. Механізм дії полягає у порушенні роботи натрієвих каналів нервових клітин членистоногих, що викликає параліч та загибель паразитів. Після місцевого застосування флуметрин повільно вивільняється з поверхні препарату, забезпечуючи тривалий захисний ефект протягом 3–5 тижнів (Hodoșan et al., 2023), наприклад:

- Seresto (Elanco Animal Health, США) – інсектицидно-акарицидний нашийник для собак і котів (флуметрин + імідаклоприд), що забезпечує тривалий захист від бліх і кліщів;
- нашийники та інсектицидні препарати для великої рогатої худоби та інших сільськогосподарських тварин для боротьби з кліщами та комахами.

Етофенпрокс є синтетичним піретроїдоподібним інсектицидом, який характеризується контактною інсектицидною дією та високою стабільністю у зовнішньому середовищі, забезпечуючи захист протягом 2-3 тижнів. Механізм дії подібний до інших піретроїдів і полягає у порушенні функції натрієвих каналів нервових клітин комах. Етофенпрокс ефективний проти бліх, кліщів, вошей та інших ектопаразитів (Hodoșan et al., 2023). Препарати на основі етофенпроксу:

- Краплі Secfour 3D (для собак) (Нова Плюс, Україна) – трикомпонентний захист (етофенпрокс, фіпроніл, піріпроксифен);
- інсектицидні спреї для обробки шерсті тварин;
- засоби для боротьби з комахами у приміщеннях утримання тварин.

Цифлутрин є синтетичним піретроїдом із контактною інсектицидною та акарицидною активністю. Він діє на нервову систему членистоногих шляхом порушення функції натрієвих каналів, що призводить до швидкого паралічу паразитів. У ветеринарній медицині цифлутрин використовується переважно у препаратах для обробки сільськогосподарських тварин та приміщень тваринницьких господарств, забезпечуючи захист протягом 2–3 тижнів (Hodoșan et al., 2023). Наприклад, препарати з активною речовиною цифлутрин:

- Цифлур, Cyflur (ТОВ Бровафарма, Україна) – інсектицидний препарат на основі цифлутрину у формі концентрату емульсії для обробки тварин і приміщень проти мух, кліщів та інших комах;
- інсектицидні концентрати та спреї для обробки ВРХ, ДРХ та приміщень для утримання свиней;
- препарати для боротьби з мухами та іншими ектопаразитами у місцях утримання тварин.

Hodoșan et al., 2023 підтверджують, що фармакокінетика піретринів характеризується швидким початком дії (максимальна концентрація у плазмі або на поверхні комах досягається приблизно через 0,5–1 год), періодом напіввиведення близько 2–4 годин, однак відносно короткою тривалістю ефекту (4–6 год) через швидке розкладання під дією світла та кисню, для подовження ефекту піретрини часто комбінують із синтетичними піретроїдами або застосовують препарат повторно (Hodoșan et al., 2023). Препарати на основі піретринів включають інсектицидні шампуні для собак і котів для знищення бліх і вошей, інсектицидні спреї та аерозолі для обробки вовни тварин, комбіновані препарати з піперонілбутоксидом, який підсилює інсектицидну дію піретринів. Mavromati & Mehmedi, 2023 наголошують, що піретрини показані для лікування різних видів тварин за ектопразитозів, а протипоказання зосереджені на чутливості виду (особливо котів), потенційних алергічних реакціях та токсичності для навколишнього середовища (Mavromati & Mehmedi, 2023). У свою чергу, Obaid et al., 2022; Mavromati & Mehmedi, 2023 теж свідчать, що побічні ефекти за ветеринарного застосування піретринів зазвичай легко

виражені, але можуть бути прояви токсикозу у випадках передозування або неправильного використання, особливо у котів, у яких повідомлялося про нейротоксичні симптоми, такі як тремор та судоми. Резистентність є новою проблемою через широке використання, що включає механізми метаболічної детоксикації у кліщів (Obaid et al., 2022; Mavromati & Mehmedi, 2023). Щодо рівня стійкості, Ravula & Yenugu, 2021; Hodoșan et al. (2023) повідомляють про проведений порівняльний аналіз, який показує, що піретрини забезпечують швидку дію з меншою стійкістю в навколишньому середовищі, тоді як синтетичні піретроїди забезпечують більш тривалий ефект, але створюють вищі ризики токсичності та резистентності. Більшість піретроїдів або їх метаболіти не накопичуються в жодних тканинах чи органах, оскільки вони метаболізуються протягом 16–24 годин після всмоктування, однак деякі з них виявляються в жирових тканинах через високу ліпофільність. Кислотний та спиртовий фрагменти піретроїдів повністю виводяться з сечею через кілька днів після перорального введення, тоді як атоми вуглецю виводяться неповністю та демонструють довшу біозатримку в шкірі та шлунку. На основі кількох досліджень, проведених на гризунах, встановлено, що метаболізм понад 30 піретроїдів включає окислення, гідроліз ефірного зв'язку (фаза I) та кон'югацію (фаза II) з утворенням гідрофільних та ліпофільних форм. Поточні дослідження науковців повинні бути спрямовані на оптимізацію рецептур для безпеки, зменшення розвитку резистентності та покращення профілів у навколишньому середовищі (Ravula & Yenugu, 2021; Hodoșan et al., 2023).

Карбамати – це група інсектицидних та акарицидних засобів, що широко використовуються у ветеринарній медицині, в основному діючи як оборотні інгібітори ацетилхолінестерази (Acetylcholinesterase, AChE), що призводить до накопичення ацетилхоліну та надмірної стимуляції холінергічних рецепторів у нервовій системі паразитів. На молекулярному рівні карбамати зв’язуються з активним центром AChE, пригнічуючи його функцію та викликаючи параліч і загибель ектопаразитів. Цей механізм подібний до органофосфатів, але зазвичай призводить до коротшого інгібування ферментів через оборотне зв’язування (Mdeni et al., 2022). Ключовими активними інгредієнтами є карбарил, пропоксур та карбофуран, які відрізняються своєю хімічною структурою, силою та тривалістю дії (Ostapiv et al., 2024).

Карбарил (1-нафтилметилкарбамат) є одним із найбільш відомих представників цієї групи. Він проявляє виражену контактну та кишкову інсектицидну дію і ефективний проти широкого спектру членистоногих, зокрема бліх, вошей і деяких кліщів. Речовина швидко проникає в організм членистоногих через кутикулу та викликає порушення нервової регуляції. У ветеринарній практиці карбарил раніше широко застосовувався у складі інсектицидних порошків, аерозолів і шампунів для обробки тварин і навколишнього середовища, однак через токсикологічні ризики та появу більш селективних препаратів його використання в сучасній практиці значно обмежене. Захисний ефект триває протягом 1–2 тижнів (Datorre & Mendes, 2024).

Пропоксур (2-ізопропоксіфенілметилкарбамат) характеризується високою контактною активністю та швидким інсектицидним ефектом. Він ефективно інгібує ацетилхолінестеразу членистоногих, що призводить до швидкого паралічу та загибелі паразитів. Пропоксур тривалий час застосовувався для контролю бліх, кліщів, вошей і тарганів, зокрема у складі нашийників, спреїв і аерозольних препаратів для тварин. Разом з тим через потенційний токсичний вплив на теплокровних тварин і людей, а також екологічні обмеження використання цієї речовини у ветеринарній медицині в багатьох країнах поступово скорочується. Захисний ефект триває протягом 1–2 тижнів (Datorre & Mendes, 2024).

Карбофуран є високоефективним карбаматним інсектицидом і нематоцидом із вираженою системною активністю. Його механізм дії також пов’язаний з інгібуванням ацетилхолінестерази, що призводить до порушення функціонування нервової системи членистоногих. Речовина характеризується високою токсичністю не лише для комах, а й

для хребетних тварин, птахів і водних організмів. У зв'язку з цим карбофуран переважно застосовувався в сільському господарстві як інсектицид і нематоцид для захисту рослин, тоді як у ветеринарній практиці його використання обмежене або заборонене в багатьох країнах через значні токсикологічні ризики. Захисний ефект триває протягом 2–3 тижнів (Datorre & Mendes, 2024).

Метаболізм карбаматів зазвичай включає гідроліз та детоксикацію ферментами хазяїна, але стійкість препарату може призвести до ризиків токсичності, особливо у чутливих видів, таких як коти (Datorre & Mendes, 2024; Ostapiv et al., 2024). Показання включають лікування від бліх, кліщів та інших ектопаразитів у багатьох видів тварин, протипоказання зосереджені на чутливості виду та ризику отруєння внаслідок неправильного використання або незаконних продуктів. Побічні ефекти варіюються від легкого подразнення до тяжкої нейротоксичності у випадках передозування, резистентність була задокументована через мутації в генах-мішенях, таких як ace-2, що ускладнює зусилля контролю. За даними порівняльного аналізу Malhotra et al., 2021, встановлено відмінності в профілях стійкості в навколишньому середовищі та токсичності, при цьому продовжуються дослідження, що вивчають біокарбамати для безпечнішого використання та вдосконалені шляхи деградації для зменшення впливу на навколишнє середовище (Malhotra et al., 2021). Фізико-хімічні методи, такі як адсорбція, фотоліз, фотокаталіз, окислення та кавітація часто використовуються для очищення довкілля від карбаматних пестицидів. Хоча процес деградації швидкий, ці методи часто утворюють токсичні побічні продукти, є неефективними та витратними. Мікробна деградація часто призводить до повної мінералізації цих сполук, є економічно ефективною та екологічно чистою (Malhotra et al., 2021).

Органофосфати – це основний клас інсектицидних та акарицидних засобів, що використовуються у ветеринарній медицині, в основному функціонуючи як незворотні інгібітори ацетилхолінестерази, що призводить до накопичення ацетилхоліну та надмірної стимуляції холінергічних рецепторів у нервовій системі паразитів. До поширених активних інгредієнтів належать малатіон (відомий також як карбофос), діазинон, фенітротіон та хлорпірифос, які відрізняються за своєю хімічною структурою, ефективністю та стійкістю, але мають спільний основний механізм інгібування AChE, що викликає параліч та загибель ектопаразитів (Abobakr et al., 2022).

Малатіон (***карбофос***) є одним із найбільш відомих органофосфатних інсектицидів. Він проявляє контактну та кишкову дію щодо широкого спектру комах, включаючи бліх, вошей та деякі види кліщів. Малатіон відносно швидко метаболізується в організмі теплокровних тварин, що зумовлює дещо нижчу токсичність у порівнянні з багатьма іншими органофосфатами. У ветеринарній практиці він застосовувався у складі інсектицидних розчинів, спреїв і шампунів для обробки тварин та приміщень, забезпечуючи захист протягом 1–2 тижнів. У сучасних умовах його використання поступово скорочується через появу більш селективних і безпечних препаратів (Obaid et al., 2022).

Діазинон є органофосфатним інсектицидом із вираженою контактною та кишковою активністю. Він ефективно інгібує ацетилхолінестеразу членистоногих, що призводить до швидкого порушення функцій нервової системи та загибелі паразитів. Речовина тривалий час застосовувалася для контролю бліх, кліщів, вошей і мух у тваринницьких господарствах, зокрема у складі розчинів для купання та обробки тварин, забезпечуючи захист протягом 1–2 тижнів. Однак через потенційний токсичний вплив на теплокровних тварин, людей і навколишнє середовище застосування діазинону в багатьох країнах суттєво обмежене або заборонене (Obaid et al., 2022).

Фенітротіон характеризується широким спектром інсектицидної активності та проявляє контактну і кишкову дію. Після проникнення в організм членистоногих він інгібує ацетилхолінестеразу, що спричиняє порушення нервової регуляції та швидку загибель паразитів. Фенітротіон використовувався переважно в сільському господарстві та для боротьби з різними видами комах-шкідників, проте також застосовувався у програмах

контролю ектопаразитів тварин, забезпечуючи захист протягом 1–2 тижнів. Через токсикологічні ризики та екологічні обмеження його використання в сучасній ветеринарній практиці значною мірою скорочене (Obaid et al., 2022).

Хлорпірифос є одним із найпоширеніших органофосфатних інсектицидів, що характеризується контактною, кишковою та частково фумігантною дією. Він ефективно пригнічує активність ацетилхолінестерази, спричинюючи порушення нервової передачі та загибель членистоногих. Речовина застосовувалася для контролю широкого спектру комах і кліщів у сільському господарстві та ветеринарії, зокрема у вигляді розчинів і аерозолів для обробки тварин і приміщень, забезпечуючи захист протягом 1–3 тижнів. Водночас через встановлені ризики для здоров'я людини та навколишнього середовища використання хлорпірифосу в багатьох країнах значно обмежене або повністю заборонене (Obaid et al., 2022).

Органофосфати всмоктуються через шкіру або шлунково-кишковий тракт, метаболізуються переважно шляхом гідролізу та окислення в печінці, але їх стійкість може становити ризик токсичності для оброблених тварин та нецільових видів (Lescovac & Petrovic, 2023; Joachim et al., 2025). Органофосфати показані для боротьби із кліщами, блохами та іншими ектопаразитами у різних видів тварин, відмічена чутливість. Кішкам портипоказано застосування органофосфатів через особливості метаболізму в печінці (дефіцит глюкуронілтрансферази). Побічні ефекти варіюються від легкого подразнення до тяжкої нейротоксичності з такими симптомами, як дихальна недостатність. Abobakr et al. (2022); Obaid et al. (2022) наголошують, що резистентність до органофосфатів є значною проблемою через мутації в генах AChE, що знижують чутливість до засобів цієї групи, метаболічну детоксикацію та знижене проникнення, що вимагає інтегрованих стратегій управління, включаючи ротацію з іншими акарицидами та альтернативні методи контролю (Abobakr et al., 2022; Obaid et al., 2022).

Fantatto et al. (2025) вивчали проблему розвитку резистентності до карбаматів та органофосфатів та свідчать, що інсектициди на основі зазначених сполук пригнічують AChE, проте популяції членистоногих набувають стійкості до цих сполук, коли особини в популяції розвивають структурно модифікований фермент AChE, який дозволяє їм вижити після впливу органофосфату та карбамату. Перспективи досліджень авторів зосереджені на вдосконаленні методів виявлення залишків органофосфатів за допомогою біосенсорів, розробці безпечніших рецептур, пом'якшенні впливу на навколишнє середовище та дослідженні синергетичних або нових сполук для подолання резистентності (Fantatto et al., 2025).

Регулятори росту комах (Insect Growth Regulators, IGR) – це клас інсектицидних та акарицидних засобів, що використовуються у ветеринарній медицині та порушують природній розвиток та процеси линьки членистоногих. На молекулярному рівні IGR перешкоджають синтезу або дії гормонів комах або пригнічують біосинтез хітину, що призводить до порушення линьки, зупинки розвитку або смерті. Нові сполуки діють на кілька мішеней одночасно для підвищення ефективності (Guo et al., 2024). Ключові активні інгредієнти включають такі сполуки, як луфенурон, дифлубензурон, метопрен, піріпроксифен та нові синтетичні похідні, такі як гексациклічні піразол-3-аміди, які відрізняються специфічними молекулярними мішенями та спорідненістю зв'язування з рецепторами, такими як рецептор екдизону та хітинази, що беруть участь у формуванні екзоскелету членистоногих (Abdelhamid et al., 2022; Guo et al., 2024; Luo et al., 2025).

Луфенурон належить до групи бензоїлсечовин і є інгібітором синтезу хітину. Механізм його дії полягає у порушенні формування кутикули під час линяння комах, що призводить до загибелі личинок і припинення розвитку популяції паразитів. Препарат не чинить безпосереднього інсектицидного ефекту на дорослих бліх, однак запобігає розвитку їхніх яєць та личинок. Луфенурон добре всмоктується після перорального застосування, досягаючи максимальної концентрації в крові через 8 годин, характеризується відносно тривалим періодом напіввиведення (близько 15–20 діб) і використовується переважно для

довготривалої профілактики зараження блохами, захисний ефект триває в середньому 4 тижні (Joachim et al., 2025). Препарати на основі луфенурону:

- Program (Elanco Animal Health, США) – препарат у формі таблеток або суспензії для собак і котів, призначений для контролю популяції бліх шляхом пригнічення розвитку їхніх яєць і личинок;
- Sentinel (Merck Animal Health, США) – комбінований препарат для собак, що містить луфенурон та мілбеміцин оксим і забезпечує контроль інфестації блохами, а також профілактику дирофіляріозу та шлунково-кишкових нематодозів;
- Квадромідас протипаразитарні таблетки для собак (ModeS, Україна) протипаразитарні таблетки для собак (імідаклоприд+люфенурон+мільбеміцину оксим). Паразитицидний засіб, що застосовується для профілактики та лікування екто- та ендопаразитозів собак;
- СУПЕРІУМ Панацея для собак, СУПЕРІУМ Панацея для котів (Collar Company, Україна) – протипаразитарні таблетки (люфенурон + нітенпірам + моксидектин + празиквантел).

Дифлубензурон також належить до інгібіторів синтезу хітину з групи бензоїлсечовини. Ппорушує формування кутикули під час розвитку личинок членистоногих, що перешкоджає нормальному линянню та призводить до їхньої загибелі. Речовина характеризується переважно овоцидною та ларвіцидною дією, не впливаючи безпосередньо на дорослі стадії паразитів. У ветеринарній практиці дифлубензурон застосовується головним чином для контролю для контролю чисельності комах у місцях утримання худоби. Захисний ефект триває 3–4 тижні (Joachim et al., 2025).

Метопрен є синтетичним аналогом ювенільного гормону комах. Його дія полягає у порушенні процесів метаморфозу: під впливом речовини личинки не здатні переходити до наступних стадій розвитку та гинуть, а яйця втрачають здатність до нормальної інкубації. Метопрен проявляє виражену овіцидну та ларвіцидну активність і широко застосовується для контролю популяцій бліх, забезпечуючи захисний ефект протягом 3–4 тижнів (Joachim et al., 2025). Препарати, що містять метопрен:

- Frontline Plus (Boehringer Ingelheim Animal Health, Німеччина) – комбінований препарат (фіпроніл + метопрен) у формі крапель Spot-on для собак і котів, що забезпечує знищення дорослих бліх і кліщів та пригнічення розвитку яєць і личинок бліх;
- Bio Spot Active Care (Farnam Companies, США) – краплі для собак, що містять метопрен у комбінації з інсектицидними компонентами для контролю різних стадій розвитку бліх;
- Фіпрен (ТОВ Бровафарма, Україна) – комбінований контактний інсектоакарицид (S-метопрен+Фіпроніл);
- Еприніл (ТОВ Бровафарма, Україна) – контактний інсектоакарицид, ефективний проти преімагінальних та імагінальних форм ектопаразитів (воші, блохи, волосоїди, кліщі) та ендопаразитів (Фіпроніл+Епринометин+Празиквантел+S-метопрен).

Піріпроксифен є ще одним синтетичним аналогом ювенільного гормону, який порушує регуляцію розвитку комах. Він інгібує перетворення личинок у дорослі стадії, а також пригнічує ембріональний розвиток у яйцях бліх. Речовина характеризується високою активністю у дуже низьких концентраціях та тривалою дією (до 6 тижнів) в навколишньому середовищі (Joachim et al., 2025). Препарати на основі піріпроксифену:

- Nylar (McLaughlin Gormley King Company, США) – інсектицидний регулятор росту комах, який застосовується для контролю розвитку бліх та інших комах у середовищі;
- Vectra 3D (Ceva Santé Animale, Франція) – комбінований препарат для собак (динотефуран, перметрин, піріпроксифен), що забезпечує знищення дорослих бліх і кліщів та пригнічення розвитку їхніх незрілих стадій.

Гексациклічні піразол-3-аміди представляють перспективний напрям у створенні сучасних регуляторів росту комах. Ці сполуки характеризуються складною поліциклічною структурою та високою біологічною активністю щодо різних стадій розвитку

членистоногих. За результатами експериментальних досліджень вони можуть порушувати процеси формування кутикули та розвитку личинок, що призводить до пригнічення метаморфозу та зниження життєздатності популяцій паразитів. Наразі ці сполуки перебувають переважно на стадії досліджень і розглядаються як потенційна основа для створення нових інсектицидних препаратів із селективною дією та підвищеною ефективністю, забезпечуючи захист протягом 4 тижнів (Joachim et al., 2025).

Фармакокінетика та біодоступність IGR залежать від хімічної структури та рецептури, так, Radwan et al. (2023), Zhang et al. (2025) повідомляють щодо ефективності останні розробок у вигляді наноемульсій: покращується доставка та ефективність проти кліщів шляхом посилення абсорбції та ферментативного руйнування (Radwan et al., 2023; Zhang et al., 2025). Аналіз за допомогою високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) у дослідженні Radwan et al. (2023) показав, що екстракти містять поліфеноли та флавоноїди, які можуть посилювати їхню акарицидну дію. Наноемульсії підвищили ефективність неочищеного екстракту в 1–7 разів та прискорили швидкість знищення кліщів у 2–4 рази (Radwan et al., 2023). Показання охоплюють контроль кліщів, бліх та інших ектопаразитів у різних видів тварин, з протипоказаннями, пов'язаними з чутливістю виду та екологічними вимогами. Побічні ефекти, як правило, не значні, але можуть включати вплив на нецільові організми за неправильного застосуванні (Joachim et al., 2025). Guo et al. (2024), Luo et al. (2025), Zhang et al. (2025) підтверджують дані щодо того, що резистентність є новою проблемою через механізми метаболічної детоксикації у членистоногих, що спонукає до досліджень багатоцільових IGR та синергетичних формуляцій, що поєднують РНК-пестициди для покращення контролю за зниженні доз. Постійні розробки зосереджені на методах зеленого синтезу, підвищеній специфічності, зниженій токсичності та сталій боротьбі з членистоногими (Guo et al., 2024; Luo et al., 2025; Zhang et al., 2025).

Рослинні репеленти, що використовуються як інсектицидні та акарицидні засоби у ветеринарній медицині, переважно отримують з ефірних олій та фітохімічних речовин, таких як терпени, терпеноїди, флавоноїди, алкалоїди та таніни, що містяться в різних рослинах. Активні інгредієнти достатньо відрізняються між видами. Наприклад, терпени та сесквітерпени з *Cissus quadrangularis* (включно із α-оцимен та каріофілен оксидами) продемонстрували виражену акарицидну та репелентну дію проти стійких видів кліщів, тоді як основний компонент ефірної олії кориці, транс-циннамальдегід, проявляє потужну акарицидну активність та пригнічення репродуктивної функції кліщів (Mkwanazi et al., 2021; Li et al., 2023; Liao et al., 2023).

Цитронелла є ефірною олією, що отримується з рослин роду *Cymbopogon*, і містить суміш монотерпеноїдів, серед яких основними компонентами є цитронелаль, цитронелол та гераніол. Вона проявляє виражену репелентну активність щодо різних видів комах, зокрема комарів, бліх і мух. Механізм її дії пов'язаний з порушенням функціонування нюхових рецепторів комах, що ускладнює їхнє орієнтування на потенційного господаря. У ветеринарній практиці цитронелла застосовується у складі спреїв, шампунів і нашийників для тварин, а також у засобах для обробки навколишнього середовища, однак через високу леткість ефірної олії тривалість її репелентної дії зазвичай є обмеженою і складає від 2 до 6 год (Liao et al., 2023).

Гераніол є природним монотерпеновим спиртом, який входить до складу ефірних олій багатьох ароматичних рослин, зокрема герані, троянди та цитронели. Речовина характеризується вираженими репелентними та помірними інсектицидними властивостями щодо різних видів комах, включаючи бліх, кліщів і комарів. Гераніол впливає на сенсорні рецептори членистоногих, порушуючи їхню здатність виявляти господаря. Завдяки приємному запаху та відносно низькій токсичності ця сполука широко використовується у складі натуральних ветеринарних препаратів, таких як спреї, шампуні та нашийники для домашніх тварин, а також як атрактант для бджіл. Захисний ефект триває 2–6 год (Liao et al., 2023).

Евкаліптол (1,8-цинеол) є монотерпеновим оксидом, що є основним компонентом ефірної олії евкаліпта. Він проявляє репелентну активність щодо різних видів комах і деяких кліщів, а також характеризується помірними антисептичними властивостями. Механізм його дії пов'язаний із впливом на нюхові рецептори членистоногих, що знижує їхню здатність знаходити господаря. У ветеринарній практиці евкаліптол застосовується у складі натуральних репелентних засобів, зокрема спреїв, шампунів та інших препаратів на основі ефірних олій. Як і інші леткі компоненти ефірних олій, він забезпечує відносно короткочасний захисний ефект (2–6 годин) і часто використовується в комбінації з іншими рослинними компонентами для підвищення ефективності та тривалості дії (Liao et al., 2023).

За даними Liao et al. (2023), молекулярні механізми дії рослинних репелентів полягають у порушенні нервової системи паразитів або перешкоджанні їх розмноженню, до того ж, точні механізми дії можуть відрізнятися в залежності від сполуки та є менш вивченими, ніж у синтетичних агентів. Фармакокінетика та біодоступність залежать від методів застосування – місцеве застосування є поширеним явищем, – а метаболізм зазвичай зумовлений ферментативною деградацією хазяїна. Ці природні сполуки, як правило, мають нижчий ризик токсичності, але потребують ретельного формулювання для забезпечення ефективності та безпеки для різних видів тварин (Mkwanazi et al., 2021; Taha & Ali, 2025). Показання передбачають контроль кліщів, бліх та інших ектопаразитів у тварин. Протипоказання переважно пов'язані із потенційним подразненням шкіри або алергічними реакціями у чутливих тварин. Розвиток резистентності є менш поширеним у порівнянні з синтетичними акарицидами, але є проблемою через багаторазове використання, тому рекомендується поєднувати репеленти на рослинній основі з іншими стратегіями контролю. Li et al. (2023), Schlittenlacher et al. (2025) встановлено, що рослинні екстракти, такі як бадьян, гвоздика та ромашка, демонструють високу акарицидну активність з високою залишковою репелентністю, тоді як нові рецептури демонструють польову ефективність навіть проти резистентних популяцій кліщів (Li et al., 2023; Schlittenlacher et al., 2025). Майбутні дослідження науковців мають бути зосереджені на оптимізації методів екстракції, покращенні стабільності рецептури, з'ясуванні молекулярних мішеней, промисловому культивуванні біоактивних рослин, таких як *Carlina acaulis*, та інтеграції цих натуральних продуктів у програми сталого управління паразитами (Ayilara et al., 2023; Liao et al., 2023).

Fantatto et al. (2025) розробили препарати на основі поєднання рослинних екстрактів з нанотехнологіями як альтернативу для подолання обмежень традиційних акарицидів, збільшуючи стабільність, біодоступність та загальну ефективність. Нанотехнології мають перевагу завдяки видатним фізичним та хімічним властивостям, таким як фізична міцність, проникність, хімічна реакційна здатність, електропровідність, оптичні ефекти та магнетизм. Ці унікальні характеристики пов'язані з їхнім нанорозміром, великою площею поверхні та складом, що робить цю технологію перспективною для застосування в галузі біомедицини, включаючи ветеринарну медицину. Проведені тести продемонстрували більшу ефективність наночастинок срібла, синтезованих з використанням водного екстракту *Commiphora molmol* (мірра) та *Zingiber officinale* (імбир) для боротьби з *Hyalomma dromedarii* (верблюжий кліщ); наночастинок оксиду цинку, синтезованих з використанням водного екстракту *Melia azedarach* для боротьби з *H. Dromedarii*; наночастинок діоксиду титану, синтезованих з водним екстрактом листя *Mangifera indica* (індійське манго) для боротьби проти кліщів *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (азіатський синій кліщ), *Hyalomma anatolicum anatolicum* та *Haemaphysalis bispinosa*; наночастинок на основі полімерів, синтезованих з зеїну (кукурудзяний білок) для контролю кліща *R. microplus*; наночастинок на основі ліпідів, синтезованих з цитралем, ментолом та лимоненом для протидії кліщам *R. microplus* (Fantatto et al., 2025).

Таким чином, в статті представлено огляд різних груп сучасних інсектоакарицидів, так як ізоксазоліни, спиносини, макроциклічні лактони, неонікотиноїди, фенілпіразоли, формамідини, піретрини та синтетичні піретроїди, карбамати, органофосфати, регулятори

росту комах, рослинні репеленти. Препарати вказаних груп різняться за рівнем токсичності (наприклад, препарати групи органофосфатів, карбаматів належать до високотоксичних речовин I–II класу небезпеки), тому їх використання обмежується обробкою тваринницьких приміщень, територій або забороняється зовсім на користь використання більш селективних і безпечних препаратів: ізоксазоліни, IGR, макроциклічні лактони, рослинні засоби (IV клас небезпеки, малонебезпечні).

Комбінація діючих речовин (наприклад, декілька сполук різних груп з інсектоакарицидною дією та регулятори росту комах, як в препаратах Bravecto PLUS, Bravecto Spot-On, Frontline Tri-Act, Broadline, Sentinel та інш.) дозволяє підвищити активність інсекто-акарицидної дії. Поєднання сполук із інектоакарицидною дією та макроциклічних лактонів в таких препаратах, як NexGard Spectra, Simparica TRIO, Credelio Plus, Advantage Multi / Advocate, Trifexis та інші, розширює спектр дії препарата до антигельмінтної та інсектоакарицидної, в тому числі, забезпечує ефективність для лікування та профілактики дірофіляріозу.

Актуальною проблемою є резистентність, що зростає, до препаратів у цільових ектопаразитів. Тож комбінований підхід використання та розробка нових препаратів мають враховувати як проблему резистентності, так й економічну доцільність застосування препаратів, які насамперед мають бути екологічно безпечними, нетоксичними для тварин за збільшення тривалості захисту.

В результаті проведеного аналізу терапевтичної ефективності та перспектив застосування різних груп інсектоакарицидів, слід зазначити, що під час планування схем обробок проти ектопаразитів треба памятати про чітку диференціацію застосування різних груп засобів в залежності від напряму використання та виду тварин. Наприклад, ізоксазоліни сьогодні є зразком швидкості та тривалості захисту від іксодових кліщів і бліх у дрібних домашніх тварин, в той же час в сільському господарстві для застосування переважають макроциклічні лактони завдяки можливості одночасного контролю екто- та ендопаразитозів. Спіносини та регулятори росту комах з успіхом використовуються як для дрібних, так і для та продуктивних тварин як екологічно безпечні сполуки, що мінімізують ризик накопичення хімічних залишків препаратів у тваринницькій продукції. Але водночас традиційні засоби з груп піретроїди та формамідини продовжують використовуватися для масових обробок поголів'я методом купання чи обприскування завдяки вираженому репелентному ефекту та економічній доступності. При цьому слід памятати, що використання контактних засобів суворо регламентується вимогами харчової та екологічної безпеки. Так, піретроїди є пріоритетними для тваринництва завдяки мінімальному або нульовому терміну очікування. Використання органофосфатів у продуктивному тваринництві є обмеженим по причині тривалої каренції та заборони для лактуючих тварин, а фенілпіразоли переважно застосовуються для непродуктивних видів внаслідок ризику кумуляції в організмі. Таким чином, сучасна стратегія боротьби з паразитами повинна грунтуватися на комбінації системних сполук нового покоління (ізоксазоліни, спіносини, макроциклічні лактони), регуляторів росту комах та засобів рослинного походження з контактними препаратами, вибір яких визначається не лише ефективністю, а й суворим дотриманням регламентів безпеки харчової продукції та екології.

Висновки.

1. Сучасні інсектоакарициди у ветеринарній медицині класифікують за механізмом дії (IRAC MoA Classification), хімічною структурою, біологічним спектром активності, способом проникнення в організм паразита, походженням діючої речовини та за рівнем токсикологічної та екологічної небезпеки.
2. Огляд та аналіз ефективності за умов безпечності сучасних інсектоакарицидних препаратів свідчить про пріоритетність інноваційних високоселективних сполук (ізоксазоліни, спіносини, макроциклічні лактони). Відмічено,

що розвиток ринку акцентований на поступове витіснення традиційних груп інсектоакарицидів (органофосфатів та карбаматів) по причині високої нецільової токсичності та розвитку резистентності ектопаразитів.

3. Проведений фармакологічний аналіз молекулярних мішеней представлених груп інсектицидів підтверджує, що сучасні засоби - ізоксазоліни, спіносини, макроциклічні лактони є високоселективними та безпечними, що обгрунтовано специфічною спорідненістю до рецепторів безхребетних (nAChRs, GluCls, GABACls та інш.), які істотно різняться від аналогічних структур ссавців або повністю у них відсутні.

4. Найбільш виражену пролонговану дію мають системні засоби груп ізоксазолінів та макроциклічних лактонів.

5. Відмічено ефективність та перспективність засобів природного походження (продуктів мікробної ферментації та фіторепелентів) як екологічно безпечних засобів контролю паразитів. Спіносини та рослинні репеленти є ефективною альтернативою для ослаблених, чутливих тварин та в екогосподарствах.

6. Моніторинг ринку ветеринарних інсектоакарицидів в Україні свідчить про високий ступінь впровадження світових фармацевтичних розробок. Поряд із наявною в реалізації продукцією провідних міжнародних брендів (MSD Animal Healthe, Zoetis, Merck Animal Health, Elanco Animal Health та інш.), вітчизняні виробники (ТОВ «Бровафарма», Collar Company, Arterium, Нова Плюс, SkyVet та інш.) активно застосовують аналогічні діючі речовини (івермектин, мільбеміцин оксим, фіпроніл, луфенурон), що забезпечує економічну доступність сучасної терапії та контролю ектопаразитозів для власників тварин компаньонів та тваринницьких господарств.

Перспективним напрямом подальших досліджень є вивчення та моніторинг молекулярно-генетичних маркерів резистентності ектопаразитів до сучасних інсектоакарицидів та подальша розробка комбінованих препаратів із синергічним ефектом для боротьби із стійкістю популяцій членистоногих.

References

Хмельницький, Г. О., & Строкань, В. І. (2001). *Ветеринарна фармакологія з рецептурою: Підручник для вищих аграрних закладів освіти І-ІІ рівнів акредитації із спеціальності «Ветеринарна медицина»*. Аграрна освіта.

Abdelhamid, A. A., Aref, S. A., Ahmed, N. A., Elsaghier, A. M. M., Abd El Latif, F. M., Al-Ghamdi, S. N., & Gad, M. A. (2022). Design, synthesis, and toxicological activities of novel insect growth regulators as insecticidal agents against *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *ACS omega*, *8*(1), 709–717. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c05977

Abobakr, Y., Al-Hussein, F. I., Bayoumi, A. E., Alzabib, A. A., & Al-Sarar, A. S. (2022). Organophosphate insecticides resistance in field populations of house flies, *Musca domestica* L.: Levels of resistance and acetylcholinesterase activity. *Insects*, *13*(2), 192. https://doi.org/10.3390/insects13020192

Al-Fadhli, A., Threadgill, M., Mohammed, F., Sibley, P., Al-Ariqi, W., & Parveen, I. (2022). Macrolides from rare actinomycetes: structures and bioactivities. *International Journal of Antimicrobial Agents*, *59*(2), Article 106523. https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2022.106523

Amaral, I., Antunes, S. C., Rebelo, D., Carvalho, A. P., & Rodrigues, S. (2024). Biopesticide spinosad: unraveling ecotoxicological effects on zebrafish, Danio rerio. *Environmental toxicology and pharmacology*, *108*, 104458. https://doi.org/10.1016/j.etap.2024.104458

Ayilara, M. S., Adeleke, B. S., Akinola, S. A., Fayose, C. A., Adeyemi, U. T., Gbadegesin, L. A., Omole, R. K., Johnson, R. M., Uthman, Q. O., & Babalola, O. O. (2023). Biopesticides as a promising alternative to synthetic pesticides: a case for microbial pesticides, phytopesticides, and nanobiopesticides. *Frontiers in microbiology*, *14*, 1040901. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1040901

Bhatt, P., Gangola, S., Ramola, S., Bilal, M., Bhatt, K., Huang, Y., Zhou, Z., & Chen, S. (2023). Insights into the toxicity and biodegradation of fipronil in contaminated environment. *Microbiological research*, *266*, 127247. https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127247

Cabaret J. (2025). Independent development of resistance to main classes of anthelmintics by gastrointestinal nematodes of ruminants and horses. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, *14*(9), 898. https://doi.org/10.3390/pathogens14090898

Casillas, A., de la Torre, A., Navarro, I., Sanz, P., & Martínez, M. L. Á. (2022). Environmental risk assessment of neonicotinoids in surface water. *The Science of the total environment*, *809*, 151161. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151161

Datorre, A., & Mendes, P. F. (2024). Intoxications of animals by carbamate class pesticides. *Pubvet*, *18*(08), e1644. https://doi.org/10.31533/pubvet.v18n08e1644

Dos Santos, G. C. M., Scott, F. B., Campos, D. R., Magalhães, V. S., Borges, D. A., Miranda, F. R., Alves, M. C. C., Pereira, G. A., Moreira, L. O., Lima, E. A. S., Rocha, M. B. D. S., & Cid, Y. P. (2022). Oral pharmacokinetic profile of fipronil and efficacy against flea and tick in dogs. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics*, *45*(1), 23–33. https://doi.org/10.1111/jvp.13004

Dong, L., & Zhang, J. (2022). Research progress of avermectin: A minireview based on the structural derivatization of avermectin. *Advanced Agrochem*. https://doi.org/10.1016/j.aac.2022.11.001

D. Tan, Y. Wang, W. Yang, X. Shao, & Z. Li. (2025). Design, synthesis, and insecticidal evaluation of neonicotinoid analogues with 1,2-dihydropyridine scaffold. *Journal of heterocyclic chemistry*. 62(10), 1050–1058. https://doi.org/10.1002/jhet.70028

Fantatto, R. R., Constantini, J. V. C., Politi, F. A. S., Sorrechia, R., Medeiros, C. C. B., Luiz, M. T., Bechara, G. H., de Souza Chagas, A. C., Chorilli, M., & Pietro, R. C. L. R. (2025). Current tick control strategies and prospects for using nanotechnology as an efficient alternative - a review. *Veterinary sciences*, *12*(2), 163. https://doi.org/10.3390/vetsci12020163

Francisco, R., Almeida, C., Sousa, A. C. A., Neves, M. C., & Freire, M. G. (2022). High performance of ionic-liquid-based materials to remove insecticides. *International journal of molecular sciences*, *23*(6), 2989. https://doi.org/10.3390/ijms23062989

Fuentes, E., Gaffard, A., Rodrigues, A., Millet, M., Bretagnolle, V., Moreau, J., & Monceau, K. (2023). Neonicotinoids: still present in farmland birds despite their ban. *Chemosphere*, *321*, 138091. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138091

Gao, X., Kvaternick, V., Rehbein, S., & Hamel, D. (2022). Pharmacokinetic-pharmacodynamic relationships of pour-on administered eprinomectin in nematode-infected lactating female and male castrated dairy breed goats. *Parasitology research*, *121*(5), 1533–1538. https://doi.org/10.1007/s00436-022-07483-x

Gernandt, N., Wentzel, C., van Staden, D., Liebenberg, W., Lemmer, H. J. R., & Gerber, M. (2025). Therapeutic and formulation advances of ivermectin in veterinary and human medicine. *Pharmaceutics*, *17*(11), 1384. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17111384

Geurden, T., Chapin, S., McCall, J. W., Mansour, A., Mahabir, S. P., Kryda, K., & McTier, T. (2023). Insecticidal activity of Simparica and Simparica Trio against Aedes aegypti in dogs. *Parasites & vectors*, *16*(1), 95. https://doi.org/10.1186/s13071-023-05699-z

Guo, B., Chen, L., Luo, S., Wang, C., Feng, Y., Li, X., Cao, C., Zhang, L., Yang, Q., Zhang, X., & Yang, X. (2024). A potential multitarget insect growth regulator candidate: design, synthesis, and biological activity of novel acetamido derivatives containing hexacyclic pyrazole carboxamides. *Journal of agricultural and food chemistry*, *72*(18), 10271–10281. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c00312

Hasabi, I. S., Yashwanth, M., Kalinga, B. E., Patil, V., Seetaram, N. K., & Shetty, S. V. (2025). Amitraz poisoning: An observational study from a tertiary care center in North Karnataka. *APIK Journal of Internal Medicine*, 13(2), 102–105. https://doi.org/10.4103/ajim.ajim_42_24

Hodoșan, C., Gîrd, C. E., Ghica, M. V., Dinu-Pîrvu, C. E., Nistor, L., Bărbuică, I. S., Marin, Ș. C., Mihalache, A., & Popa, L. (2023). Pyrethrins and pyrethroids: a comprehensive review of natural occurring compounds and their synthetic derivatives. *Plants* (Basel, Switzerland), *12*(23), 4022. https://doi.org/10.3390/plants12234022

Ireland, E. M., Heller, J., Leister, E. M., & Padula, A. M. (2023). Reduced incidence of tick paralysis cases in dogs and cats at two emergency clinics in South-East Queensland since 2015: new generation prophylactics as possible explanatory variables. *Australian veterinary journal*, *101*(9), 356–365. https://doi.org/10.1111/avj.13269

Jiang, Y., & Old, J. M. (2025). A systematic review of fluralaner as a treatment for ectoparasitic infections in mammalian species. *PeerJ*, *13*, e18882. https://doi.org/10.7717/peerj.18882

Joachim, A., Robertson, L. J., Ferroglio, E., Bäumer, W., & Leschnik, M. (2025). Antiparasitics against ectoparasites in small animals - important pharmaceutical substances or underestimated environmental hazards?. *Veterinary parasitology*, *339*, 110557. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2025.110557

Klaas-Fábregas, M., Gómez-Ramírez, P., Fernández-Gómez, L., Alfonso I Prieto, J., Garrido, I., Cava, J., Martínez-Escudero, C. M., Fenoll, J., & Pérez-García, J. M. (2024). First detection of thiamethoxam in a free-ranging insectivorous bird after its agricultural use ban in Spain. *Environmental toxicology and chemistry*, *43*(8), 1836–1843. https://doi.org/10.1002/etc.5899

Leskovac, A., & Petrović, S. (2023). Pesticide uuuuse and ddddegradation sssstrategies: fffood sssafety, ccchallenges and pppperspectives. *Foods* (Basel, Switzerland), *12*(14), 2709. https://doi.org/10.3390/foods12142709

Li, D., Lu, S., Jian, Y., Cheng, S., Zhao, Q., Yuan, H., Wang, N., Liu, Y., Zhang, S., Zhang, L., Wang, R., & Jian, F. Acaricidal and repellent activities of ethanol extracts of nine chinese medicinal herbs against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Experimental and applied acarology* 91, 69–87 (2023). https://doi.org/10.1007/s10493-023-00813-3

Liao, F., Han, C., Deng, Q., Zhou, Z., Bao, T., Zhong, M., Tao, G., Li, R., Han, B., Qiao, Y., & Hu, Y. (2023). Natural products as mite control agents in animals: a review. *Molecules* (Basel, Switzerland), *28*(19), 6818. https://doi.org/10.3390/molecules28196818

Liu, D., Bi, Q., Zhang, J., Gao, Y., Luo, C., Tian, H., He, J., & Zhang, L. (2024). Novel heptafluoroisopropyl N-phenylpyrazole aryl amides containing cyanoalkyl groups: design, synthesis, insecticidal activity, docking studies and theoretical calculations. *Bioorganic chemistry*, *143*, 107024. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2023.107024

Luo, S., Guo, B., Liu, Y., Feng, Y., Cao, C., An, J., Chen, L., Zhang, L., Yang, Q., & Yang, X. (2025). Deuteration-based design, green synthesis, and insecticidal activity of hexacyclic pyrazol-3-amide derivatives as insect growth regulators. *Journal of agricultural and food chemistry*, *73*(16), 9499–9507. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c09448

Malhotra, H., Kaur, S., & Phale, P. S. (2021). Conserved metabolic and evolutionary themes in microbial degradation of carbamate pesticides. *Frontiers in microbiology*, *12*, 648868. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.648868

Mavromati, J., & Mehmedi, B. (2023). Monitoring cases of pyrethroid intoxications in cats in Tirana region, Albania during 2016-2020. *Journal of the Hellenic veterinary medical society*, *74*(3), 6023–6028. https://doi.org/10.12681/jhvms.30680

McIntyre, J., Morrison, A., Maitland, K., Devaney, E., Cotton, J. A., Britton, C., Kaplan, R. M., Bartley, D., & Laing, R. (2025). Analyses of emerging macrocyclic lactone resistance: speed and signature of ivermectin and moxidectin selection and evidence of a shared genetic locus. *PLoS pathogens*, *21*(10), e1013578. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1013578

Mdeni, N. L., Adeniji, A. O., Okoh, A. I., & Okoh, O. O. (2022). Analytical evaluation of carbamate and organophosphate pesticides in human and environmental matrices: a review. *Molecules* (Basel, Switzerland), *27*(3), 618. https://doi.org/10.3390/molecules27030618

Mkwanazi, M. V., Ndlela, S. Z., & Chimonyo, M. (2021). Indigenous knowledge to mitigate the challenges of ticks in goats: a systematic review. *Veterinary and animal science*, *13*, 100190. https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100190

Murugan, B. S., Ahmed, I., & Chandrashekar, A. L. (2025). Clinical presentation and outcome of amitraz compound poisoning in the first 24 hours of admission at a rural tertiary care hospital. *International journal of scientific research*. https://doi.org/10.36106/ijsr/8102191

Obaid M. K., Islam N., Alouffi A., Khan A. Z., da Silva Vaz Jr I., Tanaka T. and Ali A. (2022) Acaricides resistance in ticks: selection, diagnosis, mechanisms, and mitigation. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, *12*, 941831. https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.941831

Oladosu, J. I., & Flaws, J. A. (2025). The impact of neonicotinoid pesticides on reproductive health. *Toxicological sciences: an official journal of the society of toxicology*, *203*(2), 131–146. https://doi.org/10.1093/toxsci/kfae138

Ostapiv, R. D., Tkachenko V. I., Humeniuk, S. L., Samarska, L. K., Bereziuk, M. I., & Harvas, H. D. (2024). Development and validation of HPLC-method for quantitative determination of propoxur in collars and sprays. *Scientific and technical bulletin of state scientific research control institute of veterinary medical products and fodder additives and institute of animal biology*, *25*(1), 108-113. https://doi.org/10.36359/scivp.2024-25-1.14

Pardiñas, C., Pellegrino, F., Padula, G., & Seoane, A. (2025). Genotoxicidad de pesticidas: el papel de los ingredientes no activos. *Revista Veterinaria*, *36*(1), 1–6. https://doi.org/10.30972/vet.3618111

Radwan, I. T., Eltaly, R. I., Baz, M. M., Yousif, M., Selim, A., Taie, H. A. A., Manaa, E. A., & Khater, H. F. (2023). Novel acaricidal and growth-regulating activity of Aloe vera and Rheum rhabarbarum extracts and their oil/water nanoemulsions against the camel tick, Hyalomma dromedarii. *Scientific reports*, *13*(1), 16802. https://doi.org/10.1038/s41598-023-43776-6

Ravula, A. R., & Yenugu, S. (2021). Pyrethroid based pesticides - chemical and biological aspects. *Critical reviews in toxicology*, *51*(2), 117–140. https://doi.org/10.1080/10408444.2021.1879007

Rodrigues, D., Gomes, G.W., Vale, F.L. *et al.* Acaricidal efficacy of fluralaner against Rhipicephalus microplus ticks under laboratory and field conditions in Brazil. *Parasites vectors* 18, 161 (2025). https://doi.org/10.1186/s13071-025-06775-2

Salman, M., Abbas, R. Z., Mehmood, K., Hussain, R., Shah, S., Faheem, M., Zaheer, T., Abbas, A., Morales, B., Aneva, I., & Martínez, J. L. (2022). Assessment of avermectins-induced toxicity in animals. *Pharmaceuticals*, *15*(3), 332. https://doi.org/10.3390/ph15030332

Schlittenlacher, T., Egli, S., Walkenhorst, M., & Maurer, V. (2025). Shrubs and trees as natural insect protection for grazing animals in Switzerland and the alpine region: A systematic review of in vitro, in vivo and clinical trials. *Medical and veterinary entomology*, 10.1111/mve.70030. Advance online publication. https://doi.org/10.1111/mve.70030

Sparks, T. C., Wessels, F. J., Perry, T., Price, M. J., Siebert, M. W., & Mann, D. G. J. (2025). Spinosyn resistance and cross-resistance – a 25 year review and analysis. *Pesticide biochemistry and physiology*, *210*, 106363. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2025.106363

Sparks, T. C. & Nauen, R. (2015). IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 122-128. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.11.014

Sparks, T. C., Crossthwaite, A. J., Nauen, R., Banba, S., Cordova, D., Earley, F., Ebbinghaus-Kintscher, U., Fujioka, S., Hirao, A., Karmon, D., Kennedy, R., Nakao, T., Popham, H. J. R., Salgado, V., Watson, G. B., Wedel, B. J., & Wessels, F. J. (2020). Insecticides, biologics and nematicides: Updates to IRAC's mode of action classification—a tool for resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 167, 104587. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104587

Sparks, T. C., Storer, N., Porter, A., Slater, R., & Nauen, R. (2021). Insecticide resistance management and industry: the origins and evolution of the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) and the mode of action classification scheme. *Pest management science*, 77(6), 2609–2619. https://doi.org/10.1002/ps.6254

Taha, M. A., & Ali, A. A. B. (2025). Evaluation of phytochemicals and essential oils of Cupressus sempervirens in controlling cattle tick *Rhipicephalus annulatus (Acari: Ixodidae). BMC plant biology*, *25*(1), 307. https://doi.org/10.1186/s12870-025-06222-5

Wrobel, S. A., Koslitz, S., Bury, D., Hayen, H., Koch, H. M., Brüning, T., & Käfferlein, H. U. (2024). Human biomonitoring of neonicotinoid exposures: case studies after the use of a spray-agent to ornamental plants and a topical medication to pets. *Frontiers in public health*, *11*, 1321138. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1321138

Zhang, Y., Jiang, Q., Wu, X., Qian, X., An, S., Shen, J., Meng, J., & Yan, S. (2025). Standardized synergistic strategy for insect growth regulators: incorporation of RNA pesticides via a co-delivery

nanoplatform achieves high control efficacy with low-dosage application. *Journal of agricultural and food chemistry*, *73*(41), 25916–25930. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c08250

Zhao, X., Hussain, M. H., Mohsin, A., Liu, Z., Xu, Z., Li, Z., Guo, W., & Guo, M. (2024). Mechanistic insight for improving butenyl-spinosyn production through combined ARTP/UV mutagenesis and ribosome engineering in Saccharopolyspora pogona. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, *11*, 1329859. https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1329859

Zhou, X., Hohman, A. E., & Hsu, W. H. (2022). Current review of isoxazoline ectoparasiticides used in veterinary medicine. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics*, *45*(1), 1–15. https://doi.org/10.1111/jvp.12959

Zuščíková, L., Bažány, D., Greifová, H., Knížatová, N., Kováčik, A., Lukáč, N., & Jambor, T. (2023). Screening of toxic effects of neonicotinoid insecticides with a focus on acetamiprid: a review. *Toxics*, *11*(7), 598. https://doi.org/10.3390/toxics11070598

2026. Номер 13, С. 164 – 180.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: **18.03.2026** Прийнято: **28.04.2026** Опубліковано: **12.05.2026**

DOI: **10.31890/vttp.2026.13.14**

UDC 619:636.7/.8-084.3

CURRENT PROBLEMS OF CONTRACEPTION IN SMALL ANIMALS IN UKRAINE AND THE WORLD

S.V. Naumenko, V.I. Koshevoy, V.Yu. Bublichenko, E.R. Teimurova, H.V. Flustykova, N.O. Chaus, O.S. Chuikova, S.O. Shakhova
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,

ORCID
S.V. Naumenko: https://orcid.org/0000-0002-7340-5186
V.I. Koshevoy: https://orcid.org/0000-0003-2938-2762
V.Yu. Bublichenko: student
E.R. Teimurova: student
H.V. Flustykova: student
N.O. Chaus: student
O.S. Chuikova: student
S.O. Shakhova: student

E-mail: frolka001@gmail.com

Abstract. Contraception of small animals remains a key tool for managing the population of stray animals, especially in conditions of martial law in Ukraine, when the increase in the number of stray dogs and cats increases epizootic and social risks. This article presents the results of the analysis of modern approaches to controlling the reproduction of small domestic animals in Ukraine and the world, which allowed to form a comprehensive picture of the state, problems and prospects for the development of contraceptive technologies, they are concentrated in two main areas – surgical and non-surgical contraception. It has been determined that surgical contraception is associated with significant limitations, in particular the risks of anesthetic complications, postoperative infections, endocrine imbalances, and ethical discussions regarding mass sterilization. It has been established that one of the most significant complications of surgical sterilization is the syndrome of ovarian residual tissue, which is manifested by recurrent estrus, behavioral changes, and the risk of developing hormone-dependent pathologies. It has been established that the prevalence of this pathology is underestimated, and diagnosis requires a combination of clinical, ultrasound, and hormonal methods. Effective therapy is possible only with complete removal of residual tissue. It has been shown that hormonal contraceptives used in veterinary medicine have various mechanisms of action, including ovulation suppression, blockade of hypothalamic-pituitary regulation, and effects on progesterone receptors. However, their use is associated with risks, from metabolic disorders and pyometra to neoplasia, which limits long-term use and requires strict adherence to safety protocols. The key role of hormonal contraceptives in the development of mammary neoplasms in bitches and cats has been established, especially with early and long-term use of synthetic progestogens, which confirms the need for careful use of hormonal drugs and the search for alternative methods of fertility control. Immunocontraception has been proven to be a promising tool for controlling the population of homeless animals, especially in conditions of limited resources and the impossibility of mass surgical sterilization. Vaccines directed against gonadotropin-releasing hormone or sex hormone

receptors demonstrate the effectiveness of reducing fertility, but require further adaptation for distribution in Ukraine, as well as assessment of the duration of action and development of application schemes. The prospects for the development of non-surgical contraception regarding the introduction of innovative technologies, including nanomaterials, targeted delivery systems for hormones or immunobiological agents, as well as biocompatible implants with prolonged action, are substantiated, in particular, the use of nanotechnologies opens up opportunities for increasing efficiency, reducing toxicity, and creating personalized reproductive control schemes.

***Keywords**: dogs, cats, population, reproduction, control.*

УДК 619:636.7/.8-084.3

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ КОНТРАЦЕПЦІЇ ДРІБНИХ ТВАРИН В УКРАЇНІ І СВІТІ

С.В. Науменко, В.І. Кошевой, В.Ю. Бубліченко, Е.Р. Теймурова, Х.В. Флюстикова, Н.О. Чаус, О.С. Чуйкова, С.О. Шахова
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
E-mail: frolka001@gmail.com

Анотація. Контрацепція дрібних тварин залишається ключовим інструментом управління популяцією безпритульних тварин, особливо в умовах воєнного стану в Україні, коли зростання кількості безпритульних собак та кішок посилює епізоотичні та соціальні ризики. В даній статті представлено результати аналізу сучасних підходів до контролю репродукції дрібних свійських тварин в Україні та світі, що дозволив сформувати комплексне уявлення про стан, проблеми та перспективи розвитку контрацептивних технологій, зосереджені вони у двох основних напрямках – хірургічній та нехірургічній контрацепції. Визначено, що хірургічна контрацепція пов'язана із суттєвими обмеженнями, зокрема ризиками анестезіологічних ускладнень, післяопераційних інфекцій, порушень ендокринного балансу, а також етичними дискусіями щодо масової стерилізації. Встановлено, що одним з найбільш значних ускладнень хірургічної стерилізації є синдром залишкової тканини яєчника, що виявляється рецидивами тічки, поведінковими змінами та ризиком розвитку гормонозалежних патологій. Встановлено, що поширеність даної патології недооцінена, а діагностика потребує поєднання клінічних, ультразвукових та гормональних методів. Ефективна терапія можлива тільки за повного видалення залишкової тканини. Показано, що гормональні засоби контрацепції, які застосовуються у ветеринарній медицині, мають різноманітні механізми дії, включаючи пригнічення овуляції, блокаду гіпоталамо-гіпофізарної регуляції та вплив на рецептори прогестерону. Однак їх використання пов'язане з ризиками – від метаболічних порушень та піометри до неоплазій, що обмежує тривале застосування та потребує суворого дотримання протоколів безпеки. Встановлено ключову роль гормональних контрацептивів у розвитку новоутворень молочної залози у сук та кішок, особливо при ранньому та тривалому застосуванні синтетичних прогестагенів, що підтверджує необхідність обережного використання гормональних препаратів та пошуку альтернативних методів контролю фертильності. Доведено, що імуноконтрацепція є перспективним інструментом контролю популяції безпритульних тварин, особливо в умовах обмежених ресурсів і неможливості масової хірургічної стерилізації. Вакцини, спрямовані проти гонадотропін-рилізинг гормону або рецепторів статевих гормонів, демонструють ефективність зниження фертильності, проте вимагають подальшої адаптації для поширення в Україні, а також оцінки тривалості дії та розробки схем застосування. Обґрунтовано перспективи розвитку нехірургічної контрацепції щодо впровадження інноваційних технологій, включаючи наноматеріали, таргетні системи доставки гормонів або імунобіологічних агентів, а також біосумісні імпланти пролонгованої дії, зокрема використання нанотехнологій відкриває

можливості для підвищення ефективності, зниження токсичності та створення персоналізованих схем репродуктивного контролю.

Ключові слова: *собаки, кішки, популяція, відтворення, контроль.*

Вступ. Сучасна ветеринарна медицина приділяє значну увагу контролю репродуктивної функції дрібних домашніх тварин, оскільки він безпосередньо впливає на здоров'я тварин, якість їх життя, популяційну динаміку та епідеміологічну безпеку (Collinson et al., 2020; Fielding et al., 2025). В умовах глобального зростання чисельності собак і кішок, урбанізації та збільшення кількості безпритульних тварин питання ефективної, безпечної та етично прийнятної контрацепції набувають особливої актуальності (Root Kustritz, 2012; Asa, 2018; Oliveira Carneiro et al., 2025). Контроль за популяцією тварин можна проводити хірургічними та нехірургічними методами, при цьому хірургічні широко використовуються у всьому світі, але мають ряд недоліків, зокрема високу вартість, великий ризик ускладнень, необхідність післяопераційного догляду (Benavides Melo et al., 2018; Oliveira-Martins et al., 2023). Поряд з хірургічною стерилізацією усе більшого поширення набувають методи тимчасової контрацепції із застосуванням аналогів статевих гормонів (McKenzie, 2010, Peña-Corona et al., 2025). Незважаючи на значний прогрес у розробці фармакологічних та хірургічних методів, багато аспектів репродуктивного контролю залишаються невирішеними як у світі, так і в Україні (Ku et al., 2024; Cotterell et al., 2025).

Міжнародна практика демонструє розширення спектру доступних контрацептивних технологій – від традиційної оваріогістеректомії до застосування пролонгованих гормональних препаратів, імунологічних вакцин проти репродуктивних гормонів та перспективних методів генної регуляції фертильності (Garde et al., 2016; Crawford et al., 2023). Однак, кожна з цих стратегій має обмеження, пов'язані з ризиками побічних ефектів, варіабельністю ефективності, етичними дискусіями та вимогами до кваліфікації фахівців (Sumner et al., 2022; Luzardo et al., 2023). У країнах Європи та Північної Америки спостерігається тенденція до відмови від тривалого застосування синтетичних прогестагенів через їх онкологічні ризики та метаболічні порушення, що стимулює пошук альтернативних підходів (Capozzi et al., 2022; Azevedo et al., 2025; Pereira et al., 2025). В Україні проблеми контрацепції дрібних тварин ускладнюються додатковими факторами: нерівномірним доступом до сучасних ветеринарних послуг, обмеженою поширеністю малоінвазивних методів, недостатньою інформованістю власників та відсутністю єдиних державних рекомендацій щодо безпечного застосування гормональних засобів. Воєнні та соціально-економічні виклики останніх років посилили проблему безконтрольного розмноження бездомних тварин, що потребує впровадження науково обґрунтованих, економічно доступних та масштабованих рішень. Таким чином, аналіз сучасних методів контрацепції, їх ефективності, безпеки та застосування в умовах України є важливим кроком для формування оновленої ветеринарної стратегії репродуктивного контролю. Актуальність дослідження визначається необхідністю інтеграції міжнародного досвіду, критичної оцінки існуючих підходів та розробки науково обґрунтованих рекомендацій, спрямованих на підвищення добробуту тварин та зниження популяційних ризиків.

Мета і завдання досліджень. Враховуючи дані аналізу останніх досліджень і публікацій за даною проблематикою, метою даної роботи було проаналізувати дані наукових джерел щодо контрацепції у дрібних домашніх тварин, переваг використання її різних видів та ризиків, що виникають за порушення настанов із застосування ветеринарних препаратів, що застосовуються в Україні і світі для нехірургічної контрацепції.

Для досягнення поставленої мети було вирішено ряд теоретико-практичних завдань:

1. Проаналізувати важливість контрацепції у дрібних тварин як засобу контролю популяції безпритульних тварин, нормалізації етологічних показників у домашніх улюбленців, пов'язані зі змінами статевої циклічності, як в умовах воєнного стану в Україні, так і світових практик.

2. Здійснити аналіз сучасних даних щодо ризиків і етичних обмежень хірургічної контрацепції у дрібних домашніх тварин.

3. Охарактеризувати прояв, поширеність і засоби терапії синдрому залишкової тканини яєчника як ускладнення після хірургічної контрацепції.

4. Визначити основні гормональні засоби, що використовуються в якості діючої речовини ветеринарних лікарських препаратів для контрацепції у тварин, механізми їх дії, ризики і ускладнення, пов'язані з їх застосуванням.

5. Встановити роль гормональних засобів контрацепції у виникненні новоутворень молочної залози у сік і кішок.

6. Визначити можливість впровадження засобів імуноконтрацепції сук і кішок для контролю популяції безпритульних тварин в умовах воєнного стану в Україні.

7. Обґрунтувати перспективи розроблення новітніх засобів для нехірургічної контрацепції у дрібних тварин, в тому числі із застосуванням нанотехнологій.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження виконано як комплексний теоретико-аналітичний огляд із елементами порівняльного та критичного аналізу сучасних підходів до контрацепції дрібних свійських тварин. Проводили систематизований пошук публікацій за останні 35 років (1991–2026 р.) у базах Scopus, PubMed та Google Scholar. Критеріями включення були дослідження, присвячені контрацепції собак та кішок; дані про хірургічні, гормональні, імунологічні та експериментальні методи; публікації, що містять відомості про ризики, ускладнення та етичні аспекти. Для порівняльного аналізу методів контрацепції проводилася оцінка ефективності різних підходів, частоти ускладнень, поширеності та можливості застосування в Україні та відповідності міжнародним стандартам. Усі використані дані взяті з відкритих джерел та опублікованих досліджень, що пройшли етичну експертизу.

Результати досліджень. Контрацепція у дрібних свійських тварин відіграє ключову роль як в управлінні чисельністю безпритульних тварин, так і в питаннях нормалізації змін поведінкових реакцій, пов'язаних із статевою циклічністю (Hess et al., 2024; Crawford et al., 2025). Застосування контрацепції дозволяє значно скоротити кількість небажаних послідів, що поповнюють вуличну популяцію (Rand et al., 2024: McDonald et al., 2025). Оскільки репродуктивний потенціал собак та котів дуже високий, навіть невелика частка нестерилізованих тварин призводить до швидкого зростання чисельності безпритульних особин (Ko et al., 2024; Naumenko et al., 2025). Контрацепція розриває цей ланцюжок і знижує навантаження на притулки, зменшує кількість евтаназій із соціальних причин і створює умови для більш гуманного та сталого контролю популяції (Bicalho et al., 2024). Одночасно зменшується ризик поширення зоонозів, оскільки керована популяція легше піддається вакцинації та ветеринарному нагляду (Atero et al., 2024; Knobel et al., 2024).

Не менш важливим є поведінковий аспект, адже статева циклічність у самців та самок супроводжується вираженими гормональними коливаннями, які провокують занепокоєння, агресію, вокалізації, тощо. У самок додатково виникають явища псевдолактації (несправжньої вагітності), що призводять до стресу та фізіологічних порушень (Velkovska et al., 2025). Контрацепція усуває або значно послаблює ці прояви, оскільки припиняє циклічність та знижує рівень статевих гормонів, внаслідок чого тварини стають спокійнішими, менш схильними до агресивної поведінки, що підвищує їх благополуччя та безпеку у міському середовищі (Fraser et al., 2024; Koilpillai et al., 2024). Таким чином, контрацепція – важливий інструмент суспільного та ветеринарного благополуччя, що дозволяє знижувати чисельність безпритульних тварин, зменшує епідеміологічні ризики, нормалізує поведінку домашніх улюбленців та покращує якість їх життя.

Особливого значення набуває контрацепція дрібних тварин в умовах воєнного стану в Україні, оскільки поєднує у собі питання громадської безпеки, гуманного поводження з тваринами та епідеміологічного контролю. Воєнні конфлікти завжди призводять до зростання кількості безпритульних тварин, і Україна не є винятком, адже, під час війни

різко зростає кількість тварин, що опинилися на вулиці, внаслідок вимушеної евакуації або загибелі власників, втрати ними житла або можливості забезпечувати догляд за улюбленцями (Shkodina et al., 2022; Pipia, 2024). Водночас, важливо розуміти, як дана проблема вирішується в інших країнах, щоб бачити можливі моделі та обмеження контрацепції. По-перше, вона дозволяє запобігти швидкому зростанню популяції безпритульних собак і котів, адже відомо, що навіть невелике збільшення числа нестерилізованих тварин призводить до експоненційного зростання кількості нащадків (Romagnoli & Ferre-Dolcet, 2022; Graves et al., 2023). По-друге, зниження чисельності безпритульних тварин зменшує ризики поширення зоонозів, що за умов зруйнованої інфраструктури та обмеженого доступу до ветеринарних послуг є особливо важливим. По-третє, контрацепція допомагає стабілізувати поведінку тварин: знижує агресію, конкуренцію за ресурси і територію, що робить міське середовище безпечнішим для людей та інших тварин (Park et al., 2023). Додатковим чинником є обмеженість ресурсів, тому що хірургічні втручання потребують анестезії, стерильних умов та кваліфікованого персоналу, що не завжди є в достатній кількості у прифронтових регіонах.

Світова практика показує, що підходи до контролю популяції тварин сильно різняться залежно від культурних норм, законодавства та розвитку ветеринарної інфраструктури. У країнах Європи та Північної Америки широко поширені програми обов'язкової стерилізації свійських тварин, особливо тих, що надходять із притулків (Furthner et al., 2020). Ці програми поєднуються з реєстрацією, чіпуванням та суворим контролем репродукції, в результаті чого популяція безпритульних тварин мінімальна, а стерилізація сприймається як стандарт турботи про дрібних тварин (Romagnoli et al., 2023). У країнах Південної Азії, Латинської Америки та Близького Сходу акцент робиться на масових муніципальних програмах за принципом «відлов-стерилізація-повернення», що спрямовані на гуманне зниження чисельності безпритульних тварин та одночасно на вакцинацію проти сказу (Galarde-López et al., 2024). В деяких регіонах, де хірургічні ресурси обмежені, застосовуються тимчасові методи контрацепції, включаючи гормональні препарати або імунологічні вакцини, хоча їх ефективність та безпека також потребують суворого контролю (Mielo et al., 2022). У державах, що потерпають від територіальних конфліктів чи стихійних лих, підходи схожі з українськими реаліями: пріоритет надається мобільним ветеринарним командам, міжнародній допомозі та тимчасовим рішенням, що дають змогу стабілізувати ситуацію до відновлення повноцінної інфраструктури. Варто зауважити, що контрацепція дрібних тварин за умов війни стає не просто ветеринарною процедурою, а елементом гуманітарної та громадської безпеки, що допомагає запобігти зростанню популяції безпритульних тварин, знижує епідеміологічні ризики, тощо. Світовий досвід показує, що найефективнішими є системні програми, що поєднують стерилізацію, вакцинацію, реєстрацію та просвітницьку роботу, а тому Україна, зіштовхуючись з викликами воєнного часу, має спиратися на ці моделі, адаптуючи їх до сучасних умов.

Основними методами контрацепції у дрібних тварин вважаються хірургічні та нехірургічні. Хірургічна контрацепція у собак та котів, незважаючи на її значні переваги, супроводжується певними ризиками та етичними обмеженнями, які важливо враховувати при прийнятті рішень на рівні власника, ветеринарного фахівця та громадських програм (Leelakajornkit et al., 2024). Хірургічне втручання завжди пов'язане із потенційними медичними ризиками, зокрема, анестезія, навіть за використання сучасних протоколів, несе ймовірність ускладнень у тварин із прихованими патологіями серця, дихальної системи чи обміну речовин, а післяопераційний період може супроводжуватися кровотечами, інфекціями, больовим синдромом, стресом, тощо (Simpson et al., 2019; Adams & Muñoz, 2024; Low et al., 2025). В окремих тварин спостерігаються віддалені (довгострокові) наслідки, що включають зміни метаболізму, схильність до ожиріння, підвищення ризику розвитку пухлин або ортопедичних захворювань, особливо при ранній стерилізації, а отже

важливим є індивідуальний підхід до вибору віку та методу операції (Salt et al., 2019; Benka et al., 2025).

Етичні аспекти також мають велике значення, з огляду на те, що хірургічна контрацепція є незворотною процедурою, що ставить питання про право людини приймати остаточне рішення щодо репродуктивної функції тварини. Зокрема, в деяких культурах та професійних спільнотах обговорюється, наскільки виправдано втручання у фізіологію здорового організму, якщо відсутні медичні показання; також виникають дискусії про те, чи є масова стерилізація гуманним заходом чи формою надмірного контролю за тваринами (Ahmed et al., 2022). Додаткові питання викликає вибір віку для операції – рання стерилізація знижує ризик небажаних послідів, але може вплинути на розвиток організму, тоді як пізня зменшує ці ризики, але підвищує ймовірність репродуктивних захворювань (Benka et al., 2023).

Існують і соціальні обмеження, внаслідок того, що у деяких регіонах власники сприймають стерилізацію як втручання, що суперечить їх уявленням про природність або «повноцінність» тварини – це знижує ефективність програм контролю популяції. У притулках та муніципальних програмах важливо дотримуватися балансу між необхідністю скорочення чисельності безпритульних тварин та повагою до благополуччя кожної конкретної тварини, забезпечуючи адекватну анестезію, знеболювання та післяопераційний догляд (Biancaniello et al., 2024). Таким чином, хірургічна контрацепція – ефективний, але не позбавлений ризиків інструмент, що вимагає виваженого підходу, індивідуальної оцінки стану тварини, дотримання високих стандартів ветеринарної медицини та уважного ставлення до етичних аспектів, пов’язаних із втручанням у репродуктивну функцію.

Стерилізація сук і кішок є однією з найпоширеніших профілактичних маніпуляцій у практиці ветеринарної медицини дрібних тварин, основною метою овaріоектомії або овaріогістеректомії є контроль чисельності популяції, профілактика гормонозалежних патологій та усунення небажаних проявів статевого циклу (Raekriang et al., 2025). Проте у частини тварин після проведення оперативного втручання з часом знову з’являються ознаки еструсу, найчастішою причиною такого явища є синдром залишкової тканини яєчника (ORS – ovarian remnant syndrome), що характеризується наявністю функціонально активної яєчникової тканини після стерилізації (Fontes & McCarthy, 2020). ORS розвивається внаслідок неповного видалення яєчника під час стерилізації або за наявності ектопічної яєчникової тканини, найчастіше залишки тканини локалізуються в ділянці яєчникової ніжки, брижі яєчника або в заочеревинному просторі поблизу нирок (Percival et al., 2020). Під впливом гонадотропних гормонів гіпофіза така тканина зберігає здатність до проліферації та синтезу статевих гормонів, переважно естрогенів і прогестерону (Wallace, 1991; Concannon, 2011; Zambelli et al., 2025).

За даними ретроспективних клінічних досліджень, ORS частіше реєструється у сук, ніж у кішок, що пов’язують з анатомічними особливостями та складністю візуалізації яєчникової тканини під час первинної операції (van Goethem et al., 2006; Ball et al., 2010). Повторна гормональна активність залишкової тканини зумовлює циклічні або персистуючі клінічні прояви, подібні до нормального статевого циклу. Клінічні ознаки ORS у сук включають набряк і гіперемію вульви, серозно-кров’янисті виділення та зміни поведінки, тоді як у кішок спостерігають вокалізацію, позу лордозу, підвищену рухову активність і тривалу тічку. Тривала дія естрогенів підвищує ризик розвитку піометри кукси матки, гіперплазії молочних залоз, а також гормонозалежних неопластичних процесів (Feldman & Nelson, 2015; Properzi et al., 2019).

Сучасна діагностика ORS ґрунтується на поєднанні клінічних, лабораторних та інструментальних методів, зокрема визначення рівня антимюллерового гормону в сироватці крові вважається найбільш специфічним маркером наявності функціональної яєчникової тканини у стерилізованих тварин (Place et al., 2011; Place et al., 2019). Гормональні тести зі стимуляцією гонадотропін-рилізинг гормоном або хоріонічним гонадотропіном застосовують як допоміжні методи підтвердження діагнозу (Wallace, 1991).

Ультразвукове дослідження органів черевної порожнини дозволяє візуалізувати залишкову тканину, однак його чутливість залежить від фази статевого циклу, розміру осередку та досвіду лікаря. У складних випадках ефективним методом є діагностична лапароскопія, яка водночас може мати лікувальний характер (van Nimwegen et al., 2018; Percival et al., 2020).

Основним методом лікування ORS залишається хірургічне видалення залишкової тканини, при чому проведення операції в період еструсу вважається оптимальним, оскільки гормонально активна тканина краще васкуляризована та доступніша для ідентифікації (Percival et al., 2020; Scully, 2024). Медикаментозна терапія (прогестагени, агоністи ГнРГ) може зменшувати клінічні прояви, однак не усуває етіологічний фактор і не рекомендована як остаточний метод лікування.

Також завданнями досліджень було передбачено визначити основні види гормональних препаратів для контрацепції, механізми їх дії на організм самців та самок, а також проаналізувати потенційні ризики та переваги їхнього використання в клінічній практиці. Зауважимо, що головним механізмом гормональної контрацепції є втручання в систему гонадотропін-рилізинг гормону (GnRH) через агоністи, антагоністи та аналоги цього гормону. GnRH – це ключовий гормон, що виробляється гіпоталамусом і контролює статеву систему, шляхом стимуляції гіпофізу до вироблення лютеїнізуючого (ЛГ) і фолікулостимулюючого гормонів (ФСГ), що у свою чергу, керують роботою яєчників і синтезом статевих гормонів (Driancourt & Briggs, 2020). Лікарські засоби, що блокують GnRH, штучно порушують цю тонко збалансовану вісь «гіпоталамус-гіпофіз-статеві залози». Наприклад, антагоністи конкурентно блокують рецептори в гіпофізі, негайно припиняючи стимуляцію яєчників. Агоністи (наприклад, деслореліну ацетат) спочатку викликають короткострокову стимуляцію, але при тривалому застосуванні призводять до «downregulation» – виснаження та зниження чутливості рецепторів GnRH. Це викликає тривале пригнічення статевої функції, що проявляється відстроченням статевого дозрівання, подовженням періоду анеструсу або повним пригніченням овуляції (Ackermann et al., 2012). Агоністи GnRH, такі як деслорелін, демонструють високу ефективність для зворотнього пригнічення репродуктивної функції як у дорослих, так і у молодих тварин (Masson et al., 2021).

Дослідження на кішках продемонструвало, що підшкірний імплант із деслореліном значно відстрочує настання статевої зрілості – контрольна група досягла статевої зрілості у віці 134-286 днів, тоді як тварини, що отримували препарат значно пізніше, у 180-428 днів (Risso et al., 2012). Ефект є повністю зворотнім – після видалення імпланту нормальний статевий цикл відновлюється, що робить такі засоби зручними для тимчасової контрацепції, також вплив залежить від дози: імплант дозою 9,4 мг забезпечує більш тривалу дію, ніж 4.7 мг (). Препарат також ефективний у сук, де його застосування під час анеструсу спочатку може викликати естральний цикл, а потім призводить до тривалого пригнічення яєчників (Valiente et al., 2009).

Окрім агоністів GnRH використовуються синтетичні стероїди (прогестини), однак їхнє застосування супроводжується значними ризиками. Прогестини, такі як медроксипрогестерону ацетат (MPA) та хлормадінону ацетат (CMA), мають структуру подібну до прогестерону, вони пригнічують секрецію гонадотропінів, тим самим блокуючи статеву активність (Sawada et al., 1992). Дослідження на кошенятах показало, що одноразове введення MPA після народження не завжди є ефективним для запобігання вагітності в майбутньому, оскільки овуляція все ж таки відбувалася в більшості тварин, які отримували ліки (Lopez Merlo et al., 2016). Крім того, тривале застосування прогестинів (наприклад, CMA протягом 2-9 років) корелює із високою частотою побічних ефектів із захворюваннями молочної залози та матки, тому їхнє використання в багатьох випадках не схвалюється через підвищений ризик діабету, пухлин і гіперплазії (Sawada et al., 1992).

Незважаючи на ефективність, усі гормональні методи мають ряд серйозних побічних ефектів, що зумовлює необхідність обережного та обґрунтованого застосування. Маніпуляції із нейроендокринною системою не є локальними, впливаючи на синтез

статевих гормонів, дані препарати змінюють безліч фізіологічних процесів у цілому організмі. До найнебезпечніших наслідків належать: піометра, пухлини молочної залози та їхня гіперплазія, інсулінорезистентність, що може призвести до діабету, порушення синтезу нейромедіаторів, що впливає на функціонування нервової системи (Faustino et al., 2025). Зазначені ризики вказують на те, що рішення про застосування гормональної контрацепції має прийматися після ретельної оцінки співвідношення користі та ризику для кожної окремої тварини.

Наукові дослідження продовжують пошук більш безпечних та інноваційних методів консервативної стерилізації, зокрема шляхом створення цілеспрямованих молекул. Одним із перспективних напрямків є розробка біотехнологічних пептидів, які специфічно зв'язуються із рецепторами ЛГ та ФСГ, але несуть із собою цитотоксичні речовини, такі «кон'югати» здатні вибірково знищувати клітини Лейдіга або Сертолі (у самців), викликаючи апоптоз статевих клітин і призводячи до неплідності (Peña-Corona et al., 2025). Інший підхід – удосконалення агоністів GnRH шляхом заміни амінокислот, що надає їм більшої потужності та тривалості дії (Valiente et al., 2009). Проте, незважаючи на перспективність, дані технології потребують додаткових клінічних випробувань, перш ніж вони з'являться на ринку. Отже, гормональна контрацепція є потужним інструментом у ветеринарній репродуктології, що пропонує тимчасові та зворотні рішення, але це «палиця із двома кінцями» – її ефективність безпосередньо пов'язана із глибоким втручанням у ендокринну систему, що несе за собою ризики серйозних системних ускладнень. Тому майбутнє галузі лежить не лише у вдосконаленні методів, що існують, але й у розробці нових, більш безпечних і цілеспрямованих технологій, і, звичайно, у розумному та обережному застосуванні наявних засобів.

Серед ризиків фармакологічної контрацепції, головним чином у дрібних тварин індукуються новоутворення молочної залози, що є поширеним захворюванням у кішок, які отримували оральні або ін'єкційні контрацептиви, яке дуже часто може призводити до летальних наслідків. Причини розвитку новоутворень мають у більшості випадків екзогенний характер, а саме вплив синтетичних гормонів прогестагенів (синтетичні аналоги прогестерону), які є діючою речовиною контрацептивів для тварин (Norsworthy, 2016). В Україні поширені у застосуванні препарати на основі мегестролу ацетату, дія якого полягає у впливі на гіпоталамо-гіпофізарну систему тварини і блокуванні виділення гонадотропних гормонів (ФСГ і ЛГ), за нестачі цих гормонів в крові затримується дозрівання фолікулів в яєчниках самок, в результаті чого припиняється еструс і статевий потяг у тварин. Через надмірну кількість прогестагенів, що надходять в організм тварини починають розвиватись гіперплазія та можливі неоплазії молочної залози (Jacobs et al., 2010). Тривале застосування мегестролу ацетату асоціюється з фіброаденоматозною гіперплазією, аденомою та карциномою молочної залози. Прогестагенні контрацептиви мають пряму пухлино-індукуючу дію на тканину молочної залози, значно збільшуючи ризик карциноми (Pîrvu et al., 2024).

Фіброаденоматозна гіперплазія у кішок практично завжди пов'язана з впливом екзогенних прогестинів. Мегестролу ацетат є одним з основних препаратів, що викликають швидке гормонозалежне зростання тканини молочної залози, а тривалий його вплив збільшує ймовірність переходу гіперплазій в неопластичні процеси (Keskin et al., 2009). У пухлинній тканинні виявляється високий рівень рецепторів прогестерону, що підтверджує її гормональну залежність. Використання екзогенних прогестагенів, включаючи мегестролу ацетат збільшує ризик не тільки гіперплазії, але і карциноми, вважається, що найбільш чутливими є кішки молодого віку при використанні цього препарату на постійній основі (MacDougall, 2003).

Також відомі випадки, коли застосування прогестагенів у самців викликало фемінізацію тканин і появу ектопічної тканин молочної залози, що також призводить до пухлин (Ochota et al., 2014). Стандартний протокол лікування гормонально-індукованих неоплазій молочної залози включає оваріогістеректомію, двосторонню або регіональну

мастектомію та, за клінічними показаннями, хіміотерапію, але навіть це не гарантує повного одужання тварини, а скоріш за все просто подовжить життя на 6-12 місяців (Valle et al., 2025).

Підсумовуючи викладений вище матеріал, можна зазначити, що застосування прогестагенних контрацептивів, зокрема мегестролу ацетату, є одним із ключових екзогенних факторів розвитку гіперплазії та неоплазій молочної залози у кішок. Тривала гормональна стимуляція значно підвищує ризик формування як доброякісних, так і злоякісних пухлин, причому найбільш уразливими є молоді самки та тварини, що отримують ці препарати регулярно. Враховуючи високу ймовірність метастазування та несприятливий прогноз, використання таких засобів без ветеринарного контролю є вкрай небезпечним для здоров'я та життя тварини.

Напроти, одним з перспективних нехірургічних методів є імуноконтрацепція, що не вимагає хірургічного втручання, седації та догляду (Zumpano et al., 2011; Pelaez et al., 2019, Peña-Corona et al., 2025). На сьогоднішній день, в умовах повномасштабного вторгнення на територію України, коли проводиться евакуація з прифронтових територій, стає актуальною проблема безпритульних собак і кішок та, разом з цим, постає питання нехірургічних методів контрацепції, з метою запобігання впливу на громадське життя та контролю популяції тварин. Імуноконтрацепція приводить до вироблення антитіл, що нейтралізують і блокують рецептори гормонів, які порушують цикл тічки шляхом пригнічення критичних білків або гормонів, необхідних для розмноження (Levy et al., 2005; Fischer et al., 2018), таких як GnRH, що запобігає овуляції шляхом блокування вивільнення гонадотропінів (Gorman et al., 2002; Levy et al., 2011). Додаткова доза вакцини гарантує стійкий ефект протягом приблизно одного року (Liu et al., 2015; Gupta et al., 2022).

У вакцині GonaCon Національного дослідницького центру дикої природи NWRC, Форт-Коллінз, Колорадо, США носієм є антиген GnRH, кон'югований з KLH (keyhole limpet hemocianin) (Robbins et al., 2004). Дослідження показали, що кішки вакциновані GnRH одноразово дозою 200 мкг, були неплідними впродовж 1-5 років, також протягом одного року у кішок і сук був присутній високий титр антитіл. У всіх кішок імунізованих рекомбінантним білком, антитіла виробляються через 7 днів після другої імунізації, третя імунізація спонукала збільшення титрів антитіл, тварини не мали ознак еструсу і не вагітніли, при чому концентрація антитіл збільшувалась з кожною вакцинацією (Bender et al., 2009, Levy et al., 2011, Robbins et al., 2004). Дослідження на суках, що не мали породної цінності, комбінованої вакцини GonaCon, довели успішність використання імуноконтрацепції, що надається під час вакцинації проти сказу з метою підвищення колективного імунітету та зменшення популяції собак (Bender et al., 2009). У імунізованих сук вироблялись специфічні антитіла проти сперміїв, що визначалися у сироватці крові та генітальному секреті, проте для досягнення більш високого титру антитіл необхідні три імунізації і висока доза вакцини (Esmailnejad et al., 2020).

Також високий титр антитіл у сук і кішок спричиняє використання свинячого антигену zona pellucida (ZP), котячого поліпептиду ZP і котячих субодиниць ZP A, B та C. Дослідження показали, що білки ZP, можуть викликати імунну відповідь та контрацептивний ефект, зокрема частота запліднення у спарованих самок становила 25 і 20% у групах вакцінованних ZPA та ZPB+C відповідно, порівняно з 83% у контрольній групі. Дослідники зробили висновок, що ці котячі субодиниці є потенційними антигенами-кандидатами для імуноконтрацептивних вакцин у домашніх кішок (Gorman et al., 2002; Levy et al., 2005; Eade et al., 2009). Дослідження на суках, імунізованих свинячими ZP, показали високі титри антитіл, але з невідомих причин аномальні цикли, жодна тварина не завагітніла (Gupta et al., 2022).

Також для регуляції фертильності у самок та самців може застосовуватись лютеїнізуючий гормон великої рогатої худоби, зокрема у дослідженнях на кішках, імунізованих 0,5 мг ЛГ великої рогатої худоби, інкапсульованих у підшкірний імплантат, встановлено, що протягом 21 дня в сироватках крові було ідентифіковано антитіла до ЛГ,

завдяки пригніченню прогестерону щонайменше в 10 разів, ознак тічки не спостерігалось, як і змін гіпоталамо-гіпофізарної вісі, але функція жовтого тіла була пригнічена, що призвело до неплідності (Saxena et al., 2002, Saxena et al., 2003). Дослідження з використанням вакцин продемонстрували різну результативність і показали деяку невизначеність щодо ймовірних ризиків для здоров'я тварин (). Імуноконтрацепція – надійний спосіб запобігання вагітності у тварин, але жодна з наведених вакцин не гарантує довготривалого періоду неплідності, без повторної вакцинації. Тому дуже важливо продовжувати подальші дослідження, удосконалювати методи контрацепції, домагаючись тривалого ефекту, мінімальних побічних наслідків та можливості широкого застосування (Wang et al., 2023).

Розробка нових засобів нехірургічної контрацепції для дрібних тварин – один із найперспективніших напрямів сучасної ветеринарної науки, внаслідок зростання інтересу до таких технологій не лише через обмеження хірургічних методів, а й завдяки появі нових біотехнологічних та нанотехнологічних інструментів, що дозволяють впливати на репродуктивну систему більш вибірково, безпечно та тривало (Ferré-Dolcet & Romagnoli, 2023; Ribeiro et al., 2026). Нехірургічні методи особливо актуальні в умовах, коли хірургічне втручання недоступне або обмежена можливість його проведення: у зонах воєнних дій, у регіонах з дефіцитом ветеринарних ресурсів, у програмах масового контролю популяції, а також для тварин, яким операція протипоказана (Goericke-Pesch, 2010; Lindh et al., 2020). Крім того, власники все частіше шукають оборотні, менш інвазивні та гуманістичні рішення (Rhodes, 2017).

Перспективи розвитку таких засобів пов'язані з кількома ключовими напрямками. Як вказано вище, одним із них є створення імунологічних вакцин, що викликають вироблення антитіл проти гормонів або рецепторів, які регулюють репродуктивну функцію (Navanukraw et al., 2024). Ці підходи вже довели свою ефективність у ряду видів, але потребують подальшої оптимізації для забезпечення тривалої дії, стабільності та мінімізації побічних ефектів. Іншим напрямком є розробка малих молекул або біополімерів, здатних тимчасово пригнічувати овуляцію чи сперматогенез без системного гормонального втручання (Poormohammad et al., 2026).

Особливе місце займають нанотехнології, які відкривають можливості для точкового, контрольованого та пролонгованого впливу (Naumenko et al., 2023). Наночастинки можуть використовуватися як носії для гормонів, інгібіторів або імуномодуляторів, забезпечуючи їх повільне вивільнення та спрямовану доставку в тканини репродуктивної системи. Це дозволяє зменшити дози, знизити токсичність і досягти тривалого контрацептивного ефекту після одноразового введення (Park et al., 2025). Наноструктурні матеріали можуть застосовуватись і для створення імплантів нового покоління, які біодеградують із заданою швидкістю та забезпечують стабільний рівень активної речовини без необхідності хірургічного видалення. Ще один перспективний напрямок – використання наночастинок для локальної дії на гонади, наприклад, для тимчасової інактивації дозрівання статевих клітин, такі підходи потенційно дозволяють досягти оборотного ефекту без системного втручання в ендокринну регуляцію (Xu et al., 2025).

Інтерес до нехірургічної контрацепції також зумовлений етичними міркуваннями, адже багато власників та громадських організацій прагнуть уникати незворотних втручань, особливо якщо йдеться про молодих тварин або тварин, які можуть бути використані у розведенні в майбутньому. Нехірургічні методи дають змогу поєднувати контроль популяції з повагою до фізіологічної цілісності організму, крім того, вони знижують стрес, ризик ускладнень та потребу в післяопераційному догляді, що особливо важливо у притулкових та польових умовах. Таким чином, розвиток нових засобів нехірургічної контрацепції – це логічний крок у бік більш гнучких, безпечних та технологічних рішень. Нанотехнології посилюють цей потенціал, дозволяючи створювати препарати з високою біодоступністю, тривалою дією та мінімальними побічними ефектами. У сукупності ці

підходи можуть істотно змінити стратегію контролю популяції дрібних тварин, зробивши її більш гуманною, ефективною та адаптованою до різних умов.

Висновки.

Проведений аналіз сучасних підходів до контролю репродукції дрібних свійських тварин в Україні та світі дозволив сформувати комплексне уявлення про стан, проблеми та перспективи розвитку контрацептивних технологій:

1. Контрацепція дрібних тварин залишається ключовим інструментом управління популяцією безпритульних тварин, особливо в умовах воєнного стану в Україні, коли зростання кількості безпритульних собак та кішок посилює епізоотичні та соціальні ризики. Крім того, коректно підібрані методи репродуктивного контролю сприяють нормалізації етологічних проявів у домашніх вихованців, знижуючи стрес, агресію, що підтверджує їхню важливість не тільки в популяційному, а й у поведінковому аспекті.

2. Хірургічна контрацепція має суттєві обмеження, пов'язані з ризиками анестезіологічних ускладнень, післяопераційних інфекцій, порушень ендокринного балансу та етичними дискусіями щодо масової стерилізації; міжнародні дані вказують на необхідність більш виваженого підходу до вибору хірургічних методів.

3. Синдром залишкової тканини яєчника залишається одним з найбільш значних ускладнень хірургічної стерилізації, виявляючись рецидивами тічки, поведінковими змінами та ризиком розвитку гормонозалежних патологій. Встановлено, що поширеність недооцінена, а діагностика потребує поєднання клінічних, ультразвукових та гормональних методів. Ефективна терапія можлива тільки за повного видалення залишкової тканини.

4. Гормональні засоби контрацепції, що застосовуються у ветеринарній медицині, мають різноманітні механізми дії, включаючи пригнічення овуляції, блокаду гіпоталамо-гіпофізарної регуляції та вплив на рецептори прогестерону. Однак їх використання пов'язане з ризиками – від метаболічних порушень та піометри до неоплазій, що обмежує тривале застосування та потребує суворого дотримання протоколів безпеки.

5. Встановлено ключову роль гормональних контрацептивів у розвитку новоутворень молочної залози у сук та кішок, особливо при ранньому та тривалому застосуванні синтетичних прогестагенів. Ці дані підтверджують необхідність обережного використання гормональних препаратів та пошуку альтернативних методів контролю фертильності.

6. Імуноконтрацепція є перспективним інструментом контролю популяції безпритульних тварин, особливо в умовах обмежених ресурсів і неможливості масової хірургічної стерилізації. Вакцини, спрямовані проти GnRH або рецепторів статевих гормонів, демонструють ефективність зниження фертильності, проте вимагають подальшої адаптації до польових умов України, оцінки тривалості дії та розробки логістичних схем застосування.

7. Перспективи розвитку нехірургічної контрацепції пов'язані з впровадженням інноваційних технологій, включаючи наноматеріали, таргетні системи доставки гормонів або імунобіологічних агентів, а також біосумісні імпланти пролонгованої дії. Використання нанотехнологій відкриває можливості для підвищення ефективності, зниження токсичності та створення персоналізованих схем репродуктивного контролю.

References

Ackermann, C. L., Volpato, R., Destro, F. C., Trevisol, E., Sousa, N. R., Guaitolini, C. R., Derussi, A. A., Rascado, T. S., & Lopes, M. D. (2012). Ovarian activity reversibility after the use of deslorelin acetate as a short-term contraceptive in domestic queens. *Theriogenology, 78*(4), 817–822. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.03.030

Adams, L. R., & Muñoz, K. A. (2024). Owner survey suggests cats may be undertreated for pain compared to dogs after an elective ovariohysterectomy or orchiectomy. *American journal of veterinary research, 85*(7), ajvr.24.03.0055. https://doi.org/10.2460/ajvr.24.03.0055

Ahmed, S., Jiang, X., Liu, G., Sadiq, A., Farooq, U., Wassie, T., Saleem, A. H., & Zubair, M. (2022). New trends in immunocastration and its potential to improve animal welfare: a mini review. *Tropical animal health and production*, *54*(6), 369. https://doi.org/10.1007/s11250-022-03348-8

Asa, C. S. (2018). Contraception in Dogs and Cats. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, *48*(4), 733–742. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.02.014

Atero, N., Córdova-Bührle, F., Salgado-Caxito, M., Benavides, J. A., Fernández, M., Diethelm-Varela, B., Ramos, R., Sapiente Aguirre, C., Trujillo, F., Dürr, S., & Mardones, F. O. (2024). An assessment of the owned canine and feline demographics in Chile: registration, sterilization, and unsupervised roaming indicators. *Preventive veterinary medicine*, *226*, 106185. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2024.106185

Azevedo, A., Peste, F., Linck, P., Carvalho, J., Crawshaw, D., Ferreira, E., Torres, R. T., & Bandeira, V. (2025). Social perceptions and attitudes towards free-roaming cats and dogs in Portugal: an exploratory study. *Animals*, *15*(6), 771. https://doi.org/10.3390/ani15060771

Ball, R. L., Birchard, S. J., May, L. R., Threlfall, W. R., & Young, G. S. (2010). Ovarian remnant syndrome in dogs and cats: 21 cases (2000–2007). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *236*(5), 548–553. https://doi.org/10.2460/javma.236.5.548

Benavides Melo, C. J., Astaíza Martínez, J. M., & Rojas, M. L. (2018). Complicaciones por esterilización quirúrgica mediante ovariohisterectomía en perras: revisión sistemática. *Revista De Medicina Veterinaria*, *37*, 83-93. https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss37.10

Bender, S. C., Bergman, D. L., Wenning, K. M., Miller, L. A., Slate, D., Jackson, F. R., & Rupprecht, C. E. (2009). No adverse effects of simultaneous vaccination with the immunocontraceptive GonaCon and a commercial rabies vaccine on rabies virus neutralizing antibody production in dogs. *Vaccine*, *27*(51), 7210–7213. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2009.09.026

Benka, V. A., Sahrmann, J. M., Rieke, K., Briggs, J. R., Spofford, N., Zawistowski, S., Ruple, A., Romagnoli, S., & Morrison, J. A. (2025). Gonadectomy status and age are associated with variable risk of overweight or obese outcomes in 15 dog breeds: a retrospective cohort study using data from primary care veterinary clinics. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *263*(7), 1–11. https://doi.org/10.2460/javma.24.12.0834

Benka, V. A., Scarlett, J. M., Sahrmann, J., Rieke, K., Briggs, J. R., Ruple, A., Zawistowski, S., Morrison, J. A., Spofford, N., & Romagnoli, S. (2023). Age at gonadectomy, sex, and breed size affect risk of canine overweight and obese outcomes: a retrospective cohort study using data from United States primary care veterinary clinics. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *261*(9), 1316–1325. https://doi.org/10.2460/javma.22.12.0596

Biancaniello, C. M., Rolph, K. E., Cavanaugh, S. M., Karnik, P., Peda, A., & Cavanaugh, R. P. (2024). Readability of postoperative discharge instructions is associated with complication rate in companion animals undergoing sterilisation. The Veterinary record, 194(5), e3796. https://doi.org/10.1002/vetr.3796

Bicalho, G. C., de Oliveira, L. B. S., de Oliveira, C. S. F., Costa Val Bicalho, A. P. D., Bastos, C. V., Torres, C. M., Malm, C., de Souza, F. L., Lima, G. K., Maia, L. D. M. S., Villalta, L. C., de Carvalho, M. P. N., de Freitas, R. P., Goveia, V. R., Barrado, W. D. S., Oliveira, Y. F., & Soares, D. F. M. (2024). Realities, perceptions, and strategies for implementation of an ethical population management program for dogs and cats on university campuses. *Frontiers in veterinary science*, *11*, 1408795. https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1408795

Capozzi, A., Scambia, G., & Lello, S. (2022). Clinical pharmacology of progestins. *Minerva obstetrics and gynecology*, *74*(4), 364–376. https://doi.org/10.23736/S2724-606X.21.04881-8

Collinson, A., Bennett, M., Brennan, M. L., Dean, R. S., & Stavisky, J. (2020). Evaluating the role of surgical sterilisation in canine rabies control: A systematic review of impact and outcomes. *PLoS neglected tropical diseases*, *14*(8), e0008497. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008497

Concannon, P. W. (2011). Reproductive cycles of the domestic bitch. *Animal reproduction science*, *124*(3-4), 200–210. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.028

Cotterell, J., Rand, J., & Scotney, R. (2025). Urban cat management in australia-evidence-based strategies for success. *Animals*, *15*(8), 1083. https://doi.org/10.3390/ani15081083

Crawford, C., Rand, J., Forge, O., Rohlf, V., Bennett, P., & Scotney, R. (2025). A purr-suasive case for sterilization: how sterilizing working cats supports dairy farmers' wellbeing, improves animal welfare, and benefits the environment. *Animals*, *15*(6), 766. https://doi.org/10.3390/ani15060766

Crawford, C., Rand, J., Rohlf, V., Scotney, R., & Bennett, P. (2023). Solutions-based approach to urban cat management-case studies of a one welfare approach to urban cat management. *Animals, 13*(21), 3423. https://doi.org/10.3390/ani13213423

Driancourt, M. A., & Briggs, J. R. (2020). Gonadotropin-Releasing Hormone (GnRH) Agonist Implants for Male Dog Fertility Suppression: A Review of Mode of Action, Efficacy, Safety, and Uses. *Frontiers in veterinary science, 7*, 483. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00483

Eade, J. A., Roberston, I. D., & James, C. M. (2009). Contraceptive potential of porcine and feline zona pellucida A, B and C subunits in domestic cats. *Reproduction (Cambridge, England), 137*(6), 913–922. https://doi.org/10.1530/REP-08-0471

Esmailnejad, A., Nikahval, B., Mogheiseh, A., Karampour, R., & Karami, S. (2020). The detection of canine anti-sperm antibody following parenteral immunization of bitches against homogenized whole sperm. *Basic and clinical andrology, 30*, 1. https://doi.org/10.1186/s12610-020-0100-z

Faustino, T. G., da Rosa Filho, R. R., Francischini, M. C. P., Brito, M. M., Angrimani, D. S. R., & Vannucchi, C. I. (2025). In situ uterine artery prostaglandin e2 and nitric oxide in open-cervix pyometra and medically treated bitches. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics, 48*(1), 22–29. https://doi.org/10.1111/jvp.13482

Feldman, E. C., & Nelson, R. W. (2015). *Canine and feline endocrinology* (4th ed.). Elsevier.

Ferré-Dolcet, L., & Romagnoli, S. (2023). Reversible control of reproduction in tom cats: medical options for manipulating libido and fertility. *Journal of feline medicine and surgery, 25*(5), 1098612X231171406. https://doi.org/10.1177/1098612X231171406

Fielding, H. R., Fernandes, K. A., V R, A., Belgayer, D., Misquita, A., Kenny, R., Gibson, A. D., Gamble, L., Bronsvoort, B. M. C., Mellanby, R. J., Handel, I., Rivett, D., Newman, K., King, R., Sayyed, I., Sayed, A., Lad, K., Yaraguda, M., Parate, A. D., Balagali, M. K., … Mazeri, S. (2025). Managing free-roaming domestic dog populations using surgical sterilisation: a randomised controlled trial. *Scientific reports, 15*(1), 14221. https://doi.org/10.1038/s41598-025-98990-1

Fischer, A., Benka, V. A., Briggs, J. R., Driancourt, M. A., Maki, J., Mora, D. S., Morris, K. N., Myers, K. A., Rhodes, L., Vansandt, L. M., Weedon, G. R., Wolf, J., & Levy, J. K. (2018). Effectiveness of GonaCon as an immunocontraceptive in colony-housed cats. *Journal of feline medicine and surgery, 20*(8), 786–792. https://doi.org/10.1177/1098612X18758549

Fontes, G. S., & McCarthy, R. J. (2020). Ovarian remnant syndrome in a cat with ovarian tissue in the omentum. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 257*(6), 631–634. https://doi.org/10.2460/javma.257.6.631

Fraser, B., Wilkins, A., Whiting, S., Liang, M., Rebourcet, D., Nixon, B., & Aitken, R. J. (2024). Development of peptides for targeting cell ablation agents concurrently to the Sertoli and Leydig cell populations of the testes: An approach to non-surgical sterilization. PloS one, 19(4), e0292198. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292198

Furthner, E., Roos, J., Niewiadomska, Z., Maenhoudt, C., & Fontbonne, A. (2020). Contraceptive implants used by cat breeders in France: a study of 140 purebred cats. *Journal of feline medicine and surgery, 22*(10), 984–992. https://doi.org/10.1177/1098612X19901023

Galarde-López, M., Rosales-Moreno, E. D. R., Hernández-Méndez, S. E., Medina-Cháirez, A. R., Villavicencio-López, A. D., Pineda-Mundo, M., Núñez-Ruíz, O., & Reyna-Sevilla, A. (2024). Spatiotemporal analysis of a population management intervention for dogs and cats in a municipality in central Mexico. *Veterinary world, 17*(8), 1693–1701. https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.1693-1701

Garde, E., Pérez, G. E., Vanderstichel, R., Dalla Villa, P. F., & Serpell, J. A. (2016). Effects of surgical and chemical sterilization on the behavior of free-roaming male dogs in Puerto Natales, Chile. *Preventive veterinary medicine, 123*, 106–120. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.11.011

Goericke-Pesch, S. (2010). Reproduction control in cats: new developments in non-surgical methods. *Journal of feline medicine and surgery, 12*(7), 539–546. https://doi.org/10.1016/j.jfms.2010.05.005

Gorman, S. P., Levy, J. K., Hampton, A. L., Collante, W. R., Harris, A. L., & Brown, R. G. (2002). Evaluation of a porcine zona pellucida vaccine for the immunocontraception of domestic kittens (Felis catus). *Theriogenology, 58*(1), 135–149. https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)00904-4

Graves, J. L., McKenzie, B. A., Koch, Z., Naka, A., Spofford, N., & Morrison, J. (2023). Body weight, gonadectomy, and other risk factors for diagnosis of osteoarthritis in companion dogs. *Frontiers in veterinary science, 10*, 1275964. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1275964

Gupta, S. K., Toor, S., Minhas, V., Chaudhary, P., Raman, M., Anoop, S., & Panda, A. K. (2022). Contraceptive efficacy of recombinant porcine zona proteins and fusion protein encompassing

canine ZP3 fragment and GnRH in female beagle dogs. *American journal of reproductive immunology (New York, N.Y. : 1989), 87*(6), e13536. https://doi.org/10.1111/aji.13536

Hess, R. A., Park, C. J., Soto, S., Reinacher, L., Oh, J. E., Bunnell, M., & Ko, C. J. (2024). Male animal sterilization: history, current practices, and potential methods for replacing castration. *Frontiers in veterinary science, 11*, 1409386. https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1409386

Jacobs, T. M., Hoppe, B. R., Poehlmann, C. E., Ferracone, J. D., & Sorenmo, K. U. (2010). Mammary adenocarcinomas in three male cats exposed to medroxyprogesterone acetate (1990-2006). *Journal of feline medicine and surgery, 12*(2), 169–174. https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.08.004

Keskin, A., Yilmazbas, G., Yilmaz, R., Ozyigit, M. O., & Gumen, A. (2009). Pathological abnormalities after long-term administration of medroxyprogesterone acetate in a queen. *Journal of feline medicine and surgery, 11*(6), 518–521. https://doi.org/10.1016/j.jfms.2008.10.006

Knobel, D. L., Hanekom, J., van den Bergh, M. C., & Leisewitz, A. L. (2024). Effects of gonadectomy on the incidence rate of babesiosis and the risk of severe babesiosis in dogs aged 6 months and older at a veterinary academic hospital in South Africa: A case-control and retrospective cohort study. *Preventive veterinary medicine, 230*, 106293. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2024.106293

Ko, C. J., Rudolph, U., & Constable, P. (2024). A novel, humane method of sterilizing dogs, cats, and pigs. *American journal of veterinary research, 85*(11), ajvr.24.09.0258. https://doi.org/10.2460/ajvr.24.09.0258

Koilpillai, J. N., Nunan, E., Butler, L., Pinaffi, F., & Butcher, J. T. (2024). Reversible contraception in males: an obtainable target?. *Biology, 13*(5), 291. https://doi.org/10.3390/biology13050291

Ku, A. F., Sharma, K. L., Ta, H. M., Sutton, C. M., Bohren, K. M., Wang, Y., Chamakuri, S., Chen, R., Hakenjos, J. M., Jimmidi, R., Kent, K., Li, F., Li, J. Y., Ma, L., Madasu, C., Palaniappan, M., Palmer, S. S., Qin, X., Robers, M. B., Sankaran, B., … Matzuk, M. M. (2024). Reversible male contraception by targeted inhibition of serine/threonine kinase 33. *Science (New York, N.Y.), 384*(6698), 885–890. https://doi.org/10.1126/science.adl2688

Kutzler, M. A., & Wood, A. (2006). Non-surgical methods of contraception and sterilization in dogs and cats. Theriogenology, 66(3), 514–525. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.04.014

Leelakajornkit, S., Kamdee, P., & Ponglowhapan, S. (2024). Unlocking perspectives on surgical sterilization in dogs and cats: A comprehensive study among Thai veterinary professionals. *Veterinary journal (London, England : 1997), 307*, 106206. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2024.106206

Levy, J. K., Mansour, M., Crawford, P. C., Pohajdak, B., & Brown, R. G. (2005). Survey of zona pellucida antigens for immunocontraception of cats. *Theriogenology, 63*(5), 1334–1341. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.07.015

Levy, J.K., Friary, J.A., Miller, L.A., Tucker, S.J., & Fagerstone, K.A. (2011). Long-term fertility control in female cats with GonaCon™, a GnRH immunocontraceptive. *Theriogenology, 76*(8), 1517–1525. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.06.022

Lindh, L., Lindeberg, H., Banting, A., Banting, S., Sainmaa, S., Beasley, S., Korhonen, H. T., & Peltoniemi, O. A. T. (2020). Administration of aromatase inhibitor MPV-2213ad to blue fox vixens (Vulpes lagopus) as a model for contraception in female dogs. *Theriogenology, 152*, 53–63. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.009

Liu, Y., Tian, Y., Zhao, X., Jiang, S., Li, F., Zhang, Y., Zhang, X., Li, Y., Zhou, J., & Fang, F. (2015). Immunization of dogs with recombinant GnRH-1 suppresses the development of reproductive function. *Theriogenology, 83*(3), 314–319. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.06.029

Lopez Merlo, M., Faya, M., Blanco, P. G., Carranza, A., Barbeito, C., & Gobello, C. (2016). Failure of a single dose of medroxyprogesterone acetate to induce uterine infertility in postnatally treated domestic cats. *Theriogenology, 85*(4), 718–723. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.10.013

Low, D., Costa, L., Hawkesby, J., Nardulli, L., Proteasa, A., & Vallios, V. (2025). The association between gonadectomy and timing of gonadectomy, and the risk of canine cranial cruciate ligament disease: A systematic review and meta-analysis. *Veterinary surgery, 54*(2), 254–267. https://doi.org/10.1111/vsu.14197

Luzardo, O. P., Zaldívar-Laguía, J. E., Zumbado, M., & Travieso-Aja, M. D. M. (2023). The Role of veterinarians in managing community cats: a contextualized, comprehensive approach for biodiversity, public health, and animal welfare. *Animals , 13*(10), 1586. https://doi.org/10.3390/ani13101586

MacDougall, L. D. (2003). Mammary fibroadenomatous hyperplasia in a young cat attributed to treatment with megestrol acetate. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, *44*(3), 227–229.

Masson, S., Medam, T., Raibon, E., Fontaine, C., & Levy, X. (2021). Double-blind, placebo-controlled trial of cyproterone acetate to prevent flare-up effect on dogs implanted with deslorelin. *Frontiers in veterinary science*, *8*, 714154. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.714154

McDonald, J. L., Hodgson, D. J., Roberts, C., Finka, L., Halls, V., & Foreman-Worsley, R. (2025). Domestic cat management in the UK: learnings from a global perspective. *Frontiers in veterinary science*, *12*, 1610123. https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1610123

McKenzie, B. (2010) Evaluating the benefits and risks of neutering dogs and cats. *CAB Reviews*, *5*(045), 1–18. Available at: https://www.cabi.org/cabreviews/review/20103275804

Mielo, M. R., Amirian, E. S., & Levy, J. K. (2022). Identification of spayed and neutered cats and dogs: Veterinary training and compliance with practice guidelines. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, *285*, 105856. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2022.105856

Naumenko, S., Koshevoy, V., Chaus, N., Chuikova, O., Bublichenko, V., Gulevich, I., Yevlakhova, M., & Zemko, V. (2025). Current problems of domestic feline reproduction and prospects of their solution (review). *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, *11*, 117–130. https://doi.org/10.31890/vttp.2025.11.11

Naumenko, S., Koshevoy, V., Matsenko, O., Miroshnikova, O., Zhukova, I., & Bespalova, I. (2023). Antioxidant properties and toxic risks of using metal nanoparticles on health and productivity in poultry. *Journal of World`s Poultry Research*, *13*(3), 292-306. https://doi.org/10.36380/jwpr.2023.32

Navanukraw, P., Chotimanukul, S., Udomthanaisit, L., Setthawong, P., Saehlee, S., Seetaha, S., Choowongkomon, K., & Chatdarong, K. (2024). Antibody fragments targeting the extracellular domain of follicular stimulating hormone receptor for contraception in male dogs and cats. *Theriogenology*, *226*, 110–119. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.06.005

Norsworthy, G. D. (2016). Use of megestrol in cats. *Journal of feline medicine and surgery*, *18*(3), 248–249. https://doi.org/10.1177/1098612X16631235

Ochota, M. M., Nowak, M., Dzieciol, M., & Nizanski, W. (2014). Mammary adenocarcinoma after ten year medroxyprogesterone acetate supplementation in an ovariectomized cat. Pakistan Veterinary Journal, 34(3), 406–409. https://doi.org/10.13140/2.1.4757.0563

Oliveira Carneiro, I., Mattos, T. A. D. S., Freitas, S. M., Hlavac, N., Begon, M., Costa, F., Khalil, H., & Argibay, H. D. (2025). Socioeconomic vulnerability and the management of domestic animal hosts in urban environments: a one health issue. *BMC veterinary research*, *21*(1), 699. https://doi.org/10.1186/s12917-025-05062-7

Oliveira-Martins, M., Portugal, M., Cardoso, L., & Martins-Bessa, A. (2023). The Impact of Pediatric Neutering in Dogs and Cats-A Retrospective Study. *Animals : an open access journal from MDPI*, *13*(15), 2487. https://doi.org/10.3390/ani13152487

Park, C. J., Minabe, S., Hess, R. A., Lin, P. P., Zhou, S., Bashir, S. T., Barakat, R., Gal, A., & Ko, C. J. (2023). Single neonatal estrogen implant sterilizes female animals by decreasing hypothalamic KISS1 expression. *Scientific reports*, *13*(1), 9627. https://doi.org/10.1038/s41598-023-36727-8

Park, J. M., Nguyen, H. D., Ngo, H. V., Yun, J. Y., Ha, M. J., Lee, K. W., & Lee, B. J. (2025). Comparative investigation of sublingual tablets containing oleic acid-conjugated leuprolide nanoparticles and permeation enhancers on disintegration, release rate, permeability and pharmacokinetics in beagle dogs. *International journal of pharmaceutics*, *678*, 125738. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2025.125738

Pelaez, M., Echevarría, L., Soler-Tovar, D., & Falcón, N. (2019). Contraceptive methods in the population control of dogs: a point of view of veterinarians in the pet clinic. *Veterinary Health and Technology*, *6*(2), 55. https://doi.org/10.20453/stv.v6i2.3459

Peña-Corona, S. I., Vaquera-Guerrero, M. A., Cerbón-Gutiérrez, J., Chávez-Corona, J. I., Iglesias-Reyes, A. E., Sierra-Reséndiz, A., Pérez-Rivero, J. J., Retana-Márquez, S., Vizcaino-Dorado, P. A., Quintanar-Guerrero, D., Leyva-Gómez, G., & Vargas-Estrada, D. (2025). Comprehensive evaluation and future perspectives of non-surgical contraceptive methods in female cats and dogs. *Animals*, *15*(10), 1501. https://doi.org/10.3390/ani15101501

Percival, A., Singh, A., Gartley, C., Balsa, I., Case, J. B., Mayhew, P. D., Oblak, M., Brisson, B. A., Runge, J. J., Valverde, A., Alex Zur Linden, R., & Gatineau, M. (2020). Single-port laparoscopic treatment

and outcome of dogs with ovarian remnant syndrome: 13 Cases (2010-2018). *Journal of the American Animal Hospital Association, 56*(2), 114–119. https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6923

Pereira, M., Grassi, A., Zakošek Pipan, M., Contato, G., Dal Ponte, G., Ghezzo, A., De Cramer, K. G. M., & Romagnoli, S. (2025). Efficacy, safety and interval from end of treatment to estrus in cats treated with an ultra-low dose megestrol acetate protocol for suppression of reproductive activity. *Theriogenology, 246*, 117530. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2025.117530

Pipia, S. (2024). The effect of russia's invasion of ukraine on non-human animals: international humanitarian law perspectives. *Israel Law Review, 57*(2), 265–287. https://doi.org/10.1017/S0021223724000086

Pîrvu, A. M., Cappelleri, A., Sala, L., Banco, B., Giudice, C., Stefanello, D., Militaru, M., & Grieco, V. (2024). Mammary carcinoma in a male cat following long-term medroxyprogesterone acetate treatment: case report and review of the literature. *Veterinary research communications, 48*(6), 4021–4028. https://doi.org/10.1007/s11259-024-10553-3

Place, N. J., Cheraskin, J. L., & Hansen, B. S. (2019). Evaluation of combined assessments of serum anti-Müllerian hormone and progesterone concentrations for the diagnosis of ovarian remnant syndrome in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 254*(9), 1067–1072. https://doi.org/10.2460/javma.254.9.1067

Place, N. J., Hansen, B. S., Cheraskin, J. L., et al. (2011). Measurement of serum anti-Müllerian hormone concentration in female dogs and cats for diagnosis of ovarian remnant syndrome. *Theriogenology, 76*(4), 650–656. https://doi.org/10.1177/1040638711403428

Poormohammad, M., Safari, M. H., Moghadam, S. E., Amarloie, O. A., Moghadam, M. F., Valitabar, P., & Moayer, F. (2026). A Comparative analysis of intratesticular versus intra-epididymal injections of clove essential oil on male dog sterilization. *Veterinary medicine and science, 12*(1), e70749. https://doi.org/10.1002/vms3.70749

Properzi, R., Boschi, P., & Leonardi, F. (2019). Ovarian remnant syndrome after laparoscopic ovariectomy in a cat. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 69*(4), 1305–1308. https://doi.org/10.12681/jhvms.15906

Raekriang, N., Sattasathuchana, P., & Thengchaisri, N. (2025). Efficacy and sterilization resilience of silicone rubber bands as an alternative to suture ligation in feline orchiectomy. *Veterinary world, 18*(8), 2553–2562. https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.2553-2562

Rand, J., Saraswathy, A., Verrinder, J., & Paterson, M. B. A. (2024). Outcomes of a community cat program based on sterilization of owned, semi-owned and unowned cats in a small rural town. *Animals, 14*(21), 3058. https://doi.org/10.3390/ani14213058

Rhodes, L. (2017). New approaches to non-surgical sterilization for dogs and cats: Opportunities and challenges. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene, 52*(2), 327–331. https://doi.org/10.1111/rda.12862

Ribeiro, I. M., Carvalho, R. P. R., Viana, A. G. A., Ramirez-Lopez, C. J., Silva, T. B. D., & Machado-Neves, M. (2026). Non-surgical sterilization of male animals using sclerosing agents: A systematic review of intratesticular and intraepididymal injection protocols. *Reproductive biology, 26*(1), 101101. https://doi.org/10.1016/j.repbio.2025.101101

Risso, A., Corrada, Y., Barbeito, C., Diaz, J. D., & Gobello, C. (2012). Long-term-release GnRH agonists postpone puberty in domestic cats. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene, 47*(6), 936–938. https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.01994.x

Robbins, S. C., Jelinski, M. D., & Stotish, R. L. (2004). Assessment of the immunological and biological efficacy of two different doses of a recombinant GnRH vaccine in domestic male and female cats (Felis catus). *Journal of reproductive immunology, 64*(1-2), 107–119. https://doi.org/10.1016/j.jri.2004.08.004

Romagnoli, S., & Concannon, P. W. (2010). Clinical use of progestins in bitches. *Theriogenology, 73*(9), 1224–1231. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.01.008

Romagnoli, S., & Ferre-Dolcet, L. (2022). Reversible control of reproduction in queens: Mastering the use of reproductive drugs to manipulate cyclicity. *Journal of feline medicine and surgery, 24*(9), 853–870. https://doi.org/10.1177/1098612X221118754

Romagnoli, S., Diana, A., Ferré-Dolcet, L., Fontaine, C., & Milani, C. (2023). Chronic use of deslorelin in dogs: six cases (2005-2022). *Animals : an open access journal from MDPI, 13*(2), 265. https://doi.org/10.3390/ani13020265

Root Kustritz, M. V. (2012). Effects of surgical sterilization on canine and feline health and on society. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, *47*(4), 214–222. https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02078.x

Salt, C., Morris, P. J., Wilson, D., Lund, E. M., & German, A. J. (2019). Association between life span and body condition in neutered client-owned dogs. *Journal of veterinary internal medicine*, *33*(1), 89–99. https://doi.org/10.1111/jvim.15367

Sawada, T., Tamada, H., Inaba, T., & Mori, J. (1992). Prevention of estrus in the bitch with chlormadinone acetate administered orally. *The Journal of veterinary medical science*, *54*(3), 595–596. https://doi.org/10.1292/jvms.54.595

Saxena, B. B., Clavio, A., Singh, M., Rathnam, P., Bukharovich, E. Y., Reimers, T. J., Jr, Saxena, A., & Perkins, S. (2003). Effect of immunization with bovine luteinizing hormone receptor on ovarian function in cats. *American journal of veterinary research*, *64*(3), 292–298. https://doi.org/10.2460/ajvr.2003.64.292

Saxena, B. B., Clavio, A., Singh, M., Rathnam, P., Bukharovich, Y., Reimers, T., Jr, Saxena, A., & Perkins, S. (2002). Modulation of ovarian function in female dogs immunized with bovine luteinizing hormone receptor. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, *37*(1), 9–17. https://doi.org/10.1046/j.1439-0531.2002.00331.x

Shkodina, A. D., Chopra, H., Singh, I., Ahmad, S., & Boiko, D. I. (2022). Healthcare system amidst the war in Ukraine. *Annals of medicine and surgery 2012*(80), 104271. https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104271

Simpson, M., Albright, S., Wolfe, B., Searfoss, E., Street, K., Diehl, K., & Page, R. (2019). Age at gonadectomy and risk of overweight/obesity and orthopedic injury in a cohort of Golden Retrievers. *PloS one*, *14*(7), e0209131. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209131

Sumner, C. L., Walker, J. K., & Dale, A. R. (2022). The implications of policies on the welfare of free-roaming cats in New Zealand. *Animals*, *12*(3), 237. https://doi.org/10.3390/ani12030237

Valiente, C., Diaz, J. D., Rosa, D. E., Mattioli, G., García Romero, G., & Gobello, C. (2009). Effect of a GnRH antagonist on GnRH agonist-implanted anestrous bitches. *Theriogenology*, *72*(7), 926–929. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.06.011

Valle, A. C. V., Valle, M. L. P. V., & Padre, A. (2025). Integrative treatment of mammary neoplasm in a cat induced by injectable hormonal contraceptive. *Integrative Journal of Veterinary Biosciences*, *9*(1), 1–4. https://doi.org/10.31038/IJVB.2025912

van Goethem, B., Schaefers-Okkens, A., & Kirpensteijn, J. (2006). Making a rational choice between ovariectomy and ovariohysterectomy in the dog. *Veterinary Surgery*, *35*(2), 136–143. https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2006.00124.x

van Nimwegen, S. A., Van Goethem, B., de Gier, J., & Kirpensteijn, J. (2018). A laparoscopic approach for removal of ovarian remnant tissue in 32 dogs. *BMC veterinary research*, *14*(1), 333. https://doi.org/10.1186/s12917-018-1658-y

Velkovska, M., Pereira, M., Zakošek Pipan, M., Pavlin, D., Ferré-Dolcet, L., Normando, S., & Romagnoli, S. (2025). Behavioral changes in cats following deslorelin implantation or surgical gonadectomy. *Veterinary sciences*, *12*(5), 430. https://doi.org/10.3390/vetsci12050430

Wallace, M. S. (1991). The ovarian remnant syndrome in the bitch and queen. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, *21*(3), 501–507. https://doi.org/10.1016/S0195-5616(91)50056-5

Wang, C., Yang, C., Zeng, Y., & Zhang, M. (2023). GnRH-immunocastration: an alternative method for male animal surgical castration. *Frontiers in veterinary science*, *10*, 1248879. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1248879

Xu, Y., Zhao, W., Zhu, Y., Sun, B., Wu, C., & Yin, Y. (2025). Preparation and immunogenicity evaluation of a ferritin-based gnrh nanoparticle vaccine. *Vaccines*, *13*(8), 781. https://doi.org/10.3390/vaccines13080781

Zambelli, D., Ballotta, G., Guerra, D., & Cunto, M. (2025). Ovarian remnant syndrome in bitches and queens: Clinical aspects and potential neoplastic transformations. *Animals*, *15*(21), 3106. https://doi.org/10.3390/ani15213106

Zumpano, R., Tortosa, A., & Degregorio, O. J. (2011). Estimación del impacto de la esterilización en el índice de crecimiento de la población de caninos. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, *22*(4), 336-341. https://doi.org/10.15381/rivep.v22i4.333

2026. Номер 13, С. 181 – 191.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 08.04.2026 Прийнято: 28.04.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.15

UDC 636.3.09:616.995.132(477.52/.6)

INTESTINAL PROTOZOAN AND NEMATODOUS ZOOPARASITOCENOSES OF SHEEP AND GOATS IN EASTERN UKRAINE

O.V. Nikiforova, O.V. Mazannyi
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID
O.V. Nikiforova: https://orcid.org/0000-0001-5586-5886
O.V. Mazannyi: https://orcid.org/0000-0002-4442-4011

E-mail: ixodes1795@gmail.com

Abstract. Among the parasitoses of small ruminants, protozoa and helminthoses are most often recorded, which are especially dangerous for young animals. The purpose of the work is to study the composition of intestinal protozoan and nematodous zooparasitocenoses in sheep and goats on the example of an unprosperous farm in the forest-steppe zone of Eastern Ukraine under martial law. In 2024, coproscopic studies of 45 individual samples of feces of sheep and goats were conducted, which accounted to 30 % of the total number of livestock of small ruminants, which were kept freely in pens in the same room. According to the results of the studies oocysts of *Eimeria*, eggs of Strongyloids of the gastrointestinal tract (GIT), eggs of Strongyloides and Capillaria were found. Extensiveness of invasion (EI) was 100 %. Mono invasions were registered in 15.5 % of small ruminants from the total number of those studied, mixed invasion caused by two pathogens were registered in 37.8%, three – in 42.2%, and four – in 4.4%.

Eimeriosis et Strongyloids of GIT mixed invasion was registered in 35.7% of goats, Eimeriosis et Strongyloids of GIT et Strongyloidosis mixed invasion was registered in 50.0% and Eimeriosis et Strongyloids of GIT et Strongyloidosis et Capillariosis mixed invasion were found in 14.3%. Mono invasions in sheep caused by *Eimeria* were registered in 3.2%, by Strongyloids of GIT in 19.4%. In 3.2% mixed invasion caused by Strongyloidosis et Eimeriosis and by Eimeriosis et Strongyloidosis et Capillariosis were registered. In 35.5% by Eimeriosis et Strongyloidosis and Eimeriosis et Strongyloids of GIT et Strongyloidosis mixed invasions were registered. Thus, 100% of goats were infected with Eimeria and gastrointestinal strongyloids, 50.0% by Strongyloides, 7.0% by Capillaria. The incidence of sheep with gastrointestinal strongyles was 96.7%, with Eimeria – 77.4%, with Strongyloides – 32.3%, with Capillaria – 3.2%. In 42.9% of goats, gastrointestinal strongyloids was recorded with an average degree of invasion intensity (II), and in 60.0% of sheep – with a low degree II. High degree II with these nematodes was recorded in 21.4% of goats and 23.3% of sheep and the average number of eggs in 1 g of feces was 76.7±12.0 and 75.0±13.4, respectively.

In all examined animals, low degree II was detected with Eimeria – 6.5±1.6 oocysts in 1 g of faeces, Strongyloides and Capillaria (2.7±0.3 and 2.3±0.8 eggs in 1 g of faeces, respectively).

***Key words**: sheep, goats, Eimeria, intestinal nematodes, zooparasitocenoses, retention system.*

УДК 636.3.09:616.995.132(477.52/.6)

КИШКОВІ ПРОТОЗОЙНО-НЕМАТОДОЗНІ ЗООПАРАЗИТОЦЕНОЗИ ОВЕЦЬ І КІЗ НА СХОДІ УКРАЇНИ

О.В. Нікіфорова, О.В. Мазанний
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
E-mail: ixodes1795@gmail.com

Анотація. Серед паразитозів дрібних жуйних найчастіше реєструють протозоози та гельмінтози, які особливо небезпечні для молодняка. Мета роботи – вивчення складу кишкових протозойно-нематодозних зоопаразитоценозів у овець і кіз на прикладі неблагополучного господарства у лісостеповій зоні Сходу України за умов воєнного стану. У 2024 році проведено копроскопічні дослідження 45 індивідуальних проб фекалій овець і кіз, що становило 30 % від загальної чисельності поголів'я дрібних жуйних, які утримувались безприв'язно у загонах в одному приміщенні. За результатами досліджень виявлено: ооцисти еймерій, яйця стронгілят шлунково-кишкового тракту (ШКТ), стронгілоїдесів і капілярій. ЕІ становила 100 %. Моноінвазії зареєстровано у 15,5 % дрібних жуйних від загальної кількості досліджених, мікстінвазію спричинену двома збудниками – у 37,8 %, трьома – у 42,2 %, а чотирма – у 4,4 %. У 35,7 % кіз реєстрували еймеріозно-стронгілятозну мікстінвазію, у 50,0 % – еймеріозно-стронгілятозно-стронгілоїдозну, а у 14,3 % – еймеріозно-стронгілятозно-стронгілоїдозно-капіляріозну мікстінвазію. У 3,2 % овець зареєстровано моноінвазію спричинену еймеріями, у 19,4 % – стронгілятами ШКТ, по 3,2 % – стронгілятозно-стронгілоїдозну та еймеріозно-стронгілятозно-капіляріозну мікстінвазії, по 35,5 % – еймеріозно-стронгілятозну та еймеріозно-стронгілятозно-стронгілоїдозну мікстінвазії.

Таким чином, 100 % кіз були інвазовані еймеріями та стронгілятами ШКТ, 50,0 % – стронгілоїдесами, 7,0 % – капіляріями. Ураженість овець стронгілятами ШКТ становила 96,7 %, еймеріями – 77,4 %, стронгілоїдесами – 32,3 %, капіляріями – 3,2 %. У 42,9 % кіз стронгілятози ШКТ реєструвались із середнім ступенем інтенсивності інвазії (ІІ), а у 60,0 % овець – з низьким ступенем. Високий ступінь ІІ даними нематодами реєструвався у 21,4 % кіз і 23,3 % овець та середньою кількістю яєць у 1 г фекалій 76,7±12,0 та 75,0±13,4 відповідно. У всіх обстежених тварин виявлено низький ступінь ІІ еймеріями – 6,5±1,6 ооцист в 1 г фекалій, стронгілоїдесами та капіляріями (2,7±0,3 і 2,3±0,8 яєць в 1 г фекалій відповідно).

***Ключові слова**: вівці, кози, еймерії, кишкові нематоди, зоопаразитоценози, система утримання.*

Вступ. *Актуальність теми.* Система утримання тварин не аби як впливає на епізоотологічне благополуччя поголів'я. Це стосується не лише інфекційних захворювань, що мають гострий перебіг і призводять до масової загибелі тварин. Паразитарні хвороби, що частіше мають хронічний перебіг і рідше призводять до загибелі тварин, відносяться до заразної патології і за гуртового утримання тварин можуть спричинити інвазування переважної частини поголів'я, що у свою чергу спричинює значне зниження продуктивності, а отже й економічні втрати, за рахунок чого зростає собівартість продукції, яку отримують від свійських тварин (Piedrafita et al., 2010; Vieira et al., 2014; Mohammed et al., 2016; Seyoum et al., 2018).

Останній час у господарствах різної форми власності все частіше утримують дрібну рогату худобу, відгодівля якої не потребує значних фінансових витрат. Разом з тим, продукція, яку отримують від них є складовою продовольчої безпеки держави (Lambertz et al., 2018). Тварин даної групи, зокрема овець, можна вигодувати лише випасаючи в теплу пору року на природних пасовищах з низьким травостоєм, а взимку згодовуючи їм

заготовлене сіно, з мінімальною кількістю згодовування концентрованих кормів. Кози, крім трави і сіна, добре поїдають листя чагарників, а зернову суміш можна замінити сухарями. Вівці та кози відносно швидко досягають статевої зрілості, невибагливі до системи утримання, а їх м'ясна і молочна продукція поживна і корисна (Bezhenar, 2021; Suprun et al., 2021; Fedorovych et al., 2022).

Роздільне утримання тварин різних видів є запорукою їх епізоотологічного благополуччя. Але у невеликих господарствах, зокрема особистих приватних, з метою економії площі приміщень для їх утримання, вівці і кози можуть утримуватись разом. Дані види тварин відносно толерантні один до одного. Проте, слід враховувати й видові особливості дрібної рогатої худоби.

Важливе значення має вплив факторів зовнішнього середовища на інвазійний початок та епізоотичну ситуацію щодо пасовищних гельмінтозів (Lambertz et al., 2018). Крім того, на природні пасовища, де зазвичай відбувається інвазування домашніх тварин, можуть потрапляти дикі дрібні жуйні, які можуть слугувати джерелом інвазування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що переважна більшість збудників паразитарних хвороб є видоспецифічними. Проте, при випасанні овець і кіз на спільних пасовищах, сумісній годівлі та утриманні в одному приміщенні, з урахуванням безприв'язної системи утримання – вони однаково сприйнятливі до збудників зоопаразитарних хвороб (Juszczak et al., 2019; Melnychuk, 2019).

Серед паразитозів у тварин даних видів найчастіше реєструють протозоози та гельмінтози (Melnychuk & Chubarov, 2020; Antipov et al., 2023). Особливо небезпечними вони є для молодняка який, за високого ступеня інтенсивності інвазії, може гинути. Гельмінти, зокрема, трематоди, цестоди і нематоди, серед яких є як біо- так і геогельмінтози, мають хронічний прихований перебіг і не завжди вчасно діагностуються. У дорослих тварин з трематодозів часто реєструють дикроцеліоз та фасціольоз, з цестодозів – моніезіоз та ценуроз, з нематодозів – стронгілятози шлунково-кишкового тракту, трихуроз, стронгілоїдоз та інші, у ягнят і козенят – еймеріоз (Yevstafieva et al., 2020; Piven, 2023).

Мета роботи – вивчення складу кишкових протозойно-нематодозних зоопаразитоценозів у овець і кіз на прикладі неблагополучного господарства у лісостеповій зоні Сходу України за умов воєнного стану.

Завдання дослідження: визначити поширення кишкових зоопаразитозів у овець і кіз за сумісного їх утримання у неблагополучному господарстві.

Матеріал і методи досліджень. Від овець і кіз різного віку та порід, що утримувались на фермі Навчально-дослідного комбінату Державного біотехнологічного університету (ДБТУ) (Харківська обл.) у 2024 р. було відібрано безпосередньо з прямої кишки 45 проб фекалій (31 від овець та 14 від кіз), що становило 30 % від загальної чисельності дрібних жуйних господарства.

Копроскопічне дослідження дрібних жуйних тварин за стандартизованим гельмінтоовоскопічним флотаційним методом з використанням насиченого розчину натрію хлориду (Ponomar et al., 2011) проведено в науковій лабораторії кафедри фармакології та паразитології ДБТУ. За результатами мікроскопічного дослідження, за допомогою мікроскопу «*Carl Zeiss*» (*Jena*, Німеччина), визначали ступінь інвазованості тварин найпростішими та гельмінтами за моно- та мікстінвазування з встановленням ступеня інтенсивності інвазування (ІІ, ооцист/яєць у 1 г фекалій), екстенсивності інвазії (ЕІ, %) та статистичною їх обробкою. Родову ідентифікацію виявлених овоскопічних елементів здійснювали з використанням довідника (Ponomar et al., 2015), а фотографували біологічні об'єкти фотокамерою *Nikon Coolpix S3300* (Китай).

Результати досліджень та їх обговорення. У літньо-осінній період 2024 р. було проведено копроскопічні дослідження дрібних жуйних тварин неблагополучного господарства, які утримувались безприв'язно у загонах в одному приміщенні, чисельність овець вдвічі більша за кіз.

В теплу пору року тварини випасались на природному пасовищі або знаходились у літньому таборі. Взимку тварин утримували в одному приміщенні, а моціон здійснювали на спільному вигульному майданчику. Раціон дрібних жуйних у випасний період включав, крім трави, пшеничну дерть, взимку згодовували сіно. Вода у вільному доступі тварин.

За результатами досліджень індивідуальних проб фекалій у овець і кіз (30 % від загальної чисельності дрібних жуйних) виявлено: ооцисти еймерій, яйця стронгілят шлунково-кишкового тракту (ШКТ), стронгілоїдесів і капілярій. Жодної з обстежених тварин вільної від кишкових зоопаразитів не виявлено, отже екстенсивність інвазування в цілому становила 100 %.

Результати по видам тварин – наступні: всі (100 %) кози були інвазовані еймеріями та стронгілятами, що паразитують у шлунково-кишковому тракті, стронгілоїдесами – 50,0 %, капіляріями – 7,0 % (рис. 1). Ураженість овець стронгілятами шлунково-кишкового тракту також була високою і становила 96,7 %, іншими зоопаразитами, у порівнянні з козами, була меншою: еймеріями – у 1,3 раза (77,4 %), стронгілоїдесами – у 1,5 раза (32,3 %), капіляріями – у 2,2 раза (3,2 %).

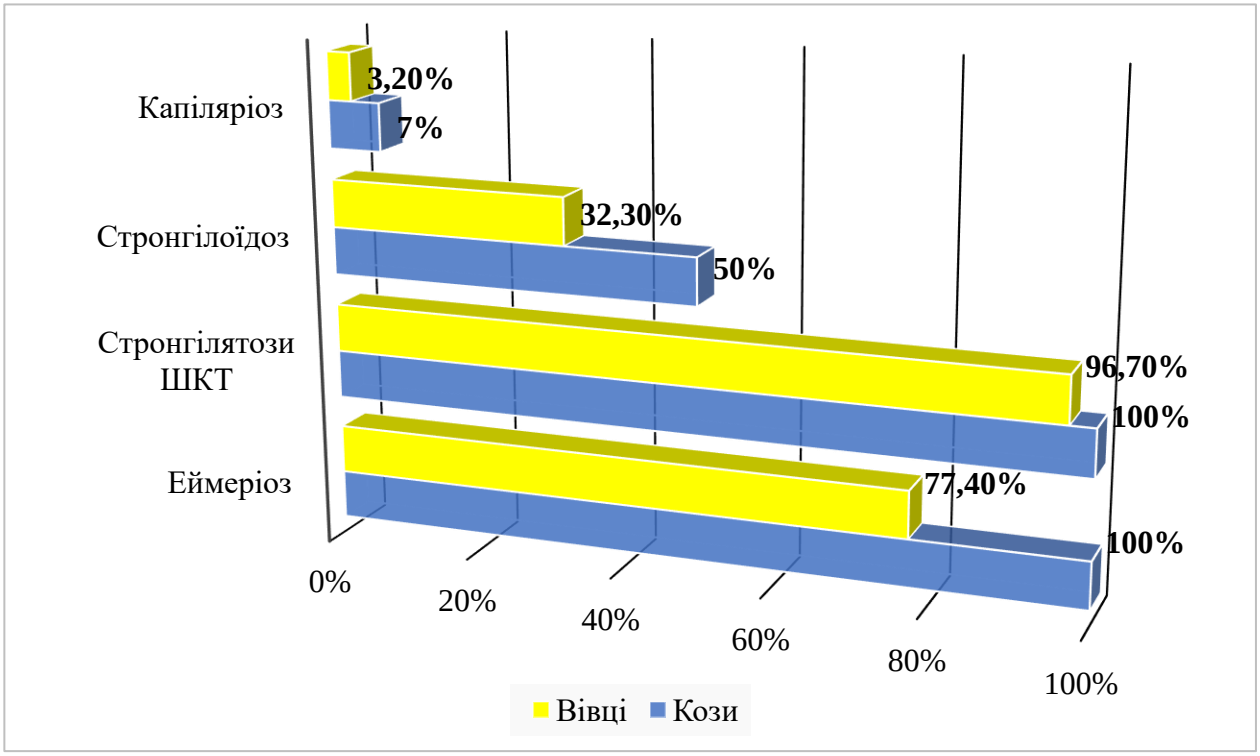


Рис. 1. **Ураженість досліджених овець і кіз зоопаразитами (n=45, 2024 р.)**

Інтенсивність інвазування дрібних жуйних тварин господарства стронгілятами шлунково-кишкового тракту представлена у табл. 1.

Таблиця 1

Ступінь інвазованості овець і кіз стронгілятами шлунково-кишкового тракту

(n= 44, M±m)

Ступінь ІІ (кількість яєць у 1 г фекалій)	Кози (n=14)		Вівці (n=30)	
	% уражених тварин	кількість яєць у 1 г фекалій	% уражених тварин	кількість яєць у 1 г фекалій
Низький (до 10)	35,7	7,2 ± 1,6	60,0	4,7 ± 0,7
Середній (11–30)	42,9	18,0 ± 1,2	16,7	17,0 ± 1,5
Високий (31 і більше)	21,4	76,7 ± 12,0	23,3	75,0 ± 13,4

Встановлено, що високий ступінь інтенсивності інвазії реєстрували майже у однакової кількості як кіз, так і овець, у той час як низький ступінь ІІ виявлено у 1,6 раза більшої кількості овець, а середній – у 2,6 раза більше у кіз (рис. 2). Показники ІІ овець і кіз за середнього та високого ступенів були майже однаковими (17,0–18,0 та 75,0–76,7 яєць у 1 г фекалій в середньому відповідно), а за низького ступеня у кіз кількість яєць в середньому була у 1,5 рази вищою, ніж у овець (рис. 3).

У всіх обстежених дрібних жуйних виявлено низький ступінь інтенсивності інвазії еймеріями. З 14 кіз у 71,4 % уражених ІІ становила від 1–2 до 10 (в середньому – 4,1±0,6) ооцист еймерій у 1 г фекалій, а у 28,6 % – від 10 до 15 ооцист (в середньому – 12,5±0,8) (рис. 4, Б). В той час як із 24 овець, уражених еймеріями, у 62,5 % тварин виявлено поодинокі (в середньому – 1,3±0,1) ооцисти еймерій у 1 г фекалій, а у 37,5 % – від 3 до 7 (в середньому – 5,4±0,5) ооцист у 1 г фекалій (рис. 4 А).

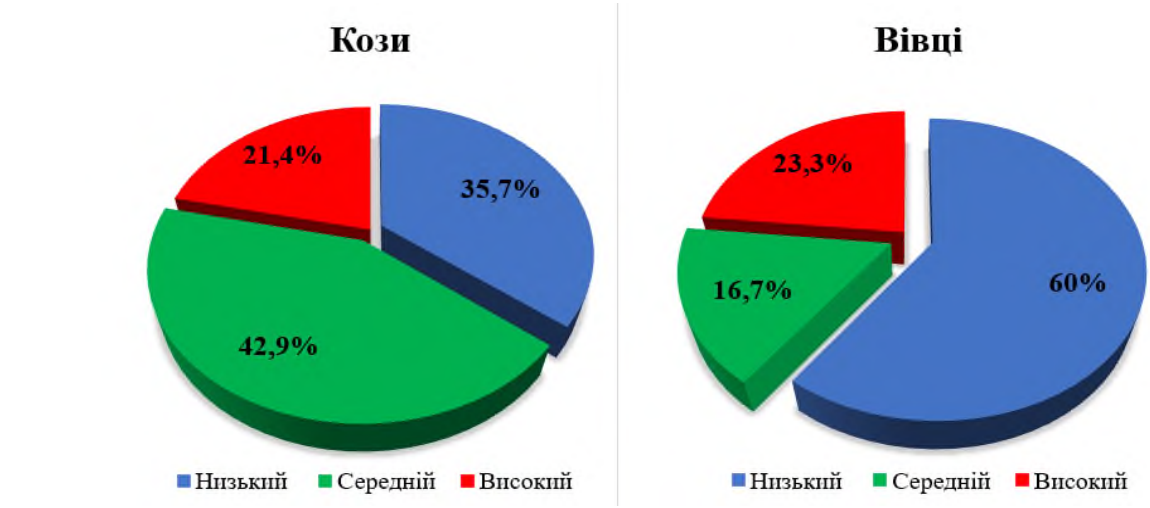
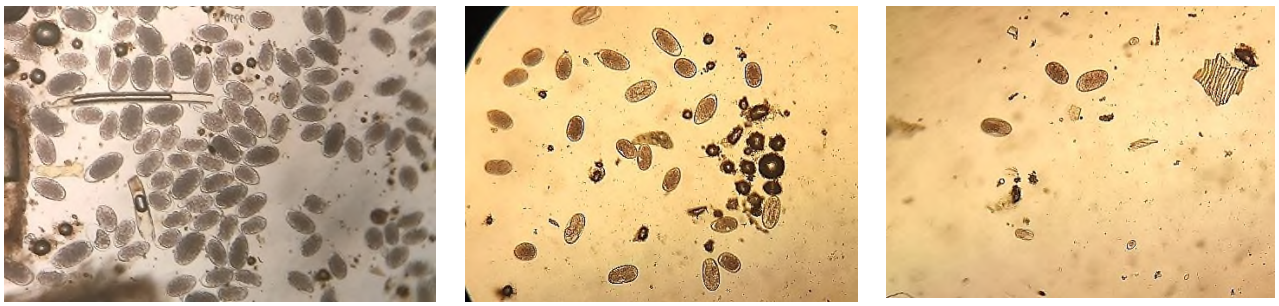
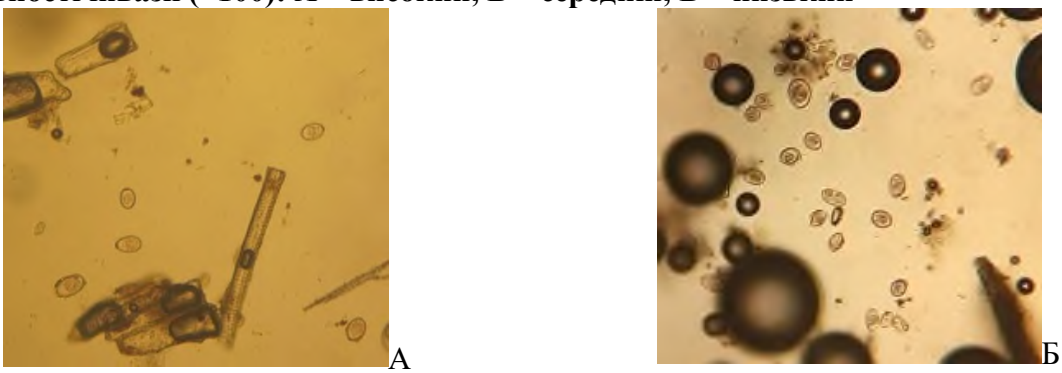


Рис. 2. **Ступені ураження овець і кіз стронгілятами шлунково-кишкового тракту (n=44, 2024 р.)**



А Б В

Рис. 3. **Яйця стронгілят шлунково-кишкового тракту у овець за різного ступеня інтенсивності інвазії (×100): А – високий, Б – середній, В – низький**



А Б

Рис. 4. **Ооцисти еймерій дрібних жуйних (×150): А – низький ступінь ІІ у овець, Б – середній ступінь ІІ у кіз**

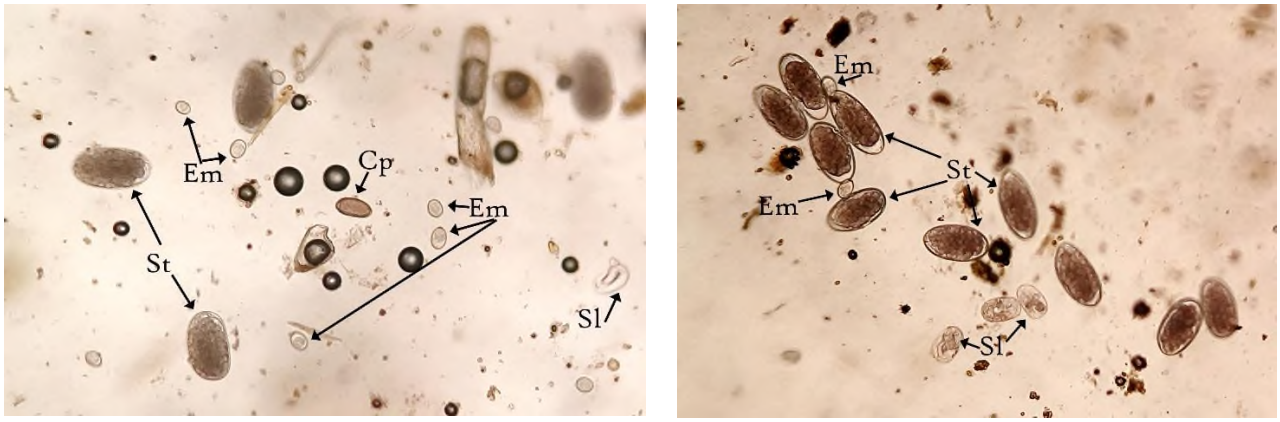
Ступінь інтенсивності інвазування стронгілоїдесами був низький у обох видів тварин і становив: у 7 кіз в середньому 2,6 ± 0,4 яйця у 1 г фекалій, а у 10 овець – 2,2 ± 0,3 яйця у 1 г фекалій (рис. 5).

Поодинокі яйця капілярій (рис. 5 А) виявлено у двох кіз (EI=7,1 %) та однієї (EI=3,2 %) вівці.

Моноінвазії зареєстровано у 15,5 % дрібних жуйних від загальної кількості досліджених, мікстінвазію спричинену двома збудниками – у 37,8 %, трьома – у 42,2 %, а чотирма – у 4,4 % (рис. 5).

У 5 (35,7 %) кіз реєстрували еймеріозно-стронгілятозну мікстінвазію, у 7 (50,0 %) – еймеріозно-стронгілятозно-стронгілоїдозну, а у 2 (14,3 %) – еймеріозно-стронгілятозно-стронгілоїдозно-капіляріозну мікстінвазію. Моноінвазії у кіз не діагностовано.

Водночас, у 1 (3,2 %) вівці зареєстровано моноінвазування еймеріями, у 6 (19,4 %) – моноінвазування стронгілятами шлунково-кишкового тракту, у 1 (3,2 %) – стронгілятозно-стронгілоїдозну, у 11 (35,5 %) – еймеріозно-стронгілятозну мікстінвазію, у 1 (3,2 %) – еймеріозно-стронгілятозно-капіляріозну, а у 11 (35,5 %) – еймеріозно-стронгілятозно-стронгілоїдозну мікстінвазію. Чотирикомпонентних мікстінвазій у овець не виявлено.



А Б

Рис. 5. **Мікстінвазії спричинені чотирма збудниками у кіз (А) та трома – у овець (Б) (Em – ооцисти еймерій, Cp – яйця капілярій, Sl – яйця стронгілоїдесів, St – яйця стронгілят ШКТ) (×150)**

Із анамнезу стало відомо, що востаннє дегельмінтизували дрібних жуйних даного господарства макролідним препаратом 6 міс. потому – на початку 2024 р.

Отже, маючи сумісні вільний вигул та випас на пасовищі впродовж теплої пори року, тварини постійно перезаражуються зоопаразитами. Інвазуванню сприяє те, що інвазійні личинки, зокрема стронгілят шлунково-кишкового тракту, мають здатність до вертикальної та горизонтальної міграції і можуть зберігатись на пасовищах впродовж 4 міс.

Вивчення поширення кишкових паразитозів серед дрібної рогатої худоби в різних регіонах України науковці проводять регулярно (Boyko, 2015; Melnychuk, 2019; Soroka, 2020;Yevstafieva et al., 2020; Antipov et al., 2023; Piven, 2023; Bohach & Bondarenko, 2024), що свідчить про актуальність моніторингу епізоотичної ситуації з урахуванням шкоди, яку зоопаразитози наносять як безпосередньо хворим тваринам, так і галузі в цілому.

З 24 лютого 2022 р., коли російська федерація здійснила повномасштабне військове вторгнення в Україну, а відстань від господарства, яке внаслідок обстрілів зазнало значних руйнувань (до кордону з державою-агресором менше 30 км), навіть догляд за тваринами здійснювався не регулярно, а протипаразитарні обробки – лише 1–2 рази на р. Результати наших досліджень підтвердили стаціонарне неблагополуччя Навчально-дослідного комбінату ДБТУ щодо гельмінтозно-протозойних хвороб овець і кіз. Разом з тим, в цілому епізоотична ситуація у господарстві, з урахуванням інтенсивності інвазій та у порівнянні з

попередніми результатами досліджень (Byrka & Mazannyi, 2015; Prykhodko et al., 2018) – контрольована, беручи до уваги особливості утримання тварин за воєнного стану.

У 2014 р. у ННЦ ХДЗВА (нині ДБТУ) за результатами дослідження 94 кіз зааненської породи різного віку, які утримувались сумісно з вівцями, інвазованих кишковими паразитами виявилось 91,1 % тварин. Яйця стронгілят травного тракту виявлено у 86,7 % кіз, серед яких 71,1 % склали нематодіруси, трихурисів – у 68,9 %, капілярій – у 11,1 %, ооцисти еймерій – у 24,4 %, яйця дикроцелій – у 8,9 %, стронгілоїдесів та монієзій – поодинокі. Крім того, у 26,3 % кіз встановлено бовікольоз (Byrka & Mazannyi, 2015).

У 2017 р. серед 55 овець породи прекос різного віку НПК рослинництва і тваринництва ХДЗВА (нині ДБТУ) за результатами копроскопічного дослідження у 98,2 % встановлено асоційований перебіг кишкових паразитозів з домінацією стронгілятозів травного тракту (79,6 %), еймерій (57,4 %) та трихурисів (59,3 %), зараження монієзіями і дикроцеліями склало по 11,1 %. Еймеріозна асоціація була представлена трьома видами найпростіших. А серед стронгілятозів превалювали нематодіруси частка яких склала 69,8 %. Найчисельнішими серед овець були три- і чотирикомпонентні асоціації (54,5 %) (Prykhodko et al., 2018).

У Полтавській обл., що межує з Харківщиною з заходу, у овець також тривалий час реєструються гельмінтозно-протозойні інвазії (Melnychuk & Stepaniuk, 2016; Yevstafieva et al., 2020).

У 2015–2016 рр. у господарствах трьох районів Полтавської області за результатами копроовоскопічних досліджень встановлено поширення збудників стронгілятозів шлунково-кишкового тракту у 54,6 % різних вікових груп овець, а співчленами гельмінтозних асоціацій були монієзії, трихуриси, стронгілоїдеси та протозої – еймерії. Авторами встановлено, що із збільшенням віку показники інвазованості серед тварин зростали (Melnychuk & Stepaniuk, 2016).

У 2020 р. в умовах вівчарських господарств різної форми власності Полтавської області проведено копроовоскопічне дослідження 76 овець, інвазованість яких паразитами склала 100 %. Домінуючими (96,68 %) у овець виявились стронгілятози травного тракту, ЕІ монієзіозу становила 44,74 %, еймеріозу – 22,37 %, трихурозу – 11,84 %, а стронгілоїдозу – 10,53 %. Асоціативні інвазії виявлено у 63,16 % овець. Двокомпонентні асоціативні інвазії реєстрували у 30 тварин (39,47 %), трикомпонентні – у 17 (22,37 %), а чотирикомпонентну – лише у 1 (1,32 %). Моноінвазії (36,84 %) були представлені стронгілятозами травного тракту (96,43 % від хворих на моноінвазії) та монієзіозом (3,57 %) (Yevstafieva et al., 2020).

На Дніпропетровщині, що межує з Харківщиною з південного-заходу, серед овець і кіз науковцями діагностовано асоціативний перебіг нематодозно-трематодозно-цестодозних гельмінтозів (Boyko, 2015).

У 93 загальних пробах фекалій дрібної рогатої худоби (7 порід овець та 4 породи кіз), зібраних у 2015 р. на території селища Підгороднє Дніпропетровського району Дніпропетровської області, яйця стронгілоїдесів виявлено у 91,7 % тварин, стронгілят травного тракту – у 51,8 % (з яких у 44,4 % встановлено гемонхозну інвазію, а у 7,4 % – нематодирозну), трихурисів – у 3,7 %, личинок протостронгілід – у 8,3%, яйця фасціол та дикроцелій – по 3,7 %, а монієзій – у 11,1 %. При цьому встановлено, що у фекаліях тварин, що регулярно, в теплу пору року, споживали пасовищну рослинність виявлено 10 видів гельмінтів, а у тих, що утримувались без вигулу – лише 3 види нематод (Boyko, 2015).

У літньо-осінній період 2019 р. в одноосібних селянських господарствах на Кіровоградщині (Онуфріївський район), що межує з Полтавською та Дніпропетровською областями, у «місцевих» порід кіз 2–5 річного віку під час вивчення лікувальної ефективності антгельмінтиків було діагностовано стронгілятози шлунково-кишкового тракту (Melnychuk & Chubarov, 2020).

Поширені гельмінтозно-протозойні інвазії серед овець і на Київщині (Soroka, 2020; Antipov et al., 2023).

В умовах приватних вівцегосподарств Київської області у 2019 р. за результатами копроовоскопічних досліджень 258 овець середня екстенсивність трихурозної інвазії становила 35,7 %. Трихуриси паразитували у овець переважно (69,6 %) у складі гельмінтозних мікстінвазій. Трихурозну моноінвазію виявлено у 30,4 % овець. Основними співчленами асоціативних інвазій крім трихурисів були стронгілоїдеси, стронгіляти органів травлення та моніезії. У складі мікстінвазій з трихурозом у овець найчастіше (65,6 %) діагностували двокомпонентні асоціації, а також трикомпонентні (34,4 %) (Soroka, 2020).

У навчально-виробничому центрі Білоцерківського національного аграрного університету (Київська область) впродовж 2021–2023 рр. овець української гірськокарпатської породи віком від 0,5 до 4 років досліджували на гельмінтози щоквартально. За результатами досліджень з 846 овець кишковими паразитами було уражено 54,02 % (457 гол.) з інтенсивністю інвазії від 9 до 2786 яєць/ооцист у 1 г фекалій. Серед уражених тварин мікстінвазії реєстрували у 60,16 %, а моноінвазії – у 39,84 %. Серед моноінвазій яйця збудників стронгілятозів шлунково-кишкового тракту виявляли найчастіше – у 55,10 %, стронгілоїдесів – у 20,41 %, трихурисів – 18,37 %, а ооцисти еймерій лише у 6,12 % овець. Частіше у овець реєстрували все ж мікстінвазії з різною чисельністю видів паразитів: двокомпонентні – у 63,40 %, трикомпонентні – у 35,29 %, а чотирикомпонентні – лише у 1,31 % інвазованих тварин (Antipov et al., 2023).

Melnychuk (2019) упродовж 2015–2019 рр. досліджував і порівнював інвазованість овець нематодами Центрального та Південно-Східного регіонів України, зокрема, у Запорізькій (7 районів, 4538 голів), Київській (7 районів, 1617 голів) та Полтавській (10 районів, 3632 гол.) областях. Копроовоскопічно ним досліджено 9787 овець з господарств різної форми власності. Вівці різного віку належали до трьох порід: романівська, асканійська тонкорунна та курдючна. В середньому екстенсивність нематодозів шлунково-кишкового тракту у овець становила 45,92 %. Найчастіше (26,67 %) вівці були уражені збудниками стронгілятозів травного тракту, а також трихурисами (18,95 %) та стронгілятами (14,89 %). Від загальної кількості хворих стронгілятозна інвазія зареєстрована у 44,08 % овець, трихурозна – у 31,32 %, а стронгілоїдозна – у 24,60 %. І стронгілят, і трихурисів, і стронгілоїдесів виявляли у овець у всіх трьох областях. У господарствах Полтавської області всього виявилось 54,27 % інвазованих овець, Київської – 48,79 %, а Запорізької – 38,21 %. Стронгілятами в господарствах Полтавської області інвазовано 32,16 % тварин, Київської – 28,76 %, а Запорізької – 21,53 % овець, трихурисами відповідно, 22,69 %, 24,61 %, 13,95 % овець, а стронгілоїдесами – 16,63 %, 20,41 %, 11,52 % овець.

У Одеській області, що розташована на значній відстані від Харківської, серед овець і кіз також діагностовано гельмінтозні мікстінвазії (Bohach & Bondarenko, 2017; Piven, 2023; Bohach & Bondarenko, 2024).

Bohach & Bondarenko (2017) поширення кишкових нематодозів серед овець і кіз вивчали на основі аналізу ветеринарної документації Одеської регіональної державної лабораторії ветеринарної медицини за 2014–2015 рр., а також за даними власних гельмінтоовоскопічних досліджень фекалій від 972 овець та 564 кіз з господарств різних форм власності 5 районів півдня Одеської області, що утримувались на спільних пасовищах. Інвазованість серед овець стронгілятами шлунково-кишкового тракту, трихурисами та стронгілоїдесами становила 52 %, а серед кіз – 67 %. Найпоширенішими серед овець була стронгілоїдозна інвазія з екстенсивністю 28,4 %, а серед кіз – стронгіляти шлунково-кишкового тракту (26,7 %). Екстенсивність змішаних кишкових нематодозів серед овець сягала 61,7 %, а серед кіз – 58,8 %.

Упродовж 2020–2022 рр. у приватних господарствах Болградського району Одеської області, що межує з Молдовою, за моніторинговими дослідженнями (ветеринарні дані) результатів післязабійного ветеринарно-санітарного обстеження 313 туш дорослих овець (подвірний забій), моніезій виявлено у 19,0–28,6 %, стронгілят – у 12,4–14,8 %, ехінококові міхури – у 3,7–7,4 %, фасціол – у 2,8–9,5%, дикроцелій – у 6,5–19 %. Найчастіше у овець

реєструвались стронгілятозно-моніезіозна та моніезіозно-ехінококозна мікстінвазії (Piven, 2023).

У 2023–2024 рр. було досліджено 1814 овець з вівцегосподарств Бессарабії (4 райони). Науковцями встановлена інвазованість овець стронгілятами травного тракту у 2023 р. на рівні 40,8 %, тоді як у 2024 р. вона зменшилась і склала 26,8 %, що автори повязують з різними кліматичними умовами впродовж двох пасовищних сезонів – 2024 р. був посушливим (Bohach & Bondarenko, 2024).

Доречи, місцевий клімат, коливання температури повітря впродовж року, кількість опадів, взаємодія з іншими тваринами впливають на епізоотичну ситуацію щодо нематодозів шлунково-кишкового тракту овець й в Європі (Morgan & van Dijk, 2012).

На європейському континенті стронгілятози шлунково-кишкового тракту у дрібної рогатої худоби також значно поширені (Pavlović et al., 2017; Juszczak et al., 2019).

У сусідній з Україною Республіці Польща при дослідженні 35 проб фекалій: 10 від овець породи Суффолк, 10 від овець породи Помор та 15 від бурських кіз, було встановлено, що всі (100 %) були уражені шлунково-кишковими паразитами. У овець було виявлено шлунково-кишкових нематод (100 %), еймерій (100 %) та моніезій (25 %), у кіз екстенсивність цих інвазій становила: 87 %, 80 % та 6,7 % відповідно (Juszczak et al., 2019).

В північній частині Сербії, де велика кількість пасовищь, у 2014–2015 рр. при вибірковому дослідженні 900 овець, з яких 320 самців та 580 самок, 81,22 % тварин виявилось інвазованими. Стронгілятози шлунково-кишкового тракту реєструвались у 22,33–71,2 % тварин, диктіокаульоз – у 49,0 %, дикроцеліоз – у 34,66 %, моніезіоз – у 26,77 %, скрябінемоз – у 13,66 % (Pavlović et al., 2017).

Отже, результати наших досліджень, а також дані, опубліковані науковцями України та країн європейського континенту, засвідчують, що кишкові протозойно-нематодозні зоопаразитоценози серед овець і кіз є досить поширеними. Нерегулярні протипаразитарні обробки дрібних жуйних тварин, спільні збудники, сумісне утримання – всі ці фактори унеможливлюють оздоровити неблагополучне господарство та отримати високоякісну продукцію.

Висновки.

1. Встановлено, що 100 % овець і кіз неблагополучного господарства були уражені кишковими зоопаразитами. У 15,5 % тварин реєстрували моноінвазії, мікстінвазії спричинені двома збудниками – у 37,8 %, трьома – у 42,2 %, а чотирма – у 4,4 %.

2. У кіз стронгілятози шлунково-кишкового тракту частіше реєструвались із середнім ступенем інтенсивності інвазії і становили 42,9 %, в той час як у овець дана інвазія частіше (60,0 %) фіксувалась з низьким ступенем інтенсивності інвазії. З високим ступенем інтенсивності інвазія перебігала у 21,4 % кіз і 23,3 % овець з середньою кількістю яєць у 1 г фекалій 76,7±12,0 та 75,0±13,4 відповідно.

3. Еймеріоз виявлено у 100 % кіз та у 77,4 % овець з низьким ступенем інтенсивності інвазії (до 15 ооцист у 1 г фекалій).

4. Стронгілоїдоз реєстрували у 50 % кіз та у 32,3 % овець з II 2,6±0,4 та 2,2±0,3 яйця у 1 г фекалій відповідно. Поодинокі яйця капілярій було виявлено лише у 6,7 % тварин.

5. За умов сумісного утримання овець і кіз в одному приміщенні, випасання на одному природному пасовищі та нерегулярного здійснення дегельмінтизацій, у них формуються майже однакового складу зоопаразитоценози.

Враховуючи актуальність вивчення кишкових зоопаразитоценозів у дрібної рогатої худоби, що підтверджується численними науковими публікаціями, в *перспективі* необхідно продовжувати здійснювати моніторинг гельмінтофауни овець і кіз в динаміці з метою попередження виникнення спалахів інвазій у господарствах та своєчасного проведення лікувально-профілактичних заходів, задля недопущення надмірних витрат кормів при відгодівлі, зростання термінів відгодівлі і, відповідно, собівартості продукції.

References

Antipov, A., Melnychuk, V., Papchenko, I., Goncharenko, V., Mazannyi, O., & Solovyova, L. (2023). Parasitofauna of the gastrointestinal tract of sheep. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 2, 145–158. https://doi.org/10.33245/2310-4902-2023-184-2-145-158 [In Ukrainian].

Bezhenar, I. M. (2021). Otsinka rozvytku haluzi vivcharstva. *Ekonomika APK*, 2, 25–40. https://doi.org/10.32317/2221-1055.202102025 [In Ukrainian].

Bohach, M. V., & Bondarenko L. V. (2017). Epizootolohiia stronhiliatoziv travnoho traktu ovets i kiz v hospodarstvakh Odeskoi oblasti. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, 83, 17–20. URL: http://lib.osau.edu.ua/jspui/handle/123456789/1544 (data zvernennia: 02.02.2026). [In Ukrainian].

Bohach, M. V., & Bondarenko, L. V. (2024). Vplyv klimatychnykh umov Bessarabii na epizootolohiiu kyshkovykh stronhiliatoziv ovets. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten DNDKI veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*, *25*(2), 17–25. https://doi.org/10.36359/scivp.2024-25-2.02 [In Ukrainian].

Boyko, A. A. (2015). Helmintofauna ovets i kiz Dnipropetrovskoi oblasti. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 6(2), 87–92. https://doi.org/10.15421/021516 [In Ukrainian].

Byrka, V. I., & Mazannyi, O. V. (2015). Efektyvnist iveronu-10 za parazytotsenozu kiz. *Problemy zooinzhenerii ta veterynarnoi medytsyny*, Veterynarni nauky, 30(2), 209–212 [In Ukrainian].

Fedorovych, Ye. I, Salyha, Yu. T., Fedorovych, V. V., Mazur, N. P., & Bodnar, P. V. (2022). Rozvytok kozivnytstva v Ukraini. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2 (827), 42–49. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202202-06 [In Ukrainian].

Juszczak, M., Sadowska, N., & Udała, J. (2019). Parasites of the digestive tract of sheep and goats from organic farms in Western Pomerania, Poland. *Annals of Parasitology*, 65(3), 245–250 https://doi.org/10.17420/ap6503.206

Lambertz, C., Poulopoulou, I., Wuthijaree K., & Gauly M. (2018). Endoparasitic infections and prevention measures in sheep and goats under mountain farming conditions in Northern Italy. *Small Ruminant Research*, 164, 94–101. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.05.007

Melnychuk, V. V. (2019). Epizootychna sytuatsiia shchodo nematodoziv travnoho kanalu ovets v umovakh Tsentralnoho ta Pivdenno-Skhidnoho rehioniv Ukrainy. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(3), 153–157. https://doi.org/10.32819/2019.71027 [In Ukrainian].

Melnychuk, V. V., & Chubarov, I. V. (2020). Likuvalna efektyvnist antyhelmintnykh zasobiv za stronhiliatoziv travnoho kanalu kiz. *Visnyk PDAA*, 1, 167–172. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.20 [In Ukrainian].

Melnychuk, V. V., & Stepaniuk, V. K. (2016). Vikova dynamika stronhiliatoziv orhaniv travlennia ovets na terytorii Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 81–83. https://doi.org/10.31210/visnyk 2016.03.18 [In Ukrainian].

Mohammed, K., Abba, Y., Ramli, N. S. B., Marimuthu, M., Omar, M. A., Abdullah, F. F. J., Sadiq, M. A., Tijjani, A., Chung, E. L. T., & Lila, M. A. M. (2016). The use of FAMACHA in estimation of gastrointestinal nematodes and total worm burden in Damara and Barbados Blackbelly cross sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 48(5), 1013–1020. https://doi.org/10.1007/s11250-016-1049-y

Morgan, E. R., & van Dijk, J. (2012). Climate and the epidemiology of gastrointestinal nematode infections of sheep in Europe. *Veterinary Parasitology*, 189(1), 8–14. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.03.028

Pavlović, I., Becskei, Z., Ivanović, S., Petrović, M. P., Savić, M., Caro Petrović, V., & Bojkovski, J. (2017). Biodiversity of helminths of sheep breed in Vojvodina (Northern Serbia). *Bulletin of university of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj-Napoca. Veterinary medicine*, 74(2), 162–166. https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:0011

Piedrafita, D., Raadsma, H. W., Gonzalez, J., & Meeusen, E. (2010). Increased production through parasite control: can ancient breeds of sheep teach us new lessons? *Trends in Parasitology*, 26(12), 568–573. https://doi.org/10.1016/j.pt.2010.08.002

Piven, O. (2023). Monitoring of the detection of sheep infection by helmintoses in the southern border regions of the Bolgrad district, the Odessa region. *Agrarian Bulletin Black Sea Littoral*, 108, 84–89. https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.108.12

Ponomar, S. I., Artemenko, L. P., Lytvynenko, O. P., & Honcharenko, V. P. (2011). *Dovidnyk z laboratornykh metodiv diahnostyky invaziinykh khvorob tvaryn*. Bila Tserkva [In Ukrainian].

Ponomar, S. I., Soroka, N. M., Nebeshchuk, O. D., Honcharenko, V. P., Semenko, O. V., & Ponomar, Z. S. (2015). *Dovidnyk z vyznachennia helmintiv tvaryn*. Bila Tserkva [In Ukrainian].

Prykhodko, Yu. O., Byrka, V. I., Mazannyi, O. V., & Antipov, A. A. (2018). Efektyvnist «Ivermekvetu 1 %» za zooparazytotsenoziv ovets. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 2(144), 37–43. https://doi.org/10.33245/2310-4902-2018-144-2-37-43 [In Ukrainian].

Seyoum, Z., Getnet, K., Chanie, M., Derso, S., & Fentahun, S. (2018). Morbidity parameters associated with gastrointestinal tract nematodes in sheep in dabat district, northwest Ethiopia. *BioMed Research International*, 2018, 9247439. https://doi.org/10.1155/2018/9247439

Soroka, N. M. (2020). Perebih trykhurozu yak parazytozu orhaniv travlennia ovets. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 148–153. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.17 [In Ukrainian].

Suprun, I. O., Hetia, A. A., & Fychak, V. M. (2021). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku vivcharstva v Ukraini. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva*, 2, 21–31. https://doi.org/10.33245/2310-9289-2021-166-2-21-31 [In Ukrainian].

Vieira, V. D., Feitosa, T. F., Vilela, V. L. R., Azevedo, S. S., Neto, J. L. A., Morais, D. F., Ribeiro, A. R. C., & Athayde, A. C. R. (2014). Prevalence and risk factors associated with goat gastrointestinal helminthiasis in the Sertão region of Paraíba State, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 46(2), 355–361 https://doi.org/10.1007/s11250-013-0496-y

Yevstafieva, V., Kruchynenko, O., Melnychuk, V., Mykhailiutenko, S., & Korchan, L. (2020). Osoblyvosti poshyrennia parazytoziv ovets u osinno-pasovyshchnyi period. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 163–169. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.20 [In Ukrainian].

2026. Номер 13, С. 192 – 205.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 07.04.2026 Прийнято: 05.05.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.16

UDC 619:616.98:579.873.21

COMPREHENSIVE CHARACTERIZATION OF RABBIT CHEYLETIELLOSIS (*CHEYLETIELLA PARASITOVORAX*): MORPHO-BIOLOGICAL ASPECTS, DIAGNOSIS AND TREATMENT

K.V. Porokhnia
Scientific supervisor: **Plys V.M.**
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID
K.V. Porokhnia: https://orcid.org/0009-0000-7236-897X

E-mail: kostaporohna24@gmail.com

Abstract. Cheyletiellosis in rabbits, caused by the mite *Cheyletiella parasitovorax*, remains insufficiently studied in Ukrainian veterinary science, despite available evidence of its prevalence and zoonotic significance. The problem is becoming increasingly relevant due to the growing number of rabbit-breeding farms of various types and the expanding practice of keeping decorative breeds in private households. Existing data are fragmentary, and most previous studies conducted in Ukraine were predominantly applied in nature; therefore, a systematic review of current scientific literature on this topic is warranted. The aim of this study is to summarize and systematize available scientific literature on rabbit cheyletiellosis caused by *Cheyletiella parasitovorax*. The article synthesizes data from 65 of the most relevant scientific publications, primarily by foreign authors, including monographs, original studies, and clinical case reports. The analysis covered a broad chronological range, from the first descriptions of the pathogen in the 19th century to contemporary clinical investigations. The review established that *Cheyletiella parasitovorax* is an obligate ectoparasite of rabbits, for which the entire developmental cycle on the host body has been described, along with high contagiousness and diverse clinical manifestations ranging from asymptomatic carriage to scaly dermatitis with the characteristic walking dandruff phenomenon. The zoonotic significance of the infestation was also documented, manifesting in humans as pruritic papular skin lesions and, less frequently, vesiculobullous reactions. The greatest body of therapeutic evidence concerns macrocyclic lactones, particularly ivermectin and selamectin, which demonstrated high efficacy when combined with simultaneous environmental decontamination.

***Keywords**: Cheyletiella parasitovorax, cheyletiellosis, acariasis, ectoparasite, zoonosis, rabbit dermatitis, macrocyclic lactones.*

УДК 619:616.995.42:636.92

КОМПЛЕКСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХЕЙЛЕТІОЗУ КРОЛІВ (*CHEYLETIELLA PARASITOVORAX*): МОРФО-БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, ДІАГНОСТИКА ТА ЛІКУВАННЯ

Порохня К.В.
Науковий керівник: **Плис В.М.**
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна
E-mail:kostaporohna24@gmail.com

Анотація. Хейлетіоз кролів, спричинений кліщем виду *Cheyletiella parasitovorax*, надалі залишається недостатньо вивченим вітчизняною ветеринарною наукою, хоча окремі дані вказують на його поширення та потенційне зоонозне значення. Проблема стає дедалі актуальнішою з огляду на збільшення кількості кролівничих господарств різного спрямування та поширення практики утримання декоративних порід у приватних домогосподарствах. Наявні відомості є фрагментарними, а більшість попередніх досліджень в Україні мала переважно прикладний характер, тому узагальнення сучасної наукової інформації з цієї теми є доцільним. Метою роботи є узагальнення та систематизація доступних наукових літературних джерел щодо такого захворювання як хейлетіоз кролів, спричиненого кліщем виду *Cheyletiella parasitovorax*. У статті узагальнено дані 65 найбільш релевантних наукових публікацій переважно зарубіжних авторів, включаючи монографії, оригінальні дослідження та клінічні спостереження. Аналіз і синтез наукових даних здійснювалися з охопленням широкого хронологічного діапазону – від перших описів збудника у XIX ст. до сучасних клінічних досліджень. У результаті аналізу літератури встановлено, що *Cheyletiella parasitovorax* є облігатним ектопаразитом кролів, для якого описано завершення циклу розвитку на тілі основного хазяїна, високу контагіозність і різноманітні клінічні прояви – від безсимптомного носійства до лускатого дерматиту з феноменом «блукаючої лупи». У доступних джерелах також описано зоонозне значення інвазії, за якого у людини можуть виникати сверблячі папульозні ураження шкіри, рідше – везикулобульозна форма. Найбільше даних щодо терапії присвячено вивченню групи макроциклічних лактонів, зокрема івермектину та селамектину, які у наведених публікаціях демонстрували високу терапевтичну ефективність за умови одночасної санації зовнішнього середовища.

Ключові слова: *Cheyletiella parasitovorax, хейлетіоз, акароз, ектопаразит, зооноз, дерматит кролів, макроциклічні лактони.*

Вступ. *Актуальність теми.* Вивчення кліщів, що паразитують на дрібних ссавцях, в Україні тривалий час залишалося фрагментарним, незважаючи на їх ветеринарне та потенційне зоонозне значення. Зокрема, дані щодо кліща виду *Cheyletiella parasitovorax* є обмеженими та переважно представлені поодинокими відомостями у працях радянських і українських акарологів, паразитологів та ветеринарних лікарів. Більшість досліджень мала прикладний характер і проводилася в межах ветеринарно-санітарного контролю, без комплексного аналізу морфологічних, біологічних та клінічних особливостей збудника (Quesenberry et al., 2020; Lopes et al., 2024; Simões & Monteiro, 2024). Слід зазначити, що вітчизняна наукова база з цієї проблематики залишається вкрай обмеженою: профільні україномовні публікації, присвячені безпосередньо хейлетіозу кролів, фактично відсутні, а наявні згадки носять поверхневий характер і не відображають сучасного стану вивчення збудника.

Водночас збільшення кількості кролівницьких господарств, активні контакти тварин із людиною, а також поширення безсимптомного носійства збудника зумовлюють

необхідність поглибленого узагальнення сучасних даних щодо хейлетіозу (Rosen, 2011; Quesenberry et al., 2020; Abd El-Ghany, 2022). У зв'язку з цим у даній оглядовій статті систематизовано літературні відомості про етіологію, морфологію та біологію *Cheyletiella parasitovorax*, особливості епізоотології та патогенезу інвазії, клінічні прояви у кролів і людини, сучасні підходи до діагностики, лікування та профілактики захворювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення хейлетіозу має тривалу історію, починаючи з перших описів збудника *Cheyletiella parasitovorax* у XIX ст. (J. P. Mégnin, 1878; G. Canestrini, 1885), проте фундаментальна систематика родини *Cheyletidae* була розроблена значно пізніше у працях В. І. Волгіна (1969), R. Smiley (1970), A. Fain та U. Gerson (1990) (Smiley, 1965; Fain, 1972; Fain & Gerson, 1990). Сучасна таксономічна система, запропонована А. В. Бочковим та Алексом Феіном (2001), дозволила чітко диференціювати п'ять валідних видів роду *Cheyletiella*, уточнивши коло їхніх хазяїв серед ссавців (Bochkov & Fain, 2001).

Епізоотологічні дослідження останніх десятиліть підтверджують широку експансію збудника. Високі показники зараженості кролів зафіксовані на промислових фермах США (43,2 %) та Південній Кореї (57,1 %), а також у зоомагазинах Нідерландів (Nikrash et al., 2007; Kim et al., 2013; Overgaau et al., 2017). Значна увага дослідників прикута до вивчення факторів ризику: за даними окремих досліджень, стоматологічні патології та ожиріння у кролів можуть суттєво підвищувати ймовірність клінічного прояву хейлетіозу через порушення природного грумінгу (White et al., 2002; d'Ovidio & Santoro, 2013). Окремим вектором наукового пошуку є зоонозний потенціал інвазії. Роботи Cohen (1980), d'Ovidio (2015) та інших дослідників детально описують клінічну картину «псевдокорости» у людини, що виникає при контакті з хворими тваринами, та варіативність алергічних реакцій на антигени кліщів (Cohen, 1980; d'Ovidio & Noviello, 2015; Coello & Chávez, 2021).

У питаннях діагностики сучасна література віддає перевагу комплексним підходам, які поєднують мікроскопію зіскрібків, скотч-тести та трихограму, що дозволяє виявляти збудника навіть при відносно низькій інтенсивності інвазії (Fehr & Koestlinger, 2013; Craig, 2016; Little & Cortinas, 2020). Найбільш динамічно розвивається сегмент досліджень, присвячений терапії. Якщо ранні протоколи базувалися на загальних акарицидах (бутокс, неоцидол), то роботи M. Fisher (2007), M. Mellgren (2008) та N. Robinson (2016) свідчать на користь переваги макроциклічних лактонів (Fisher et al., 2007; Mellgren & Bergvall, 2008; Robinson & Brennan, 2016). Зокрема, наведені дані вказують на відносно високу ефективність селамектину та івермектину за умови поєднання з дезінвазією зовнішнього середовища (Coşkunserçe et al., 2012; Korkmaz & Gökpınar, 2018; Kundave et al., 2025).

Незважаючи на значний масив зарубіжних даних, у вітчизняній ветеринарній медицині питання хейлетіозу залишаються висвітленими вкрай фрагментарно, переважно у формі поодиноких згадок у прикладних роботах, що підкреслює доцільність систематизації знань для практичного застосування в Україні.

Мета роботи – узагальнення та систематизація доступних літературних даних щодо хейлетіозу кролів, спричиненого кліщем *Cheyletiella parasitovorax*, з метою комплексного висвітлення біологічних і морфологічних особливостей збудника, епізоотології та патогенезу інвазії, клінічних проявів захворювання, а також сучасних підходів до його діагностики, лікування та профілактики у ветеринарній практиці.

Завдання дослідження:

1. Охарактеризувати таксономічне положення *Cheyletiella parasitovorax* з огляду на історичні ревізії родини *Cheyletidae*.

2. Описати морфологічні особливості збудника на всіх стадіях його розвитку (від яйця до імаго).

3. Визначити особливості біології кліща: тривалість циклу розвитку та терміни виживання поза організмом хазяїна.

4. Проаналізувати епізоотологію хейлетіозу: географічне поширення, коло хазяїв, шляхи передачі та фактори ризику.

5. З’ясувати патогенетичні механізми розвитку хвороби у кролів.

6. Систематизувати клінічні ознаки захворювання у тварин та оцінити його зоонозний потенціал для людини.

7. Узагальнити ефективні методи лабораторної та диференційної діагностики акарозу.

8. Оцінити ефективність сучасних схем лікування (зокрема застосування акарицидів) та заходів профілактики.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження виконано у форматі описового огляду з використанням бібліографічно-аналітичного методу. Пошук джерел здійснювався у двох електронних базах даних: PubMed/MEDLINE та Google Scholar. Додатково залучались джерела з відкритих списків літератури виявлених статей.

Для пошуку використовувалися ключові слова англійською мовою: «Cheyletiella parasitovorax», «cheyletiellosis rabbits», «walking dandruff», «rabbit ectoparasites», «Cheyletidae taxonomy». Критерії включення: рецензовані наукові статті та монографії, опубліковані будь-якою мовою, протягом усього ретроспективного періоду, що забезпечило максимальну хронологічну ширину досліджень збудника. Критерії виключення: матеріали, що не стосуються безпосередньо виду або родини кліщів кролів. Усього проаналізовано 84 публікацій, з яких до остаточного огляду увійшло 65 джерел, що найбільш повно відповідали критеріям включення. При пошуку літератури виявлено дефіцит сучасних спеціалізованих україномовних досліджень з цієї нозології. Використана у розділі систематики монографія В. І. Волгіна (1969) залучена як фундаментальна класична праця з акарології, що є базовою для визначення родини *Cheyletidae*, проте вона не відображає сучасного стану епізоотології хейлетіозу в Україні. Отримані дані були систематизовані за тематичними блоками: таксономія, морфологія, біологія збудника, епізоотологія, патогенез, клінічні прояви, діагностика, лікування та профілактика.

Результати досліджень та їх обговорення. Таксономія та систематика. Хейлетіоз кролів є паразитарним (акарозним) захворюванням, що спричинюється тромбідіформними кліщами, які належать до родини *Cheyletidae* (Leach, 1815) та виду *Cheyletiella parasitovorax* (Mégnin, 1878) (Bochkov & Fain, 2001; Barros-Battesti et al., 2020). Родина *Cheyletidae* складається переважно з вільноживучих хижих форм, проте деякі її представники є облігатними паразитами ссавців. Загалом родина налічує понад 400 описаних видів, розподілених по 74 родах, які поділяються на дві основні групи: вільноживучі зоофаги та паразити тварин і людини (Fain & Gerson, 1990; Bochkov & Fain, 2001). Перші відомості про збудника з Північної Америки датуються першою половиною XX ст. (Cohen, 1980), а з Нової Зеландії та Австралії – серединою XX ст. (Mykytowycz, 1957; Beesley, 1963; Holley et al., 1997).

Вільям Елфорд Ліч (William Elford Leach) у 1815 р. виділив родину *Cheyletidae* (Bochkov & Fain, 2001). Вперше кліщів хейлетієл описано у 1878 р. французьким ентомологом Жаном П’єром Меньєном (Jean Pierre Mégnin), який охарактеризував їх як вільноживучих хижаків у хутрі кролика. Він назвав їх *Cheyletus parasitovorax* і відніс до роду *Cheyletus* (Tanaka, 1953; Fain, 1972). У 1885 р. італійський зоолог Джованні Канестріні (Giovanni Canestrini) виділив окремий рід *Cheyletiella* та включив у нього вид *Cheyletiella parasitovorax* (Fain, 1972). У ранній літературі зустрічалися варіанти написання назви роду – *Cheletiella* та *Cheiletiella*, однак правильним є варіант, запропонований Канестріні (Smiley, 1965; Fain, 1972). Перше повідомлення про паразитування цього виду на кролях як клінічний опис представлено у середині XX ст. (Mykytowycz, 1957).

В. І. Волгін у 1969 р. розділив родину *Cheyletidae* на 2 підродини: *Cheyletinae* (вільноживучі хижі форми) та *Cheyletiellinae* (паразитичні кліщі). Підродина *Cheyletiellinae* характеризується наявністю розгалужених, схожих на пір’я, виростів (емподій) на I–IV лапках, відсутністю кігтів на них і відсутністю сенсорних щетинок (соленідій) на гомілці першої ноги. Рід *Cheyletiella*, що входить до цієї підродини, відрізняється серпоподібними щетинками на дистальному членику педипальп (пальпотарсусі), беззубими кігтиками на

кінцівках, перитремами з трьома широкими лунками, овальною ідіосомою, а також наявністю одного широкого проподосомального щитка з 4–5 парами щетинок (Волгин, 1969).

У 1970 р. американський акаролог Роберт Смайлі (Robert L. Smiley) надав підродині *Cheyletiellidae* статус самостійної родини та описав два нові види – *Cheyletiella yasguri* (паразит собак) та *Cheyletiella blakei* (паразит котів) (Smiley, 1970). Наприкінці 90-х років XX ст. бельгійський акаролог Алекс Фейн (Alex Fain) та ізраїльський ентомолог Урі Герсон (Uri Gerson) переглянули таксономічний статус родини *Cheyletiellidae* та повернули її до складу родини *Cheyletidae* у вигляді підродини, обґрунтувавши, що вкорочення кінцівок, редукція щетинок і відсутність кігтиків є адаптаціями до паразитичного способу життя, а не підставою для виділення окремої родини (Fain & Gerson, 1990). Важлива систематична ревізія роду проводилася в тому числі у рамках огляду всієї родини *Cheyletidae* (Fain & Gerson, 1990; Bochkov & Fain, 2001).

У 2001 р. А. В. Бочков та Алекс Фейн запропонували систему з 15 триб усередині родини *Cheyletidae*, включивши *Cheyletiellidae*, *Nihelidae* та *Criokerontidae* до її складу як триби (Bochkov & Fain, 2001). Рід *Cheyletiella* включено до триби *Cheyletiellini*. Автори синонімізували рід *Bicheyletiella* з родом *Cheyletiella*, внаслідок чого визнано 5 видів: *C. blakei*, *C. parasitovorax, C. romerolagi, C. strandtmanni* та *C. yasguri*. Щодо видів, що паразитують виключно на представниках родини Зайцевих (*Leporidae*), відомо три: *C. strandtmanni*, якого зібрали із зайця *Lepus sp.* на Тайвані, *C. romerolagi* – із карликового кролика *Romerolagus diazi* у Мексиці, та широко поширений *C. parasitovorax*, що паразитує на кількох видах кролів (Smiley, 1970; Bochkov & Fain, 2001; Barros-Battesti et al., 2020).

Морфологія. Кліщі виду *Cheyletiella parasitovorax* мають овальну форму тіла із характерним звуженням на рівні другої та третьої пар ніг, яке в літературі описують як «талію» (Hill & Brown, 2011; Barros-Battesti et al., 2020). Загальна довжина тіла дорослих особин становить 0,4–0,5 мм (400–500 мкм), ширина дещо менша, що надає тілу шестикутної або сідлоподібної форми. Забарвлення – жовто-коричневе (Craig, 2016; Little & Cortinas, 2020; Asakawa & Ishizaki, 2024).

Довжина тіла самок становить у середньому 0,45–0,50 мм (при ширині близько 200 мкм), тоді як самці помітно менші – приблизно 0,32–0,34 мм (ширина до 160 мкм) (Hewitt & Turk, 1974; Bronswijk, 1976; Taylor et al., 2016). Дорсальна поверхня має щетинки та дрібні трикутні лусочки. На тілі кліщів розташовані шість довгих щетинок: дві знаходяться поблизу анального отвору та по дві – з боків між другою і третьою парами ніг (Reynolds & Elston, 2017; Lopes et al., 2024).

Гнатосома чітко відокремлена від ідіосоми, має конусоподібну форму і складається з хеліцер та масивних пальп (Marchiondo & Foxx, 1978; Little & Cortinas, 2020). Хеліцери лезоподібні, пристосовані до проколювання шкіри і живлення тканинними рідинами. З боків хоботка розташовані добре розвинені пальпи, що складаються з п’яти рухомо з’єднаних члеників і закінчуються потужними зігнутими кігтиками, пристосованими до захоплення субстрату. Характерною видовою ознакою є беззубий пальпарний кіготь (edentate palpal claw) серпоподібної форми (Smiley, 1970; Bochkov & Fain, 2001).

На дорсальній поверхні стегон першої пари лапок розташовані довгі зазубрені щетинки (серратна), які є типовими для родини *Cheyletidae* (Bochkov & Fain, 2001).

Дорослі кліщі мають вісім ніг. Дві пари передніх кінцівок дещо віддалені від двох пар задніх. Лапки першої пари ніг позбавлені кігтиків і завершуються щетинками. На дистальних відділах решти ніг замість кігтів розташовані перисті емподії – вузькі подушечки з гребінчастими пулвіллами (Bronswijk, 1976; Marchiondo & Foxx, 1978). У самок усі пари ніг приблизно однакової довжини, тоді як у самців четверта пара значно вкорочена (Vater, 1978). Окрім статевого диморфізму, у морфології *C. parasitovorax* можуть зустрічатися рідкісні індивідуальні аномалії розвитку. Зокрема, описані випадки тератологічних змін, таких як повна атрофія окремих кінцівок (наприклад, третьої правої

ноги), що, за спостереженнями дослідників, не заважало життєздатності особини та її здатності до пересування по тілу хазяїна (Principato, 1989).

На дорсальній поверхні тіла самок розміщений один, а у самців – два гладких трапецієподібних щитки, слабо хітинізованих, жовтувато-білого забарвлення (Little & Cortinas, 2020). У самців статевий отвір локалізується в задній половині тіла на дорсальній стороні, тоді як у самок він відкривається у вигляді великої поздовжньої щілини на вентральній поверхні. У самців також наявні копулятивні присоски та парні задні лопаті. З дорсального боку та з боків від хеліцер розташована пара витягнутих перитрем із трахеями. Особливістю виду *C. parasitovorax* є те, що перитреми складаються із трьох широких лунок (Bochkov & Fain, 2001; Kundave et al., 2025).

Важливою структурою для диференціації видів роду *Cheyletiella* є форма дорсального соленідія на членику першої пари ніг (Marchiondo & Foxx, 1978). Соленідії – це хеморецептори у вигляді волосинки, які мають порожнисту трубчасту структуру. У *C. parasitovorax* вони, як правило, мають кулясту або овоїдну форму, хоча можуть зустрічатися конічні та злегка серцеподібні варіанти, особливо на ларвальних та преімагінальних стадіях. До того ж у *C. parasitovorax* спостерігається виражений статевий диморфізм цієї структури: у самиць соленідій глобулярний (кулястий), тоді як у самців він є видовжено-овальним (Hewitt & Turk, 1974; Marchiondo & Foxx, 1978). У *C. yasguri* соленідій описується як серцеподібний, у *C. blakei* – конічний (Hewitt & Turk, 1974; Marchiondo & Foxx, 1978; Barros-Battesti et al., 2020). Саме за цією ознакою і морфологією щетинок здійснюється видова ідентифікація *Cheyletiella* (Little & Cortinas, 2020).

Самки кліщів відкладають видовжено-овальні яйця завдовжки 0,10–0,20 мм, сіро-білого кольору. Яйця прикріплюються до основи стрижня волосини за допомогою маточного слизу на відстані 2–3 мм від кореня, після чого додатково фіксуються тонкими нитками, утворюючи кокоподібну структуру (Beesley, 1963; Reynolds & Elston, 2017; Lopes et al., 2024).

Личинка світло-жовтого кольору має три пари кінцівок і досягає довжини 0,15–0,20 мм (Vater, 1978; Taylor et al., 2016). Протонімфа характеризується наявністю чотирьох пар кінцівок, відсутністю зовнішніх статевих органів та довжиною тіла 0,24–0,26 мм. На цій стадії з'являються щетинки по її тілу. Дейтонімфа за формою нагадує імаго, має світло-жовте забарвлення; довжина тіла самки дейтонімфи становить 0,38–0,41 мм, самця – 0,28–0,30 мм (Vater, 1978). На другій німфальній стадії вже можна розрізнити майбутніх самців та самок за розміром – з менших особин розвинуться самці, з більших – самки (Bronswijk, 1976; Vater, 1978).

Біологія та цикл розвитку. Кліщі *C. parasitovorax* проходять повний цикл розвитку безпосередньо на тілі тварини, у зв'язку з чим належать до стаціонарних ектопаразитів кролів (Taylor et al., 2016; Barros-Battesti et al., 2020; Abd El-Ghany, 2022). Тривалість циклу розвитку становить у середньому 21 день, хоча за несприятливих умов, таких як гіпотермія, цей період може збільшуватися до 35 діб (Linek et al., 2010; Quesenberry et al., 2020). Через 2–3 доби після копуляції самка починає відкладати яйця. Личинки вилуплюються через 3–15 діб, після чого протягом 3–8 днів трансформуються у протонімфу. Подальший розвиток до дейтонімфи триває 5–15 діб, а формування імаго після линяння займає 7–10 днів (Vater, 1978; Tzika et al., 2004; Lopes et al., 2024).

Перед линянням кліщ стає набряклим, млявим і нерухомим, а нова стадія поступово стає помітною всередині старої кутикули. Скидання починається з розриву її по середньодорсальній лінії на межі проподосоми та гістеросоми, після чого нова стадія виходить зі старої кутикули, залишаючи останню цілою (Vater, 1978).

Кліщі локалізуються переважно у шерсті тварин, пересуваючись до поверхні шкіри лише під час живлення. Вони переміщуються серед залишків епідермісу біля основи шерсті. Основними місцями паразитування є ділянки потилиці, холки, лопаток та спини (Lopes et al., 2024; Simões & Monteiro, 2024). Живляться кліщі епідермальними клітинами, лімфою та сукровицею (Craig, 2016; Abd El-Ghany, 2022). За спостереженнями ряду авторів, кліщ

прикріплюється до шкіри під кутом приблизно 30° і при живленні може помітно збільшуватись у розмірах (Mykytowycz, 1957; Vater, 1978).

Поза тілом хазяїна терміни виживання кліщів суттєво різняться залежно від стадії розвитку та умов середовища. Дорослі самці та личинки гинуть протягом 48 годин після відокремлення від хазяїна. Самки, за різними даними, здатні виживати до 10–14 діб при охолодженні, однак за кімнатної температури (22 °C) можуть загинути протягом 24 годин (Jeromin, 2008; d'Ovidio & Noviello, 2015; García-Ochaeta et al., 2020). Яйця, що опадають із хазяїна, можуть бути додатковим джерелом зараження, тому що виживають у навколишньому середовищі за кімнатної температури до 2-х тижнів (White et al., 2002; Tzika et al., 2004).

Епізоотологія. Хейлетіоз є висококонтагіозним захворюванням і реєструється протягом усього року, однак частіше спостерігається у теплу пору (Mederle, 2010; Abd El-Ghany, 2022). *C. parasitovorax* має всесвітнє поширення і зустрічається скрізь, де утримуються кролі. Збудника реєстрували в Австралії, Австрії, Великобританії, Данії, Франції, Італії, Новій Зеландії, Північній Америці, Південній Африці, Туреччині, Швейцарії та Нідерландах (Ohishi et al., 1984; Holley et al., 1997; Miman & Dik, 2017; Overgaau et al., 2017). Зараження реєструвалося також у кролів у Румунії та країнах Азії (Mederle, 2010; Mohamad-Radzi et al., 2020; Suzuki & Asakawa, 2021).

Інвазування відбувається при безпосередньому контакті здорових тварин із хворими або носіями інвазії, а також через підстилку, корм та предмети догляду (Taylor et al., 2016; Abd El-Ghany, 2022). Характерним є процес форезії, тобто переміщення самок на тілі бліх. Цей процес може відігравати додаткову роль у поширенні збудника (Bronswijk, 1976; Vater, 1978). У приміщеннях, де утримуються хворі тварини, кліщів виявляли на підлозі, меблях і матрацах, проте популяція швидко зменшується після видалення всіх тварин, оскільки незрілі стадії не виживають поза хазяїном більше 48 годин (Little & Cortinas, 2020). Поширеність *Cheyletiella spp*. у зоомагазинах Нідерландів сягала значних показників серед морських свинок та кролів (Overgaau et al., 2017).

Кліща виду *C. parasitovorax* спостерігали як у домашніх, так і у диких кролів виду *Oryctolagus cuniculus*, не залежно від породи і віку тварини (Taylor et al., 2016; Lopes et al., 2024). Також повідомлялося про виявлення кліща у болотних кролів виду *Sylvilagus palustris* та зайців видів *Lepus timidus* і *Lepus europaeus* (Fehr & Koestlinger, 2013; Dik & Uslu, 2018). За даними більшості досліджень, клінічні прояви частіше реєструються у молодняку, тоді як дорослі кролі часто є носіями інвазії (Ohishi et al., 1984; Oryan et al., 1995; Hajipour & Zavarshani, 2020). В одному з досліджень у Південній Кореї *C. parasitovorax* виявлено у 57,1 % з 140 обстежених кроликів (Nikrash et al., 2007), а на промислових фермах США зараженість досягала 43,2 % (Oryan et al., 1995).

Хейлетіоз також реєструвався у кішок (*Felis catus*) (Holley et al., 1997; Korkmaz & Gökpınar, 2018), собак (*Canis familiaris*), пацюків (*Rattus rattus*), морських свинок (*Cavia porcellus*), тхорів (*Mustela putorius*), борсуків (*Meles meles*) та лисиць (*Vulpes vulpes*) (Newman et al., 2004; Overgaau et al., 2017; Suzuki & Asakawa, 2021). Передбачається, що інфікування цих видів відбувалося внаслідок безпосереднього контакту з дефінітивними хазяями – кролями та зайцями (Hess & Tater, 2012). Зокрема, серед борсуків *Meles meles* зараженість *C. parasitovorax* становила 9,2% серед дорослих та 61,1% серед молодняку (Newman et al., 2004).

Заслуговує на увагу встановлена у ряді досліджень кореляція між хейлетіозом та набутими стоматологічними захворюваннями (ADD – Acquired Dental Disease). Дослідження d'Ovidio та Santoro (2013) виявили, що кролі з ородентальними патологіями мають статистично вищий ризик виникнення дерматологічних проблем (коефіцієнт імовірності становить 63,75 %). Схильними до захворювання можуть також залишатися кролі із ожирінням, артритом та остеохондродистрофією, які перешкоджають повноцінній гігієнічній поведінці (грумінгу) – одну з ключових ланок природного захисту тварин від ектопаразитів (d'Ovidio & Santoro, 2013).

Патогенез. Патогенна дія хейлетієл зумовлена механічним ушкодженням епідермісу внаслідок проколювання його гострими стилетоподібними хеліцерами. При цьому кліщі локалізуються на роговому та зернистому шарах епідермісу, не проникаючи глибоко у сітчастий шар дерми. Це призводить до розвитку запальної реакції, яка супроводжується гіперемією, набряком та посиленою десквамацією епітелію (Oryan et al., 1995). Гістологічно, при біопсії уражених ділянок, виявляють занурення кліщів у роговий шар епідермісу із ураженням базального шару. Ураження сосочкового шару дерми характеризується запальною інфільтрацією, що складається з нейтрофілів, макрофагів, лімфоцитів, плазматичних клітин і поодиноких еозинофілів (Oryan et al., 1995; Overgaau et al., 2017). При мікроскопії у деяких випадках описують переважно лімфогістіоцитарну і периваскулярну інфільтрацію (d'Ovidio & Noviello, 2015; Quesenberry et al., 2020).

Продукти життєдіяльності кліщів можуть зумовлювати розвиток реакції гіперчутливості негайного або сповільненого типу, що здатне суттєво посилювати клінічні прояви, зокрема свербіж, навіть при відносно низькій інтенсивності інвазії (Abd El-Ghany, 2022; Simões & Monteiro, 2024). Інтенсивний свербіж спричиняє появу екскоріацій, ерозій та може сприяти вторинному бактеріальному, або грибковому інфікуванню (Hill & Brown, 2011; Quesenberry et al., 2020). При тривалому перебігу захворювання нерідко спостерігається гіперкератоз рогового шару епідермісу як захисна реакція на постійне подразнення, а також алопеції, що виникають внаслідок пошкодження волосяних фолікулів та самотравмування тварини (White et al., 2002).

Клінічні прояви. Період від зараження до появи клінічних ознак складає 2 тижні. (Taylor et al., 2016; Lopes et al., 2024). Низька інтенсивність інвазії може не супроводжуватися жодними макроскопічними ознаками шкірних змін, і значна частина кролів є безсимптомними носіями (Linek et al., 2010; Fehr & Koestlinger, 2013).

При масовій інвазії кролі стають неспокійними, проявляють виражений свербіж уражених ділянок (Mykytowycz, 1957; Oryan et al., 1995). На початкових стадіях шкіра має ознаки гіперемії, на її поверхні з'являються тонкі сіруваті лусочки. Згодом формуються папули та пустули, вкриті темно-бурими скоринками. У міру прогресування захворювання кількість лусочок зростає, вони набувають сіро-жовтого кольору (Hess & Tater, 2012; Craig, 2016; Quesenberry et al., 2020). Шерсть у хворих тварин випадає, а у кролів ангорської породи звалюється у клубки. При дуже інтенсивній інвазії можлива поява папул на шкірі (Hess & Tater, 2012).

У зарубіжній літературі хейлетіоз відомий під назвою «walking dandruff» («блукаюча лупа»), оскільки кліщі, розташовуючись під великою кількістю лусочок, зумовлюють рух останніх (Reynolds & Elston, 2017; Little & Cortinas, 2020). Кроленята є особливо сприйнятливими до інвазії; у них може розвиватися дерматит із лускатими нашаруваннями вздовж хребта, а також анорексія та апатія (Nikrash et al., 2007; Taylor et al., 2016).

Людина може заражатися внаслідок контакту з інвазованими тваринами (Cohen, 1980; d'Ovidio & Santoro, 2015). Перше задокументоване повідомлення про ураження людини пов'язують з ім'ям Ломхольта (1918 р.) (Lee, 1981). Кліщі здатні проникати під одяг, і вже через кілька годин з'являються виражене подразнення та інтенсивний свербіж шкіри (Skírnisson et al., 1997; Coello & Chávez, 2021). Паразитування хейлетієл у людини проявляється утворенням множинних міліарних папул діаметром до 5–6 мм (Cohen, 1980; Mamali & Gambichler, 2014). При високій інтенсивності інвазії можливе ураження шкіри рук, живота та грудної клітки з формуванням екскоріацій і везикул. Клінічну картину інколи позначають терміном «псевдокороста» (Rosen, 2011; Miman & Dik, 2017; Coello & Chávez, 2021). Описані також тяжкі везикулобульозні реакції у деяких пацієнтів (Skírnisson et al., 1997; Mamali & Gambichler, 2014).

Розподіл уражень на тілі людини відповідає ділянкам, що контактували з інвазованою твариною: передпліччя, шия, груди, живіт та стегна (Cohen, 1980; d'Ovidio & Santoro, 2015; Miman & Dik, 2017). До того ж описані прояви за типом ексудативної еритеми або кропив'янки (Rosen, 2011; Abd El-Ghany, 2022). Не всі власники заражених тварин

виявляють однакові симптоми, що пояснюється індивідуальними відмінностями алергічної сприйнятливості до антигенів кліщів (Cohen, 1980; Lee, 1981). За відсутності виражених алергічних реакцій симптоми у людини, як правило, швидко зникають після усунення джерела інвазії, а повне клінічне одужання може бути досягнуте навіть за умови лікування лише тварини-хазяїна (Hill & Brown, 2011; Rosen, 2011; Abd El-Ghany, 2022).

За відсутності лікування хворої тварини та дезінвазії середовища клінічні прояви у власника можуть зберігатися до 2 місяців внаслідок повторних контактів із кліщами (Abd El-Ghany, 2022).

Діагностика. Встановлення діагнозу базується на візуалізації збудника, або його яєць. При значній інтенсивності інвазії кліщів можна спостерігати неозброєним оком у вигляді характерного порошкоподібного нальоту або за допомогою лупи у прикореневій зоні волосяного покриву (Reynolds & Elston, 2017; Little & Cortinas, 2020). Остаточну ідентифікацію *C. parasitovorax* здійснюють шляхом мікроскопії поверхневих зіскрібків шкіри, скотч-тестів і трихограми (Fehr & Koestlinger, 2013; Quesenberry et al., 2020; Simões & Monteiro, 2024).

Зіскрібки беруть із центральної частини свіжих уражень, додатково відбирають шерсть за допомогою предметного скельця або гребінця із частими щетинками (Mederle, 2010; Simões & Monteiro, 2024). Скотч-тест у поєднанні із мікроскопією зіскрібків є одним із найбільш інформативних методів діагностики, особливо за наявності клінічних ознак, оскільки дозволяє швидко зібрати кліщів безпосередньо з поверхні осередків ураження. Матеріал досліджують у вазеліновій олії, або гліцерині при збільшенні 10×4 та 10×10. Допускається мацерація матеріалу у 10% розчині гідроксиду калію або лактофенолі із подальшим мікроскопічним дослідженням, при цьому кліщі та їх яйця залишаються цілими (Fehr & Koestlinger, 2013; Quesenberry et al., 2020).

При слабкій або хронічній інвазії зазначені методи можуть давати хибнонегативні результати через інтенсивне розчухування та вилизування тваринами. У таких випадках рекомендується ретельне вичісування всієї поверхні шкіри хазяїна над аркушем паперу з подальшим збором залишків у чашку Петрі – живі кліщі будуть помітні завдяки руху серед лусочок. За невеликої кількості зібраного матеріалу застосовують флотаційний метод за Дарлінгом, що дозволяє концентрувати збудника у невеликому об’ємі препарату (Hess & Tater, 2012; Quesenberry et al., 2020).

При гістологічному дослідженні шматочків шкіри виявляють поверхневий периваскулярний дерматит різного ступеня вираженості, слабкий гіперкератоз та мононуклеарну запальну клітинну інфільтрацію в дермі (Oryan et al., 1995). Хейлетіоз диференціюють від сифункулятозу, псороптозу, саркоптозу, нотоедрозу, алергічного дерматиту, дерматофітій та бактеріальних уражень шкіри, а також від лепоракарозу. Водночас відомі і поєднані інвазії *Sarcoptes scabiei* та *Cheyletiella parasitovorax* у кролів (García-Ochaeta et al., 2020; Kundave et al., 2025).

Лікування та профілактика. З лікувальною метою шкіру кролів обробляють 0,02 %-ми масляними розчинами бутоксу або неоцидолу (1:1000); обробку тварин повторюють через 14 днів (Mederle, 2010).

Найбільша кількість релевантних даних присвячено вивченню терапевтичного потенціалу макроциклічних лактонів, зокрема селамектину та івермектину, які за результатами клінічних спостережень, загалом демонструють високу акарицидну активність (Fisher et al., 2007; Mellgren & Bergvall, 2008; Robinson & Brennan, 2016). Рекомендовані дози івермектину для лікування хейлетіозу становлять 200–300 мкг/кг (підшкірно або перорально) з інтервалом 10–14 діб протягом 6–8 тижнів. Пероральна біодоступність івермектину у кролів є обмеженою, що нерідко спричиняє рецидиви інвазії: лише 51,9 % ремісії в групі орального застосування проти 81,8 % при парентеральному введенні (Mellgren & Bergvall, 2008; Coşkunserçe et al., 2012; Ogolla et al., 2019).

Селамектин у вигляді місцевих спот-он аплікацій (6–18 мг/кг) успішно застосовується 3–4 рази з інтервалом 2–4 тижні (Kim et al., 2008; Carpenter et al., 2012;

Mouëzy, 2022). У деяких публікаціях відзначається ефективність препарату не лише при хейлетіозі, але й при псороптозі та саркоптозі кролів (Fisher et al., 2007).

У ретроспективному дослідженні Mellgren & Bergvall (2008) порівнювали ефективність топічного селамектину та ін'єкційного івермектину при хейлетіозі кролів; обидва препарати продемонстрували схожі показники ремісії (селамектин – 80,8 %, івермектин – 81,8 %), хоча розмір вибірки не дозволяє робити остаточних висновків.

Окремі публікації містять дані щодо потенційної ефективності комбінації імідаклоприду з моксидектином при одноразовому нанесенні. Для цього застосовували розчин, що містив 10 % імідаклоприду та 1 % моксидектину, у дозі 0,4 мл/кг. За наведеними даними, вже через 1 тиждень після нанесення у більшості піддослідних кролів спостерігалася позитивна клінічна динаміка, а на 4-му тижні у всіх тварин було відзначено відсутність свербежу та збудника (Kim et al., 2007).

Обов'язковій обробці підлягають усі тварини, що контактували з хворими. Паралельно проводять дезакаризацію приміщень, кліток та всіх предметів догляду за допомогою акарицидних спреїв на основі піретроїдів, або термічним методом – 2–3 рази з інтервалом 5 діб (Taylor et al., 2016; Simões & Monteiro, 2024).

Профілактика захворювання включає обов'язковий карантин для тварин, що вперше надходять до господарства; регулярну обробку шкіри від ектопаразитів; своєчасне лікування супутніх захворювань (ожиріння, артрит, стоматологічні проблеми), які перешкоджають повноцінній гігієнічній поведінці (грумінгу) (Mouëzy, 2022).

Висновки.

1. Встановлено, що *Cheyletiella parasitovorax* (Megnin, 1878) є облігатним ектопаразитом родини *Leporidae* (зайцевих), що здатен до транзиторного паразитування на інших ссавцях та людині. Завдяки фундаментальним ревізіям родини, проведеним R. L. Smiley (1965, 1970), а згодом A. V. Bochkov та A. Fain (2001), вид було чітко диференційовано від морфологічно схожих кліщів котів (*C. blakei*) та собак (*C. yasguri*).

2. Визначено, що видова ідентифікація збудника базується на наявності серпоподібних беззубих пальп та кулястого дорсального соленідію. Характерними є виражений статевий диморфізм та відсутність присосок на всіх стадіях розвитку (замість них наявні емподії).

3. *Cheyletiella parasitovorax* завершує весь цикл розвитку (від яйця до імаго) на тілі основного хазяїна протягом 16–35 діб залежно від умов зовнішнього середовища. Здатність яєць виживати у довкіллі до 2 тижнів, а личинок – до 2 діб, створює високий ризик повторного зараження.

4. Хейлетіоз характеризується всесвітнім поширенням та високою контагіозністю. Дефінітивними господарями є кролі та зайці, однак описано випадки транзиторного паразитування на собаках, котах та диких ссавцях. Імовірність клінічної маніфестації хвороби суттєво підвищують стани, що перешкоджають природному грумінгу тварин (ожиріння, стоматологічні патології, остеохондродистрофія).

5. В основі ураження лежить механічне пошкодження епідермісу та алергічна реакція на метаболіти кліща. Це спричиняє запалення, інтенсивний свербіж, гіперкератоз і створює сприятливі умови для вторинних інфекцій.

6. Типова ознака у кролів – лускатий дерматит («блукаюча лупа»), проте часто спостерігається небезпечне для господарств латентне носійство. Інвазія має виражений зоонозний характер, викликаючи у контактних людей сверблячий папульозний дерматит («псевдокоросту»).

7. За даними літератури, одним із найбільш інформативних методів діагностики вважається скотч-тест у поєднанні з мікроскопією зіскрібків шкіри, що дозволяє відносно швидко виявити збудника та підтвердити діагноз.

8. Сучасна терапевтична стратегія базується на застосуванні препаратів групи макроциклічних лактонів, які демонструють найвищу ефективність за обов'язкової умови одночасної дезакаризації зовнішнього середовища.

Перспективи подальших досліджень. Наукова робота має бути зосереджена на проведенні скринінгового моніторингу поширення хейлетіозу в кролівничих господарств різного спрямування (промислові комплекси, фермерські господарства, приватний сектор) України для встановлення вікової і сезонної динаміки інвазії. Перспективним видається вивчення факторів ризику, зокрема впливу стоматологічних патологій, ожиріння та умов утримання на частоту клінічного прояву інвазії в умовах вітчизняних господарств. Доцільним є розробка та валідація швидких діагностичних протоколів, включаючи оцінку чутливості та специфічності різних методів прижиттєвої діагностики при субклінічному перебігу інвазії. Необхідним є апробація нових терапевтичних схем із використанням препаратів групи ізоксазолінів для запобігання рецидивам інвазії та подолання резистентності до макроциклічних лактонів.

References

Volgin, V. I. (1969). Kleshchi semeystva Cheyletidae mirovoy fauny [Mites of the family Cheyletidae of the world fauna]. Nauka. (in Russian).

Abd El-Ghany, W. A. (2022). Mange in Rabbits: An Ectoparasitic Disease with a Zoonotic Potential. *Veterinary Medicine International*, 2022, 1–11. https://doi.org/10.1155/2022/5506272

Asakawa, M., & Ishizaki, T. (2024). Rakunō Gakuen Daigaku Yasei Dōbutsu Igaku Sentā WAMC ga taiō shita dani-rui jirei no gaiyō [The summary of mite and tick-related cases handled by the Wild Animal Medical Center at Rakuno Gakuen University, Japan]. *Journal of Rakuno Gakuen University*, *49*(1), 47–58.

Barros-Battesti, D. M., Bassini-Silva, R., Jacinavicius, F. de C., André, M. R., Ochoa, R., Ramos, R. V., & Allegretti, S. M. (2020). New record of Cheyletiella parasitovorax (Mégnin, 1878) (Trombidiformes: Cheyletidae) from Brazil with an illustrated key to species for the genus. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 29(2). https://doi.org/10.1590/s1984-29612020016

Beesley, W. N. (1963). Cheyletiella parasitovorax (Acarina: Trombidoidea) as a parasitic mite in Britain. *Parasitology*, 53(3–4), 651–652. https://doi.org/10.1017/s0031182000073984

Bochkov, A. V., & Fain, A. (2001). Phylogeny and system of the Cheyletidae (Acari: Prostigmata) with special reference to their host-parasite associations. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 71*, 5–36.

Bronswijk, J. E. M. H. van. (1976). *Cheyletiella* (Acari: Cheyletidae) of dog, cat and domesticated rabbit. *Journal of Medical Entomology*, *13*(3), 315–327. https://doi.org/10.1093/jmedent/13.3.315

Carpenter, J. W., Dryden, M. W., & KuKanich, B. (2012). Pharmacokinetics, efficacy, and adverse effects of selamectin following topical administration in flea-infested rabbits. *American Journal of Veterinary Research*, 73(4), 562–566. https://doi.org/10.2460/ajvr.73.4.562

Coello, R. D., & Chávez, J. F. (2021). Nueva evidencia de *Cheyletiella* sp en gatos y personas de Ecuador, con riesgo en la salud pública [New evidence of *Cheyletiella* sp in cats and humans of Ecuador, with risk in public health]. *Revista Veterinaria*, *32*(1), 106–109. https://doi.org/10.30972/vet.3215645

Cohen, S. R. (1980). Cheyletiella dermatitis: a mite infestation of rabbit, cat, dog, and man. *Archives of Dermatology*, *116*(4), 435–437. https://doi.org/10.1001/archderm.1980.01640280071023

Coşkunserçe, G., Akdeşir, E., Kaya, G., & Coşkun, Ş. Z. (2012). Severe sarcoptic mange and cheyletiellosis in a New Zealand rabbit and its treatment with high dosage of ivermectin. *Uludag University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, 31*(2), 63–66.

Craig, M. (2016). Surface mites in dogs, cats and rabbits. *Companion Animal*, *21*(12), 678–684. https://doi.org/10.12968/coan.2016.21.12.678

Dik, B., & Uslu, U. (2018). Ectoparasites of hares (*Lepus europaeus* Pallas) in Konya Province, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 42(1), 65–72. https://doi.org/10.3906/vet-1706-19

d'Ovidio, D., & Noviello, E. (2015). Corner diagnostico: Animali esotici — Infestazione mista da *Cheyletiella parasitovorax* e *Leporacarus gibbus* in un coniglio. *Veterinaria*, *29*(1), 65–67.

d'Ovidio, D., & Santoro, D. (2013). Orodental diseases and dermatological disorders are highly associated in pet rabbits: A case–control study. *Veterinary Dermatology*, *24*(6), 531–534. https://doi.org/10.1111/vde.12052

d'Ovidio, D., & Santoro, D. (2015). Survey of zoonotic dermatoses in client-owned exotic pet mammals in Southern Italy. *Zoonoses and Public Health*, *62*(2), 100–104. https://doi.org/10.1111/zph.12100

Fain, A. (1972). Notes on the genus *Cheyletiella* Canestrini, 1886 (Acarina: Cheyletidae). *Acarologia*, *14*, 143–151.

Fain, A., & Gerson, U. (1990). Notes on the Cheyletidae (Acari) with description of new taxa. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, *60*, 37–55.

Fehr, M., & Koestlinger, S. (2013). Ectoparasites in small exotic mammals. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, *16*(3), 611–657. https://doi.org/10.1016/j.cvex.2013.05.009

Fisher, M., Beck, W., & Hutchinson, M. J. (2007). Efficacy and safety of selamectin (Stronghold/Revolution) used off-label in exotic pets. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, *5*(3), 87–96.

García-Ochaeta, J. F., Jacinavicius, F. de C., Barros-Battesti, D. M., Ochoa, R., & Bassini-Silva, R. (2020). A case of co-parasitism of Sarcoptes scabiei (Linnaeus, 1758) (Sarcoptiformes: Sarcoptidae) and Cheyletiella parasitovorax (Mégnin, 1878) (Trombidiformes: Cheyletidae) in a European rabbit in Guatemala. *International Journal of Acarology*, 46(6), 474–476. https://doi.org/10.1080/01647954.2020.1808062

Hajipour, N., & Zavarshani, M. (2020). Ectoparasites and endoparasites of New Zealand White Rabbits from North West of Iran. *Iranian Journal of Parasitology*, 15(2), 266–271. https://doi.org/10.18502/ijpa.v15i2.3308

Hess, L., & Tater, K. (2012). Dermatologic diseases. In K. E. Quesenberry & J. W. Carpenter (Eds.), *Ferrets, rabbits and rodents: Clinical medicine and surgery* (3rd ed., pp. 232–244). Elsevier Saunders. https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6621-7.00019-2

Hewitt, M., & Turk, S. M. (1974). *Cheyletiella* sp. in the personal environment: With notes on the differences between *C. parasitovorax* Mégnin and *C. yasguri* Smiley. *British Journal of Dermatology*, *90*, 679–683. https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.1974.tb06697.x

Hill, P. B., & Brown, C. A. (2011). Cheyletiellosis in small animals. *Veterinary Dermatology*, *22*(1), 1–10. https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2010.00941.x

Holley, L. H., et al. (1997). Cheyletiella infestations in cats, dogs and rabbits in Western Australia. *Australian Veterinary Practitioner*, *27*(1), 24–29.

Jeromin, A. (2008). Cheyletiella mites: population on the move. *DVM In Focus*, 20–24.

Kim, S.-H., Lee, J.-Y., Jun, H.-K., Song, K.-H., Park, B.-K., & Kim, D.-H. (2008). Efficacy of selamectin in the treatment of cheyletiellosis in pet rabbits. *Veterinary Dermatology*, *19*(1), 26–27. https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2007.00629.x

Kim, S.-H., Jun, H.-K., Kim, T.-K., Song, K.-H., & Kim, D.-H. (2007). Therapeutic effect of a formulation containing imidacloprid and moxidectin in pet rabbits with cheyletiellosis. *Journal of Veterinary Clinics*, *24*(3), 312–314.

Kim, S.-H., Kim, S., Park, H.-J., Seo, K.-W., & Song, K.-H. (2013). Ectoparasites infestation rates in the pet rabbits of Daejeon area, Korea. *Journal of Veterinary Clinics*, *30*(3), 186–188. https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2008.00673.x

Korkmaz, U. F., & Gökpınar, S. (2018). Kedilerde Cheyletiellosis ve Selamektin Damla ile Sağaltımı [Cheyletiellosis in cats and its treatment with selamectin drop]. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *15*(3), 276–278. https://doi.org/10.32707/ercivet.477346

Kundave, V. R., Karthika, K., Latchumikanthan, A., & Kavitha, K. T. (2025). Concurrent infestation of *Sarcoptes scabiei*and *Cheyletiella parasitovorax* in pet rabbits: Clinical presentation, diagnosis and treatment. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, *10*(1), 306–309. https://doi.org/10.22271/veterinary.2025.v10.i1e.2040

Lee, B. W. (1981). *Cheyletiella* dermatitis. *Archives of Dermatology*, *117*(10), 677–678. https://doi.org/10.1001/archderm.1981.01650100079038

Linek, M., et al. (2010). Dermatological diseases in pet rabbits: a survey of 291 cases. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, *123*(5–6), 213–220. https://doi.org/10.2376/0005-9366-123-213

Little, S. E., & Cortinas, R. (2020). *Cheyletiella* spp. (Walking dandruff). *Small Animal Dermatology*, 110.1–110.5. https://doi.org/10.1002/9781119034858.ch110

Lopes, A. P., Cardoso, L., & Rodrigues, F. T. (2024). Fur mites in rabbits (*Cheyletiella parasitovorax* and *Leporacarus gibbus*). In *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior* / *Springer Nature*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52133-1_247-1

Mamali, K., & Gambichler, T. (2014). Cheyletiella-Dermatitis [*Cheyletiella* dermatitis]. *Aktuelle Dermatologie, 40*, 92–94. https://doi.org/10.1055/s-0034-1364873

Marchiondo, A. A., & Foxx, T. S. (1978). Scanning electron microscopy of the solenidion on genu I of *Cheyletiella yasguri* and *C. parasitovorax*. *Journal of Parasitology, 64*(5), 925–927. https://doi.org/10.2307/3279534

Mederle, N. (2010). Parasitical identification of *Cheyletiella* in a rabbit breeding farm. *Lucrări Ştiinţifice Medicină Veterinară, XLIII*(1), 57–60.

Mellgren, M., & Bergvall, K. (2008). Treatment of rabbit cheyletiellosis with selamectin or ivermectin: A retrospective case study. *Acta Veterinaria Scandinavica, 50*, Article 1. https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-1

Miman, O., & Dik, B. (2017). First report of cheyletiellosis due to the skin mite *Cheyletiella parasitovorax* Megnin, 1878 in a human in Turkey. *Elyns Journal of Microbes, 2*(1), 105.

Mohamad-Radzi, N. N., Che-Amat, A., Aziz, N. A. A., Babjee, S. M. A., Mazlan, M., Hamid, N. F. S., & Lekko, Y. M. (2020). Preliminary detection of mites and coccidia with their zoonotic potential in meat-farmed rabbits in three districts in Selangor, Malaysia. *Journal of Parasitic Diseases*, 45(1), 97–106. https://doi.org/10.1007/s12639-020-01291-9

Mouëzy, J. (2022). In rabbits with cheyletiellosis is topical selamectin or injectable ivermectin a more effective treatment? *Veterinary Evidence*, 7(4). https://doi.org/10.18849/ve.v7i4.529

Mykytowycz, R. (1957). Parasitic habit of the rabbit mite, Cheyletiella parasitovorax (Megnin). *CSIRO Wildlife Research*, 2(2), 164. https://doi.org/10.1071/cwr9570164

Newman, C., Buesching, C. D., & Macdonald, D. W. (2004). First report of *Cheyletiella parasitovorax* infestation in the Eurasian badger (*Meles meles*). *Veterinary Record, 155*(6), 180–181. https://doi.org/10.1136/vr.155.6.180

Nikrash, M., Kim, S. I., & Shin, S. S. (2007). Prevalence of fur mites in domestic rabbits in the Republic of Korea. *Korean Journal of Parasitology*, *45*(4), 295–299. https://doi.org/10.3347/kjp.2007.45.4.295

Ogolla, K. O., Chebet, J., Waruiru, R. M., Gathumbi, P. K., Okumu, P. O., & Aboge, G. O. (2019). Efficacy of ivermectin, liquid paraffin, and carbaryl against mange of farmed rabbits in Central Kenya. *Journal of Tropical Medicine, 2019*. https://doi.org/10.1155/2019/9069867

Ohishi, I., Kugoda, T., & Kugoda, T. (1984). Yamagata-ken ni hassei shita shōdōbutsu no tsumadani hifuen [Occurrence of *Cheyletiella* dermatitis in pet animals in Yamagata Prefecture, Japan]. *Nihon Jūi-shi Zasshi*, *37*, 78–83. https://doi.org/10.12935/jvma1951.37.78

Oryan, A., Mehrabani, D., & Owji, S. M. (1995). Pathology of *Cheyletiella* infestation in rabbits. *Veterinary Research Communications*, *19*(5), 391–397. https://doi.org/10.1007/BF01839311

Overgaau, P. A. M., Avermaete, K. H. A. V., Mertens, C. A. R. M., Meijer, M., & Schoemaker, N. J. (2017). Prevalence and zoonotic risks of *Trichophyton mentagrophytes* and *Cheyletiella* spp. in guinea pigs and rabbits in Dutch pet shops. *Veterinary Microbiology*, 205, 106–109. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.05.008

Principato, M. (1989). Observations of a rare anomaly in *Cheyletiella parasitovorax* (Acarina: Cheyletellidae): Atrophy of the third right leg. *Journal of Medical Entomology, 26*(4), 378–379. https://doi.org/10.1093/jmedent/26.4.378

Quesenberry, K. E., Orcutt, C. J., Mans, C., & Carpenter, J. W. (Eds.). (2020). Ferrets, rabbits, and rodents: Clinical medicine and surgery (4th ed.). Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2016-0-03822-7

Reynolds, H. H., & Elston, D. M. (2017). What's eating you? *Cheyletiella* mites. *Cutis*, *99*(5), 335–336.

Robinson, N., & Brennan, M. (2016). Selamectin versus ivermectin for cheyletiellosis in pet rabbits. *Veterinary Record, 178*(14), 344–345. https://doi.org/10.1136/vr.i1387

Rosen, L. B. (2011). Dermatologic manifestations of zoonotic diseases in exotic animals. *Journal of Exotic Pet Medicine*, *20*(4), 265–275. https://doi.org/10.1053/j.jepm.2011.03.006

Skírnisson, K., Ólafsson, J. H., & Finnsdóttir, H. (1997). Um *Cheyletiella*-maurakláða á mönnum og köttum á Íslandi [Dermatitis in cats and humans caused by *Cheyletiella* mites reported in Iceland]. *Læknablaðið*, *83*, 30–34.

Simões, J., & Monteiro, J. M. (Eds.). (2024). *Veterinary care of farm rabbits: A complete practice guide to rabbit medicine and production.* Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44542-2

Smiley, R. L. (1965). Two new species of *Cheyletiella* (Acarina: Cheyletidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington, 67*, 119–124.

Smiley, R. L. (1970). A review of the family Cheyletidae (Acarina). *Annals of the Entomological Society of America, 63*(4), 1056–1078. https://doi.org/10.1093/aesa/63.4.1056

Suzuki, N., & Asakawa, M. (2021). Hokkaido-nai no bō dōbutsuen "fureai kōnā" no tenji tōrui to honyūrui ni okeru kiseichu hoyū jōkyō [Parasites in birds and mammals at a petting zoo corner in Hokkaido]. *Ekizochikku Dōbutsugaku Zasshi*, *21*, 24–26.

Tanaka, H. (1953). Nihonsan tsumadani-ka nana-shu ni tsuite [Studies on the seven species of cheyletid mites of Japan]. *Eisei Dōbutsu*, *4*(3–4), 72–79. https://doi.org/10.7601/mez.4.72

Taylor, M. A., Coop, R. L., & Wall, R. L. (2016). Veterinary parasitology (4th ed.). Wiley-Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781119073680

Tzika, E. D., Tassis, P. D., Papatsiros, V., & Saoulidis, K. (2004). Rabbit production in Greece: The most common diseases. *Proceedings of the International Society for Animal Hygiene*, 157.

Vater, G. (1978). Zur Biologie der Hasenmilbe *Cheyletiella parasitovorax*. *Angewandte Parasitologie, 19*, 98–107.

White, S. D., Bourdeau, P. J., & Meredith, A. (2002). Dermatologic problems of rabbits. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 11(3), 141–150. https://doi.org/10.1053/saep.2002.123982

2026. Номер 13, С. 206 – 216.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: **26.02.2026** Прийнято: **28.04.2026** Опубліковано: **12.05.2026**

DOI: **10.31890/vttp.2026.13.17**

UDC 636.085/.087:604.2:661.74:577.12

FUNCTIONAL SIGNIFICANCE OF ORGANIC ACIDS IN ENSURING FEED QUALITY AND METABOLIC HOMEOSTASIS OF FARM ANIMALS

V.O. Prykhodchenko, N.I. Hladka, O.M. Denysova, Yu.O. Moiseienko, V.V. Nekrasova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,

ORCID
V.O. Prykhodchenko: https://orcid.org/0000-0002-0362-2492
N.I. Hladka: https://orcid.org/0000-0002-2739-6442
O.M. Denysova: https://orcid.org/0000-0002-9710-5524
Yu.O. Moiseienko: https://orcid.org/0009-0005-3258-9934
V.V. Nekrasova: student

E-mail: vita.prihodchenko@ukr.net

Abstract. The article summarizes current scientific data on the functional significance of organic acids in ensuring feed quality and maintaining metabolic homeostasis in farm animals and poultry. It has been shown that organic acids, particularly hydroxy acids, play an important role in stabilizing the microbiological condition of feed raw materials, inhibiting the growth of pathogenic and opportunistic microorganisms, and improving the sanitary quality of feed. Owing to their ability to reduce feed pH, they help extend the shelf life of feed and reduce the risk of microbiological contamination. The biological role of organic acids in regulating digestion and energy metabolism is considered. Studies indicate that organic acids can influence the composition and functional activity of the intestinal microbiota, stimulating the production of short-chain fatty acids that perform energy and signaling functions, participate in immune regulation, support intestinal barrier integrity, and are involved in lipid and carbohydrate metabolism. Their role in forming a stable intestinal environment and improving nutrient utilization is demonstrated. The influence of technological parameters of feed production on the efficiency of organic acid use is analyzed. Previous studies indicate that the degree of feed particle size, hydrothermal treatment modes, and the stability of biologically active additives significantly affect their functional activity. Modern technological approaches have been proposed to enhance the effectiveness of organic acid supplementation. The results of studies on the use of organic acids in pig and poultry production are presented. Studies indicate that their use can improve growth performance, enhance feed efficiency, stabilize the intestinal microbiota, and strengthen the immune status of animals. The prospects for their use as a safe alternative to antibiotic growth promoters in modern feeding systems are emphasized.

Key words: *hydroxy acids, intestinal microbiota, short-chain fatty acids, energy metabolism, carbohydrate fermentation, immune reactivity.*

УДК 636.085/.087:604.2:661.74:577.12

ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЯКОСТІ КОРМІВ ТА МЕТАБОЛІЧНОГО ГОМЕОСТАЗУ ТВАРИН

В.О. Приходченко, Н.І. Гладка, О.М. Денисова, Ю.О. Моісеєнко, В.В. Некрасова
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,
E-mail: vita.prihodchenko@ukr.net

Анотація. У статті узагальнено сучасні наукові дані щодо функціонального значення органічних кислот у забезпеченні якості кормів та підтриманні метаболічного гомеостазу організму сільськогосподарських тварин і птиці. Показано, що органічні кислоти, зокрема гідроксикислоти, відіграють важливу роль у стабілізації мікробіологічного стану кормової сировини, пригніченні розвитку патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів та підвищенні санітарної якості кормів. Завдяки здатності знижувати pH кормового середовища вони сприяють подовженню терміну зберігання кормів і зменшенню ризику їх мікробіологічної контамінації. Розглянуто біологічну роль органічних кислот у регуляції процесів травлення та енергетичного обміну. Встановлено, що вони здатні впливати на склад і функціональну активність кишкової мікробіоти, стимулюючи утворення коротколанцюгових жирних кислот, які виконують енергетичні та сигнальні функції, беруть участь у регуляції імунної відповіді, підтриманні бар'єрної функції кишечника та метаболізмі ліпідів і вуглеводів. Показано їх роль у формуванні стабільного кишкового середовища та підвищенні ефективності використання поживних речовин. Проаналізовано вплив технологічних параметрів виробництва кормів на ефективність використання органічних кислот. Зазначено, що ступінь подрібнення кормової сировини, режими гідротермічної обробки та стабільність біологічно активних добавок істотно впливають на їх функціональну активність. Розглянуто сучасні технологічні підходи, зокрема використання комплексних підкислювачів і мікрокапсульованих форм органічних кислот. Наведено результати досліджень щодо використання органічних кислот у свинарстві та птахівництві. Встановлено, що їх застосування сприяє покращенню ростових показників, підвищенню ефективності використання корму, стабілізації кишкової мікробіоти та зміцненню імунного статусу тварин. Підкреслено перспективність їх використання як безпечної альтернативи антибіотикам-стимуляторам росту у сучасних системах годівлі.

Ключові слова: *гідроксикислоти, кишкова мікробіота, коротколанцюгові жирні кислоти, енергетичний обмін, ферментація вуглеводів, імунна реактивність.*

Introduction. Modern livestock and poultry production operate under conditions of high production intensity, which places increased demands on the quality, safety, and stability of feed. Feed is a key factor that directly determines the productivity, health, immune status, and realization of the genetic potential of animals and poultry. Violations of harvesting, transportation, and storage technologies for feed raw materials contribute to the development of molds and bacteria, as well as to the accumulation of mycotoxins and other toxic metabolites. This can lead to decreased animal productivity, metabolic disorders, immunosuppression, and significant economic losses in the industry.

The issue of microbiological and toxicological stability of feed in animal husbandry and poultry production is becoming particularly relevant in the context of global climate change, which contributes to increased contamination of grain crops with mycotoxin-producing fungi. This necessitates the introduction of effective technological solutions to improve feed preservation, among which natural organic compounds with preservative properties play an important role (Pearlin et al., 2020).

In this context, various organic acids, including hydroxy acids, which represent a class of organic carboxylic acids containing both carboxyl (–COOH) and hydroxyl (–OH) functional groups in their molecules, are of considerable scientific and practical interest. Due to their physicochemical properties, they are capable of lowering the pH of the feed environment, creating unfavorable conditions for the growth of pathogenic and opportunistic microorganisms, and stabilizing the microbiological status of feed raw materials (Dittoe et al., 2018; Gerzilov & Hristakieva, 2025). These properties contribute to extending feed shelf life and reducing the risk of spoilage.

In addition to their technological function, certain hydroxy acids (in particular lactic, citric, and malic acids) are natural metabolites in animals and poultry and are involved in key energy processes, including the tricarboxylic acid cycle. This determines their biological compatibility and potential positive role in regulating metabolism, digestion, and intestinal microbiota. Thus, the use of hydroxy acids in feed combines the functions of a technological preservative and a biologically active additive, which can contribute to improving the physiological condition of animals and poultry (Khan et al., 2022).

Owning to the gradual restriction of the use of antibiotics as growth promoters in accordance with international regulatory requirements, particularly within European legislation, there is a need to find safe alternatives that can ensure the stability of the intestinal microbiota and maintain animal productivity (Gadde et al., 2017). Organic acids and their derivatives are considered one of the most promising approaches, as they combine antimicrobial, metabolically active, and immunomodulatory properties.

In animals and poultry, hydroxy acids can act as feed preservatives and functional additives, helping to reduce microbial load in feed, improve digestion, enhance nutrient absorption, and stabilize the intestinal environment. This is especially important under intensive farming conditions, where high growth rates are accompanied by significant stress on the digestive and immune systems (Wei et al., 2021).

An additional challenge for the industry is the increased risk of feed contamination with mycotoxins, which necessitates the introduction of effective and environmentally safe prevention strategies. In this regard, the use of hydroxy acids as natural preservatives and bioregulators represents a relevant area of research aimed at improving feed quality, ensuring the safety of livestock products, and aligning production practices with modern international animal welfare standards.

Thus, studying the mechanisms of action, effectiveness, and practical application of organic acids and their derivatives in animal and poultry nutrition is a scientifically sound and promising direction that integrates technological, biological, and veterinary-sanitary aspects of modern agricultural production.

Aim of the study. The aim of the study is to summarize current scientific data on the use of organic acids, particularly hydroxy acids, as preservatives in feed for farm animals. The study analyzes the mechanisms of their antimicrobial action, their effects on the microbiological stability of feed, and their role in regulating digestive and metabolic processes in animals. Particular attention is paid to evaluating the effects of organic acids on the gastrointestinal tract, nutrient absorption, microbiota development, and the course of key biochemical metabolic processes. A synthesis of findings from recent studies makes it possible to substantiate the feasibility of using organic acids in feed production as an effective means of improving the safety, stability, and biological value of feed products.

Results and discussion. *1. The biological role of organic acids in the regulation of metabolic processes.* Modern strategies for intensifying livestock production are based on an understanding of biochemical and microbiological processes occurring in the gastrointestinal tract. In this context, organic acids are considered important regulators of microbiota and metabolism, influencing feed quality, digestion, nutrient absorption, and animal performance.

One of the key aspects of the beneficial effects of organic acids is their involvement in the formation and regulation of the metabolic activity of the intestinal microbiota. Studies have shown

that microbial fermentation of carbohydrates and amino acids in the intestine leads to the formation of short-chain fatty acids (SCFAs), particularly acetate, propionate, and butyrate, which perform important physiological functions in animals (Belzer et al., 2017). These metabolites are produced as a result of complex interactions among different groups of microorganisms involved in so-called *cross-feeding*, whereby the metabolic products of some bacteria serve as substrates for others. For example, compounds such as lactate, succinate, or propane-1,2-diol can be utilized by other microorganisms for the synthesis of propionate or butyrate (Louis & Flint, 2017).

The optimization of SCFA production and their absorption in the host depends directly on the ecophysiological characteristics of the producing bacteria and the composition of the diet. This contributes to the inhibition of pathogenic microorganisms, meets the energy demands of intestinal epithelial cells, and supports systemic metabolic homeostasis. Short-chain fatty acids not only serve as energy sources but also function as signaling molecules. They can interact with G protein-coupled receptors (GPCRs) and inhibit histone deacetylase activity, thereby contributing to the epigenetic regulation of gene expression (Koh et al., 2016; Makki et al., 2018). As a result, SCFAs regulate immune responses, lipid and carbohydrate metabolism, and support intestinal barrier integrity.

The intestinal microbiota effectively functions as a distinct metabolic organ capable of synthesizing amino acids, transforming bile acids, producing indole compounds and polyamines, and fermenting complex carbohydrates. Among the products of microbial metabolism, SCFAs are of particular importance, as they act as key mediators linking diet composition, gut microbiota, and host energy metabolism (Rauf et al., 2022; Wang et al., 2024).

2. Technological aspects of feed production and their impact on microbiological status

Technological features of feed production play an important role in ensuring the microbiological quality of feed. The effectiveness of feed preservation and utilization largely depends on the degree of ingredient grinding and the conditions of hydrothermal processing, such as pelleting or extrusion.

Reducing feed particle size increases the surface area available for interaction with digestive enzymes and may enhance digestion efficiency. However, excessively fine grinding can adversely affect the morphofunctional state of the digestive system, increasing the risk of gastric lesions in animals and poultry. In contrast, the use of coarser grinding promotes natural acidification of the stomach and the distal intestine, thereby creating a barrier against the development of pathogenic microorganisms such as *Salmonella* and pathogenic strains of *Escherichia coli* (Kiarie & Mills, 2019).

Modern hydrothermal processing technologies are aimed at feed decontamination and improving nutrient digestibility. However, high conditioning temperatures may reduce the effectiveness of heat-sensitive additives, particularly enzymes and organic acids. In the context of the withdrawal of antibiotics as growth promoters, feed production technologies are increasingly evaluated based on their ability to preserve the activity of biologically active substances and maintain optimal parameters of the morphofunctional state of the animal intestine (Ege et al., 2019).

3. Metabolic effects of organic acids and their derivatives

An analysis of scientific publications indicates that organic acids can influence not only the microbiological stability of feed but also metabolic processes in animals. Examples of such compounds include methionine hydroxy analogues (MHA), which are widely used in ruminant diets (Li et al., 2022; Zhong et al., 2024).

The use of calcium salt of MHA (MHA-Ca) and isopropyl ester of 2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid (HMBi) is associated with increased rumen microbial diversity and higher concentrations of volatile fatty acids, particularly acetate and propionate. Metabolic studies indicate that these compounds can influence amino acid, carbohydrate, and lipid metabolism, including the metabolism of phenylalanine, tryptophan, tyrosine, and galactose.

Organic acids and microbial fermentation products are capable of modulating metabolic processes through interactions with specific cellular receptors. In particular, short-chain fatty acids

(SCFAs) can activate free fatty acid receptors (FFAR1–FFAR4) and hydroxycarboxylic acid receptors (HCAR1 and HCAR2), which are involved in the regulation of energy metabolism (Mielenz, 2017; Durand et al., 2024).

These mechanisms are associated with the regulation of insulin secretion, lipolysis, adipose tissue differentiation, and immune responses. In ruminants, they are of particular importance during periods of high productivity, when disturbances in energy balance may lead to the development of metabolic disorders (Alarcon et al., 2018). Fatty acids and hydroxycarboxylic acids act as important intermediates of energy metabolism and play a key role in the regulation of metabolic and immune processes underlying animal productivity.

Disturbances in energy balance, particularly during periods of high milk production or in the postpartum period, are often accompanied by metabolic shifts, increased mobilization of fat reserves, and the development of systemic inflammatory responses. Such changes may lead to the activation of mechanisms of so-called sterile inflammation, which occurs in the absence of pathogenic microorganisms but is associated with disturbances in metabolic homeostasis.

Thus, organic acids can be considered biologically active compounds capable of regulating intestinal microbiota, energy metabolism, and immune responses. This highlights their importance in modern approaches to animal nutrition and the maintenance of metabolic health in farm animals.

4. Bioactive plant compounds and their interaction with organic acids

The composition of animal diets can significantly influence the chemical composition and functional properties of animal products, particularly milk (Avila-Nava et al., 2023; Lu et al., 2025). The use of antioxidants and phenolic compounds of plant origin can improve the lipid profile of milk and enhance its antioxidant activity.

Particular attention has been paid to *p*-hydroxycinnamic acids (*p*-HCA), which are characterized by pronounced antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties (Ma et al., 2025; Leonard et al., 2021). Their interaction with intestinal microorganisms is considered one of the mechanisms underlying their beneficial effects on animal health and productivity. In the context of developing safe and environmentally sustainable technologies, the use of such bioactive compounds is a promising approach to improving feed quality and the quality of animal-derived food products.

Experimental studies have shown that ferulic acid improves intestinal development in piglets with intrauterine growth retardation. Its application enhances the activity of antioxidant enzymes (superoxide dismutase and catalase), increases villus height, and improves intestinal enzymatic activity (Wan et al., 2022; Dong et al., 2016). As a result, improvements in feed efficiency and intestinal functional status are observed. These findings highlight the role of phenolic acids as bioactive compounds capable of modulating antioxidant mechanisms and the development of the digestive system in young animals.

5. Organic acids as an alternative to antibiotics in animal nutrition

In the context of increasing regulatory restrictions on the use of antibiotics as growth promoters in animal production, as well as growing global concern about antimicrobial resistance and residues of antimicrobial agents in animal-derived products, considerable attention has been paid to the search for alternative approaches to optimizing animal nutrition. Among the potential solutions, natural biologically active compounds, particularly organic acids and plant-derived essential oils, occupy a prominent place (Nhara et al., 2024).

Organic acids are widely used in pig production as an effective alternative to antibiotic growth promoters. Their mode of action is based on their ability to lower pH in the gastrointestinal tract, thereby creating unfavorable conditions for the growth of pathogenic microorganisms and promoting the stabilization of intestinal microbiota (Tugnoli et al., 2020; Ferronato & Prandini, 2020). In addition to their antimicrobial effects, these compounds improve digestive processes, enhance the digestibility of nutrients and minerals, stimulate the secretion of digestive enzymes, and optimize feed utilization, which positively affects animal productivity and product quality (Pearlin et al., 2020; Lone et al., 2022).

The effectiveness of these compounds largely depends on their chemical characteristics, particularly the acid dissociation constant (pKa), which influences the degree of ionization in different segments of the gastrointestinal tract. The use of blends of organic acids often provides higher biological efficacy compared to individual components due to synergistic interactions and a broader spectrum of antimicrobial activity (Nguyen et al., 2020; Rathnayake et al., 2021). As a result, growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbiota status, and gut integrity are improved, and gas production during digestion may be reduced.

Enhancing the effectiveness of these additives is achieved through the implementation of modern technological approaches, particularly microencapsulation and the development of protected forms. These strategies contribute to the stability of active substances and their controlled release in specific segments of the intestine, thereby enhancing their biological activity and improving their efficiency in animal diets. At the same time, the response of the animal organism may depend on the type of acid, its dosage, diet composition, as well as the age and physiological status of the animals (Suiryanrayna & Ramana, 2015).

6. Application of organic acids in the nutrition of weaned piglets

Experimental studies confirm the effectiveness of the combined use of organic acids in the nutrition of weaned piglets. The combination of benzoic acid with different doses of sodium butyrate contributes to improved growth performance and modulation of the intestinal microbiota, increasing the abundance of beneficial bacteria while reducing the levels of pathogenic microorganisms (Wei et al., 2021; Choi & Kim, 2024).

The obtained results indicate that the combined application of organic acids may have a synergistic effect, contributing to improved growth and the establishment of a more stable intestinal microbiota in piglets.

7. Use of organic acids in poultry farming

Following the ban on the use of antibiotic growth promoters in the European Union, interest in alternative feed additives in poultry production has increased significantly (Rahman et al., 2022; Gadde et al., 2017; Kalia et al., 2022). Organic acids and their salts are characterized by antimicrobial, metabolic, and immunomodulatory properties. Their use contributes to the regulation of pH in the gastrointestinal tract, suppression of pathogenic microflora, maintenance of eubiosis, and improvement of nutrient digestibility, which positively affects growth performance and the overall physiological status of poultry (Gerzilov & Hristakieva, 2025; Zhu et al., 2021; Dai et al., 2021).

Studies indicate that the inclusion of lactic, propionic, and butyric acids in broiler diets improves performance indicators, enhances antioxidant status, and stabilizes metabolic processes (Samy & Elsherif, 2025; Zhang et al., 2023).

In addition, compound acidifiers can increase the activity of antioxidant enzymes, modify the blood lipid profile, and regulate the expression of genes involved in hepatic lipid metabolism (Cai et al., 2025).

A promising approach is the combination of organic acids with plant-derived bioactive compounds, particularly tannins or essential oils, which contributes to improved poultry growth, enhanced morphofunctional status of intestinal structures, and improved immune status (Khorasgani et al., 2025; Xu et al., 2023). It has been established that the combination of hydrolyzed tannin and organic acids (1 g/kg HT + 2 g/kg OA) improves average daily weight gain, reduces feed conversion ratio, and decreases abdominal fat deposition without negatively affecting intestinal microbiota. The application of this mixture is associated with reduced pH in the stomach and ileum, suppression of *Escherichia coli*, increased abundance of *Lactobacillus*, and improved intestinal morphology (villus height, villus-to-crypt ratio, absorptive surface area). Additionally, positive changes in the structure of immune organs have been observed. These findings confirm the synergistic effect of combining organic acids with phenolic compounds on growth performance, immune status, and intestinal function in broilers (Dittoe et al., 2018; Khan & Iqbal, 2016).

Modern broiler strains are characterized by rapid growth and reach market weight at approximately five weeks of age, which necessitates optimization of feeding strategies and stable functioning of the digestive system (Khan et al., 2022). Organic acids, as weak acids with partial dissociation, have long been used as safe preservatives and exhibit antibacterial, immunostimulatory, and growth-promoting properties.

Experimental evidence shows that supplementation with mixtures of organic acids (3000–6000 mg/kg), including products such as Fysal MP, improves immunological parameters (IgA, IL-10) and antioxidant status (SOD, CAT), reduces pH in the duodenum, enhances digestive enzyme activity, and increases the expression of tight junction proteins, thereby strengthening intestinal barrier function (Ma et al., 2021; Wang et al., 2022). A reduction in *Escherichia coli* counts and improved growth performance at lower inclusion levels have also been reported, indicating economic feasibility.

Recent studies confirm the effectiveness of organic acid blends, including products such as Acidapure, as alternatives to antibiotic growth promoters (Waghmare et al., 2025). Their use during a 42-day broiler production cycle contributes to increased body weight, improved feed conversion, optimized intestinal morphology, and reduced levels of coliform bacteria. Additionally, a positive effect on blood lipid profile has been observed, confirming the complex metabolic action of organic acids.

Studies have also demonstrated the effectiveness of apple cider vinegar and essential oils administered via drinking water in broilers. Such additives improve growth performance, reduce cholesterol levels, and enhance antioxidant status (Ashayerizadeh et al., 2025; Selim et al., 2024).

Similar effects have been observed with combinations of organic acids and essential oils, which stimulate digestive enzyme activity, improve intestinal morphology, and increase the level of secretory immunoglobulin A in the intestinal mucosa (Yang et al., 2018; Adewole et al., 2021).

Conclusions.

1. The available scientific evidence demonstrates that organic acids, in particular hydroxy acids, play an important role in ensuring the microbiological stability of feed and maintaining the metabolic homeostasis of animals. Their use contributes to lowering the pH of the feed environment, suppressing the development of pathogenic microorganisms, and increasing the sanitary safety of feed products.

2. The biological effect of organic acids is associated with their influence on the intestinal microbiota and microbial fermentation processes, accompanied by the formation of short-chain fatty acids. These metabolites perform energy and signaling functions, participate in the regulation of the immune response, intestinal barrier function, and lipid and carbohydrate metabolism.

3. The effectiveness of using organic acids in animal feed largely depends on the technological parameters of feed production, in particular the degree of grinding of ingredients, hydrothermal treatment modes, and the stability of biologically active additives. Modern technologies, including microencapsulation and the use of complex acidifiers, make it possible to increase their biological availability and effectiveness.

4. Studies show that organic acids and their derivatives can influence key metabolic processes, including the metabolism of amino acids, carbohydrates, and lipids, as well as regulate the functional state of the intestinal microbiota and immune system. A promising direction is their combined use with bioactive plant compounds (phenolic acids, tannins, essential oils), which can enhance antioxidant, antimicrobial, and metabolic effects.

5. Practical results of research in pig and poultry farming confirm that the use of organic acids and their mixtures contributes to improved growth performance, increased feed efficiency, stabilization of intestinal microbiota, and strengthening of the immune status of animals. Owning to restrictions on the use of antibiotics as growth promoters, organic acids are considered a promising and safe alternative for increasing productivity and ensuring animal health.

References

Adewole, D. I., Oladokun, S., & Santin, E. (2021). Effect of organic acids-essential oils blend and oat fiber combination on broiler chicken growth performance, blood parameters, and intestinal health. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, *7*(4), 1039–1051. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.02.001

Alarcon, P., Manosalva, C., Carretta, M. D., Hidalgo, A. I., Figueroa, C. D., Taubert, A., Hermosilla, C., Hidalgo, M. A., & Burgos, R. A. (2018). Fatty and hydroxycarboxylic acid receptors: The missing link of immune response and metabolism in cattle. *Veterinary immunology and immunopathology*, *201*, 77–87. https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.05.009

Ashayerizadeh, A., Shirazi, M. R. J., Moradi, H. R., Kazemi, K., Akbarabadi, Z. K., & Jazi, V. (2025). Effects of drinking water supplemented with apple vinegar, essential oils, or colistin sulfate on growth performance, blood lipids, antioxidant status, intestinal morphology, and gut microflora of broiler chickens. *Poultry science*, *104*(2), 104801. https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104801

Avila-Nava, A., Medina-Vera, I., Toledo-Alvarado, H., Corona, L., & Márquez-Mota, C. C. (2023). Supplementation with antioxidants and phenolic compounds in ruminant feeding and its effect on dairy products: a systematic review. *The Journal of dairy research*, *90*(3), 216–226. https://doi.org/10.1017/S0022029923000511

Belzer, C., Chia, L. W., Aalvink, S., Chamlagain, B., Piironen, V., Knol, J., & de Vos, W. M. (2017). Microbial metabolic networks at the mucus layer lead to diet-independent butyrate and vitamin B_{12} production by intestinal symbionts. *mBio*, *8*(5), e00770-17. https://doi.org/10.1128/mBio.00770-17

Cai, F., Huang, M., Liu, W., Wan, X., Qiu, K., & Xu, X. (2025). Dietary addition of compound organic acids improves the growth performance, carcass trait, and body health of broilers. *Frontiers in nutrition*, *12*, 1536606. https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1536606

Choi, H., & Kim, S. W. (2024). Dietary Intervention of Benzoic Acid for Intestinal Health and Growth of Nursery Pigs. *Animals: an open access journal from MDPI*, *14*(16), 2394. https://doi.org/10.3390/ani14162394

Dai, D., Qiu, K., Zhang, H. J., Wu, S. G., Han, Y. M., Wu, Y. Y., Qi, G. H., & Wang, J. (2021). Organic acids as alternatives for antibiotic growth promoters alter the intestinal structure and microbiota and improve the growth performance in broilers. *Frontiers in microbiology*, *11*, 618144. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.618144

Dittoe, D. K., Ricke, S. C., & Kiess, A. S. (2018). Organic acids and potential for modifying the avian gastrointestinal tract and reducing pathogens and disease. *Frontiers in veterinary science*, *5*, 216. https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00216

Dong, L., Zhong, X., He, J., Zhang, L., Bai, K., Xu, W., Wang, T., & Huang, X. (2016). Supplementation of tributyrin improves the growth and intestinal digestive and barrier functions in intrauterine growth-restricted piglets. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, *35*(2), 399–407. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2015.03.002

Durand, G., Charrier, P., Bes, S., Bernard, L., Lamothe, V., Gruffat, D., & Bonnet, M. (2024). Gene expression of free fatty acids-sensing G protein-coupled receptors in beef cattle. *Journal of animal science*, *102*, skae114. https://doi.org/10.1093/jas/skae114

Ege, G., Bozkurt, M., Koçer, B., Tüzün, A. E., Uygun, M., & Alkan, G. (2019). Influence of feed particle size and feed form on productive performance, egg quality, gastrointestinal tract traits, digestive enzymes, intestinal morphology, and nutrient digestibility of laying hens reared in enriched cages. *Poultry science*, *98*(9), 3787–3801. https://doi.org/10.3382/ps/pez082

Ferronato, G., & Prandini, A. (2020). Dietary Supplementation of Inorganic, Organic, and Fatty Acids in Pig: A Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, *10*(10), 1740. https://doi.org/10.3390/ani10101740

Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal health research reviews*, *18*(1), 26–45. https://doi.org/10.1017/S1466252316000207

Gerzilov, V., & Hristakieva, P. (2025). Organic acids supplementation in poultry nutrition: A review. *Open veterinary journal*, *15*(8), 3448–3458. https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i8.8

Kalia, V. C., Shim, W. Y., Patel, S. K. S., Gong, C., & Lee, J. K. (2022). Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: Opportunities and challenges. *The Science of the total environment*, *834*, 155300. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300

Khan, H.S. & Iqbal, J. (2016) Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, *44*, 359-369. https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1079527

Khan, R. U., Naz, S., Raziq, F., Qudratullah, Q., Khan, N. A., Laudadio, V., Tufarelli, V., & Ragni, M. (2022). Prospects of organic acids as safe alternative to antibiotics in broiler chicken's diet. *Environmental science and pollution research international*, *29*(22), 32594–32604. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19241-8

Khorasgani, H. D., Mahdavi, A. H., Sedghi, M., & Shahsavan, M. (2025). Effect of hydrolyzable tannin and organic acids on productive performance, ileal microbiota and histomorphology, and immunocompetence indices of broiler chicken. *Scientific reports*, *15*(1), 38696. https://doi.org/10.1038/s41598-025-22436-x

Kiarie, E. G., & Mills, A. (2019). Role of feed processing on gut health and function in pigs and poultry: conundrum of optimal particle size and hydrothermal regimens. *Frontiers in veterinary science*, *6*, 19. https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00019

Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P., & Bäckhed, F. (2016). From dietary fiber to host physiology: short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. *Cell*, *165*(6), 1332–1345. https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.05.041

Leonard, W., Zhang, P., Ying, D., & Fang, Z. (2021). Hydroxycinnamic acids on gut microbiota and health. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, *20*(1), 710–737. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12663

Li, S., Zeng, H., Wang, C., & Han, Z. (2022). Effect of methionine hydroxy analog feed supplements: Significant alteration and enrichment of rumen microbiota and metabolome in Hu sheep. *Frontiers in veterinary science*, *9*, 999726. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.999726

Lone, A., Mottawea, W., Mehdi, Y., & Hammami, R. (2022). Bacteriocinogenic probiotics as an integrated alternative to antibiotics in chicken production – why and how?. *Critical reviews in food science and nutrition*, *62*(31), 8744–8760. https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1932722

Louis, P., & Flint, H. J. (2017). Formation of propionate and butyrate by the human colonic microbiota. *Environmental microbiology*, *19*(1), 29–41. https://doi.org/10.1111/1462-2920.13589

Lu, Q., Tian, X., Chen, R., Qin, J., Wang, X., Xie, S., & Xu, Y. (2025). Effects of increasing doses of red yeast rice polyphenol extract on apparent digestibility, antioxidant activity, milk production, and fatty acid in lactating dairy goats. *Journal of animal science*, *103*, skaf167. https://doi.org/10.1093/jas/skaf167

Ma, C., Liang, Z., Wang, Y., Luo, H., Yang, X., Yao, B., & Tu, T. (2025). p-Hydroxycinnamic acids: advancements in synthetic biology, emerging regulatory targets in gut microbiota interactions, and implications for animal health. *The Journal of nutrition*, *155*(4), 1041–1056. https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2025.01.034

Ma, J., Mahfuz, S., Wang, J., & Piao, X. (2021). Effect of dietary supplementation with mixed organic acids on immune function, antioxidative characteristics, digestive enzymes activity, and intestinal health in broiler chickens. *Frontiers in nutrition*, *8*, 673316. https://doi.org/10.3389/fnut.2021.673316

Makki, K., Deehan, E. C., Walter, J., & Bäckhed, F. (2018). The Impact of dietary fiber on gut microbiota in host health and disease. *Cell host & microbe*, *23*(6), 705–715. https://doi.org/10.1016/j.chom.2018.05.012

Mielenz M. (2017). Invited review: nutrient-sensing receptors for free fatty acids and hydroxycarboxylic acids in farm animals. *Animal: an international journal of animal bioscience*, *11*(6), 1008–1016. https://doi.org/10.1017/S175173111600238X

Nguyen, D. H., Seok, W. J., & Kim, I. H. (2020). Organic acids mixture as a dietary additive for pigs-A Review. *Animals : an open access journal from MDPI*, *10*(6), 952. https://doi.org/10.3390/ani10060952

Nhara, R. B., Marume, U., & Nantapo, C. W. T. (2024). Potential of organic acids, essential oils and their blends in pig diets as alternatives to antibiotic growth promoters. *Animals : an open access journal from MDPI*, *14*(5), 762. https://doi.org/10.3390/ani14050762

Pearlin, B. V., Muthuvel, S., Govidasamy, P., Villavan, M., Alagawany, M., Ragab Farag, M., Dhama, K., & Gopi, M. (2020). Role of acidifiers in livestock nutrition and health: A review. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, *104*(2), 558–569. https://doi.org/10.1111/jpn.13282

Rahman, M. R. T., Fliss, I., & Biron, E. (2022). Insights in the development and uses of alternatives to antibiotic growth promoters in poultry and swine production. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, *11*(6), 766. https://doi.org/10.3390/antibiotics11060766

Rathnayake, D., Mun, H. S., Dilawar, M. A., Baek, K. S., & Yang, C. J. (2021). Time for a paradigm shift in animal nutrition metabolic pathway: dietary inclusion of organic acids on the production parameters, nutrient digestibility, and meat quality traits of swine and broilers. *Life (Basel, Switzerland)*, *11*(6), 476. https://doi.org/10.3390/life11060476

Rauf, A., Khalil, A. A., Rahman, U. U., Khalid, A., Naz, S., Shariati, M. A., Rebezov, M., Urtecho, E. Z., de Albuquerque, R. D. D. G., Anwar, S., Alamri, A., Saini, R. K., & Rengasamy, K. R. R. (2022). Recent advances in the therapeutic application of short-chain fatty acids (SCFAs): An updated review. *Critical reviews in food science and nutrition*, *62*(22), 6034–6054. https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1895064

Samy, A., & Elsherif, H. M. R. (2025). Butyric, lactic, and propionic acids with their salts as natural growth promoters in broilers. *Scientific reports*, *15*(1), 41166. https://doi.org/10.1038/s41598-025-26549-1

Selim, S., Abdel-Megeid, N. S., Alhotan, R. A., Ebrahim, A., & Hussein, E. (2024). Nutraceuticals vs. antibiotic growth promoters: differential impacts on performance, meat quality, blood lipids, cecal microbiota, and organ histomorphology of broiler chicken. *Poultry science*, *103*(9), 103971. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103971

Suiryanrayna, M. V., & Ramana, J. V. (2015). A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. *Journal of animal science and biotechnology*, *6*, 45. https://doi.org/10.1186/s40104-015-0042-z

Tugnoli, B., Giovagnoni, G., Piva, A., & Grilli, E. (2020). From acidifiers to intestinal health enhancers: how organic acids can improve growth efficiency of pigs. *Animals : an open access journal from MDPI*, *10*(1), 134. https://doi.org/10.3390/ani10010134

Waghmare, S., Gupta, M., Bahiram, K. B., Korde, J. P., Bhat, R., Datar, Y., Rajora, P., Kadam, M. M., Kaore, M., & Kurkure, N. V. (2025). Effects of organic acid blends on the growth performance, intestinal morphology, microbiota, and serum lipid parameters of broiler chickens. *Poultry science*, *104*(1), 104546. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104546

Wan, J., Yu, Q., Luo, J., Zhang, L., & Ruan, Z. (2022). Effects of ferulic acid on the growth performance, antioxidant capacity, and intestinal development of piglets with intrauterine growth retardation. *Journal of animal science*, *100*(5), skac144. https://doi.org/10.1093/jas/skac144

Wang, F., Chen, J., Yin, Y., Yang, M., Xiao, Y., Cheng, Y., Yin, L., & Fu, C. (2022). The effects of dietary ellagic acid supplementation on growth performance, immune response, antioxidant activity, digestive enzyme activities, and intestinal functions in yellow-feathered broilers. *Journal of animal science*, *100*(12), skac301. https://doi.org/10.1093/jas/skac301

Wang, L. Y., He, L. H., Xu, L. J., & Li, S. B. (2024). Short-chain fatty acids: bridges between diet, gut microbiota, and health. *Journal of gastroenterology and hepatology*, *39*(9), 1728–1736. https://doi.org/10.1111/jgh.16619

Wei, X., Bottoms, K. A., Stein, H. H., Blavi, L., Bradley, C. L., Bergstrom, J., Knapp, J., Story, R., Maxwell, C., Tsai, T., & Zhao, J. (2021). Dietary organic acids modulate gut microbiota and improve growth performance of nursery pigs. *Microorganisms*, *9*(1), 110. https://doi.org/10.3390/microorganisms9010110

Xu, H., Zhang, X., Li, P., Luo, Y., Fu, J., Gong, L., Lv, Z., & Guo, Y. (2023). Effects of tannic acid supplementation on the intestinal health, immunity, and antioxidant function of broilers challenged with necrotic enteritis. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *12*(7), 1476. https://doi.org/10.3390/antiox12071476

Yang, X., Xin, H., Yang, C., & Yang, X. (2018). Impact of essential oils and organic acids on the growth performance, digestive functions and immunity of broiler chickens. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, *4*(4), 388–393. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.005

Zhang, J., Yu, H., Zhang, H., Zhao, Q., Si, W., Qin, Y., & Zhang, J. (2023). Dietary epimedium extract supplementation improves intestinal functions and alters gut microbiota in broilers. *Journal of animal science and biotechnology*, *14*(1), 14. https://doi.org/10.1186/s40104-022-00812-1

Zhong, Z., Sun, P., Zhang, Y., Li, L., Han, D., Pan, X., & Zhang, R. (2024). Differential responses of rumen and fecal fermentation and microbiota of Liaoning cashmere goats after 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid isopropyl ester supplementation. *Scientific reports*, *14*(1), 8505. https://doi.org/10.1038/s41598-024-58581-y

Zhu, Q., Sun, P., Zhang, B., Kong, L., Xiao, C., & Song, Z. (2021). Progress on gut health maintenance and antibiotic alternatives in broiler chicken production. *Frontiers in nutrition*, *8*, 692839. https://doi.org/10.3389/fnut.2021.692839

2026. Номер 13, С. 217 – 230.

ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: **10.03.2026** Прийнято: **28.04.2026** Опубліковано: **12.05.2026**

DOI: **10.31890/vttp.2026.13.18**

UDC 636.2.09:616.314

CLINICAL FORMS OF TEETH AND PERIODONTAL TISSUE DISEASES IN CATTLE

К.А. Syniahovska, D.V. Sarbash, D.V. Sliusarenko, O.A. Tsymerman, P.O Zaika
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID
К.А. Syniahovska: https://orcid.org/0000-0003-4482-4813
D.V. Sarbash: https://orcid.org/0000-0003-0115-8259
D.V. Sliusarenko: https://orcid.org/0000-0001-8214-0637
O.A. Tsymerman: https://orcid.org/0000-0002-4663-0505
P.O. Zaika: https://orcid.org/0000-0003-0321-4795

E-mail: max_milos@ukr.net

Abstract. The results of a comprehensive study of lesions of teeth and periodontal tissues in cattle conducted during 2014 – 2025, taking into account clinical, X-ray, pathomorphological and microbiological studies, are presented. 569 animals of various ages were studied, of which 206 were in slaughterhouses, 363 were in dairy complexes. Jaw lesions were found in 139 cows (24,5%), 28,15% of them in meat processing plants, 22,3% in dairy complexes. 392 cases of various clinical forms were registered, among which the most common ones are improper wear of teeth (15,82%), incompleteness (14,54%), periodontitis and periodontitis (12,24% each), gingivitis (10,46%) and periodontitis (9,69%); less often – fractures and cracks (8,67%), pulpitis (5,61%), caries (4,85%), osteomyelitis (3,06%), ulcers (1,53%), wounds (0,77%) and neoplasms (0,51%). More than half of the lesions were localized in the area of premolars (50,5%), 37,5% – on molars, and 12,0% - on incisors.

Age analysis showed that cows 2 – 4 years old (48%) with acute purulent-necrotic processes and 5 – 6 years old (52%) with dystrophic and chronic lesions were most prone to lesions. The main etiological factors are disorders of the change of milk teeth, coarse feed, foreign objects in feeders, mechanical and thermo-chemical injuries.

Clinical manifestations were characterized by a painful reaction, hyperemia and swelling of the gums, tooth mobility, formation of fistulas, impaired feed intake, and a decrease in milk production by 2–3 l/day. Acute processes were accompanied by systemic intoxication and dystonia of the antrum. Radiologically, osteolysis, osteoporosis, enlargement of the periodontal gap, disintegration of interradicular and interdental septa, displacement of teeth and sequestration were detected.

Microbiological studies confirmed the polymicrobial nature of the lesions with the leading role of *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus* aureus and *Streptococcus pyogenes*. The spectrum of microflora was expanded in the presence of fistulas and periodontal pockets, including *E. coli* and *Proteus vulgaris. P. aeruginosa* showed high resistance to benzylpenicillin and polymyxin, weak resistance to streptomycin, chloramphenicol, erythromycin and bicillin.

Key words: *cattle, maxillofacial lesions, periodontium, osteomyelitis, periodontitis, periodontitis, gingivitis, caries, microbiology, radiology, pathomorphology.*

УДК 636.2.09:616.314

КЛІНІЧНІ ФОРМИ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗУБІВ І ТКАНИН ПАРОДОНТУ У ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

К.А. Синяговська, Д.В. Сарбаш, Д.В. Слюсаренко, О.О. Цимерман, П.О. Заїка
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
E-mail: max_milos@ukr.net

Анотація. Представлено результати комплексного дослідження уражень зубів і тканин пародонту у великої рогатої худоби, проведеного впродовж 2014–2025 рр. з урахуванням клінічних, рентгенологічних, патоморфологічних та мікробіологічних досліджень. Усього досліджено 569 тварин різного віку, з яких 206 – у забійних цехах, 363 – у молочних комплексах. Зубощелепові ураження виявлено у 139 корів (24,5 %), з них на м'ясокомбінатах – 28,2 %, у молочних комплексах – 22,3 %. Зареєстровано 392 випадки різних клінічних форм, серед яких найпоширеніші – неправильне стирання зубів (15,8 %), некомплектність (14,5 %), періодонтит і пародонтит (по 12,2 % відповідно), гінгівіт (10,5 %) та пародонтоз (9,7 %); рідше – переломи та тріщини (8,7 %), пульпіт (5,6 %), карієс (4,9 %), остеомієліт (3,1 %), виразки (1,5 %), рани (0,77 %) і новоутворення (0,5 %). Понад половину уражень мало локалізацію в ділянці премолярів (50,5 %), 37,5 % – на молярах і 12,0 % – на різцях.

Віковий аналіз показав, що найбільш схильні до уражень були корови віком 2–4 роки (48 %) із гострими гнійно-некротичними процесами та 5–6 років (52 %) із дистрофічними й хронічними ураженнями. До основних етіологічних чинників належать порушення зміни молочних зубів, згодовування грубих кормів, наявність сторонніх предметів у годівницях, а також механічні й термохімічні травми.

Клінічні прояви характеризувались больовою реакцією, гіперемією та набряком ясен, рухомістю зубів, утворенням нориць, порушення приймання корму та зниження молочної продуктивності на 2–3 л/добу. Гострі процеси супроводжувалися системною інтоксикацією та дистонією передшлунків. Рентгенологічно виявляли остеолізис, остеопороз, збільшення періодонтальної щілини, розпад міжкореневих і міжзубних перегородок, зміщення зубів та секвестри. Мікробіологічні дослідження підтвердили полімікробний характер уражень із провідною роллю *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* та *Streptococcus pyogenes*. Спектр мікрофлори розширювався за наявності нориць і пародонтальних кишень, включаючи *E. coli* та *Proteus vulgaris*. *P. aeruginosa* проявила високу резистентність до бензилпеніциліну та поліміксину і низьку чутливість до стрептоміцину, левоміцетину, еритроміцину та біциліну.

Ключові слова: *велика рогата худоба, зубощелепові ураження, остеомієліт, періодонтит, пародонтоз, гінгівіт, карієс, мікробіологія, рентгенологія.*

Вступ: *Актуальність теми.* Захворювання зубів і тканин пародонту у великої рогатої худоби залишаються недостатньо вивченими, попри їх значний вплив на фізіологічний стан та продуктивність тварин. Здоров'я зубів та тканин пародонту має вирішальне значення для ефективного споживання корму та загального добробуту тварин. Молочні корови витрачають у середньому 265 хв на приймання їжі та 441 хв на жування щодня, здійснюючи понад 17000 жувальних рухів, отже функціональний стан органів ротової порожнини безпосередньо впливає на процеси захвату і пережовування корму, ефективність травлення, обмін речовин та рівень молочної продуктивності корів (Braun et al., 2013; Braun et al., 2015).

Стоматологічні захворювання часто залишаються недооціненими як потенційна причина зниження молочної продуктивності тварин. У виробничих умовах патологія нерідко має субклінічний перебіг і своєчасно не діагностується, що сприяє хронізації

процесу та розвитку ускладнень. Унаслідок цього погіршується засвоєння корму, відбувається втрата маси тіла та зростають економічні збитки.

Особливої уваги потребують гнійно-запальні ураження пародонту, що характеризуються полімікробною етіологією та зростанням антибіотикорезистентності мікроорганізмів. Водночас їх етіопатогенез залишається недостатньо з'ясованим (Kolenbrander, 2000; Ramos et al., 2019; Kaur et al., 2025). У країнах із розвиненим тваринництвом ці ураження розглядаються як одна з вагомих причин порушення жування, погіршення засвоєння поживних речовин і зниження загального стану здоров'я тварин.

Недостатня кількість комплексних клініко-мікробіологічних досліджень у виробничих стадах обумовлює необхідність подальшого поглибленого вивчення поширеності, клінічних форм і мікробного профілю зубощелепових уражень у корів, що є підґрунтям для вдосконалення діагностики, профілактики та лікування цієї патології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній ветеринарній літературі зростає увага до проблеми захворювань органів ротової порожнини у великої рогатої худоби. Водночас більшість публікацій зосереджені на окремих проявах захворювань зубів або пародонту, тоді як комплексні дослідження уражень зубощелепового апарату у тварин у виробничих умовах представлені обмежено. У дослідженні Fadden et al. (2016) встановлено, що стоматологічна патологія у молочних корів є досить поширеною і включає широкий спектр змін, серед яких найчастіше реєструють порушення розвитку емалі, надмірне стирання зубів, формування діастем та патологічні зміни жувальних поверхонь. Подібні спостереження наводять і Eubanks (2012), Borsanelli et al. (2016), які підкреслюють, що аномалії оклюзії та структурні дефекти зубів у жуйних тварин нерідко формують передумови для розвитку вторинних патологічних процесів у тканинах пародонту. Водночас результати післязабійних досліджень (Döbereiner et al., 2000; Ingham, 2001) свідчать про значну поширеність втрати різців, ротацій зубів, атрофії альвеолярних відростків та формування міжзубних проміжків у вибракуваних тварин. Автори також підкреслюють, що такі морфологічні зміни створюють умови для накопичення кормових залишків у цих ділянках, що призводить до механічної травматизації ясен та розвитку запальних процесів у тканинах пародонту. Саме ці ураження є предметом численних досліджень (Carreira et al., 2015; Borsanelli et al., 2018; Grzeczka et al., 2023). У цих роботах пародонтит розглядають як поліетіологічний хронічний запальний процес, у патогенезі якого ключову роль відіграє формування мікробних біоплівок та порушення локальних імунних механізмів, а у розвитку пародонтальних уражень беруть участь складні асоціації бактерій (Kolenbrander, 2000; Riggio et al., 2013; Borsanelli et al., 2015; Grzeczka et al., 2023). Döbereiner et al. (2000), Ramos et al. (2019) вказують, що розвиток пародонтальних уражень у великої рогатої худоби може бути пов'язаний із впливом факторів навколишнього середовища, особливостями ґрунтового покриву та мікробними асоціаціями, які формуються у ротовій порожнині тварин. У свою чергу, особливості жувальної активності та руминаційної поведінки тварин можуть впливати на характер механічного навантаження на зубощелепний апарат, що також може сприяти формуванню патологічних змін (Braun et al., 2013; Braun et al., 2015).

Крім того, низка досліджень вказує на вікову залежність поширення пародонтальних захворювань. Так, за даними Borsanelli et al. (2016), Holmes et al. (2021), частота уражень тканин пародонту значно зростає зі збільшенням віку тварин, що, ймовірно, пов'язано з комплексним впливом механічних, мікробіологічних та екологічних факторів.

Отримані результати обґрунтовують необхідність систематичного стоматологічного моніторингу поголів'я та подальших комплексних досліджень зубощелепової патології у виробничих умовах.

Метою роботи було встановити поширеність, клінічні форми прояву та етіологічні особливості уражень зубів і пародонту у корів із використанням клінічних, рентгенологічних, патоморфологічних і мікробіологічних методів.

Завданнями дослідження було:

1. Визначити поширеність і структуру зубощелепових уражень у корів різних вікових груп у виробничих умовах.
2. Дослідити основні клінічні, рентгенологічні та патоморфологічні зміни за різних нозологічних форм зубощелепової патології у корів з урахуванням їх локалізації та перебігу.
3. Визначити можливі етіологічні чинники виникнення зубощелепових уражень та оцінити їх вплив на продуктивність корів.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2014-2025 рр. із застосуванням однакових методів обстеження тварин. Умови утримання, відбір матеріалу та лабораторні дослідження залишались однаковими впродовж усього періоду досліджень. З цією метою було обстежено 569 голів великої рогатої худоби різного віку, із них 206 голів – в умовах забійних цехів Харківської обл. (ФОП Водяницький, Джонас-Трейд), а 363 – в молочних комплексах (спецхоз з виробництва молока «Агросервіс СГ» Нововодолазького району Харківської області; «Україна» Олександрівського району, Донецької області та НПЦ ДБТУ (раніше – ХДЗВА).

На цьому поголів'ї було застосовано методику обстеження зубів і пародонту, яка першочергово полягала в зборі анамнестичних даних, з подальшим здійсненням огляду ротової порожнини та глибокої пальпації щелеп. Під час спостереження за тваринами враховували активність приймання корму та жуйку, ступінь больової реакції, наявність неприємного запаху з ротової порожнини і характер салівації. Подальше дослідження проводили на фоні транквілізації тварин (внутрішньом'язове введення 2% розчин ксилазину в дозі 0,3-0,5 мл на 100 кг маси тіла) або після виконання двосторонньої блокади нижньощелепових нервів 2% розчином лідокаїну гідрохлориду. За допомогою виготовлених зондів, наявних налобно-освітлювальних ламп і рамкових зівників досліджували стан патологічних вогнищ. При обстеженні звертали увагу на комплектність, колір, цілісність, форму зубів, їх рухомість, характер нальоту на них, наявність у міжзубних проміжках сторонніх предметів, співвідношення верхніх і нижніх щелеп та їх конфігурацію, а також на місце локалізації і поширеність патологічного вогнища.

Після цього досліджували стан тканин пародонту: стан ясен оцінювали за кольором, щільністю, фіксацією ясен до зубів, наявністю на їх поверхні виразок, ран, нориць, пародонтальних кишень, їх глибину та характер вмісту.

В умовах м'ясокомбінатів було відібрано матеріал від клінічно здорових тварин і тварин із різними видами зубощелепових уражень для рентгенологічних і патоморфологічних досліджень. Рентгенографію здійснювали апаратом *Simens-S* за експозиції 15-25 МА/сек на відстані 15-20 см. Гістологічні препарати з відібраних фрагментів щелепи готували за загальноприйнятою методикою після тотальної декальцинації у 5–10% розчині трихлороцтової кислоти з подальшим фарбуванням гематоксилін-еозином та пікрофуксином за методом Ван-Гізона в умовах кафедри патологічної анатомії та розтину тварин ХДЗВА (2014-2018 рр.).

Бактеріологічні дослідження проводили на кафедрі мікробіології, вірусології та імунології ХДЗВА (2014-2018 рр.) після відбору матеріалу через зубо-ясеневі нориці або після екстракції уражених зубів з подальшим його посівом на живильні середовища МПА і МПБ. Мазки-відбитки із уражених ділянок фарбували за Грамом та Гімза-Романовським. Ідентифікацію всіх видів культур проводили за морфологічними, тинкторіальними, культуральними, біохімічними та патогенними властивостями.

Результати досліджень та їх обговорення. Із 569 обстежених гол. великої рогатої худоби різноманітні прояви зубощелепових уражень зареєстровано у 139 гол., що склало 24,5 %. Серед 206 тварин, які надійшли для забою на м'ясокомбінат, різні захворювання виявлено у 58 голів (28,2 %) від кількості обстежених тварин, що потрапили на забій та 41,7 % від загальної кількості хворих тварин. Серед 363 гол. великої рогатої худоби, що утримувалися у господарствах захворювання діагностовано у 81 гол. (22,3 % та 58,3 % відповідно).

Виявлені клінічні форми прояву зубощелепових уражень у великої рогатої худоби в умовах господарства з урахуванням їх локалізації і частоти проявлення подані в таблиці.

Таблиця

Клінічні форми прояву хвороб зубів та пародонту

Прояв захворювання	Різці	Премоляри		Моляри		Усього	%
		нижня щелепа	верхня щелепа	нижня щелепа	верхня щелепа		
неправильні форми стирання	0	18	18	14	12	62	15,82
некомплектність зубів	16	13	9	10	9	57	14,54
періодонтит	4	12	12	11	9	48	12,24
пародонтит	0	18	9	14	7	48	12,24
гінгівіт	4	14	8	11	4	41	10,46
пародонтоз	8	11	6	9	4	38	9,69
переломи, тріщини зубів	4	9	7	6	8	34	8,67
пульпіт	5	10	5	0	2	22	5,61
карієс	0	10	0	6	3	19	4,85
остеомієліт	2	3	2	4	1	12	3,06
виразки	1	2	0	2	1	6	1,53
рани	2	1	0	0	0	3	0,77
новоутворення	1	0	1	0	0	2	0,51
всього уражень	47	121	77	87	60	392	100
уражень за групами зубів, %	12,0	50,5		37,5		100	

У 139 тварин виявлено 392 випадки різних клінічних форми прояву зубощелепової патології, що зумовлено наявністю у деяких тварин кількох патологічних процесів.

Результати свідчать, що зубощелепові ураження в клінічному відношенні частіш за все проявлялись у вигляді неправильних форм стирання зубів, некомплектності зубів, періодонтиту та пародонтиту, гінгівіту та пародонтозу. Такі клінічні форми прояву як переломи та тріщини зубів, пульпіт, карієс, остеомієліт, виразки, рани та новоутворення реєструвалися у меншій кількості випадків.

Таким чином, аналіз характеру патологічного процесу свідчить, що серед зубощелепових уражень у корів суттєву частку займають, як дистрофічно-оклюзійні, так і запальні форми захворювання, що вказує на комплексний характер ураження зубощелепового апарату, що корелює з дослідженнями зарубіжних авторів Döbereiner et al. (*2000),* Antiabong et al. (2013), Constant et al. (2019), Borsanelli et al. (2022). Разом із тим, на відміну від окремих зарубіжних робіт Ingham (2001); Eubanks et al. (2012); Fadden et al. (2016), де основний акцент зроблено на оклюзійних аномаліях та діастемах, у наших дослідженнях встановлено вагому частку саме запально-дистрофічних уражень пародонту, що може бути пов’язано з особливостями годівлі, технології утримання та ветеринарного нагляду у виробничих умовах господарств.

При аналізі отриманих даних щодо ураження зубів за групами встановлено, що понад половини всіх уражень локалізовано в ділянці премолярів, що склало 50,5 %, тоді як на моляри припадало 37,5 %, а на різці – лише 12,0 %. Частота уражень у ділянці премолярів була достовірно вищою порівняно з різцями ($p < 0,05$), що підтверджує їх більшу функціональну вразливість. Серед уражень премолярів найбільш уразливим місцем в зубних аркадах була ділянка другого премоляру – першого моляру, а нижня щелепа у ділянці премолярів уражалася у 1,5 раза частіше, ніж верхня, що може бути зумовлено механічним навантаженням під час жування та узгоджується з даними Gaetti-Jardim et al. (2010).

Аналіз частоти захворюваності серед корів різних вікових груп виявив, що найбільша кількість захворювань спостерігалась у тварин віком 2–4 роки (48,0 % від загальної кількості досліджених корів), серед яких рівень ураженості становив 17,3 %, та у групі віком 5 – 6 років

(52,0 %), де показник захворюваності досягав 31,0 %, що демонструє виражену тенденцію до зростання частоти зубощелепової патології з віком у корів та вказує на накопичувальний характер уражень і підвищений ризик їх розвитку у тварин старших вікових груп. Так у віковій групі 2–4 роки переважали гострі гнійно-некротичні процеси (гінгівіт, періодонтит), тоді як у групі 5–6 років частіше спостерігалися дистрофічні та хронічні ураження (пародонтоз, неправильні форми стирання зубів). Встановлені відмінності між віковими групами мали статистично значущий характер ($p < 0,05$), що свідчить про вікову залежність розвитку зубощелепової патології. Це положення корелює з даними зарубіжних авторів Antiabong et al. (2013), Borsanelli et al. (2016), Holmes et al. (2021).

При вивченні причин виникнення зубощелепових уражень було встановлено, що гнійно-некротичні процеси у телиць і молодих корів найчастіше проявлялися на фоні порушення зміни молочних премолярів на постійні. Відомо, що період прорізування та заміни зубів супроводжується інтенсивними морфофункціональними перебудовами зубощелепної системи, підвищеним метаболічним навантаженням на організм і може призводити до тимчасового зниження місцевих захисних механізмів слизової оболонки та тканин пародонту, що підвищує їх чутливість до патогенної дії мікрофлори. Аналогічні спостереження наводять Gaetti-Jardim et al. (2010), Eubanks et al. (2012), Grzeczka et al. (2023), які підкреслюють важливість вікових та морфофункціональних факторів у формуванні запальних процесів у пародонті.

Серед етіологічних чинників, що сприяють розвитку таких уражень, дослідники відзначають годування корів грубими непідготовленими кормами, наявність у годівницях сторонніх предметів, а також недостатню повноцінність раціону вітамінами та мінералами, що впливає на формування та мінералізацію зубів. Крім того, термохімічні впливи кормових мас також можуть бути причиною виникнення різних запальних явищ у тканинах пародонту.

Клінічні форми прояву захворювань зубощелепового апарату. Неправильні форми стирання зубів характеризувалися порушенням нормального фізіологічного контакту зубних аркад або окремих зубів верхньої і нижньої щелепи. Як наслідок було виявлено неправильні форми стирання зубів, що проявлялося у вигляді східчастих, гострих, пилкоподібних та гладких зубів (рис. 1, 2). Усі види неправильних форм стирання зубів негативно впливало на прийманні і жуйці корму, а в більшості випадків травмувалися ясна, язик, щічні м’язи. Координація рухів щелеп була порушена. Між зубною аркадою і жуйними м’язами накопичувалися корми.

Некомплектні зуби характеризувалися втратою або природною відсутністю в зубних аркадах одного або більше зубів та проявлялися у вигляді рідких зубів та олігодонтії (рис. 3, 4). Найбільшу небезпеку у корів становили рідкі зуби, які характеризувалися зміщенням їх по відношенню один до одного і збільшенням міжзубного проміжку, що знаходить підтвердження у роботах Gaetti-Jardim et al. (2010) та Fadden et al. (2016). У цих проміжках накопичувався, спресовувався і розкладався корм, потрапляли сторонні тіла, які травмували тканини пародонту. Водночас Eubanks et al. (2012) і Borsanelli et al. (2016) підкреслюють, що такі морфологічні аномалії часто ускладнюються пародонтитом і навіть остеомієлітом, що на початку захворювання супроводжується набряком ясен, лізисом зубних сосочків, вираженим болем та порушеннями приймання корму. В цих випадках у корів спостерігалося загальне пригнічення, біль виражений, через що процеси приймання корму були порушені і навіть повністю відсутні.

Рис. 1. **Неправильні форми стирання зубів – східчасті зуби. Некомплектні зуби.** Макропрепарат секційного матеріалу

Рис. 2. **Неправильні форми стирання зубів – пилкоподібні зуби. Лізис альвеол нижньощелепової кістки.** Макропрепарат секційного матеріалу

Рис. 3. **Некомплектні зуби, дистрофічно-запальна форма пародонтозу в ділянці різців**

Рис. 4. **Рідкі зуби. Накопичення кормових мас у міжзубних проміжках.** Макропрепарат секційного матеріалу

Періодонтит – запалення періодонтальної зв'язки, що фіксує і живить зуб в альвеолі. Періодонтит розвивався на фоні надмірних механічних дій або ж при переході запальної реакції із тканин, що розташовані поруч. При періодонтитах реєстрували надриви і розриви колагенових волокон періодонтальної зв'язки, при впровадженні патогенних мікроорганізмів та грибів – явища колагенового лізису і остеолізису. Клінічна симптоматика була подібною до описаної вище та характеризувалася больовою реакцією, салівацією та порушенням приймання корму. Показники температуру, пульсу і дихання знаходилися у верхніх межах. На макропрепаратах відзначені вогнища некрозу та лізісу періодонтальної зв'язки, що супроводжувалося накопиченням гнійного ексудату під коренем зубу (рис. 5, 6). Рентгенологічно виявлялося збільшення періодонтальної щілини (рис. 7).

Подібні клінічні прояви періодонтиту відзначають й Riggio et al. (2013) Borsanelli et al. (2018) та Grzeczka et al. (2023), які підкреслюють роль порушень зубного ряду, накопичення мікробної біоплівки та вікового фактору тварин у розвитку запальних уражень пародонту.

Пародонтит характеризувався гостро-гнійним запаленням усіх тканин, які беруть участь у фіксації та живлення зубу. Встановлено, що пародонтит розвивався на фоні порушення зміни молочних зубів, різного роду механічних травм, впровадження в ураженні тканини мікроорганізмів. Процес перебігав по типу абсцесу і характеризувався пазушно-лакунарною резорбцією в уражених тканинах. Тварини ставали пригнічені, відмовлялися від корму, була виражена салівація. Ясна навколо зубу набряклі, гіпермійовані, болісні, частіше в них виявлялися нориці (рис. 8). Зуби рухомі та покриті нальотом з гнильним

запахом. На рентгенограмах виявлялися вогнища розпаду між корінних і міжзубних перетинок, усічення і зміщення корінних зубів (рис. 9).

Рис. 5. **Продольно- сегментальний розпил зубу великої рогатої худоби. Обмежений періодонтит у дна альвеолярної лунки.** Макропрепарат секційного матеріалу

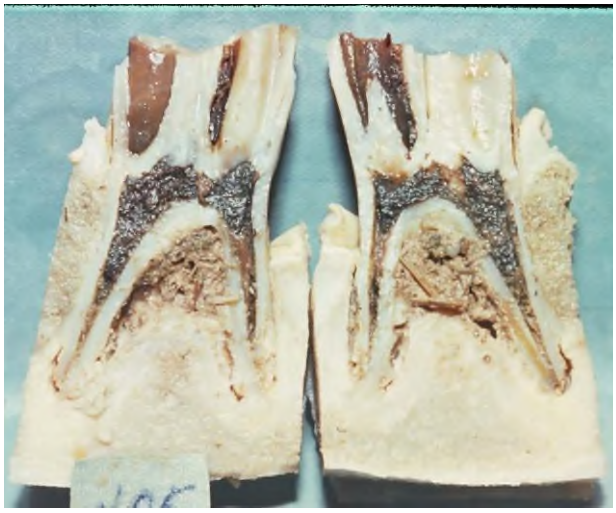


Рис. 6. **Продольно- сегментальний розпил зубу великої рогатої худоби. Накопичення гнійного ексудату під коренем зубу у товщі кістки.** Макропрепарат секційного матеріалу

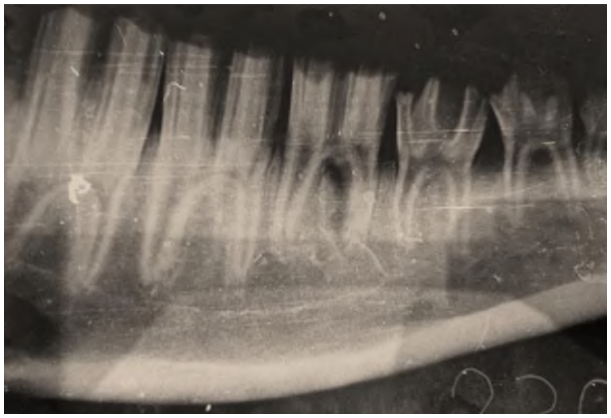


Рис. 7. **Явища періодонтиту в ділянці 1-го моляру. Збільшення періодонтальної щілини.** Рентгенограма

Гінгівіт – запалення ясен проявлялось на фоні термохімічних і механічних чинників (попадання в корм лугу і кислот, при годуванні грубими сіном та ін.). Коли етіологічними факторами були термохімічні дії процес носив дифузний характер, а при механічній – обмежений. Ясна ставали набряклі, гіпермійовані, легко травмувалися і кровоточили. По ходу вільного краю ясен виявлялися вогнища некрозу. Грубі і не підготовлені корми корови вживали повільно, обережно, а кількість жуйних рухів була менша за норму.

Рис. 8. **Пародонтит в ділянці 3-го премоляру нижньої щелепи. Ознаки гінгівіту, оголення шийки зубу, утворення нориці з гнійним вмістом.** Макропрепарат секційного матеріалу

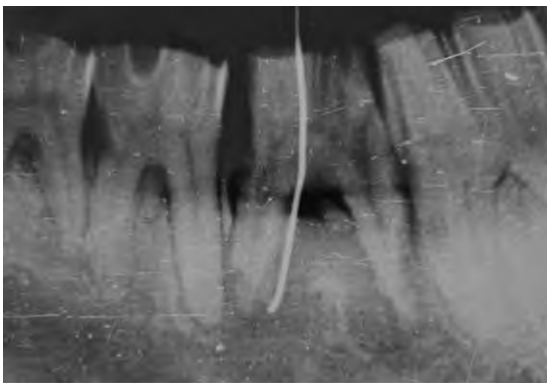


Рис. 9. **Явища пародонтиту в зоні біфуркації коренів. Руйнування міжкореневих альвеолярних перетинок.** Рентгенограма

Пародонтоз характеризувався ураженням тканин пародонту з вираженими явищами дистрофії за дистрофічної форми, де домінувала резорбція, а основним клінічним симптомом була атрофія ясен і альвеол. За дистрофічно-запальної форми процес лізису носив змішаний, пазушно-лакунарний характер та клінічно проявлявся утворенням пародонтальних кишень. В останніх випадках спостерігалося оголення шийок зубів та їх коріння, а також зміщення зубів в аркаді (рис. 10, 11). Комплектність зубів частіше за все була не збережена. Процеси приймання корму і жуйки здійснювалися повільно, в’яло і обережно. На рентгенограмах – виражені явища остеопорозу та остеолізису, передонтальна щілина розширена, зуби висунуті із альвеол і зрушені.

Рис.10. **Пародонтоз. В ділянці корінних зубів верхньої щелепи. Резорбція кісткової альвеоли, оголення шийок та частково коренів зубів.** Макропрепарат

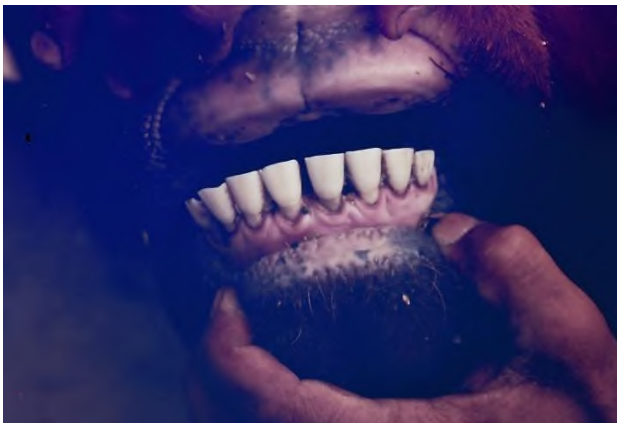


Рис.11. **Дистрофічно-запальна форма пародонтозу в ділянці різців**

Переломи і тріщини зубів становили особливу небезпеку, зокрема ті, що супроводжувалися оголенням і розривом пульпи, а також періодонтальної зв’язки. В результаті впровадження патогенної мікрофлори в ураженні тканини ознаки гнійно-запальної реакції були яскраво виражені. Тварини ставали пригнічені, рясна салівація, а при пальпації щелеп проявляється занепокоєння. Приймання корму обережне, а в деяких випадках відсутнє. Жуйка на 120–130 жуйних рухів менше за норму, здійснювалася обережно і здоровою стороною. Зуби з дефектами були рухомі, покриті сірувато-жовтим нальотом, у пульпарній порожнині виявлялися залишки корму неприємного запаху з домішками гнійно-геморагічного ексудату (рис 12, 13). Ясна навколо ураженого зубу були гіпермійовані, набряклі, болісні, що свідчило про ускладнення процесу пародонтитом. Протягом 7–10 діб відбувався лізис тканин, які утримують зуб, що призводило до його випадання.

На рентгенограмах добре видні контури переломів у вигляді темних смуг різної форми та товщини.

Рис. 12. **Сагітальний перелом коронки 1-го моляру верхньої щелепи.** Макропрепарат секційного матеріалу

Рис. 13. **Сагітальний перелом коронки 3-го премоляру верхньої щелепи. Ускладнення пульпітом. Дистрофічно-запальна форма пародонтозу.** Макропрепарат секційного матеріалу

Пульпіти характеризувалися запаленням пульпи внаслідок різних механічних, хіміко-біологічних та інших впливів. Асептичний пульпіт клінічно діагностувати було складно, при гнійних – клінічні симптоми добре виражені. Характерними ознаками були втрата специфічного блиску зубів, біль при перкусії, ротова порожнина злегка прикрита, гіперсалівація. Прийом корму обережний, повільний, жуйка коротка і в'яла.

Карієс зубів характеризувався хронічним молекулярним розпадом твердої субстанції зубу, виникненням в коронці дефекту із подальшою загибеллю зубів. Карієс було діагностовано на нижньощелепових премолярах та молярах нижньої та верхньої щелеп. У зв'язку з порушенням морфологічної структури коронки зубів та ускладненням пульпітом (рис. 14), у корів патологія проявлялася больовою реакцією, гіперсалівацією та порушенням приймання корму. На рентгенограмах при ураженні зубів карієсом III і IV ступенів добре видні темні тіні шаровидної або овальної форми на фоні контуру коронки зубу (рис. 15). Карієс I та II ступеню на загальний клінічний стан корів не відображався при ураженні зубів карієсом третього і четвертого ступенів

Рис. 14. **Карієс 4 ступеня першого моляру верхньої щелепи. Руйнування коронки зубу.** Макропрепарат секційного матеріалу

Одонтогенний остеомієліт – це дифузний гнійно-некротичний процес, що поширюється за межі пародонту в глибину кісткової структури щелеп з утворенням в них секвестрів, а також екзостозних і гіперостозних вогнищ. В етіологічному відношенні було виявлено мікробний та травматичний остеомієліт.

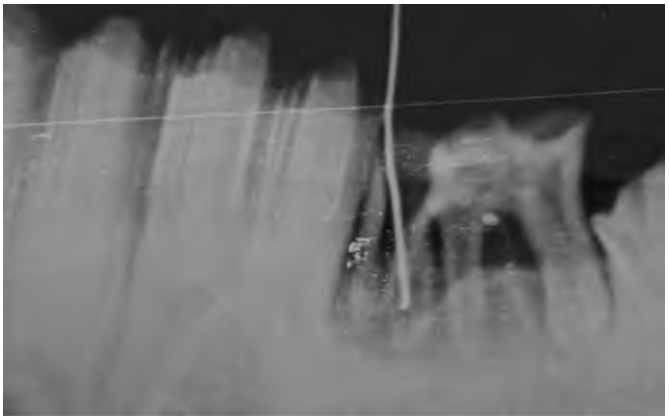


Рис. 15. **Проникаючий карієс 3-го молочного премоляру.** Рентгенограма

При пальпації щелеп була змінена їх конфігурація, клінічні ознаки запалення виражені, як в кістковій структурі щелеп, так і в яснах. Комплектність зубів частіше не збережена, зуби які залишилися в аркаді рухомі по відношенню один до одного, а в інших – шийки і корені оголені (рис. 16). Коронки зубів втрачали характерний фізіологічний блиск, ставали крихкими, шорсткими, схильними до переломів та вкривалися нальотом, що мав неприємний запах.

В запалених яснах виявлялися нориці, переважно з щічної сторони. Реєструвалися ознаки пародонтиту, що підтверджується попередніми дослідженнями Syniahovska et al. (2025). Згідно даних Gaetti-Jardim et al. (2010), Borsanelli et al. (2022), Grzeczka et al. (2023), пародонтит розглядається як один із ключових факторів, що сприяє розвитку остеомієліту щелеп через порушення бар'єрної функції пародонту та поширення інфекційного процесу на кісткові структури.

Корови відмовлялися від корму, в них реєстрували явища дистонії і атонії передшлунків, а показники температури, пульсу і дихання знаходилися вище норми. Рентгенологічно виявляли секвестри і вогнища розрядження в кістковій структурі щелеп.

Рис. 16. **Одонтогенний остеомієліт. На фоні зміни 3-го премоляру. Вогнища пародонтиту з лізісом альвеол нижньощелепової кістки** Макропрепарат

Виразки ясен характеризувалися утворенням дефектів, які не були схильні до загоєння. Цей вид уражень у корів частіше проявлявся в результаті тривалих механічних дій (сторонніми предмети в міжзубних проміжках, грубими кормами, гострими зубами тощо). Краї виразок дещо набряклі, ущільнені з синюшним відтінком, у центрі дефекти покриті ексудатом (рис. 17). Прийом корму частіш порушений, а грубий корм залишався не доїденим.

Рани ясен характеризувалися порушенням морфологічної структури ясен, зіянням і кровотечою (рис. 18). Причиною ран були механічні дії сторонніми предметами що потрапляли до корму, травми нанесені обслуговуючим персоналом, грубий

непідготовлений корм. Загрозу представляли рани, що були ускладнені гнійним запаленням з переходом запальної реакції на здорові тканини пародонту. В ускладнених випадках процес прийому корму та його жуйка були порушені і здійснювалися повільно та обережно.

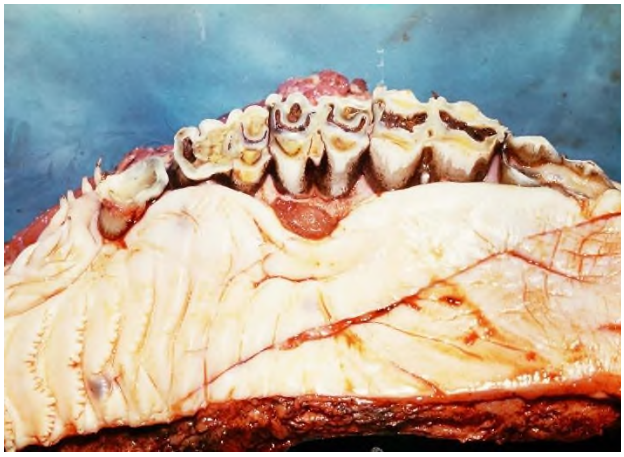


Рис. 17. **Виразка в ділянці корінних зубів верхньої щелепи.** Макропрепарат секційного матеріалу

Рис.18. **Рани в ділянці різців**

Новоутворення (епуліс) вражало ясна і альвеоли щелеп. При клінічному дослідженні на яснах утворювалися щільні обмежені припухлості. Ясна мали синюшний відтінок, були дещо потовщені, твердої консистенції при розрізі. У центрі епулісу локалізувалися вогнища розпаду. Кісткова основа щелепи була представлена у вигляді сотоподібних осередків бурого відтінку. При пальпації біль слабо виражений. В зоні локалізації пухлин зуби були рухомі і зрушені. Жуйка у хворих корів була коротка і в'яла.

Мікробіологічними дослідженнями встановлено, що синьогнійна паличка та стафілококи найчастіше виділялися в асоціації з іншими видами мікроорганізмів при гнійно-запальних процесах, які уражали тканини пародонту без наявності нориць і пародонтальних кишень – *Ps. aeruginosa (++); Staph. aureus (++); Strep. pyogenes (+); Diplococcus (+); Tetracoccus (+); Corynebacterium (+); Bacteroides (+); Fusobacterium nucleatum (+); Bac. subtilis (±); Bac. cereus (±).*

Натомість за наявності нориць і пародонтальних кишень спектр мікрофлори був ширшим і характеризувався підвищенням кількісних показників окремих мікроорганізмів. Виділяли: – *Ps. aeruginosa (+); Staph. aureus (+); Strep. pyogenes (++); Diplococcus (++); Tetracoccus (++); Corynebacterium (++); Bacteroides (++); Fusobacterium nucleatum (+); Bac. subtilis (+); Bac. cereus (+).* Крім того, у цих випадках додатково ізольовано – *E. coli* (±) – у двох випадках та *Pr. vulgaris* (±) – п'ять випадків. Де «++» − значна кількість; «+» − помірна кількість; «±» − не значна кількість.

Отже, при аналізі мікробного фону, виділеного за гнійно-некротичних процесів в альвеолі, найчастіше виявлялася синьогнійна паличка, частота виділення якої була вищою порівняно з іншими ізольованими мікроорганізмами, що вказує на її провідну роль у розвитку гнійно-запальних процесів ($p < 0,05$).

Подібну закономірність було відзначено і у роботі (Borsanelli et al., 2015; Riggio et al., 2013), де встановили полімікробний характер інфекційного процесу, а також зростання різноманіття мікрофлори зі збільшенням глибини ураження тканин пародонту.

За результатами дослідження, звертає на себе увагу високий відсоток виділення синьогнійної палички, золотистого стафілокока та стрептокока. При вивченні чутливості синьогнійної палички до антибіотиків встановлено, що її культури характеризувалися високою резистентність до ряду препаратів. Зокрема, збудник виявився нечутливим до бензилпеніциліну та поліміксину. Низьку чутливість відзначено до стрептоміцину, левоміцетину, еритроміцину, та біциліну; середню – до неоміцину, мономіцину,

тетрацикліну та гентаміцину. Високої чутливості до жодного з досліджених антибіотиків не встановлено.

За результатами клінічних спостережень встановлено, що хронічні запальні процеси (порушення стирання та аномалії зубів) у корів супроводжувалися зниженням молочної продуктивності на 2–3 л/добу, тоді як за гострих уражень (переломи зубів, пародонтити, одонтогенні остеомієліти) економічні втрати зростають.

Висновки.

1. Зубощелепові захворювання виявлено у 24,5 % досліджуваних тварин. Частота уражень змінювалася з віком: гострі гнійно-некротичні процеси переважали у тварин 2–4 років (що відповідає періоду інтенсивної зміни зубів), тоді як дистрофічні та хронічні притаманні віковій групі 5–6 років.
2. Етіологічні фактори включали процеси порушення зміни зубів, грубі корми, сторонні предмети, механічні та термохімічні травми. Мікробіологічний аналіз засвідчив полімікробну етіологію гнійно-запальних уражень із провідною роллю *Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus та Streptococcus pyogenes*. Відмічено зростання різноманіття мікрофлори зі збільшенням глибини ураження тканин пародонту. А виявлена резистентність *Pseudomonas aeruginosa* до бензилпеніциліну та поліміксину свідчить про недоцільність їх емпіричного застосування та необхідність попереднього бактеріологічного дослідження.
3. Отримані результати дозволяють рекомендувати обов'язкове включення до клінічного обстеження корів огляду премолярної ділянки, оскільки саме тут локалізується понад 50 % уражень. Клінічно захворювання проявлялися відповідно до форми прояву та перебігу, але у більшості випадків характеризувалися вираженою салівацією, біллю, рухливістю зубів, набряком та гіперемією ясен, утворенням кишень, що негативно впливало на прийом корму та молочну продуктивність.
4. Рентгенологічні та патоморфологічні дослідження виявили остеодеструктивні зміни щелеп із розширенням періодонтальної щілини, руйнуванням міжзубних перегородок, що підтверджує різноманітність клінічних форм уражень.

References

Antiabong, J. F., Boardman, W., Moore, R. B., Brown, M. H., & Ball, A. S. (2013). The oral microbial community of gingivitis and lumpy jaw in captive macropods. *Research in Veterinary Science, 95*(3), 996-1005. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.08.010

Borsanelli, A. C., Athayde, F. R. F., Riggio, M. P., Brandt, B. W., Rocha, F. I., Jesus, E. C., Gaetti-Jardim, E. Jr., Schweitzer, C. M., & Dutra, I. S. (2022). Dysbiosis and predicted function of dental and ruminal microbiome associated with bovine periodontitis. *Original research,* 13. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.936021

Borsanelli, A. C., Gaetti-Jardim, E., & Schweitzer, C. M. (2015). Presence of porphyromonas and prevotella species in the oral microflora of cattle with periodontitis. *Pesquisa veterinária Brasileira,* 35(10), 829-834. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015001000002

Borsanelli, A. C., Viora, L., Lappin, D. F., Bennett, D., King, G., Dutra, I. S. & Riggio, M. P. (2016). Periodontal lesions in slaughtered cattle in the west of Scotland. *Veterinary Record*, 179(25), 652. https://doi.org/10.1136/vr.103931

Borsanelli, A. C., Lappin, D. F., Viora, L., Bennett, D., Dutra, I. S., Brandt, B. W., & Riggio, M. P. (2018). Microbiomes associated with bovine periodontitis and oral health. *Veterinary Microbiology,* 218. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.03.016

Braun, U., Zürcher, S., & Hässig, M. (2015). Evaluation of eating and rumination behaviour in 300 cows of three different breeds using a noseband pressure sensor. *BMC Veterinary Research,* 11(231). https://doi.org/10.1186/s12917-015-0549-8

Braun, U., Trösch, L., Nydegger, F., & Hässig M. (2013). Evaluation of eating and rumination behaviour in cows using a noseband pressure sensor. *BMC Veterinary Research,* 13(9), 164. https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-164

Carreira, L. M., Dias, D., & Azevedo, P. (2015). Relationship between gender, age, and weight and the serum ionized calcium variations in dog periodontal disease evolution. *Topics in companion animal medicine*, 30(2), 51-56. https://doi.org/10.1053/j.tcam.2015.07.001

Constant, C., Nichols, S., Marchionatti, E., Babkine, M., Lardé, H., Fecteau G., & Desrochers, A. (2019). Cheek teeth apical infection in cattle: diagnosis, surgical extraction, and prognosis. *Veterinary surgery*, 48(5), 760-769. https://doi.org/10.1111/vsu.13197

Döbereiner, J., Dutra, I. S., Rosa, I. V., & Blobel, H. (2000). Cara inchada of cattle, an infectious, apparently soil antibiotics-dependant periodontitis in Brazil. *Pesquisa veterinária Brasileira*, 20(2), 47-64. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2000000200001

Eubanks, D. L. (2012). Dental considerations in cows and goats. *Journal of veterinary dentistry*, 29(3), 200-3. https://doi.org/10.1177/089875641202900314

Fadden, A. N., Poulsen, K. P., Vanegas, J., Mecham, J., Bildfell, R., Stieger-Vanegas, S. M. (2016). Dental pathology in conventionally fed and pasture managed dairy cattle. *Veterinary Record*, 178(1), 9. https://doi.org/10.1136/vr.103266

Gaetti-Jardim, Jr. E., Fardin, A. C., Gaetti-Jardim, E. C., de Castro, A. L., Schweitzer, C.M., & Avila-Campos, M. J. (2010). Microbiota associated with chronic osteomyelitis of the jaws. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41, 1056-1064. https://doi.org/10.1590/s1517-838220100004000025

Grzeczka, A., Lech, M., Wozniak, G., Graczyk, S., Kordowitzki, P., Olejnik, M., Gehrke, M., & Jaśkowski, J. M. (2023). Periodontitis disease in farmed ruminants-current state of research. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11), 9763. https://doi.org/10.3390/ijms24119763

Holmes, M., Thomas, R., & Hamerow, H. (2021) Periodontal disease in sheep and cattle: understanding dental health in past animal populations. *International journal of paleopathology*, 33, 43-54. https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2021.02.002

Ingham B. (2001) Abattoir survey of dental defects in cull cows. *Veterinary Record*, 148(24), 739-742. https://doi.org/10.1136/vr.148.24.739

Kaur, S., Hansen, P. R., Nielsen, C. H., Holmstrup P., Havemose-Poulsen, A., Markvart, M., Nygaard, N., & Damgaard, C. (2025). Descriptive analysis of periodontitis case detection and selected comorbidities in danish private dental practices. *Journal of Clinical Periodontology*, 53(2), 214–221 https://doi.org/10.1111/jcpe.70046

Kolenbrander P. E. (2000). Oral microbial communities: biofilms, interactions, and genetic systems. *Annual review of microbiology*, 54(1), 413-437. doi:10.1146/annurev.micro.54.1.413.

Ramos, T. N., Borsanelli, A. C., Saraiva, J. R., Vaccari, J., Schweitzer, C. M., Elerson, G. J. & Dutra, I. S. (2019). Efficacy of virginiamycin for the control of periodontal disease in calves. *Pesquisa veterinária Brasileira*, 39(2), 112-122. https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5922.

Riggio, M. P., Jonsson, N., & Bennett, D. (2013) Culture-independent identification of bacteria associated with ovine 'broken mouth' periodontitis. *Veterinary microbiology*, 166(3-4), 664-669. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.06.034

Syniahovska, K. A., Sarbash, D. V., Sliusarenko, D. V., Tsymeran, O. O., & Kochevenko, A. S. (2025). Характеристика остеомієліту щелеп у великої рогатої худоби. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування,* (11), 161–170. https://doi.org/10.31890/vttp.2025.11.15

2026. Номер 13, С. 231 – 239.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 03.03.2026 Прийнято: 28.04.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.19

UDC 636.98.09:611.018.1:611.32

DYNAMICS OF ESOPHAGEAL MORPHOMETRIC PARAMETERS IN THE VEILED CHAMELEON (*CHAMAELEO CALYPTRATUS*) DURING POSTNATAL ONTOGENESIS

S.M. Skachko
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID
S.M. Skachko: https://orcid.org/0009-0001-1229-5980

E-mail: serhiiskachko97@gmail.com

Abstract. The relevance of this study is determined by the lack of information regarding the esophageal structure of the veiled chameleon (*Chamaeleo calyptratus*). This research aims to clarify the microscopic structural features of the veiled chameleon's esophagus and determine the age-related morphometric parameters of microstructures during the first year of postnatal ontogenesis. The research material consisted of the middle part of the esophagus from chameleons across nine age groups. The obtained data were processed using one-way analysis of variance (ANOVA). Three tunics were identified in the esophageal wall: the mucosa, the muscularis, and the adventitia. The mucosal layer comprises the epithelial layer, lamina propria, muscularis mucosae, and submucosa. The epithelial layer is represented by a simple columnar epithelium, within which a single cell type with microvilli was identified. The lamina propria contained densely packed simple tubular glands. The increase in the thickness of the mucosal layers during the observation period occurred unevenly and asynchronously. Among the mucosal layers, the thickness of the lamina propria increased most intensively, reaching its greatest extent by the age of one month. Two layers were identified within the muscularis: a thicker inner layer with circular myocyte orientation and a thinner outer layer with longitudinal orientation. With age, the thickness of the muscularis layers, similar to the mucosa, increased unevenly and asynchronously. Three stages of changes in the muscularis were identified: from 1 day to 1 month of age, from 1 to 3 months, and after 3 months. It is likely that the dynamics of the thickness of the tunics and their layers reflect age-related remodeling and the morphofunctional adaptation of the chameleon's esophagus to its foraging strategy.

Keywords: *reptiles, digestive organs, ontogenesis, morphometric parameters*

УДК 636.98.09:611.018.1:611.32

ДИНАМІКА МОРФОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СТРАВОХОДУ ЄМЕНСЬКОГО ХАМЕЛЕОНУ *(CHAMAELEO CALYPTRATUS)* У ПОСТНАТАЛЬНОМУ ОНТОГЕНЕЗІ

С.М. Скачко
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
E-mail: serhiiskachko97@gmail.com

Анотація. Дане дослідження спрямовано на з'ясування особливостей мікроскопічної будови стравоходу єменського хамелеону, визначення вікових морфометричних показників мікроструктур упродовж першого року постнатального періоду онтогенезу. Матеріалом досліджень була середня частина стравоходу хамелеонів 9 вікових груп. Отримані дані обробляли за допомоги однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). У стінці стравоходу виділено три оболонки: слизову, м'язову і адвентицію. У складі слизової оболонки встановлено епітеліальний шар, власну і м'язову пластинку і підслизову основу. Епітеліальний шар представлений одношаровим призматичним епітелієм, у складі якого визначено один тип клітин з мікроворсинками. Власна пластинка містила щільно розташовані прості трубчасті залози. Збільшення товщини шарів слизової оболонки упродовж періоду спостереження відбувалось нерівномірно і асинхронно. Серед шарів слизової оболонки найбільш інтенсивно збільшувалась товщина власної пластинки, причому в найбільшій мірі до 1-місячного віку. У складі м'язової оболонки виявлено два шари: більш товстий внутрішній з циркулярним розташуванням клітин гладкої м'язової тканини і тонший зовнішній – з їх поздовжнім розташуванням. З віком товщина шарів м'язової оболонки, як і слизової, збільшувалась нерівномірно і асинхронно. Серед змін м'язової оболонки виділено три етапи: з 1-добового до 1-місячного віку, з 1- до 3-місячного віку і після 3-місячного. Ймовірно, динаміка товщини оболонок їх шарів відображає вікову перебудову і морфофункціональну відповідність стравоходу хамелеонів до кормової стратегії.

Ключові слова: *рептилії, органи травлення, онтогенез, морфометричні показники.*

Вступ. *Актуальність теми.* Рептилії стають все більш популярними домашніми тваринами в багатьох частинах світу (Hallinger et al., 2019). Вуалевий хамелеон (*Chamaeleo calyptratus*) є одним з найбільш відомих хамелеонів і серед свійських рептилій саме цей вид є найбільш частим пацієнтом у ветеринарній практиці (Melero et al., 2023). Незважаючи на збільшення знань про розведення та годівлю плазунів, яких утримують в неволі, захворювання органів травлення залишаються дуже поширеними (Sollom & Baron, 2023). Інформація про травний апарат відомих наразі близько 7500 видів рептилій базується на відносно невеликій кількості досліджень лише деяких з них. Існує значний розрив у наших знаннях і розумінні основних подібностей або відмінностей між органами травлення ссавців і рептилій (Ahmed et al., 2009). Порівняно з іншими органами травлення, стравохід не часто є об'єктом досліджень ветеринарного лікаря. У той же час, відомі такі його патологічні стани, як закупорка, неоплазії, паразитози, розрив, запалення, у т. ч. – вірусної етіології (Jacobson & Gardiner, 1990; Ribeiro et al., 2017). Враховуючи фрагментарний і суперечливий характер знань про будову стравоходу хамелеонів, відсутність інформації про його вікові особливості, дослідження структурно-функціональної організації цього органу травлення є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Характерною особливістю живлення хамелеонів, як і більшості інших комахоїдних видів лускатих рептилій, є разове споживання величезної порції корму через значні проміжки часу (Zaher et al., 2012). Будова і функція органів травлення рептилій характеризуються значними видовими особливостями.

Наприклад, рогаті ящірки (*Iguanidae, Phrynosomatinae, Phrynosoma*), які живляться винятково отруйними жалючими мурахами, знешкоджують і знерухомлюють їх завдяки густому слизу – секрету спеціальних залоз у сосочках глотки і складках стравоходу (Sherbrooke & Schwenk (2008).

Як повідомляють Serra-Campos et al., (2021), стравохід рептилій, як типовий трубкоподібний орган, складається з трьох оболонок: слизової, м'язової і зовнішньої, що представлена або адвентицією або серозною оболонкою. У складі м'язової оболонки виділяють два шари, в складі слизової – епітеліальний, власну і м'язову пластинку, а також підслизову основу. Слизова оболонка стравоходу (без поділу на ділянки) різних видів рептилій вистелена простим циліндричним епітелієм з війчастими та келихоподібними клітинами: зеленої ігуани (*Iguana iguana*) (Serra-Campos et al., 2021); п'ятисмугової мабуї (*Trachylepis quinquetaeniata*) Awaad et al., 2022); аргентинського чорно-білого тегу (*Salvator merianae*) (Betancourt et al., 2022). У той же час, за даними Engelke et al. (2020) у агами бородатої (*Pogona vitticeps*) на початку стравохід вистелений псевдобагатошаровим епітелієм з келихоподібними клітинами, а поступово до шлунку він замінюється простим циліндричним епітелієм. За даними Skripka et al. (2020), стравохід у прудкої ящірки (*Lacerta agilis*) у краніальному відділі вистелений багатошаровим епітелієм, який переходить у кубічний, а в середній і нижній частині – містить війчасті епітеліальні і келихоподібні клітини.

Стосовно залоз у стінці стравоходу рептилій інформація більш суперечлива. Не зважаючи на детальний опис клітинного складу епітеліального шару слизової оболонки стравоходу, дослідники про такі залози не згадують: у шипохвоста єгипетського (Zaher et al., 2012); амазонської пірнаючої ящірки (Benchaya et al., 2024). У той же час, за даними Engelke et al. (2020), слизові залози у великій кількості містяться у власній пластинці слизової оболонки поблизу отвору шлунку у агами бородатої. За даними Hamdi et al. (2014), численні слизові залози містяться у слизовій оболонці стравоходу африканського хамелеону.

Отже, як свідчить огляд наукових джерел, існують суттєві розбіжності стосовно мікроскопічної будови стравоходу у різних видів лускатих рептилій. Стосовно особливостей будови стінки стравоходу хамелеонів різного віку інформація взагалі відсутня. Ймовірно, такі розбіжності обумовлені як видом тварин, так і ділянкою стравоходу, яку було обрано для дослідження.

Мета роботи – встановити вікові особливості мікроскопічної будови стравоходу єменського хамелеону (*Chamaeleo calyptratus*) упродовж першого року постнатального періоду онтогенезу.

Завдання дослідження: дати опис гістологічної будови, визначити морфометричні показники мікроскопічних структур стінки стравоходу єменського хамелеону 1-добового – 1-річного віку.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень були зразки середньої ділянки стравоходу єменських хамелеонів, що були відібрані від тварин 9 груп: 1-, 7-, 14-добового, 1-, 2-, 3-,6-, 8-місячного і 1-річного віку (n = 5). Під час досліду утримання рептилій та маніпуляції з ними здійснювали згідно Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовують для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986). За життя хамелеонів утримували в тераріумах, в яких підтримували комфортну для них температуру і які було обладнано УФЛ-лампами. Упродовж усього досліду хамелеонів годували банановими цвіркунами (*Gryllus locorojo*) відповідно до віку рептилій різного розміру. У вільному доступі постійно була свіжа вода. Хамелеони для досліджень були отримані з приватних розплідників, а також з ветеринарних клінік. Частина тварин загинула спонтанно, частина піддавалась евтаназії з клінічних причин, що не були пов'язані з хворобами травного апарату. Деяку кількість трупів тварин отримали з приватного розплідника рептилій, що опинився в зоні бойових дій на сході України, в якому не було умов для їх утримання.

Після фіксації матеріал промивали у проточній воді, зневоднювали і ущільнювали в розчинах етилового спирту зростаючої концентрації і заливали в парафінові блоки. Виготовлені за допомоги мікротома тонкі парафінові зрізи стравоходу забарвлювали гематоксиліном і еозином, а також за Маллорі. Визначення параметрів мікроструктур здійснювали на поперечних зрізах стінки стравоходу за використання окулярної сітки з наступним перерахунком у мкм. Отримані морфометричні показники було оброблено за допомоги однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) з визначенням середнього арифметичного – M і його стандартного відхилення – Sd. Достовірність різниці значень кожного показника визначали між віковими групами, використовуючи критерій Тьюкі ($p<0,05$).

Результати досліджень та їх обговорення. Макроскопічно стравохід єменського хамелеону у вигляді тонкої короткої трубки починається від ротоглотки, проходить в шийному вісцеральному просторі, в кінцевій частині зміщується вліво і в грудо-черевній порожнині без чітко видимої межі переходить у шлунок (рис. 1). Про подібну особливість будови стравоходу у агами бородатої повідомляють Engelke et al. (2020). Rodrigues Sartori et al. (2011) припускають, що відсутність звуження між стравоходом і шлунком полегшує рептиліям ковтання та потрапляння у шлунок великої за розміром здобичі без попередньої механічної обробки.

У складі стінки середньої частини стравоходу єменського хамелеону визначали три оболонки: слизову, м'язову і зовнішню – адвентицію або серозну оболонку. У складі слизової оболонки було виявлено 4 шари: епітеліальний, власну пластинку, м'язову пластинку і підслизову основу (рис. 2), що узгоджується з даними Skripka et al. (2020) відносно ящірки прудкої, Serra-Campos et al. (2021) відносно зеленої ігуани.

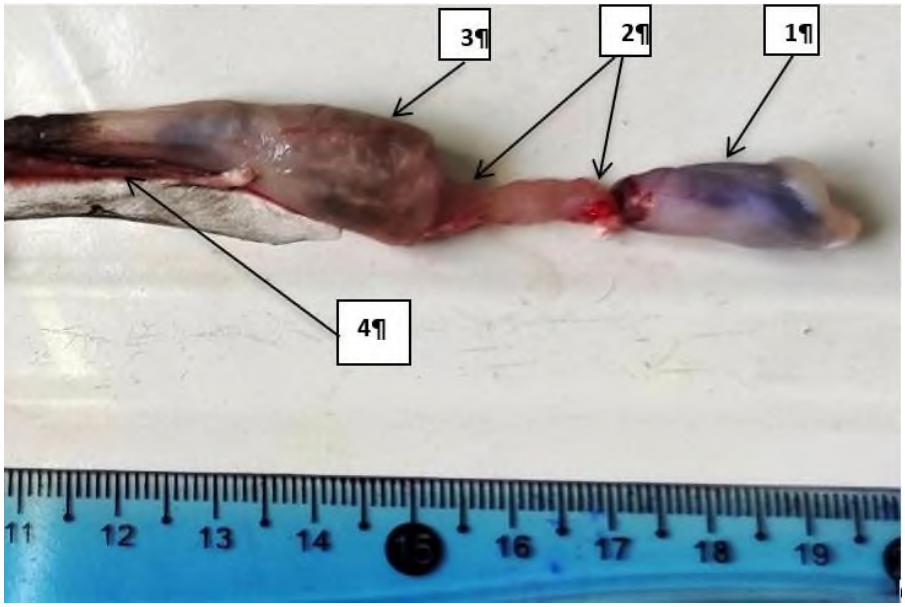


Рис. 1. **Органи травлення єменського хамелеону 8-місячного віку**. Макропрепарат. Позначення: 1 – язик; 2 – стравохід; 3 – шлунок; 4 – підшлункова залоза

Епітеліальний шар слизової оболонки краніальної частини стравоходу був утворений одношаровим призматичним епітелієм. У ньому було виявлено один тип клітин – епітеліоцити з мікроворсинками. Як відомо, слизова оболонка стравоходу ссавців і птахів вистелена багатошаровим плоским незроговілим епітелієм, основною функцією якого є механічний захист від пошкоджень під час проходження твердих частинок корму (Abood et al., 2023; Shiferaw et al., 2025).

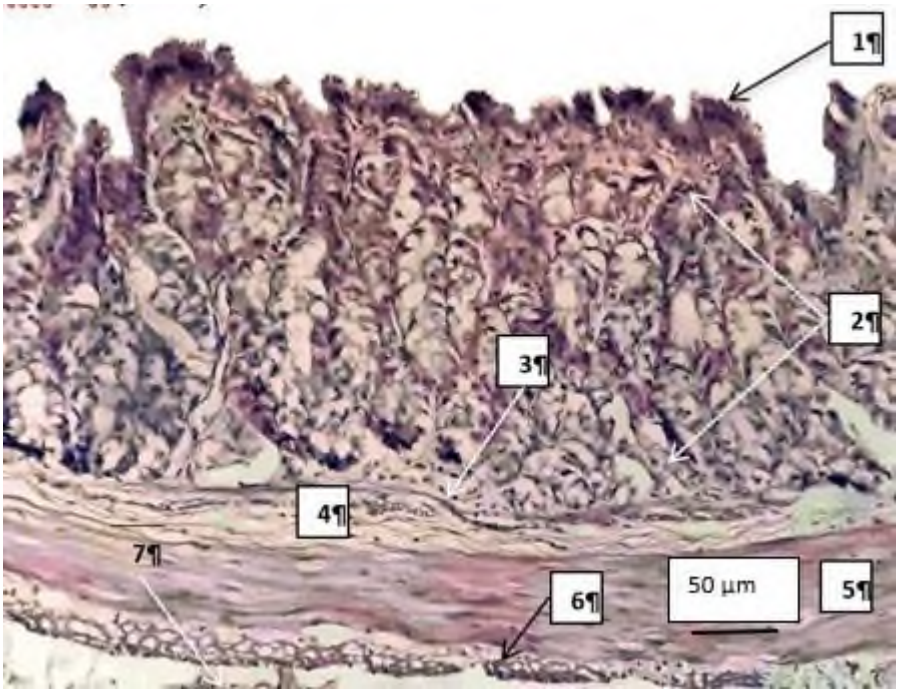


Рисунок 2. **Середня частина стравоходу єменського хамелеону 3-місячного віку.** Гістологічний препарат. Позначення: 1 – епітеліальний шар слизової оболонки; 2 – трубкоподібні залози власної пластинки слизової оболонки; 3 – м'язова пластинка слизової оболонки; 4 – підслизова основа; 5 – внутрішній шар м'язової оболонки; 6 – зовнішній шар м'язової оболонки; 7 – адвентиція; забарвлення гематоксилін і еозин

Розташована під базальною мембраною власна пластинка слизової оболонки була побудована з волокнистої пухкої сполучної тканини, в якій були щільно розташовані трубкоподібної форми залози. Як вказують Hamdi et al. (2014), клітини, що утворюють ці залози, вважаються слизсекретуючими клітинами, які виділяють речовину, подібну до речовини поверхневих клітин. У той же час, за даними Imai et al. (1991), ці залози виробляють секрет, подібний пепсиногену Під донною частиною залоз у вигляді вузької смужки проходила м'язова пластинка слизової оболонки, в складі якої виявляли один або два шари міоцитів. Підслизова основа розмежовувала між собою м'язову пластинку слизової оболонки і м'язову оболонку і, як і власна пластинка, була побудована з волокнистої пухкої сполучної тканини. У складі м'язової оболонки виявляли два шари: більш товстий внутрішній з коловим розташуванням клітин гладкої м'язової тканини і вужчий зовнішній з їх поздовжнім розташуванням, що цілком узгоджується з даними Koca & Gürcü (2011) стосовно агами стеліон, Hamdi et al. (2014) стосовно африканського хамелеону. Слід відмітити, що у ссавців м'язова оболонка стравоходу утворена як гладкою, так і посмугованою скелетною м'язовою тканиною, вміст якої залежить як від виду тварини, так і ділянки цього органу (Mescher, 2021).

Збільшення показників товщини шарів слизової оболонки станки стравоходу хамелеонів: епітеліального, власної і м'язової пластинки, а також підслизової основи відбувалось упродовж усього періоду спостережень (табл. 1).

Як було встановлено, у період з 1-добового до 1-річного віку товщина всієї слизової оболонки збільшилась у 4,6 рази. У той же час, товщина епітеліального шару, власної і м'язової пластинки, підслизової основи збільшилась – відповідно, у 2,1; 6,5; 3,9 і 3,1 рази. Слід відмітити, що такі зміни відбувались нерівномірно і не одночасно. Так, у період з 1-добового до 1-місячного віку товщина епітеліального шару, власної і м'язової пластинки, підслизової основи збільшилась – відповідно на 13,0; 272,1; 103,1 і 109,8 %, у т. ч., за перший тиждень – на 38,9; 66,0; 12,3 і 59,3 %. За другий і два наступних тижні товщина епітеліального шару зменшилась на 8,5 і 11,1 %, а власної і м'язової пластинки і підслизової основи – збільшилась відповідно на 18,5 і 89,2 %, 26,0 і 43,5 % і 31,6 і 8,5 %. У період з 1-

до 2-місячного віку їх товщина збільшилась на 41,2; 38,5; 17,4 і 8,3 %, з 2- до 3-місячного віку – на 27,7; 20,3; 20,0 і 27,7 %. У період з 3- до 6-місячного віку товщина епітеліального шару збільшилась на 15,3 %, а власної і м'язової пластинки, а також підслизової основи зменшилась – відповідно на 8,9; 17,7 і 33,3 %. У період з 6- до 8-місячного віку товщина епітеліального шару, власної і м'язової пластинки збільшилась – відповідно на 9,0; 0,8 і 19,6 %, а підслизової основи – майже не змінилась. У період з 8-місячного до 1-річного віку товщина епітеліального шару зменшилась на 5,4 %, а власної і м'язової пластинки, а також підслизової основи збільшилась – відповідно на 39,1; 37,2 46,7 %.

Таблиця 1

Морфометричні показники слизової оболонки стравоходу єменського хамелеону (мкм, M ± Sd, n = 5)

Вік	Епітеліальний шар	Власна пластинка	М'язова пластинка	Підслизова основа
1 доба	24,7±2,3^{a}	44,4±3,2^{a}	6,5±0,4^{a}	12,3±0,8^{a}
7 діб	34,3±2,8^{b}	73,7±6,4^{b}	7,3±0,6^{ab}	19,6±1,7^{b}
14 діб	31,4±2,5^{ab}	87,3±7,4^{bc}	9,2±0,8^{b}	25,8±1,6^{bc}
1 міс.	27,9±1,9^{ab}	165,2±15,0^{d}	13,2±0,9^{bc}	28,0±1,9^{c}
2 міс.	39,4±2,7^{bc}	187,7±14,3^{de}	15,5±1,1^{cd}	30,3±2,7^{cd}
3 міс.	50,3±3,8^{c}	225,8±14,4^{e}	18,6±1,1^{cd}	38,7±3,1^{d}
6 міс.	58,0±5,0^{cd}	205,5±16,3^{de}	15,3±1,0^{c}	25,8±1,7^{bc}
8 міс.	63,2±4,5^{d}	207,2±17,4^{de}	18,3±1,1^{cd}	25,7±1,2^{bc}
1 рік	51,4±4,1^{cd}	288,3±20,1^{e}	25,1±1,7^{d}	37,7±2,0^{d}

Примітка: дивись табл. 1.

Отже, найбільші зміни товщини шарів слизової оболонки стравоходу хамелеонів упродовж першого року постнатального періоду онтогенезу спостерігали щодо власної пластинки. Такі зміни, на нашу думку, обумовлені наявністю в цьому шарі трубчастих залоз, інтенсивний розвиток яких і обумовлює збільшення його товщини, особливо виражене у період з 1-добового до 1-місячного віку. Враховуючи функціональне значення таких залоз (Imai et al. (1991), саме після 1-місячного віку хамелеонів відбувається становлення секреторного апарату стравоходу.

Результати визначення товщини шарів м'язової оболонки стравоходу єменських хамелеонів різного віку наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Морфометричні показники м'язової оболонки стравоходу єменського хамелеону (M ± Sd, n = 5)

Вік	М'язова оболонка, мкм	Внутрішній шар, мкм	Зовнішній шар, мкм	Відносна товщина внутрішнього шару, %
1 доба	49,1±3,2^{a}	36,8±2,8^{ab}	12,3±0,9^{a}	75,0
7 діб	50,0±3,7^{ab}	31,3±2,9^{a}	18,7±1,2^{ab}	62,6
14 діб	64,7±5,5^{ab}	42,3±4,0^{ab}	22,4±1,8^{b}	65,4
1 міс.	89,4±6,1^{b}	58,4±5,2^{b}	31,0±2,4^{bc}	65,3
2 міс.	113,6±8,8^{bc}	75,3±5,4^{bc}	38,3±3,0^{cd}	66,3
3 міс.	100,7±6,8^{bc}	75,0±5,0^{bc}	25,7±1,3^{bc}	74,5
6 міс.	146,5±12,3^{c}	108,4±8,4^{c}	38,1±2,2^{c}	74,0
8 міс.	322,4±23,7^{d}	268,7±18,4^{d}	53,7±4,6^{d}	83,3
1 рік	411,9±34,8^{d}	325,2±25,3^{d}	86,7±5,7^{e}	79,0

Примітка: дивись табл. 1.

Згідно отриманим нами даним, у період з 1-добового до 1-річного віку товщина м'язової оболонки збільшилась у 8,4 рази, у т.ч., внутрішнього і зовнішнього шарів – відповідно у 8,8 і 7,0 рази. У той же час, у період з 1-добового до 1-місячного віку товщина внутрішнього і зовнішнього шарів збільшилась – відповідно на 58,7 і 152,0 %, з 1- до 2-місячного – на 28,9 і 23,5 %. У період з 2- до 3-місячного товщина внутрішнього шару майже не змінилась, а зовнішнього – була меншою на 32,9 %. У період з 3- до 6-місячного віку товщина внутрішнього і зовнішнього шарів м'язової оболонки збільшилась – відповідно на 44,5 і 48,2 %, з 6- до 8-місячного – на 147,9 і 40,9 % і за період з 8-місячного до 1-річного – на 21,0 і 61,5 %.

Як вказує Serra-Campos et al. (2021), саме м'язова оболонка стравоходу забезпечує механічне переміщення та ковтання кормового болюса, а її розвиток у певні вікові терміни онтогенезу вказує на посилення такої функції. Отже, вікова динаміка показників товщини м'язової оболонки стравоходу єменських хамелеонів упродовж першого року постнатального періоду онтогенезу характеризується як загальним інтенсивним збільшенням, так і вираженим асинхронним характером збільшення її шарів. Серед таких змін можна виділити три етапи: перший – до 1-місячного віку, другий – з 1- до 3-місячного віку і третій – після 3-місячного. Звертає на себе увагу одночасне інтенсивне збільшення як товщини м'язової оболонки, так і власної пластинки слизової оболонки до 1-місячного віку.

Перший і третій етапи характеризувались найбільш інтенсивним збільшенням товщини шарів. Під час другого етапу спостерігали сповільнення такого збільшення. На нашу думку, такі показники відображають вікову адаптивну перебудову стравоходу хамелеонів, що узгоджується з даними Wehrle & German (2023) морфологічних маркерів функціонального стану органів травлення рептилій. Перший етап інтенсивного росту забезпечує базове формування пропульсивного апарату органу, другий етап є фазою підготовки до зміни харчової стратегії. Третій етап корелює з споживанням великої, сильно хітинізованої здобичі, що вимагає посилення пропульсивного апарату – транспорту масивного нерозчленованого болюсу.

Висновки

Інформація щодо морфофункціональної організації стравоходу хамелеонів є обмеженою, іноді, суперечливою, а стосовно вікових особливостей – відсутньою. У зв'язку з чим її визначення є необхідною умовою щодо пошуку методів діагностики та лікування захворювань цього органу. За результатами дослідження визначено, що стінка стравоходу єменського хамелеону складається з трьох оболонок: слизової, м'язової і зовнішньої. Зовнішня оболонка представлена в ділянці шийного вісцерального простору адвентицією, а в грудо-черевній порожнині – серозною оболонкою. Слизова оболонка стравоходу містить чотири шар: епітеліальний, власну і м'язову пластинку, підслизову основу. У власній пластинці містяться трубчасті залози. Загальною віковою особливістю більшості морфометричних показників мікроскопічних структур стравоходу було їх збільшення, що відбувалось асинхронно і найбільш інтенсивно до 1-місячного віку. Отримані дані свідчать про етапи становлення секреторного і пропульсивного апаратів стравоходу у продовж першого року постнатального періоду онтогенезу єменських хамелеонів.

Перспективою подальших досліджень вважаємо визначення гістологічної будови різних частин стравоходу єменських хамелеонів.

Автор заявляє, що не має потенційного конфлікту інтересів щодо авторства чи публікації цієї статті.

References

Ahmed Y. A., El-Hafez A. A. E., & Zayed A. E. (2009). Histological and histochemical studies on the esophagus, stomach and small intestines of *Varanus niloticus*. *Journal of Veterinary Anatomy*, 2(9), 35–48. https://arxiv.org/pdf/1610.01717

Awaad, A., Rushdy, A., & Adly, M. A. (2022). Comparative microanatomical and histochemical biodistribution profiles of different types of mucins in oesophageal gastric tract mucosa of some tetrapod representatives. *Histochemistry and Cell Biology*, *157*(2), 217–238. https://doi.org/10.1007/s00418-021-02049-x

Benchaya, G. A., Ramires, A. C., Picelli, A. M., & Magalhães, M. D. S. (2024). Morphological description of the digestive tract of the Amazonian Diving Lizard *Uranoscodon superciliosus* (Linnaeus, 1758) and its associations to the diet and foraging mode. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *96*(3), Article e20220650. : https://doi.org/10.1590/0001-3765202420220844

Betancourt, S., Irizarry, K. J. L., Falk, B. G., Rutllant, J., & Khamas, W. (2022). Micromorphological study of the upper digestive tract of the Argentine tegu (*Salvator merianae*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, *51*(2), 259–268. https://doi.org/10.1111/ahe.12786

Engelke, E., Pfarrer, C., Radelof, K., Fehr, M., & Mathes, K. A. (2020). Gross anatomy, histology and blood vessel topography of the alimentary canal of the Inland Bearded Dragon (*Pogona vitticeps*). *PLoS One*, *15*(6), Article e0234736. doi.org [Erratum in *PLoS One*, *19*(7), Article e0307698. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234736

Hallinger, M. J., Taubert, A., Hermosilla, C., & Mutschmann, F. (2019). Captive Agamid lizards in Germany: Prevalence, pathogenicity and therapy of gastrointestinal protozoan and helminth infections. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, *63*, 74–80. https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.01.005

Hamdi, H., El-Ghareeb, A.-W., Zaher, M., Essa, A., & Lahsik, S. (2014). Anatomical, histological and histochemical adaptations of the reptilian alimentary canal to their food habits: II-*Chamaeleon africanus*. *World Applied Sciences Journal*, *30*(10), 1306–1316. https://doi.org/10.31548/veterinary2.2024.138

Imai, M., Shibata, T., & Moriguchi, K. (1991). Pepsinogen granules in the esophageal epithelium of the rock snake. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, *68*(4), 231–234. https://doi.org/10.2535/ofaj1936.68.5_289

Jacobson, E. R., & Gardiner, C. H. (1990). Adeno-like virus in esophageal and tracheal mucosa of a Jackson's chameleon (*Chamaeleo jacksoni*). *Veterinary Pathology*, *27*(3), 210–212. https://doi.org/10.1177/030098589002700313

Koca, Y. B., & Gürcü, B. (2011). Morphological and histochemical investigations of esophagogastric tract of a lizard, *Laudakia stellio* (Agamidae, Linnaeus 1758). *Acta Biologica Hungarica*, *62*(4), 376–387. https://doi.org/10.1556/abiol.62.2011.4.4

Melero, A., Verdés, J., Espada, Y., Novellas, R., Encinoso, M., & Martorell, J. (2023). Computed tomography of the coelomic cavity in healthy veiled chameleons (*Chamaeleo calyptratus*) and panther chameleons (*Furcifer pardalis*). *Open Veterinary Journal*, *13*(9), 1071–1081. https://doi.org/10.5455/ovj.2023.v13.i9.2

Mescher, A. L. (2021). Junqueira's basic histology: Text and atlas (16th ed.). McGraw Hill.

Ribeiro, R. B., Jerdy, H., Werneck, M. R., Goldberg, D. W., Bianchi, M., & Carvalho, E. C. Q. (2017). Parasitic ulcerous caseous gastroesophagitis associated with Rameshwarotrema uterocrescens Rao, 1975 (Digenea: Pronocephalidae) in a juvenile green turtle (*Chelonia mydas*, Linnaeus 1758 [Testudines: Cheloniidae]): A case report. *Journal of Parasitology*, 103(3), 292–294.: https://doi.org/10.1645/16-106

Rodrigues Sartori, S. S., Nogueira, K. O. P. C., Rocha, A. S. & Neves, C. A. (2011). Morphology of the stomach of the tropical house gecko *Hemidactylus mabouia* (Squamata: Gekkonidae). cta Zoologica (Stockholm), 92, 179–186. https://doi.org/10.1111/j.1463-6395.2010.00451.x

Serra-Campos, A. O., Abreu-Junior, A. N. G., Nascimento, A. A., Abidu-Figueiredo, M., Lima, M. S. C. S., & Machado-Santos, C. (2021). Gastroesophageal tube of the *Iguana iguana* (Iguanidae): Histological description, histochemical and immunohistochemical analysis of 5-HT and SS cells. *Brazilian Journal of Biology*, *81*(4), 1024–1034. https://doi.org/10.1590/1519-6984.242086

Sherbrooke, W. C., & Schwenk, K. (2008). Horned lizards (*Phrynosoma*) incapacitate dangerous ant prey with mucus. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, *309*(8), 447–459. https://doi.org/10.1002/jez.472

Shiferaw, K. A., Kinde, M. Z., Mengistu, B. A., Gessese, A. T., Demessie, Y., Wassie, Z. G., Berie, G. K., Birhanie, M. K., Shiferaw, D. T., Aragaw, Z. J., Mersha, C. C., Miliket, A. W., Yesuf, M., Tafere, F. A., Berihun, A. M., Birhan, M., Tsehay, E. M., & Temesgen, A. B. (2025). Gross and microscopic anatomical study of the esophagus in Gasgie ecotype chickens in the Alefa District, Northwest Ethiopia. *Scientific Reports*, 15(1), Article 45265. https://doi.org/10.1038/s41598-025-29998-w

Skripka, M. V., Panikar, I. I., Kyrychko, B. P., & Tul, O. I. (2020). The morphological features of the digestive tube in sand lizards, *Lacerta agilis* (Sauria, Lacertidae). *Zoodiversity*, 54(5), 375–382. https://doi.org/10.15407/zoo2020.05.375

Sollom, H.J., & Baron, H.R. (2023). Clinical presentation and disease prevalence of captive central bearded dragons (*Pogona vitticeps*) at veterinary clinics in Australia. *Australian Veterinary Journal*, 101(5), 200-207. https://doi.org/10.1111/avj.13234

Wehrle, B. A., & German, D. P. (2023). Reptilian digestive efficiency: Past, present, and future. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, *277*, Article 111369. https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2023.111369

Zaher, M., El-Ghareeb, A.-W., Hamdi, H., Essa, A., & Lahsik, S. (2012). Anatomical, histological and histochemical adaptations of the reptilian alimentary canal to their food habits: I. *Uromastyx aegyptiaca*. *Life Science Journal*, *9*(3), 84–104. http://www.lifesciencesite.com

2026. Номер 13, С. 240 – 247.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 04.03.2026 Прийнято: 28.04.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.20

UDC 636.7:591.444:619

HYPOTHIREOSIS IN DOGS: DIAGNOSIS AND TREATMENT

Yu.V. Sobakar, O.V. Matsenko, V.M. Mogilyovskyy,
Yu.O. Schepetilnikov, D.S. Makhotina
State University of Biotechnology, Kharkiv, Ukraine,

ORCID
Yu.V. Sobakar: https://orcid.org/0000-0002-4236-7236
O.V. Matsenko: https://orcid.org/0000-0002-1782-4650
V.M. Mogilyovskyy: https://orcid.org/0000-0002-2439-7597
Yu.O. Schepetilnikov: https://orcid.org/0000-0001-7275-0079
D.S. Makhotina: https://orcid.org/0000-0002-4169-5625

E-mail: zemlanoy1980@gmail.com

Abstract. Hypothyroidism is a common endocrinopathy of middle-aged and geriatric dogs. The aim of the work was to determine the clinical symptoms and biochemical parameters in the blood of dogs with hypothyroidism, as well as to establish the effectiveness of the use of the Levothyroxine together with vitamin supplement Advance-nutricoat in a comprehensive treatment regimen for dogs with hypothyroidism.

The material for the study was dogs aged 6-10 years with clinical symptoms of hypothyroidism (n=5). Symptoms of hypothyroidism were weight gain, myxedema, diffuse edema of the subcutaneous tissue, bradycardia, alopecia. Five clinically healthy dogs aged 6-10 years were selected as the control group. Biochemical studies were performed in the veterinary laboratory "*Inventum*". The content of pituitary thyroid-stimulating hormone, the content of total thyroxine, free thyroxine, total triiodothyronine and free triiodothyronine in the blood serum of dogs of both groups was determined by the method of chemiluminescent immunoassay. The number of erythrocytes, leukocytes, haemoglobin concentration were also determined in the blood, and the activity of AlAT, AsAT, alkaline phosphatase, and the content of total protein, cholesterol, total and conjugated bilirubin, urea and creatinine were determined in the blood serum. Biochemical studies were performed on an automatic biochemical analyzer Fugifilm DRI-CHEM. The success of treatment was assessed by the disappearance of clinical signs and the normalization of thyroxine content in the blood serum of dogs after the use of levothyroxine and the vitamin supplement Advance-nutricoat eight weeks after the start of treatment. In dogs with hypothyroidism, the content of total thyroxine in the blood serum was reduced by 0.70±0.05 μg/dl ($p \leq 0.001$); reduced free thyroxine content 0.39±0.04 ng/dl ($p \leq 0.001$), reduced erythrocyte counts 4.80±0.17 T/l ($p \leq 0.001$), reduced hemoglobin concentration 11.80±0.60 g/dl ($p \leq 0.01$), as well as increased alkaline phosphatase activity 300.00±17.3 IU/l ($p \leq 0.001$) and cholesterol content 345.00±17.6 mg/dl ($p \leq 0.001$).

For the purpose of treatment, the animals received Levothyroxine orally (0.02 mg/kg twice a day and 18 ml of Advance nutricoat per day). After treatment, clinical signs of the disease disappeared and biochemical and clinical blood parameters improved: the number of erythrocytes increased 5.78±0.14 T/l ($p<0.01$); haemoglobin concentration increased by 14.42±0.36 g/dl

(p<0.01); alkaline phosphatase activity decreased by 108.00±3.17 IU/l (p<0.001); cholesterol content decreased by 260.43±24.37 mg/dl (p<0.05) 8 weeks after the start of treatment. Total thyroxine content in the blood serum of dogs increased (p<0.01). Eight weeks after the start of treatment, the index was 4.8±0.85 μg/dl. Free thyroxine content also increased to 1.17 ng/dl (p<0.001).

Keywords: *dogs, hypothyroidism, endocrinopathies, Levothyroxine, Advance-nutricoat vitamin supplement.*

УДК 636.7:591.444:619

ГІПОТИРЕОЗ СОБАК: ДІАГНОСТИКА ТА ЛІКУВАННЯ

Ю.В. Собакар, О.В. Маценко, В.М . Могільовський,
Ю.О. Щепетільніков, Д.С. Махотіна
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,
E–mail: zemlanoy1980@gmail.com

Анотація. Метою роботи було визначити клінічні симптоми та клініко-біохімічні показники крові собак за гіпотиреозу, а також встановити ефективність застосування левотироксину разом з вітамінною добавкою *Advance-nutricoat* у комплексній схемі лікування гіпотиреозу собак.

Матеріалом для досліджень були собаки віком 6-10 років з клінічними симптомами гіпотиреозу (n=5). Симптомами гіпотиреозу було збільшення маси тіла, мікседема, брадикардія, алопеція. В якості контрольної групи було відібрано 5 клінічно здорових собак віком 6-10 років. Біохімічні дослідження проводили у ветеринарній лабораторії «Інвентум». Визначали вміст тиреотропного гормону гіпофіза, загального тироксину, вільного тироксину, загального трийодтироніну та вільного трийодтироніну в сироватці крові собак обох груп методом хемілюмінесцентного імуноаналізу. Також визначали в крові кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, концентрацію гемоглобіну, в сироватці крові визначали активність АлАТ, АсАТ, лужної фосфатази, та вміст загального білка, холестерола, загального та кон'югованого білірубіну, сечовини та креатиніну. Біохімічні дослідження проводили на автоматичному біохімічному аналізаторі *Fugifilm DRI-CHEM*. Успіх лікування оцінювали за зникненням клінічних ознак та нормалізацією вмісту тироксину в сироватці крові собак після застосування левотироксину та вітамінної добавки *Advance-nutricoat* через вісім тижнів від початку лікування. У собак за гіпотиреозу був знижений вміст загального тироксину в сироватці крові (0,70±0,05 мкг/дл (p<0,001)); вільного тироксину (0,39±0,04 нг/дл (p<0,001)), еритроцитів (4,80±0,17 Т/л (p<0,001)), концентрація гемоглобіну (11,80±0,60 г/дл (p<0,01)), а також підвищена активність лужної фосфатази (300,0±17,3 МО/л (p<0,001)) та вміст холестеролу (345,00±17,6 мг/дл (p<0,001)).

З метою лікування тварини отримували левотироксин перорально (0,02 мг/кг двічі на добу та 18 мл на день *Advance nutricoat*). Після лікування встановлено нормалізацію маси тіла собак, відсутність брадикардії, мікседеми, алопецій; покращення біохімічних та клінічних показників крові: збільшення кількості еритроцитів (5,78±0,14 Т/л (p<0,01)); підвищення концентрації гемоглобіну (14,42±0,36 г/дл (p<0,01)); зниження активності лужної фосфатази (108,00±3,17 МО/л (p<0,01)) і вмісту холестеролу (260,43±24,37 мг/дл (p<0,05)) через 8 тижнів від початку лікування. Через 8 тижнів від початку лікування вміст загального тироксину в сироватці крові собак становив 4,8±0,85 мкг/дл (p<0,01). Вміст вільного тироксину збільшився до 1,17 нг/дл (p<0,001).

Ключові слова: *собаки, гіпотиреоз, ендокринопатії, левотироксин, вітамінна добавка Advance-nutricoat.*

Вступ. *Актуальність теми*. Більшість ендокринних захворювань, що виникають у собак, зумовлені дисфункцією однієї або кількох ендокринних залоз (Маценко та ін., 2023; Тимошенко та ін, 2024). Гіпотиреоз є найпоширенішим ендокринним розладом у собак. Ендокринопатія характеризується зниженням синтезу тироксину в результаті первинного пошкодження щитоподібної залози, або не тиреоїдної причини через порушення синтезу тиреотропного гормону гіпофіза (Mooney, 2011).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Первинний гіпотиреоз є найпоширенішою причиною дисфункції щитоподібної залози у собак (95 % випадків). У собак розрізняють дві гістологічні форми первинного гіпотиреозу: лімфоцитарний тиреоїдит та ідіопатична атрофія. Етіологічними факторами гіпотиреозу можуть бути дефіцит йоду, надлишок його антагоністів, вроджена аплазія щитоподібної залози, медикаментозна терапія із застосуванням левотироксину, хірургічна тиреоїдектомія та лікування радіоактивним йодом (Gal et al., 2012; Naveen et al., 2022).

Прогресування захворювання щитоподібної залози часто відбувається повільно, і клінічні ознаки можуть не бути помітними, доки не буде вражена значна частина залози, зазвичай близько 75 %. Оскільки гормони щитоподібної залози відіграють вирішальну роль у регулюванні метаболізму та впливі на численні системи органів, клінічні ознаки гормональної недостатності є широкими та неспецифічними, включаючи метаболічні порушення та дерматологічні зміни. Також повідомляється про неврологічні та інші менш поширені ознаки, такі як гіпотермія, брадикардія (Nazare et al., 2022; Elgalfy et al., 2025; Miatkowska et al., 2025). За гіпотиреозу у собак часто реєструють розлади роботи шлунково-кишкового тракту (Локес-Крупка та ін., 2020; Gori et al., 2023).

Основні дерматологічні зміни включають двосторонню симетричну алопецію, яка здебільшого проявляється на тильній стороні хвоста, суху себорею, гіперпігментацію, потовщення шкіри. Зниження концентрації тироксину впливає і на нервову систему (Araujo, 2016; Tresamol et al., 2013; Das et al., 2021).

З метою діагностики гіпотиреозу враховують клінічні ознаки хвороби та визначають концентрацією тиреотропного гормону (ТТГ) у сироватці крові (яка, зазвичай, підвищена) та концентрацію тироксина (яка знижена) (Diaz Espiniera et al., 2007; Ferguson, 2007; Bennaim et al., 2021).

Левотироксин вже давно вважають стандартним методом лікування тварин за гіпотиреозу. При пероральному застосуванні цей препарат є ефективним, має тривалий період напіввиведення з сироватки крові, що дозволяє задавати його один раз на день, і зазвичай призводить до зникнення симптомів гіпотиреозу у більшості пацієнтів (Alves et al., 2021).

Мета роботи. Визначити клінічні симптоми та клініко-біохімічні показники в крові собак за гіпотиреозу, а також встановити ефективність застосування левотироксину (діюча речовина – левотироксин натрію) та вітамінної добавки *Advance-nutricoat*.

Завдання дослідження. Визначити вміст у сироватці крові загального тироксину, вільного тироксину, загального трийодтироніну, вільного трийодтироніну та тиреотропного гормону, а також біохімічні і гематологічні показники крові собак з метою діагностики і оцінки лікування гіпотиреозу левотироксином і вітамінною добавкою *Advance-nutricoat*.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень були собаки віком 6-10 років з клінічними симптомами гіпотиреозу (n=5). Симптомами гіпотиреозу було збільшення ваги тіла, мікседема, дифузний набряк підшкірної клітковини, брадикардія, алопеція. В якості контрольної групи було відібрано 5 клінічно здорових собак віком 6-10 років. у сироватці крові собак обох груп визначали вміст тиреотропного гормону гіпофіза, вміст загального тироксину, вільного тироксину, загального трийодтироніну та вільного трийодтироніну методом хемілюмінесцентного імуноаналізу. Біохімічні дослідження проводили в ветеринарній лабораторії «Інвентум». У крові визначали кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, концентрацію гемоглобіну, в сироватці крові –

активність АлАТ, АсАТ, лужної фосфатази, та вміст загального білка, холестерола, загального та кон'югованого білірубіну, сечовини та креатиніну. Біохімічні дослідження проводили на автоматичному біохімічному аналізаторі *Fugifilm DRI-CHEM*. Активність АлАт, АсАТ та лужної фосфатази визначали кінетичним методом, уміст загального білка – біуретовою реакцією, концентрацію білірубіна – діазо-методом Ендрашика, концентрацію креатиніну – методом Яффе, концентрацію сечовини – кінетичним ферментативним методом. Вітамінна добавка *Advance-nutricoat* за паспортом виробника містить олію сої та пшеничних висівок, пивні дріжджі, риб'ячий жир, лецитин, лактозу, біотин, моно- і дигліцериди, вітаміни і мікроелементи: вітамін А – 1.812 I U; холін – 5.8 мг; вітамін В6 – 0.55 мг; вітамін Д3 – 312 I U; іноситол – 2,25 мг; цинк – 2,90 мг; вітамін Е – 12.5 I U; біотин – 24 мкг.

Дослідження проводили з урахуванням вимог Регламенту Європейського Парламенту та Ради 2019/6/ЄС, GCP, Керівництва щодо проведення клінічних досліджень ветеринарних препаратів на цільових видах тварин, міжнародних етичних принципів досліджень щодо використання живих тварин.

Результати досліджень обробляли статистично з використанням пакету програм *Microsoft Excel 2010*, вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення. У всіх тварин за гіпотиреозу відмічено пригнічення, слабкість та швидку стомлюваність. У 80,0 % хворих тварин реєстрували симетричні алопеції та брадикардію. На підставі низьких рівнів загального тироксину та вільного тироксину, а також клінічних та біохімічних змін, що свідчать про зниження функції щитоподібної залози, у 5 собак було діагностовано гіпотиреоз. Середні концентрації загального тироксину та вільного тироксину у собак з клінічними ознаками гіпотиреозу були значно нижчими ($p<0,001$), ніж у клінічно здорових тварин із групи контроля (табл. 1). Про зниження концентрації загального та вільного тироксину в собак за гіпотиреозу повідомляють Naveen et al. (2024).

Таблиця 1

Вміст гормонів щитоподібної залози в сироватці крові собак за гіпотиреозу та здорових тварин

Показник	Собаки з клінічними ознаками гіпотиреозу (n=5)	Клінічно здорові собаки (n=5)
Тиреотропний гормон гіпозіза (ТТГ), нг/мл	1,85±0,05***	0,50±0,01
Тироксин загальний (Т4), мкг/дл	0,70±0,05***	2,70±0,31
Трийодтиронин загальний (Т3), нг/дл	69,00±0,40	80,0±0,70
Тироксин вільний (Т4в), нг/дл	0,39±0,04***	1,40±0,05
Трийодтиронін вільний (Т3в), пг/мл	2,85±0,03	3,75±0,08

Примітка: ***- $p\leq0,001$ різниця вірогідна між здоровими собаками та хворими на гіпотиреоз

Результати аналізів сироватки крові здорових та хворих на гіпотиреоз собак наведені в табл. 2.

У собак з гіпотиреозом спостерігали значне збільшення ($p<0,001$) холестеролу порівняно зі здоровими собаками. Середні значення активності лужної фосфатази та вміст сечовини були значно вищими у собак з гіпотиреозом порівняно зі здоровими собаками. Ці результати узгоджуються з результатами Kour et al. (2021). Гіпотиреоз призводить до значного порушення обміну ліпідів, зокрема до гіперхолестеринемії та

гіпертригліцеридемії. Хронічний стрес організму за гіпотиреозу стимулює вивільнення ендогенного кортизолу. У собак є унікальна кортикостероїд-індукована ізоформа лужної фосфатази за рахунок якої і збільшується загальна активність ферменту (Yokoyama et al., 2021). Подібні результати були отримані Mitrevska et al. (2023). За їх даними, гіперхолестеринемія у собак з гіпотиреозом була зумовлена порушенням метаболізму ліпідів, включаючи синтез, мобілізацію та деградацію, що призводило до накопичення ліпідів у плазмі та потенційного ризику розвитку атеросклерозу.

Таблиця 2

Результати аналізів сироватки крові здорових та хворих на гіпотиреоз собак

Показник	Собаки з клінічними ознаками гіпотиреозу (n=5)	Клінічно здорові собаки (n=5)
АлАТ, МО/л	24,03±3,07	17,00±9,65
АсАТ, МО/л	40,81±7,16	24,00±3,50
ЛФ, МО/л	300,00±17,3***	107,00±2,35
Загальний білок, г/дл	7,33±0,15	7,14±0,06
Альбуміни, г/дл	3,20±0,10	3,54±0,06
Глобуліни, г/дл	4,13±0,13	3,60±0,10
Загальний білірубін, мг/дл	0,24±0,04	0,19±0,03
Кон'югований білірубін, мг/дл	0,07±0,02	0,09±0,01
Загальний холестерол, мг/дл	345,00±17,6***	136,10±4,32
Сечовина, мг/дл	24,50±2,06*	18,46±1,25
Креатинін, мг/дл	1,20±0,06	0,95±0,80

Примітка: *- $p \leq 0,05$; ***- $p \leq 0,001$ різниця вірогідна між здоровими собаками та хворими на гіпотиреоз

У крові собак з гіпотиреозом виявили зменшення кількості еритроцитів та концентрації гемоглобіну ($p<0,01$) (табл. 3).

Про подібні зміни повідомляють Локес-Крупка та ін. (2020) і Naveen et al. (2024), які стверджують, що анемія у собак з гіпотиреозом може бути пов'язана зі зниженим рівнем еритропоетину в плазмі, зменшеною реакцією еритроїдних клітин-попередників на еритропоетин або прямим впливом гормонів щитоподібної залози на гемопоетичні стовбурові клітини. У собак за гіпотиреозу реєстрували лейкопенію ($p<0,05$), що можна пояснити впливом зниженого вмісту тиреоїдних гормонів, які уповільнюють роботу червоного кісткового мозку; також за аутоімунного процесу можливий розвиток лейкопенії та анемії.

Успіх лікування оцінювали за зникненням клінічних ознак (збільшення маси тіла, брадикардія, мікседема, дерматологічні зміни) та нормалізацією вмісту тироксину в сироватці крові собак після застосування левотироксину та вітамінної добавки *Advance-nutricoat*.

У всіх п'яти собак, хворих на гіпотиреоз, реєстрували дерматологічні ознаки. Після початку терапії спостерігали поступове покращення загального стану, причому дерматологічні ознаки зникли у однієї тварини (20 %) через шість тижнів, у 60 % (3/5) через вісім тижнів, тоді як усі собаки мали нормальний стан шерстного покриву через 12 тижнів після початку терапії. Відновлення росту шерсті у собак з гіпотиреозом після початку

терапії узгоджується з результатами Tresamol et al. (2013) та Naveen et al. (2024).

Усі тварини, хворі на гіпотиреоз до лікування мали надмірну масу тіла. Після лікування маса тіла знизилася у 20 % (1/5) собак за чотири тижні, у 60 % (3/5) собак – за шість тижнів, у 100 % (5/5) – за десять тижнів від початку терапії.

Таблиця 3

Клінічні показники показники крові собак за гіпотиреозу та здорових тварин

Показник	Собаки з клінічними ознаками гіпотиреозу (n=5)	Клінічно здорові собаки (n=5)
Еритроцити, Т/л	4,80±0,17***	6,30±0,22
Гемоглобін, г/дл	11,80±0,60**	14,77±0,55
Лейкоцити, Г/л	6,80±1,13*	11,70±0,46
Нейтрофіли, %	74,90±3,77	66,20±1,64
Лімфоцити, %	19,00±3,64	31,80±3,65
Моноцити, %	2,60±0,75	1,25±0,31
Еозинофіли, %	3,50±0,20	0,63±0,24

Примітка: *- $p \leq 0,05$; **- $p \leq 0,01$; ***- $p \leq 0,001$ різниця вірогідна між здоровими собаками та хворими на гіпотиреоз

У крові собак за гіпотиреозу спостерігали значне зниження кількості еритроцитів (5,78±0,14 Т/л ($p<0,001$)) та концентрації гемоглобіну (14,42±0,36 г/дл ($p<0,01$)) порівняно з клінічно здоровими тваринами контрольної групи. Після терапії ці показники підвищились, і були в межах фізіологічної норми. Гормони щитоподібної залози, ймовірно, посилювали еритропоез шляхом гіперпроліферації незрілих еритроїдних клітин-попередників та збільшення секреції еритропоетину.

З метою встановлення ефективності замісної терапії гормонами щитоподібної залози біохімічні показники сироватки крові оцінювали та порівнювали з такими до лікування. Найпоширенішими відхиленнями, що спостерігали у собак з гіпотиреозом, були підвищення активності лужної фосфатази та гіперхолестеринемія (див. табл. 2). У собак з гіпотиреозом до терапії спостерігали значне збільшення активності лужної фосфатази (МО/л) порівняно зі здоровими собаками. Після терапії було зафіксовано значне зниження активності лужної фосфатази – до 108,00±3,17 МО/л ($p<0,001$). Значне зниження вмісту холестеролу в сироватці крові, показник якого становив 260,43±24,37 мг/дл ($p<0,05$), свідчить про швидке відновлення ліпідного обміну після терапії (норма – 110-280 мг/дл). Клінічні ознаки гіпотиреозу зникли у всіх собак через 12 тижнів від початку лікування. Через 8 тижнів від початку застосування левотироксину та вітамінної добавки *Advance-nutricoat* уміст загального тироксину в сироватці крові собак становив 4,8±0,85 мкг/дл (норма 1,0-4,0 мкг/дл); уміст вільного тироксину – 1,17 нг/дл (норма 0,4-2,0 нг/дл), уміст трийодтироніну загального та вільного вірогідно не відрізнявся від показників до лікування. Уміст тиреотропного гормону гіпофізу залишався ще на високому рівні і становив 1,36 нг/мл, адже відомо, що тиреотропний гормон гіпофіза має тенденцію до повільних змін при лікуванні.

Висновки.

У собак за гіпотиреозу встановлено зниження вмісту загального тироксину у сироватці крові (0,70±0,05 мкг/дл ($p<0,001$)), зниження вмісту вільного тироксину – (0,39±0,04 нг/дл ($p<0,001$)), зниження кількості еритроцитів (4,80±0,17 Т/л ($p<0,001$)), зниження концентрації гемоглобіну (11,80±0,60 г/дл ($p<0,01$)), а також підвищення

активності лужної фосфатази (300,00±17,3 МО/л (p<0,001)) та вмісту холестеролу (345,00 ±17,6 мг/дл (p<0,001)).

За результатами лікування гіпотиреозу собак (левотироксин перорально (0,02 мг/кг двічі на добу та 18 мл в день вітамінної добавки *Advance nutricoat*) упродовж 8 тижнів встановлено нормалізацію маси тіла собак, відсутність брадикардії, мікседеми, алопецій; покращення показників крові: збільшення кількості еритроцитів до 5,78±0,14 Т/л (p<0,05); підвищення концентрації гемоглобіну до 14,42±0,36 г/дл (p<0,05); зниження активності лужної фосфатази до 108,00±3,17 МО/л (p<0,001); зниження вмісту холестеролу – до 260,43±24,37 мг/дл (p<0,05), підвищення вмісту загального тироксину до 4,8±0,85 мкг/дл, вільного тироксину – до 1,17 нг/дл.

References

Локес-Крупка, Т. П., Цвіліховський, М. І. & Зарицький, С. М. (2020). Клінічні ознаки гіпотиреозу у свійських собак. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького,* 22(99), 80-83. https://doi.org/10.32718/nvlvet9913

Маценко, О. В., Собакар, Ю. В., Фурда, І. В., Щепетільніков, Ю. О. & Ільїна О. В. (2023). Біохімічні показники сироватки крові собак за гіперадренокортицизму. *Scientific Progress & Innovations*, 26(1), 67-71.https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.11

Тимошенко, О. П., Маценко, О. В., Собакар, Ю. В., Кравченко, Н. О. & Цвірко, П. А. (2024). Показники системи залишкового азоту за цукрового діабету та гиперадренокортицизму собак. *Ветеринарія, Технології тваринництва та природокористування,* 9, 214-223. DOI: 10.5281/zenodo.12784076

Alves, C. C., Waller, S. B., Costa, G. M., & da Silva E. G. (2021). Epidermal renewal after treatment of primary canine hypothyroidism using levothyroxine. *Acta Scientiae Veterinariae*. 49(1), 702. DOI:https://doi.org/10.22456/1679-9216.112836

Araujo, S. (2016). Dermatological manifestations associated with canine hypothyroidism: A review. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 10(4). https://doi.org/10.5935/1981-2965.20160064

Bennaim, M., Shiel, R.E., Evans, H., & Mooney, C.T. (2022). Free thyroxine measurement by analogue immunoassay and equilibrium dialysis in dogs with non-thyroidal illness. *Research in Veterinary Science*, 147, 37-43. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35430462/

Das, G., Deka, P. & Dutta, K. J. (2021). Clinical management of hypothyroidism associated dermatological signs in a Labrador: A case report. *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 17, 91–2.

Diaz Espiniera, M. M., Mol, J. A., Peters, M. E., Pollak, Y. W., Iversen, L., Van Dijk, J. E., Rijnberk, A., & Kooistra, H. S. (2007). Assessment of thyroid function in dogs with low plasma thyroxine concentration. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(1), 25-32.

Elgalfy, G. E., Ghanem, M. M., Helal, M. A., & El-khaiat, H. M. (2025). Incidence, complications and therapeutic evaluation of clinical hypothyroidism in different breeds of dogs. *BMC Veterinary Research.* 9 (21). 332. https://doi.org/10.1186/s12917-025-04746-4

Ferguson, D. C. (2007). Testing for hypothyroidism in dogs.*Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 37, 647–69. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17619004/

Gal, A., Raetzman, L. T., & Singh K. (2012). Congenital adenohypophyseal hypoplasia associated with secondary hypothyroidism in a 2-week-old Portuguese water dog. *The Canadian Veterinary Journal*, 53, 659-664.

Gori, E., Gianella, P., Lippi, I. & Marchetti, V. (2023). Retrospective evaluation of Gastrointestinal signs in hypothyroid dogs. *Animals*. 13, 1–10. https://www.mdpi.com/2076-2615/13/16/2668

Kour, H., Chhabra, S. & Randhawa, C. S. (2021). Clinical and haemato-biochemical characteristics of hypothyroidism in canines. *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*. 17(3), 1-5. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20210328469

14. Miatkowska, M., Horoszewicz, E., & Andraszek, K. (2025). The effects of hypothyroidism on selected aspects of dog health and behaviour. *Animal science and genetics*, 21(2), *19-37.*https://zootechnical.com/article/551236/en

Mitrevska, E., Celeska, I., Kjosevski, M., & Petrov, E. A. (2023). Clinical signs and behaviour in dogs with hypothyroidism. *Macedonian Veterinary Review*, 46(2), 185-191. https://doi.org/10.2478/macvetrev-2023-0021

Mooney, C. T. (2011). Canine hypothyroidism: a review of aetiology and diagnosis. *New Zealand Veterinary Journal*, 59(3), 105-114 https://doi.org/10.1080/00480169.2011.563729

Naveen, N., Rani, N. L., Reddy, K. B., & Prasad V. D. (2024). Clinico-epidemiological studies of hypothyroidism in dogs. *The Haryana Veterinarian*, 63 (2), 292-295.

Nazare, S., Rodovia, A., Amado, J. & Santo de Oliveira, J.T. (2022). Canine Hypothyroidism with Neurological Disorders. *Acta Scientiae Veterinariae*, 50(1), 88. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220569599

Tresamol, P. V., Anumol, J., & Rathish, R. L. (2013). Clinical management of malasseziosis associated with hypothyroidism in a dog. *Intas Polive*t, 14(2), 366-368.

Yokoyama, Y., Ono, A., Yoshida, M., Matsumoto, K. & Saito, M. (2021). Refinement of decision tree to assess the consequences of increased serum ALP in dogs: Additional analysis on toxicity studies of pesticides evaluated recently in Japan. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 124. http://doi.org/10.1016/j.yrtph.2021.104963

2026. Номер 13, С. 248 – 261.

ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 05.03.2026 Прийнято: 28.04.2026 Опубліковано: 12.05.2026

DOI: 10.31890/vttp.2026.13.21

UDC 636.7:612.8:591.1:612.018

CORTISOL LEVELS IN THE BLOOD OF DOGS WITH DIFFERENT TEMPERAMENT CHARACTERISTICS UNDER THE ACTION OF A STRESS FACTOR

O.V. Khavin[1], O.M. Bobrytska[1], V.I. Redko[1], L.A. Vodopianova[1], K.M. Sovik[2]

[1]State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

[2]Incline veterinary hospital, Incline village, NV, USA

ORCID

O.V. Khavin: https://orcid.org/0009-0001-5660-663X

O.M. Bobrytska: https://orcid.org/0000-0002-5368-8094

V.I. Redko: https://orcid.org/0009-0008-8124-749X

L.A. Vodopianova: https://orcid.org/0000-0002-9331-1689

K.M. Sovik: https://orcid.org/0009-0001-1974-702X

E–mail: olga.bobritskaya2410@gmail.com

Abstract. The aim of this study was to determine the characteristics of the hormonal stress response in dogs with different temperament traits by analyzing the dynamics of plasma cortisol levels under the influence of an acute acoustic stressor. The study was conducted on 30 clinically healthy male German Shepherd dogs aged 3.9±0.2 years. Temperament traits (aggressiveness, fear and anxiety, excitability, trainability, and obedience) were assessed using the standardized C-BARQ methodology. Acute stress was induced using the open field test combined with an acoustic stimulus (thunder sound, 90–100 dB). Plasma cortisol levels were measured before exposure to the stressor and at 15, 30, and 60 minutes after exposure using an enzyme-linked immunosorbent assay. The results demonstrated that both the intensity and duration of the hormonal stress response significantly depended on temperament characteristics. In the acute phase of the stress response (15 minutes), aggressiveness had the greatest influence on cortisol levels, whereas fear and anxiety predominated during the recovery phase. Excitability was a key determinant of basal cortisol levels, while low trainability and obedience were associated with prolonged elevation of cortisol following stress exposure. Dogs with calm behavior exhibited lower peak cortisol concentrations and faster restoration of hormonal balance, whereas animals with pronounced behavioral disturbances showed high and sustained endocrine responses. The obtained results confirm the key role of temperament in shaping individual stress reactivity in dogs and have practical significance for assessing adaptive capacity, optimizing housing conditions, training strategies, and veterinary management.

Keywords: *dogs, temperament, cortisol, stress, anxiety, aggression, excitability, obedience.*

УДК 636.7:612.8:591.1:612.018

РІВЕНЬ КОРТИЗОЛУ В КРОВІ СОБАК З РІЗНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТЕМПЕРАМЕНТУ ЗА ДІЇ СТРЕСОВОГО ФАКТОРА

О.В. Хавін[1], О.М. Бобрицька[1], В.І. Редько[1], Л.А. Водоп'янова[1], К.М. Совік[2]
[1]Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
[2]Інклайн ветеринарний шпиталь, Інклайн вілледж, Невада, США
E–mail: olga.bobritskaya2410@gmail.com

Анотація. Метою дослідження було встановити особливості гормональної стрес-реакції у собак із різними характеристиками темпераменту шляхом аналізу динаміки рівня кортизолу в плазмі крові за дії гострого звукового стресового фактора. Дослідження проведено на 30 клінічно здорових псів породи німецька вівчарка віком 3,9±0,2 роки. Оцінку рис темпераменту (агресивність, страх і тривожність, збудливість, здатність до навчання та слухняність) здійснювали за допомогою стандартизованої методики C-BARQ. Гострий стрес моделювали з використанням тесту «відкрите поле» у поєднанні зі звуковим подразником (гроза, 90–100 дБ). Рівень кортизолу визначали у плазмі крові до дії стресора та через 15, 30 і 60 хв після нього методом імуноферментного аналізу. Встановлено, що інтенсивність і тривалість гормональної відповіді на стрес достовірно залежать від характеристик темпераменту. У гострій фазі стрес-реакції (15-та хва) найбільший вплив на рівень кортизолу мала агресивність, тоді як у відновній фазі домінували страх і тривожність. Збудливість визначала базальний рівень кортизолу, а низька здатність до навчання і слухняність асоціювалася з пролонгованим підвищенням гормону після дії стресора. Собаки зі спокійною поведінкою характеризувалися нижчими піковими значеннями кортизолу та швидшим відновленням гормонального балансу, тоді як тварини з вираженими поведінковими порушеннями демонстрували високі та тривалі ендокринні реакції. Отримані результати підтверджують ключову роль темпераменту у формуванні індивідуальної стрес-реактивності собак і мають практичне значення для оцінки адаптаційних можливостей тварин, оптимізації умов утримання, дресирування та ветеринарного супроводу.

Ключові слова: *собаки, темперамент, кортизол, стрес, тривожність, агресія, збудливість, слухняність.*

Вступ. Психоемоційні порушення, спричинені хронічним або гострим стресом, можуть впливати не лише на поведінку, а й на нейроендокринну регуляцію, імунну реактивність і загальний стан здоров'я тварин (Beerda et al., 2000; Koolhaas et al., 2011). Згідно з даними клінічних і експериментальних спостережень, собаки чутливо реагують на зміну зовнішнього середовища, звукові подразники, соціальну ізоляцію чи нові просторові умови, що проявляється підвищеною тривожністю, збудливістю або агресією (Stanford, 1981; Döring et al., 2009). У контексті ветеринарної практики саме психогенний стрес є однією з головних причин поведінкових розладів, ускладнень під час огляду та зниження рівня добробуту (Hekman et al., 2014; Hauser et al., 2020).

Встановлено, що реакції на стрес у собак мають як індивідуальну, так і типову компоненту, пов'язану з темпераментом, особливостями навчання та досвідом соціалізації (Stephen & Ledger, 2005; Somppi et al., 2022). Поведінкові індикатори, такі як пози тіла, міміка, вокалізація чи уникання контакту, у поєднанні з фізіологічними маркерами (рівень кортизолу, частота серцевих скорочень) відображають емоційний стан тварини (Flint et al., 2024; Mârza et al., 2024). Оцінка цих показників є основою для формування науково обґрунтованих методик контролю та профілактики стресу. У сучасних роботах також наголошується на важливості інтерпретації фрустрації як окремого типу емоційної реакції, що може суттєво впливати на працездатність службових і пошуково-рятувальних собак

(Dickinson & Feuerbacher, 2025). Аналогічно, хронічна дія стресорів здатна змінювати поведінкову латералізацію, що свідчить про глибоку перебудову нейрофізіологічних процесів (Salgirli Demirbas et al., 2023).

Додатково McMahon et al. (2022) підкреслюють важливість фізіологічного профілю тварини як індикатора індивідуальних відмінностей у поведінці: поєднання параметрів гормональних рівнів і поведінкових ознак дозволяє точніше інтерпретувати функціональне значення темпераменту (McMahon et al., 2022). Сукупність цих результатів свідчить, що вивчення стресу в собак потребує інтеграції нейроендокринних, кардіофізіологічних і поведінкових показників, що забезпечує більш повне розуміння механізмів емоційної регуляції та адаптації. Отже, комплексне вивчення поведінкових і фізіологічних ознак стресу у собак, з урахуванням їхнього темпераменту, є необхідною умовою для розроблення науково обґрунтованих методів оцінки адаптивних реакцій. Це має не лише теоретичне, а й практичне значення – для підвищення добробуту тварин, ефективності ветеринарних процедур і поліпшення якості взаємодії між собакою та людиною (Teo et al., 2022).

Кортизол є ключовим глюкокортикоїдним гормоном, який виробляється корою наднирників у відповідь на активацію гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової системи за дії стресових факторів (Gallego et al., 2022). Він відіграє центральну роль у формуванні адаптаційної відповіді організму на стрес, впливаючи на багато фізіологічних процесів (Gallego et al., 2022). Підвищення концентрації кортизолу сприяє мобілізації енергетичних ресурсів, посилює глюконеогенез, пригнічує запальні реакції та модулює функції імунної системи, що є важливим для короткочасного виживання в умовах стресу (d'Angelo et al., 2021).

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведено на 30 здорових псів породи німецька вівчарка віком 3,9±0,2 роки, з масою тіла 34,0±3,1 кг, що утримувалися у кінологічному центрі поліції м. Києва та розпліднику «vom Yambwelle Hof» (досліди затверджено Комісією з біоетичної експертизи факультету ветеринарної медицини Державного біотехнологічного університету (протокол № 3 від 22.04.2025 року).

Визначення рис темпераменту здійснювали за уніфікованою методикою C-BARQ (Canine Behavioral Assessment & Research Questionnaire), рекомендованою Пенсильванським університетом (Pennsylvania, 2023). Для оцінки використовували стандартну анкету, заповнену власниками тварин (Serpell, 2015). Із 14 основних критеріїв поведінки відібрано чотири, які найбільш чітко відображають індивідуальні відмінності реактивності: агресія, страх і тривога, збудливість, навчання та слухняність. Відповідність характеристик за C-BARQ різним рисам темпераменту собак полягала у виділенні трьох рівнів прояву кожної поведінкової ознаки. Для агресії виділяли три типи тварин: спокійні – собаки, які не виявляли агресивних реакцій у присутності людей чи інших тварин; помірно агресивні – реагували агресивно лише в окремих випадках, здебільшого в ситуаціях загрози або конкуренції; агресивні – демонстрували виражену агресію у вигляді гарчання, спроб укусу або нападу. За показником страху і тривоги виділяли: сміливих тварин, які не проявляли ознак страху чи уникання нових об'єктів; помірно тривожних – демонстрували короткочасне занепокоєння або настороженість; боязких (лякливих) – проявляли виражені реакції страху, уникали контакту, могли тремтіти чи ховатися. За характеристикою збудливості тварин класифікували як: спокійних – зі стабільною поведінкою і низькою реактивністю; помірно збудливих – з короткочасними періодами підвищеної активності під дією подразників; надмірно збудливих – із високою руховою активністю, гіперреактивністю, труднощами в контролі поведінки. Оцінюючи навчання та слухняність, виділяли: слухняних собак, які добре піддавались дресуванню та швидко виконували команди; іноді неслухняних – реагували вибірково або потребували повторення команд; неслухняних – мали труднощі з навчанням, часто ігнорували вимоги дресирувальника. У подальшому ці поведінкові профілі використовувалися для формування

експериментальних груп і порівняння реакцій собак з різними рисами темпераменту під час моделювання гострого стресу.

Модуляцію гострого стресу у собак проводили за допомогою тесту «відкрите поле» (*open field test*), для чого було обладнано випробувальний манеж площею 16 м^2 із відеокамерою, за допомогою якої спостерігали за поведінкою собак. Тестування проводилося протягом 5 днів у той самий час з 9 до 10 ранку. У перший день експерименту тварину заводили в кімнату і лишали на самоті на 10 хв для адаптації до навколишнього середовища. У другий і третій день експерименту тварину заводили до кімнати, залишали на самоті і протягом перших трьох хв тварина знаходилась у тиші, потім на 3 хви вмикали звук грози (рівень звуку 90-100 дБ), після чого протягом 3 хв була тиша. На четвертий день і п'ятий експерименту тварину заводили в ту саму кімнату і лишали на самоті на 5 хв в тиші (для фіксування стану тривожності). Протягом експерименту фармакологічних препаратів не застосовували.

Матеріалом для досліджень були зразки крові тварин, отримані з яремної вени, до дії подразника та через 15-, 30- та 60 хв після нього. Відбір крові здійснювали через периферичний катетер, встановлений за 30 хв до початку тестування. Маніпуляцію проводили одним і тим самим дослідником. Фіксація тварин була мінімальною, без застосування седативних препаратів. Тривалість процедури не перевищувала 1–2 хв. Базові зразки відбирали після періоду адаптації в умовах тиші. Таким чином, вплив процедури забору крові на рівень кортизолу мінімізовано та стандартизовано для всіх груп.

Вимірювання рівня кортизолу в плазмі крові проводили за допомогою набору «Кортизол–КС–ИФА» (ХЕМА, Україна) на універсальному рідері для мікропланшет ELx800 (Bio–Tek Instruments, США). Порядок вимірювання відповідав інструкції K210CFI.

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення MS Excel, використовуючи вбудовану функцію «Аналіз даних». Для проведення статистичного аналізу застосовували описову статистику та однофакторний дисперсійний аналіз. Формування груп здійснювали на підставі попереднього профілю C-BARQ. Розподіл тварин між категоріями проводили без впливу дослідника на поведінкову класифікацію. Для проведення дисперсійного аналізу використовували незалежні вибірки. Перед застосуванням ANOVA перевіряли нормальність розподілу даних за критерієм Шапіро–Вілка та гомогенність дисперсій за критерієм Левена. Ймовірність різниць між середніми значеннями перевіряли за допомогою t-критерію Стюдента. Достовірність змін показників оцінювали за рівнями значущості $P \leq 0,05$.

Результати та обговорення. У табл. 1 наведено результати статистичного аналізу рівня кортизолу в плазмі крові собак з різним ступенем прояву агресії (спокійні, помірно агресивні та виражено агресивні) під впливом звукового подразника. У собак зі спокійною поведінкою базовий рівень кортизолу становив 30,5 нг/мл (діапазон 20,3–38,4 нг/мл). Після дії стресового фактора спостерігалося підвищення концентрації до 132,3 нг/мл через 15 хв, із поступовим зниженням через 30 хв до 108,1 нг/мл та поверненням до майже вихідних значень (49,2 нг/мл) через 60 хв. Встановлена висока варіабельність показників, особливо через 30 хв (SD=46,61) свідчила про значну індивідуальну мінливість реакції.

У собак із помірним ступенем агресивності базовий рівень кортизолу був вищим – 38,9 нг/мл (29,7–45,7 нг/мл). Після дії подразника через 15 хв концентрація досягла 188,1 нг/мл, що значно перевищувало показники у спокійних тварин. Через 30 хв рівень залишався високим (116,9 нг/мл), а через 60 хв знизився до 58,0 нг/мл. Під час цього відзначено значну варіабельність показників у відповідь на стрес (S^2=3183,88 через 15 хв).

У собак із вираженою агресією базовий рівень кортизолу складав 37,7 нг/мл (31,3–41,5 нг/мл), що співставно з помірно агресивними собаками. Після дії звукового подразника спостерігалося максимальне підвищення концентрації кортизолу – до 231,5 нг/мл через 15 хв, що було найвищим серед усіх досліджуваних груп. Через 30 хв рівень залишався значно підвищеним (177,5 нг/мл), а через 60 хв становив 74,3 нг/мл. Порівняно невелика

варіабельність у цій групі (SD=25,70 через 15 хв) свідчить про стабільно високий та прогнозований характер стресової реакції у тварин із вираженою агресією.

Таблиця 1

Показники рівня кортизолу в плазмі крові собак з різним ступенем прояву агресії за дії звукового подразника (n=5; нг/мл)

Статистичні показники	Період досліджень			
	до дії подразника	після дії подразника		
		через 15 хв	через 30 хв	через 60 хв
Спокійні				
M *(min.–max.)*	30,5 *(20,3–38,4)*	132,3 *(115,8–158,9)*	108,1 *(48,9–163,5)*	49,2 *(25,0–91,2)*
SD	6,71	18,10	46,61	28,26
SEM	3,00	8,09	20,85	12,64
S^2	45,07	327,62	2172,85	798,6
CI (95%)	8,34	22,47	57,88	35,09
Помірна агресія				
M *(min.–max.)*	38,9 *(29,7–45,7)*	188,1 *(153,1–287,8)*	116,9 *(46,3–200,6)*	58,0 *(37,8–77,4)*
SD	6,79	56,43	64,33	16,69
SEM	3,04	25,23	28,77	7,46
S^2	46,15	3183,88	4137,97	278,48
CI (95%)	8,43	70,06	79,87	20,72
Виражена агресія				
M *(min.–max.)*	37,7 *(31,3–41,5)*	231,5 *(205,1–260,2)*	177,5 *(145,3–199,3)*	74,3 *(54,2–85,5)*
SD	4,06	25,70	25,18	12,18
SEM	1,82	11,49	11,26	5,45
S^2	16,48	660,53	634,28	148,36
CI (95%)	5,04	31,91	31,27	15,12

Примітка: M – середнє значення; *min.–max.* – мінімальне і максимальне значення; SD – стандартне відхилення; SEM – стандартна похибка; S^2 – дисперсія вибірки; CI (95%) – довірчий інтервал 95%.

Отже, найбільш інтенсивну та пролонговану реакцію на стресовий звуковий подразник продемонстрували собаки з вираженою агресією, у яких пік концентрації кортизолу був найвищим і тримався довше.

У собак із помірною агресією базовий рівень кортизолу був вищим за показники спокійних тварин на 1,8 нг/мл (рис. 1). У собак із помірною агресією до дії подразника рівень кортизолу був вищим за показники спокійних тварин на 8,4 нг/мл , що свідчить про помірне підвищення базового гормонального фону. Через 15 хв після дії звукового стресора різниця зросла до 55,8 нг/мл, демонструючи виражену гормональну реакцію. Через 30 хв вона знизилась до 8,9 нг/мл, а через 60 хв залишалась стабільно невеликою (8,7 нг/мл).

У собак із вираженою агресією початковий рівень кортизолу був підвищений на 7,2 нг/мл відносно спокійних тварин. Після дії звукового подразника через 15 хв відзначено різке зростання різниці до 99,2 нг/мл, що є максимальним показником серед досліджуваних груп. Через 30 хв різниця залишалась значно підвищеною (69,5 нг/мл), а через 60 хв знижувалась до 25,1 нг/мл проте залишалась на високому рівні.

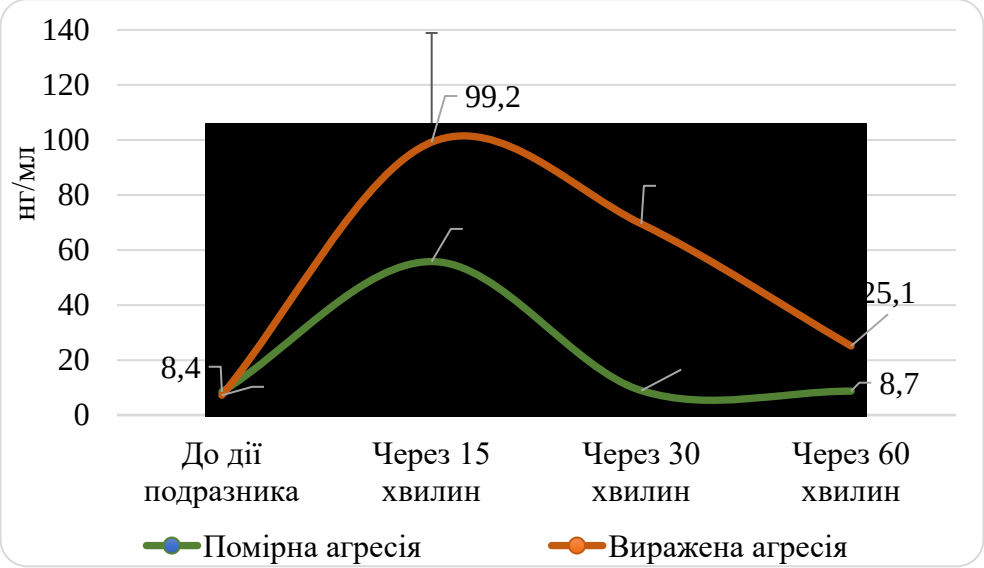


Рис. 1. **Динаміка різниці рівня кортизолу в плазмі крові собак з різним ступенем прояву агресії порівняно до спокійних тварин за впливу звукового подразника** (n=5; нг/мл)

Отже, така динаміка свідчить про те, що ступінь агресивності собак прямо пропорційно пов'язаний з інтенсивністю та тривалістю гормональної відповіді на гострий стресовий подразник, до того ж найбільш потужна та стійка реакція спостерігається у собак із вираженою агресією.

Інтерпретація рівня кортизолу може бути ускладнена впливом різноманітних зовнішніх і внутрішніх чинників (Cobb et al., 2016; Lensen et al., 2019). Проте, порівняно з іншими біомаркерами, відповідь кортизолу є більш стабільною та послідовною, демонструючи підвищення його концентрації у відповідь на стресові подразники, що свідчить про активацію гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникової осі (Hekman et al., 2014).

У табл. 2 наведено результати статистичного аналізу рівня кортизолу в плазмі крові собак із різним ступенем прояву страху і тривоги під впливом звукового подразника. У собак без ознак страху і тривоги базовий рівень кортизолу становив у середньому 28,4 нг/мл (від 20,3 до 38,4 нг/мл). Після дії звукового подразника через 15 хв концентрація гормону зросла до 115,7 нг/мл, через 30 хв знижувалась до 75,0 нг/мл, а через 60 хв – до 31,4 нг/мл . Коливання показників були помірними (SD від 6,34 до 26,63 нг/мл), що свідчить про рівномірну реакцію в цій групі.

У собак із помірним проявом страху і тривоги базовий рівень кортизолу був вищим і складав 32,2 нг/мл (21,7–40,3 нг/мл). Після звукового стресу через 15 хв відзначалося підвищення рівня кортизолу до 150,9 нг/мл , а через 30 хв – до 128,2 нг/мл . Через 60 хв показник знизився до 44,3 нг/мл, проте залишався вищим за вихідний рівень. Варіабельність була високою, особливо через 15 та 30 хв (SD 33,53 та 51,82 нг/мл).

У собак із вираженим почуттям страху і тривоги базовий рівень кортизолу був найвищим і становив 37,5 нг/мл (28,7–45,7 нг/мл). Після дії подразника через 15 хв концентрація кортизолу різко зросла до 201,7 нг/мл, що є найвищим значенням серед усіх груп. Через 30 хв вона залишалася на високому рівні (171,9 нг/мл), а через 60 хв становила 78,2 нг/мл. Відносно низький рівень стандартного відхилення за високих середніх значеннях свідчить про однорідну стресову реакцію в цій групі.

Отже, результати свідчать про чітку залежність інтенсивності та тривалості гормональної відповіді собак на гострий звуковий стрес від ступеня прояву страху і тривоги.

Таблиця 2

Показники рівня кортизолу в плазмі крові собак з різним ступенем прояву страху і тривоги за дії звукового подразника (n=5; нг/мл)

Статистичні показники	Період досліджень			
	до дії подразника	після дії подразника		
		через 15 хв	через 30 хв	через 60 хв
Без ознак страху і тривоги				
M *(min.–max.)*	28,4 *(20,3–38,4)*	115,7 *(108,2–125,9)*	75,0 *(44,2–99,9)*	31,4 *(25–39,3)*
SD	7,97	7,11	26,63	6,34
SEM	3,56	3,18	11,91	2,83
S^2	63,45	50,59	709,35	40,18
CI (95%)	9,89	8,83	33,07	7,87
Помірне почуття страху і тривоги				
M *(min.–max.)*	32,2 *(21,7–40,3)*	150,9 *(121,3–205,1)*	128,2 *(85,0–199,3)*	44,3 *(24,3–80,8)*
SD	8,42	33,53	51,82	23,30
SEM	3,77	14,99	23,17	10,42
S^2	70,97	1124,17	2684,94	542,86
CI (95%)	10,46	41,63	64,34	28,93
Виражене почуття страху і тривоги				
M *(min.–max.)*	37,5 *(28,7–45,7)*	201,7 *(142,4–287,8)*	171,9 *(146,1–200,6)*	78,2 *(64,9–91,2)*
SD	7,05	66,26	24,90	11,60
SEM	3,15	29,63	11,13	5,19
S^2	49,77	4390,85	619,81	134,65
CI (95%)	8,76	82,28	30,91	14,41

Примітка. M – середнє значення; *min.–max.* – мінімальне і максимальне значення; SD – стандартне відхилення; SEM – стандартна похибка; S^2 – дисперсія вибірки; CI (95%) – довірчий інтервал 95%.

Тривале підвищення кортизолу, особливо в разі хронічного стресу, може призводити до негативних наслідків, таких як зниження імунітету, порушення обміну речовин, розвиток тривожності та поведінкових розладів (Rathish et al., 2021). Тому рівень кортизолу часто використовують як достовірний біологічний маркер для оцінки сили, тривалості та характеру стресової відповіді у тварин і людини. Динаміку різниці рівня кортизолу в плазмі крові собак із різним ступенем прояву страху і тривоги (помірним та вираженим) порівняно з тваринами без ознак страху і тривоги під впливом звукового подразника наведено на рис. 2.

У собак із помірним почуттям страху і тривоги базовий рівень кортизолу був вищим на 3,8 нг/мл порівняно зі спокійними тваринами. Через 15 хв після впливу стресового подразника різниця зросла до 35,3 нг/мл. Через 30 хв вона становила 53,3 нг/мл, що вказує на дещо відкладену та тривалішу реакцію, яка через 60 хв зменшилась до 12,9 нг/мл.

У собак із вираженим почуттям страху і тривоги базовий рівень кортизолу перевищував контрольний на 9,1 нг/мл. Через 15 хв після дії стресора ця різниця сягала 86 нг/мл , а через 30 хв – 97 нг/мл, що свідчить про дуже сильну та стійку стресову реакцію. Навіть через 60 хв після подразнення рівень кортизолу у цій групі залишався підвищеним на 46,8 нг/мл порівняно з тваринами без почуття страху.

Таким чином, динаміка різниці показників кортизолу чітко підтверджує залежність інтенсивності та тривалості гормональної відповіді від ступеня прояву страху і тривоги. Найпотужніша та пролонгована реакція виявлена у собак з вираженим почуттям страху і тривоги, тоді як тварини з помірними проявами демонстрували більш контрольовану та менш тривалу гормональну відповідь.

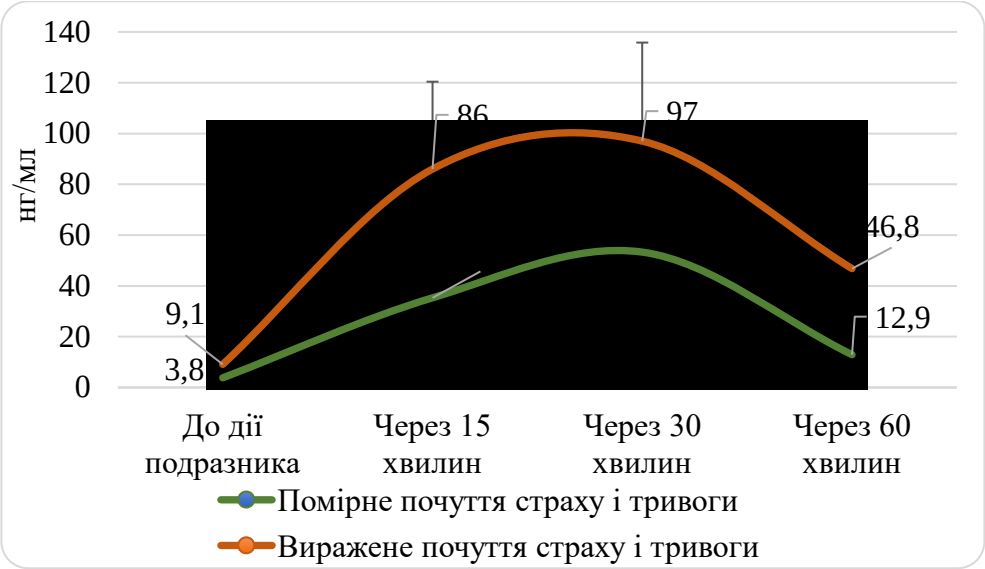


Рис. 2. **Динаміка різниці рівня кортизолу в плазмі крові собак з різним ступенем прояву страху і тривоги порівняно до тварин без ознак страху і тривоги за впливу звукового подразника (n=5; нг/мл)**

У табл. 3 представлено результати статистичного аналізу рівня кортизолу в плазмі крові собак з різним ступенем прояву збудливості (спокійні, помірно збудливі, надмірно збудливі) під дією звукового подразника.

Таблиця 3

Показники рівня кортизолу в плазмі крові з різним ступенем прояву збудливості за дії звукового подразника (n=5; нг/мл)

Статистичні показники	Період досліджень			
	До дії подразника	Після дії подразника		
		Через 15 хв	Через 30 хв	Через 60 хв
Спокійні				
M *(min.–max.)*	28,1 *(20,3–31,8)*	122,0 *(81,8–158,9)*	92,7 *(44,2–163,5)*	50,1 *(27,6–91,2)*
SD	4,52	29,98	57,34	27,42
SEM	2,02	13,41	25,64	12,26
S^2	20,40	898,95	3288,13	751,59
CI (95%)	5,61	37,23	71,20	34,04
Помірна збудливість				
M *(min.–max.)*	32,2 *(21,7–41,2)*	174,2 (121,3–256,1)	100,1 *(80,3–159,9)*	44,9 *(33,8–62,2)*
SD	7,60	50,16	33,57	13,15
SEM	3,40	22,43	15,01	5,88
S^2	57,76	2516,29	1127,18	172,89
CI (95%)	9,44	62,29	41,69	16,33
Надмірна збудливість				
M *(min.–max.)*	41,3 *(39,2–45,7)*	225,6 *(161,3–287,8)*	188,2 *(153,5–200,6)*	74,0 *(54,2–89,6)*
SD	2,56	48,92	19,71	13,09
SEM	1,15	21,88	8,81	5,85
S^2	6,57	2393,33	388,37	171,39
CI (95%)	3,18	60,74	24,47	16,26

Примітка. M – середнє значення; *min.–max.* – мінімальне і максимальне значення; SD – стандартне відхилення; SEM – стандартна похибка; S^2 – дисперсія вибірки; CI (95%) – довірчий інтервал 95%.

У собак зі спокійною поведінкою базовий рівень кортизолу становив 28,1 нг/мл (у межах від 20,3 до 31,8 нг/мл). Після дії звукового стресу через 15 хв концентрація гормону зросла до 122,0 нг/мл, через 30 хв становила 92,7 нг/мл , а через 60 хв знизилась до 50,1 нг/мл. Досить висока варіабельність показників (SD до 57,34 нг/мл через 30 хв) свідчить про індивідуальні коливання у чутливості до стресу. Собаки з помірною збудливістю мали дещо вищий початковий рівень кортизолу – 32,2 нг/мл. Через 15 хв після дії подразника

рівень гормону підвищився до 174,2 нг/мл, через 30 хв знижувався до 100,1 нг/мл і досягав 44,9 нг/мл через 60 хв. Залишалась помірна варіабельність реакції (SD до 50,16 нг/мл), що вказує на різний ступінь її прояву навіть у межах цієї групи.

У собак із надмірною збудливістю базовий рівень кортизолу був найбільшим – 41,3 нг/мл (у межах від 39,2 до 45,7 нг/мл). Через 15 хв після дії звукового подразника концентрація кортизолу досягла максимуму – 225,6 нг/мл, через 30 хв залишалась на дуже високому рівні (188,2 нг/мл), а через 60 хв становила 74,0 нг/мл. Під час цього відмічалась невелика варіабельність (SD 19,71–48,92 нг/мл).

Отже, результати свідчать, що ступінь збудливості безпосередньо впливає на інтенсивність і тривалість гормональної відповіді організму на гострий стрес.

У собак із помірною збудливістю базовий рівень кортизолу був вищим на 4 нг/мл порівняно зі спокійними тваринами (рис. 3).

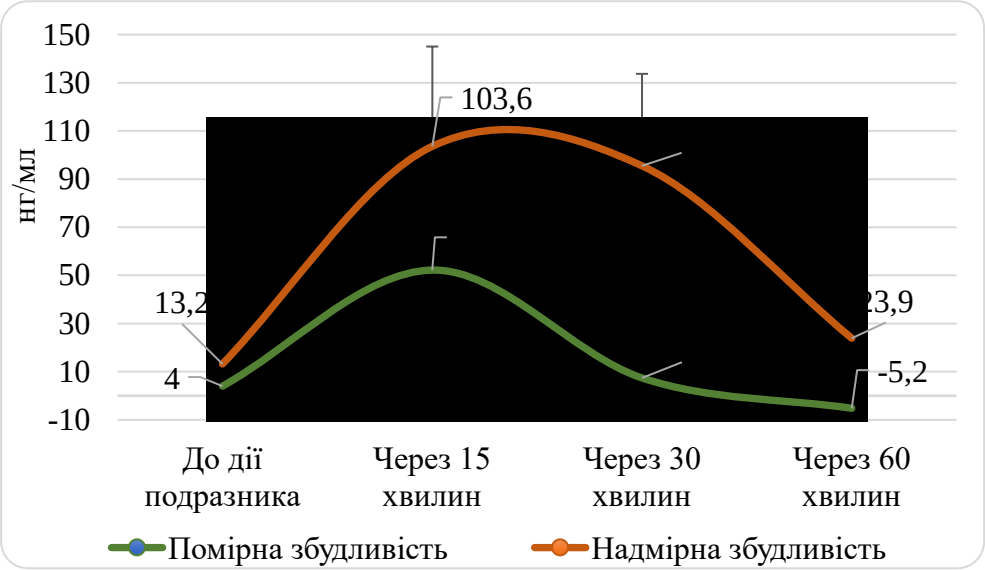


Рис. 3. **Динаміка різниці рівня кортизолу в плазмі крові собак з різним ступенем прояву збудливості порівняно до спокійних тварин за впливу звукового подразника (n=5; нг/мл)**

Через 15 хв після впливу звукового подразника різниця зросла до 52,2 нг/мл , демонструючи виражену стресову відповідь. Через 30 хв вона знижувалась до 7,4 нг/мл , а через 60 хв сягнула від'ємного значення (-5,2 нг/мл), що свідчить про швидке повернення рівня кортизолу до фізіологічної норми і навіть тенденцію до зниження нижче базових показників. У собак із надмірною збудливістю базовий рівень кортизолу був вищим на 13,2 нг/мл порівняно зі спокійними тваринами. Через 15 хв після дії звукового подразника різниця сягнула 103,6 нг/мл, що є максимальним показником, який демонструє надзвичайно потужну ендокринну реакцію. Через 30 хв остання залишалась дуже високою (95,5 нг/мл), а через 60 хв становила 23,9 нг/мл, що свідчить про тривале утримання підвищеного рівня гормональної відповіді.

Таким чином, ступінь збудливості собак безпосередньо визначає інтенсивність і тривалість стресової гормональної відповіді. Найбільш сильна та пролонгована реакція спостерігається у надмірно збудливих собак, тоді як у помірно збудливих тварин реакція була менш стійкою та супроводжувалась швидким поверненням до норми.

Кортизол вважається основним біомаркером стресу, однак його рівень залежить від багатьох факторів: типу стресу (гострий/хронічний), умов взяття проб, часу очікування, наявності власника (Juodžentė et al., 2018; Lefman & Prittie, 2019). Хронічний стрес може призводити до виснаження наднирників і зниження базового рівня кортизолу. Інші маркери: ЧСС, температура, рівень окситоцину, змінюються відповідно до типу збудження (Perego et al., 2014). Таким чином, нами встановлено, що інтенсивність і тривалість

гормональної відповіді собак чітко залежить від їх темпераменту: агресивність, страх і тривога, збудливість та низька здатність до дресирування підвищують стресову чутливість та погіршують адаптацію, що важливо враховувати у кінологічній та ветеринарній практиці.

У табл. 4 наведено результати статистичного аналізу рівня кортизолу в плазмі крові собак із різною здатністю до навчання та слухняністю під впливом звукового подразника. У слухняних собак, які добре піддаються дресуванню, базовий рівень кортизолу становив 31,9 нг/мл (діапазон 20,6–40,4 нг/мл). Після дії звукового стресового чинника через 15 хв відмічалося помірне підвищення концентрації кортизолу до 102,1 нг/мл, через 30 хв – зниження до 75,5 нг/мл і повернення майже до вихідного рівня (30,2 нг/мл) через 60 хв. Під час цього показники відзначалися низькою варіабельністю (SD від 5,51 до 22,87 нг/мл), що свідчить про стабільність та ефективну адаптацію. У собак, які бувають не слухняними, початковий рівень кортизолу був подібний до показника у слухняних тварин (32,0 нг/мл). Однак реакція на стрес була значно більш вираженою: через 15 хв концентрація гормону зросла до 183,3 нг/мл, через 30 хв залишалася підвищеною – 127,2 нг/мл, а через 60 хв знижувалась до 62,6 нг/мл. Високий рівень варіабельності (SD до 58,68 нг/мл) свідчить про гетерогенність реакції в межах цієї групи.

Таблиця 4

Показники рівня кортизолу в плазмі крові собак з різною здатністю до навчання та слухняністю за дії звукового подразника (n=5; нг/мл)

Статистичні показники	Період досліджень			
	До дії подразника	Після дії подразника		
		Через 15 хв	Через 30 хв	Через 60 хв
Слухняні (добре піддаються дресируванню)				
M *(min.–max.)*	31,9 *(20,6–40,4)*	102,1 *(81,8–109,9)*	75,5 *(44,2–99,9)*	30,2 *(24,6–39,3)*
SD	8,00	11,55	22,87	5,51
SEM	3,58	5,16	10,23	2,46
S^2	64,05	133,37	523,18	30,33
CI (95%)	9,94	14,34	28,4	6,84
Іноді не слухняні				
M *(min.–max.)*	32,0 *(28,2–39,2)*	183,3 *(142,4–218,6)*	127,2 *(46,3–191,6)*	62,6 *(33,8–91,2)*
SD	4,24	33,21	58,68	24,73
SEM	1,90	14,85	26,24	11,06
S^2	17,99	1102,77	3443,47	611,72
CI (95%)	5,27	41,23	72,86	30,71
Не слухняні				
M *(min.–max.)*	39,9 *(35,7–45,7)*	212,9 *(153,7–287,8)*	131,1 *(72,5–200,6)*	78,6 *(56,7–107,7)*
SD	4,63	57,80	62,15	18,46
SEM	2,07	25,85	27,80	8,25
S^2	21,42	3340,64	3863,04	340,67
CI (95%)	5,75	71,77	77,17	22,92

Примітка. M – середнє значення; *min.–max.* – мінімальне і максимальне значення; SD – стандартне відхилення; SEM – стандартна похибка; S^2 – дисперсія вибірки; CI (95%) – довірчий інтервал 95%.

У неслухняних собак базовий рівень кортизолу був найбільшим і становив 39,9 нг/мл (35,7–45,7 нг/мл). Через 15 хв після впливу подразника показники сягали максимуму – 212,9 нг/мл, через 30 хв залишалися високими (131,1 нг/мл), а через 60 хв становили 78,6 нг/мл, що свідчить про найбільш тривалу та інтенсивну гормональну відповідь. Показники відзначалися помірною варіабельністю (SD до 62,15 нг/мл), характерною для стабільно вираженої реакції у групі з низькою слухняністю.

Отже, результати свідчать про чіткий зв’язок між рівнем слухняності та інтенсивністю стресової реакції у собак.

За нормальних умов, у собак, які іноді бувають не слухняними, базовий рівень кортизолу відрізнявся від слухняних тварин незначно – на 0,1 нг/мл (рис. 4). Однак через 15 хв після впливу звукового подразника різниця збільшувалась до 81,2 нг/мл, демонструючи значно потужнішу стресову відповідь. Через 30 хв різниця становила 51,7 нг/мл, а через 60 хв – 32,4 нг/мл, що свідчить про тривале збереження підвищеного рівня кортизолу у цієї групи порівняно зі слухняними собаками.

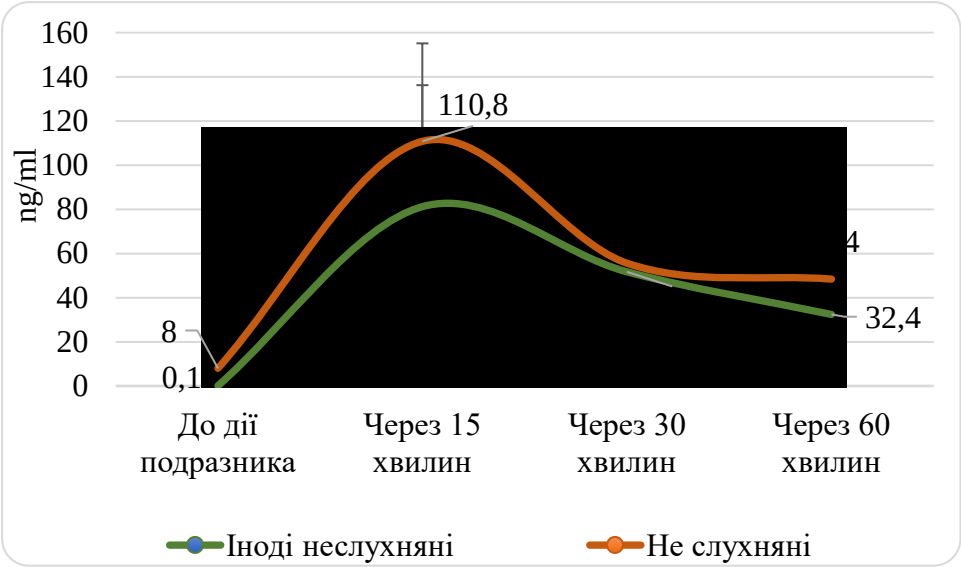


Рис. 4. **Динаміка різниці рівня кортизолу в плазмі крові собак з різною здатністю до навчання та слухняністю порівняно до слухняних тварин за впливу звукового подразника (n=5; нг/мл)**

У неслухняних собак базовий рівень кортизолу був на 8 нг/мл вищим порівняно зі слухняними тваринами. Через 15 хв після дії подразника різниця сягнула максимуму – 110,8 нг/мл, що свідчить про надзвичайно сильну гормональну реакцію. Через 30 хв показник залишався підвищеним на 55,6 нг/мл, а через 60 хв різниця становила 48,4 нг/мл, що вказує на довготривале утримання високого рівня стресової відповіді.

Отже, динаміка різниці рівня кортизолу підтверджує, що чим нижча слухняність і здатність до навчання у собак, тим більш інтенсивною та пролонгованою є їх гормональна відповідь на гострий звуковий стрес.

На рис. 5 наведено показник сили впливу (η^2_χ) окремих характеристик темпераменту собак на рівень кортизолу в плазмі крові під дією звукового подразника. Фактор агресії відносно дії подразника мав помірний вплив на базовий рівень кортизолу (0,34 ум. од.). Через 15 хв сила його впливу досягла максимальних значень (0,86 ум. од.; $P < 0,001$), що свідчить про вагому роль агресивності у формуванні гострої стресової реакції. На 30-й та 60-й хв. вплив агресії поступово знижувався (до 0,51; $P < 0,01$ та 0,29 ум. од.), що вказує на зменшення її значущості у фазі відновлення.

Страх і тривога справляли стабільно значущий вплив на секрецію кортизолу протягом усього експерименту. До початку дії подразника сила цього впливу становила 0,31 ум. од., через 15 хв зростала до 0,51 ум. од. ($P < 0,01$), досягаючи піку через 30 хв (0,82 ум. од.). Максимальний вплив спостерігався на 60-й хві експерименту (0,89 ум. од.; $P < 0,001$).

Збудливість найбільше впливала до дії подразника (0,8 ум. од.), демонструючи її ключову роль у вихідному рівні гормонального фону. Після стресу сила впливу поступово зменшувалась - 0,67 ум. од. ($P < 0,01$) через 15 хв, 0,61 ум. од. ($P < 0,01$) через 30 хв та 0,27 ум. од. через 60 хв.

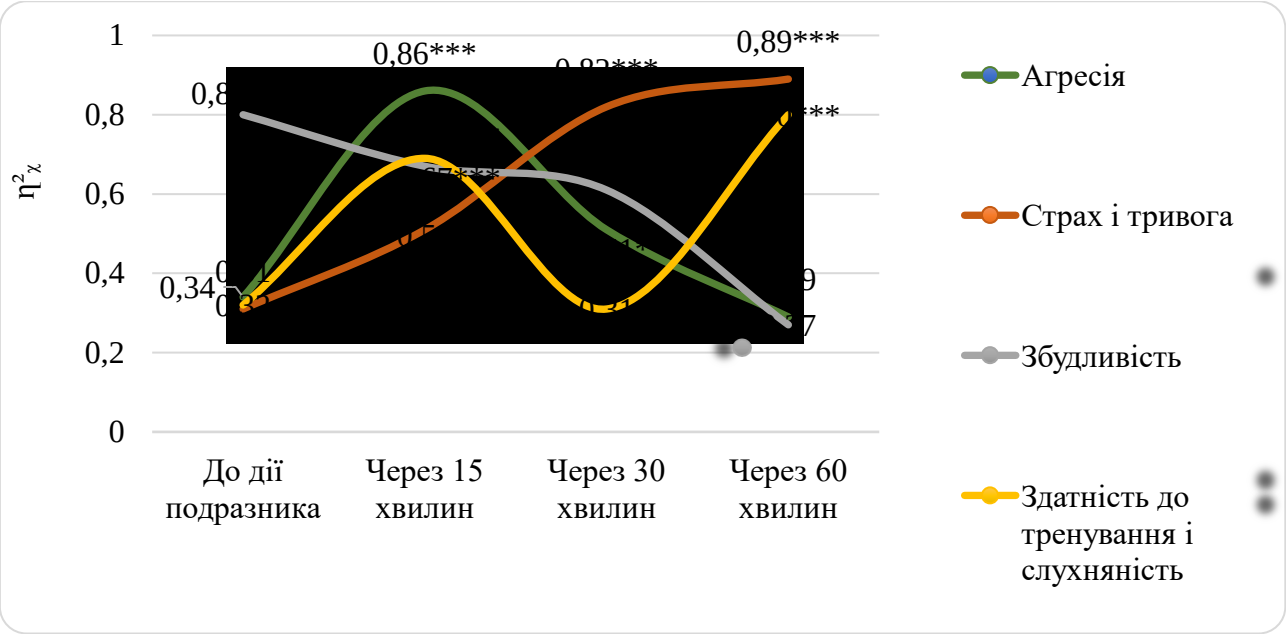


Рис 5. **Вплив (η^2_χ) окремих характеристик темпераменту на рівень кортизолу в плазмі крові собак за дії звукового подразника (n= 5; ум. од.)**

Примітка. Достовірні показники: * – P≤0,05; ** – P≤0,01; *** – P≤0,001.

Здатність до тренування та слухняність помірно впливала до дії подразника (0,32 ум. од.). Після стресу її роль суттєво зростала – до 0,69 ум. од. (P < 0,01) через 15 хв, потім знижувалась на 30-й хв (0,31 ум. од.), але знову зростала на 60-й хв до 0,80 ум. од. (P < 0,001).

Таким чином, у гострій фазі стресової реакції провідну роль відіграють агресія та збудливість, тоді як на пізніх етапах домінують вплив страху, тривоги та здатності до тренування і слухняності, що призводить до поступового відновлення гормонального балансу.

Висновки.

Варіація рівня кортизолу в різні фази стрес-реакції обумовлена темпераментом собак. У гострій фазі (15-та хв) максимальний вплив мала агресивність ($\eta^2\chi = 0,86$; $P \leq 0,001$) із подальшим поступовим спадом її ефекту. Натомість страх/тривога досягали пікової дії у відстроченій фазі (60-та хв: $\eta^2\chi = 0,89$; $P \leq 0,001$). Збудливість найбільше корелювала з базальним рівнем кортизолу ($\eta^2\chi = 0,80$), тоді як слухняність/здатність до навчання залишалися значущими як у гострій ($\eta^2\chi = 0,69$; $P \leq 0,01$), так і у відновній ($\eta^2\chi = 0,80$; $P \leq 0,001$) фазах. У тварин із низькою реактивністю (спокійна поведінка, мінімальний страх і збудливість) базальний рівень кортизолу становив 28,1–30,5 нг/мл, а піковий рівень після звукового стресу не перевищував 132,3 нг/мл; відновлення до вихідних значень відбувалось протягом 60 хв. У собак із помірною агресивністю та збудливістю базальний рівень був підвищеним (32,2–38,9 нг/мл), стрес-індукований пік сягав 188,1 нг/мл. У собак із вираженою агресивністю, надмірною збудливістю та низькою слухняністю базальна концентрація кортизолу становила 37,7–41,3 нг/мл, а пікове значення після стресу досягало 231,5 нг/мл і зберігався на високому рівні навіть через 60 хв (> 74 нг/мл).

References

Beerda, B., Schilder, M. B. H., Van Hooff, J., de Vries, H. W., & Mol, J. A. (2000). Behavioural and hormonal indicators of enduring environmental stress in dogs. *Animal Welfare*, 9(1), 49–62.

Cobb, M. L., Iskandarani, K., Chinchilli, V. M., & Dreschel, N. A. (2016). A systematic review and meta-analysis of salivary cortisol measurement in domestic canines. *Domestic Animal Endocrinology*, 57, 31–42. https://doi.org/10.1016/J.DOMANIEND.2016.04.003

d'Angelo, D., d'Ingeo, S., Ciani, F., Visone, M., Sacchettino, L., Avallone, L., & Quaranta, A. (2021). Cortisol levels of shelter dogs in animal assisted interventions in a prison: an exploratory study. *Animals*, 11(2), 345. https://doi.org/10.3390/ani11020345

Dickinson, S., & Feuerbacher, E. N. (2025). Frustration and its impact on search and rescue canines. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1546412. https://doi.org/10.3389/FVETS.2025.1546412/BIBTEX

Döring, D., Roscher, A., Scheipl, F., Küchenhoff, H., & Erhard, M. H. (2009). Fear-related behaviour of dogs in veterinary practice. *The Veterinary Journal*, 182(1), 38–43. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.05.006

Flint, H. E., Weller, J. E., Parry-Howells, N., Ellerby, Z. W., McKay, S. L., & King, T. (2024). Evaluation of indicators of acute emotional states in dogs. *Scientific Reports*, 14(1), 6406. https://doi.org/10.1038/s41598-024-56859-9

Gallego, A. F., Gow, A. G., & Boag, A. M. (2022). Evaluation of resting cortisol concentration testing in dogs with chronic gastrointestinal signs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36(2), 525–531. https://doi.org/10.1111/jvim.16365

Hauser, H., Campbell, S., Korpivaara, M., Stefanovski, D., Quinlan, M., & Siracusa, C. (2020). In-hospital administration of dexmedetomidine oromucosal gel for stress reduction in dogs during veterinary visits: A randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Journal of Veterinary Behavior*, 39, 77–85. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jveb.2020.05.002

Hekman, J. P., Karas, A. Z., & Sharp, C. R. (2014). Psychogenic stress in hospitalized dogs: cross species comparisons, implications for health care, and the challenges of evaluation. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 4(2), 331–347. https://doi.org/10.3390/ANI4020331

Juodžentė, D., Karvelienė, B., & Riškevičienė, V. (2018). The influence of the duration of the preoperative time spent in the veterinary clinic without the owner on the psychogenic and oxidative stress in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 80(7), 1129–1133. https://doi.org/10.1292/jvms.18-0066

Koolhaas, J. M., Bartolomucci, A., Buwalda, B., de Boer, S. F., Flügge, G., Korte, S. M., Meerlo, P., Murison, R., Olivier, B., Palanza, P., Richter-Levin, G., Sgoifo, A., Steimer, T., Stiedl, O., van Dijk, G., Wöhr, M., & Fuchs, E. (2011). Stress revisited: A critical evaluation of the stress concept. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(5), 1291–1301. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.02.003

Lefman, S. H., & Prittie, J. E. (2019). Psychogenic stress in hospitalized veterinary patients: Causation, implications, and therapies. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 29(2), 107–120. https://doi.org/10.1111/VEC.12821

Lensen, R. C. M. M., Moons, C. P. H., & Diederich, C. (2019). Physiological stress reactivity and recovery related to behavioral traits in dogs (*Canis familiaris*). *PLoS ONE*, 14(9). https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0222581

Mârza, S. M., Munteanu, C., Papuc, I., Radu, L., Diana, P., & Purdoiu, R. C. (2024). Behavioral, physiological, and pathological approaches of cortisol in dogs. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 14(23), 3536. https://doi.org/10.3390/ANI14233536

McMahon, E. K., Youatt, E., & Cavigelli, S. A. (2022). A physiological profile approach to animal temperament: How to understand the functional significance of individual differences in behaviour. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 289(1966), 20212379. https://doi.org/10.1098/RSPB.2021.2379

Pennsylvania, U. of. (2023). The C-BARQ is designed to provide dog owners and professionals with standardized evaluations of canine temperament and behavior. https://vetapps.vet.upenn.edu/cbarq/

Perego, R., Proverbio, D., & Spada, E. (2014). Increases in heart rate and serum cortisol concentrations in healthy dogs are positively correlated with an indoor waiting-room environment. *Veterinary Clinical Pathology*, 43(1), 67–71. https://doi.org/10.1111/VCP.12118

Rathish, D., Rajapakse, R., & Weerakoon, K. (2021). The role of cortisol in the association of canine-companionship with blood pressure, glucose, and lipids: a systematic review. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*, 28, 447–455. https://doi.org/10.1007/s40292-021-00469-3

Salgirli Demirbas, Y., Isparta, S., Saral, B., Keskin Yılmaz, N., Adıay, D., Matsui, H., Töre-Yargın, G., Musa, S. A., Atilgan, D., Öztürk, H., Kul, B. C., Şafak, C. E., Ocklenburg, S., & Güntürkün, O. (2023). Acute and chronic stress alter behavioral laterality in dogs. *Scientific Reports*, 13(1), 4092. https://doi.org/10.1038/s41598-023-31213-7

Serpell, J. A. (2015). The C-BARQ questionnaire.

Somppi, S., Törnqvist, H., Koskela, A., Vehkaoja, A., Tiira, K., Väätäjä, H., Surakka, V., Vainio, O., & Kujala, M. V. (2022). Dog-owner relationship, owner interpretations and dog personality are connected with the emotional reactivity of dogs. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 12(11). https://doi.org/10.3390/ani12111338

Stanford, T. L. (1981). Behavior of dogs entering a veterinary clinic. *Applied Animal Ethology*, 7(3), 271–279. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-3762(81)90083-3

Stephen, J. M., & Ledger, R. A. (2005). An Audit of Behavioral Indicators of Poor Welfare in Kenneled Dogs in the United Kingdom. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 8(2), 79–95. https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0802_1

Teo, J. T., Johnstone, S. J., Römer, S. S., & Thomas, S. J. (2022). Psychophysiological mechanisms underlying the potential health benefits of human-dog interactions: A systematic literature review. *International Journal of Psychophysiology*, 180, 27–48. https://doi.org/10.1016/J.IJPSYCHO.2022.07.007

2026. Номер 13, С. 262 – 269.
ISSN 2663-5542 (Online)
ISSN 2617-8346 (Print)

Отримано: 27.03.2026 Прийнято: 05.05.2026 Опубліковано: 12.05.2026
DOI: 10.31890/vttp.2026.13.22

UDC 636.8.09:616.5:612.017

CELLULAR IMMUNE PARAMETERS IN CATS WITH FELINE ATOPIC SKIN SYNDROME DEPENDING ON AGE AND SEX

M.I. Chilik
Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID
M.I. Chilik: https://orcid.org/0009-0002-6067-5539

E–mail: chilinikolai@gmail.com

Abstract. Analysis of the available literature indicates the relevance of studying the immunopathogenesis of FASS and highlights the limited amount of information regarding the dependence of its clinical manifestation on age and sex. The aim of this study was to investigate immunophysiological parameters of the cellular component of the immune system in cats with FASS depending on age and sex.

Stabilized blood samples collected from the cephalic vein were used for analysis. The absolute leukocyte count, absolute and relative counts of monocytes, neutrophils, lymphocytes and their regulatory subpopulations, as well as neutrophil phagocytic activity, were determined. The mean age of disease onset was 2 years in the group under 6 years of age and 10 years in the group over 6 years of age. It was established that in cats older than 6 years, the absolute leukocyte count was on average 10% lower compared to younger animals (5.27±0.04 G/L vs. 5.84±0.09 G/L, respectively; $p<0.05$), and in some cases fell below physiological reference values. Among 19 examined animals, females predominated (63%). The absolute leukocyte count in females was 5.57±0.09 G/L, which was 10% lower ($p<0.05$) than in males. No significant differences were found between groups in the absolute monocyte count. The lymphocyte count in females was higher than in males (2.57±0.078 vs. 2.13±0.042, respectively; $p<0.05$). Analysis of lymphocyte subpopulations showed that males had lower levels of T lymphocytes (1.41±0.09 G/L vs. 1.58±0.067 G/L in females; $p<0.05$) and natural killer cells (0.357±0.038 G/L vs. 0.465±0.082 G/L, respectively; $p<0.05$). No significant differences were observed in B lymphocyte counts between groups.

Differences in immunophysiological blood parameters depending on age are more likely associated with age-related physiological changes characteristic of this stage of ontogenesis rather than with the pathogenesis of the disease. The study also demonstrated that FASS is more frequently observed in females and is associated with higher lymphocyte levels, including their regulatory subpopulations, as well as an increased immunoregulatory index due to a higher proportion of T helper cells.

Keywords: *leukocytes, atopy, immunopathogenesis, sex differences, age-related changes.*

УДК 636.8.09:616.5:612.017

ПОКАЗНИКИ КЛІТИННОЇ ЛАНКИ ІМУНІТЕТУ КОТІВ З АТОПІЧНИМ СИНДРОМОМ ШКІРИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВІКУ ТА СТАТІ

М.І. Чілік
Одеський державний аграрний університету, м. Одеса, Україна,
E–mail: chilinikolai@gmail.com

Анотація. Аналіз літературних джерел свідчить про актуальність вивчення імунопатогенезу атопічного синдрому шкіри у котів (Feline Atopic Skin Syndrome – FASS) та недостатність інформації щодо залежності цього захворювання від віку та статі тварин. Метою дослідження було визначити імунофізіологічні показники клітинної ланки імунітету у котів з FASS залежно від віку та статі. Для дослідження використовували стабілізовану кров, яку відбирали з підшкірної вени передпліччя. У крові визначали абсолютну кількість лейкоцитів, абсолютну та відносну кількість моноцитів, нейтрофілів, лімфоцитів та їх регуляторних субпопуляцій, а також фагоцитарну активність нейтрофілів. Середній вік початку захворювання в групі до 6 років становив 2 роки, в групі старших за 6 років – 10 років. Встановлено, що у котів старших за 6 років абсолютна кількість лейкоцитів крові є нижчою в середньому на 10 %, порівняно з групою молодших за 6 років (5,27±0,04 Г/л проти 5,84±0,09 Г/л відповідно, $p < 0,05$). У котів старших за 6 років, цей показник був нижчим і за фізіологічні межі. З 19 дослідних тварин більшість (63 %) становила кішки. Абсолютна кількість лейкоцитів у крові кішок становила 5,57±0,09 Г/л, що на 10 % було менше ($p<0,05$), ніж у котів. Не встановлено достовірної різниці між групами в абсолютній кількості моноцитів в крові. Уміст лімфоцитів в крові кішок був вищим, ніж у котів (2,57±0,078 проти 2,13±0,042 відповідно, $p<0,05$). У крові котів був меншим уміст Т-лімфоцитів (1,41±0,09 Г/л проти 1,58±0,067 Г/л ($p<0,05$) та природних кілерних лімфоцитів (0,357±0,038 Г/л у котів проти 0,465±0,082 Г/л у кішок відповідно, ($p<0,05$). Не встановлено різниці між дослідними групами за вмістом у крові В-лімфоцитів. Різниця в імунофізіологічних показниках крові котів з FASS залежно від віку, ймовірно, пов'язана з віковими змінами, ніж з патогенезом цього захворювання. Порівняно з котами, у кішок більш часто реєстрували випадки прояву FASS, що супроводжувалось більшим умістом лімфоцитів та їх регуляторних субпопуляцій, а також високим імунорегуляторним індексом за рахунок більшого вмісту Т-хелперних клітин.

Ключові слова: *лейкоцити, атопія, імунопатогенез, статеві відмінності, вікові зміни.*

Вступ. *Актуальність теми.* Атопічний синдром шкіри у котів (Feline Atopic Skin Syndrome – FASS) – поширене запальне захворювання шкіри із сильним свербінням (Halliwell et al., 2021). Зазвичай, він проявляється одним або декількома з чотирьох різних клінічних типів уражень, таких як: міліарний дерматит, мимовільна алопеція, свербіж у ділянці голови та шиї, а також еозинофільний гранулематозний комплекс. FASS – хронічне рецидивне захворювання, яке часто зберігається протягом усього життя. Ефективне лікування FASS може бути серйозною проблемою як для ветеринарів, так і для власників (Watson et al., 2025). Актуальність дослідження зумовлена зростанням поширеності атопічного синдрому шкіри у котів та його значним впливом на якість життя тварин. Незважаючи на активне вивчення патогенезу цього захворювання, роль клітинної ланки імунітету залишається недостатньо з'ясованою. Особливо обмеженими є дані щодо впливу вікових та статевих факторів на імунологічні показники за даної патології. Поглиблене дослідження цих аспектів є необхідним для вдосконалення діагностики та підвищення ефективності лікування котів з атопічним синдромом шкіри.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Патофізіологічно існують подібності між FASS та атопічними станами в інших видів, наприклад надмірна реакція імунної системи на алергени навколишнього середовища. Імуноглобулін Е також може відігравати роль у розвитку захворювання, що характеризується запаленням і супроводжується активацією еозинофілів та лімфоцитів. Принаймні у частини кішок запалення, пов'язане з FASS, вказує на порушення регуляції імунної системи Т-хелперів 2-го типу, аналогічного до інших форм атопічного дерматиту (Halliwell et al., 2021). Визначення середнього віку початку FASS дещо ускладняється тим фактом, що багато досліджень або вказують лише вік на момент прояву, або діапазон вікових груп. Незалежно від цього, патогенез хвороби у котів, в яких вперше виявляються ознаки FASS, сильно відрізняється у віці шести місяців та у віці 15 років (Favrot et al., 2015) Проте встановлено, що більшість прояву FASS випадків характерні саме у віці від 0,5 до 4,8 років (Wang et al, 2025). У цілому, FASS частіше реєструється у кішок, ніж у котів. Багато з цих досліджень були з відносно невеликими звітами про випадки і не порівнювались з клінічною популяцією. Існує обмаль досліджень, в яких були вказані статеві особливості для котів із діагнозом FASS (як єдиний діагноз) (Bajwa, 2021). Однак, співвідношення статей у цих дослідженнях було аналогічно наведеному вище (59,7 % кішок та 40,3 % котів). У трьох дослідженнях оцінювали статеве співвідношення кішок з FASS, в яких блохи та/або харчова алергія були присутніми як супутня проблема (Taglinger et al., 2005). Отже, аналіз літературних джерел вказує на актуальність вивчення імунопатогенезу FASS та обмежену кількість інформації щодо залежності прояву цього захворювання від віку та статі.

Метою досліджень було визначення імунофізіологічних показників клітинної ланки імунітету у котів з FASS залежно від віку та статі.

Завданням дослідження було встановити основні показники клітинної ланки імунітету у котів з FASS, зокрема кількість лейкоцитів та їх субпопуляцій, а також оцінити фагоцитарну активність нейтрофілів. Окрему увагу приділено аналізу впливу віку та статі на імунологічні показники у хворих тварин.

Матеріалі методи дослідження. Дослідження включало два експерименти. Експеримент перший полягав у вивченні показників клітинної ланки імунітету крові у котів з діагнозом «атопічний синдром шкіри» залежно від віку. Дослідження проводили впродовж 2025 року в умовах ветеринарної клініки «Ексвет» м. Одеса. В експеримент були залучені коти (n=26) з діагнозом «атопічний синдром шкіри», яких залежно від віку було поділені на дві групи, а саме: до 6 років (n=14) та старші за 6 років (n=12). Для дослідження використовували стабілізовану кров, яку відбирали з підшкірної вени передпліччя. У крові визначали абсолютну кількість лейкоцитів, абсолютну та відносну кількість моноцитів, нейтрофілів, лімфоцитів та їх регуляторних субпопуляцій, а також фагоцитарну активність нейтрофілів.

Експеримент другий полягав у визначенні показників клітинної ланки імунітету крові котів з діагнозом «атопічний синдром шкіри» залежно від статі. Дослідження виконували впродовж 2025 р. в умовах ветеринарної клініки «Ексвет» м. Одеса. В експеримент залучені коти (n=19) з діагнозом «атопічний синдром шкіри», які залежно від статі були поділені на дві групи, а саме: коти (n=7) та кішки (n=12). Для дослідження використовували стабілізовану кров, яку відбирали з підшкірної вени передпліччя. У крові визначали абсолютну кількість лейкоцитів, абсолютну та відносну кількість моноцитів, нейтрофілів, лімфоцитів та їх регуляторних субпопуляцій, а також фагоцитарну активність нейтрофілів

*Клінічні методи дослідження***.** Після звернення хазяїв тварин до ветеринарної клініки проводили збір анамнестичних даних, який включав дані про вік, стать, умови утримання, наявність щеплення, тип харчування та сезон року. Огляд тварин з підозрою на атопічний дерматит включав загальний клінічний огляд: огляд шкіри для виявлення характерних уражень (екскоріації на шкірі, алопеції, свербіж, міліарний дерматит, гіперемія шкіри, огляд вух та лап), додатково досліджували шкірні зішкрібки, цитологія зі шкіри,

аналізи крові, алергопроби, трихоскопію, діагностику лампою Вуда, огляд на наявність зовнішніх паразитів.

Визначення показників клітинної ланки імунітету. Визначення вмісту абсолютної кількості лейкоцитів, нейтрофілів та моноцитів проводили за допомогою автоматичного аналізатора *BC-5000VET MINDRAY* (Китай).

Визначення вмісту абсолютної кількості Т-лімфоцитів та їх субпопуляцій проводили за допомогою методу спонтанного розеткоутворення з еритроцитами барана в якості маркерів. Підраховували розетки у пофарбованих за Романовським-Гімзою та висушених мазках крові. До Т-розеткоутворюючих лімфоцитів відносили клітини, які приєднали до себе не менше трьох еритроцитів барана. Визначення вмісту абсолютної кількості В-лімфоцитів проводили методом розеткоутворення із сенсибілізованими еритроцитами миші у якості маркерів.

Реакцію з визначення фагоцитарної активності нейтрофілів проводили в 96-коміркових планшетах для імунологічних реакцій з комірками місткістю 0,2 мл та круглим дном. Тест фагоцитоза проводили з додаванням 0,06 мл 0,1%-ої суспензії клітин пекарських дріжджів, що були попередньо вбиті нагріванням. У препаратах підраховували кількість фагоцитуючих нейтрофілів на 50 нейтрофілів. За фагоцитуючий вважали нейтрофіл, що поглинув 1 та більше дріжджову клітину.

Експериментальну складову роботи проводили з урахуванням відповідного нормативного підґрунтя, зокрема «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах», що затверджені та схвалені на Національному конгресі з біоетики (Резніков, 2003) із дотриманням європейських вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Council of Europe, 1986) та чинних національних нормативно-правових актів, зокрема Закону України № 3447-IV від 22.02.2006 «Про захист тварин від жорстокого поводження». Статистичну обробку отриманих результатів проводили в програмному забезпеченні «*STATISTICA® for Windows 6.0*» (*StatSoft Inc.*, США, ліцензія № AXXR712D833214FAN5).

Результати дослідження та їх обговорення. У табл. 1 представлені результати імунологічних досліджень крові котів з FASS залежно від віку.

Таблиця 1

Абсолютні показники клітинної ланки імунітету в крові котів з FASS залежно від віку

Абсолютна кількість клітин, Г/л	Групи тварин залежно від віку	
	до 6 років (n=14)	старші за 6 років (n=12)
Лейкоцитів	5,84±0,09	5,27±0,04*
Лімфоцитів	2,70±0,097	2,28±0,072*
Моноцитів	0,31±0,047	0,28±0,017
Нейтрофілів	2,75±0,121	2,86±0,065*
Т-лімфоцитів	1,68±0,023	1,40±0,041*
Т-хелперних лімфоцитів	1,31±0,07	1,09±0,04
Т-цитотоксичних лімфоцитів	0,320±0,09	0,270±0,05
В-лімфоцитів	0,341±0,022	0,282±0,075
Імунорегуляторний індекс	4,0±0,05	4,0±0,07
Природних кілерних лімфоцитів	0,49±0,04	0,405±0,017
Фагоцитарна активність нейтрофілів	1,93±0,051	2,24±0,065**

*Примітки: * – $p<0,05$; ** – $p<0,01$ порівняно між групами*

Середній вік початку захворювання в групі до 6 років становив 2 роки, а в групі котів старших за 6 років – 10 років. Встановлено, що у котів старших за 6 років абсолютна кількість лейкоцитів є нижчою в середньому на 10,0 %, ніж в групі до 6 років (5,27 ± 0,04 Г/л проти 5,84 ± 0,09 Г/л відповідно, $p < 0,05$). Також слід зазначити, що у котів після 6 років цей показник був нижчим і за фізіологічні межі. Не встановлено суттєвої достовірної різниці в абсолютній кількості моноцитів, проте аналіз вмісту лімфоцитів показав, що їх

абсолютна кількість була вищою у котів до 6 років на 15 % (p<0,05). Дослідження вмісту Т-регуляторних субпопуляцій лімфоцитів в крові котів показав, що кількість Т-хелперних та Т-цитотоксичних лімфоцитів була більшою у котів віком до 6 років.

Разом з тим, імунорегуляторний індекс (співвідношення Т-хелперних до Т-цитотоксичних лімфоцитів) в обох групах був на рівні 4,0. Аналіз вмісту в крові котів В-лімфоцитів та природних кілерних лімфоцитів показав, що їх абсолютна кількість була меншою у котів старших за 6 років. Вміст таких гранулярних лейкоцитів як нейтрофіли, мав зворотною тенденцію і їх абсолютна кількість на 5 % була більшою у котів старших за 6 років.

Така тенденція зберіглась і по відношенню до фагоцитарної активності нейтрофілів, яка достовірно (p<0,01) була вищою у старших котів. Вищу здатність до фагоцитозу нейтрофілів у старших котів підтверджує і відносна кількість таких клітин (відношення фагоцитуючих нейтрофілів до їх абсолютної кількості), яка становила в цій групі 78,3 %, проте у котів до 6 років в середньому цей показник дорівнював 70,2 %.

На імунофізіологічні зміни також впливала стать тварин (табл. 2).

Таблиця 2

Абсолютні показники клітинної ланки імунітету в крові котів з FASS залежно від статі

Абсолютна кількість клітин, Г/л	Групи тварин залежно від статі	
	Коти (n=7)	Кішки (n=12)
Лейкоцитів	6,16±0,06	5,57±0,09*
Лімфоцитів	2,13±0,042	2,57±0,078*
Моноцитів	0,304±0,017	0,30±0,014
Нейтрофілів	3,45±0,06*	2,71±0,07
Т-лімфоцитів	1,41±0,09	1,58±0,067*
Т-хелперних лімфоцитів	1,06±0,07	1,35±0,04
Т-цитотоксичних лімфоцитів	0,300±0,08	0,235±0,051
В-лімфоцитів	0,311±0,118	0,310±0,090
Імунорегуляторний індекс	3,6±0,66	5,7±0,72
Природних кілерних лімфоцитів	0,357±0,038	0,465±0,082*
Фагоцитарна активність нейтрофілів	2,09±0,06	2,34±0,08**

*Примітки: * – p<0,05 ; ** – p<0,01 порівняно між групами*

З 19 дослідних тварин більшість (63 %) складали кішки. Абсолютна кількість лейкоцитів у крові кішок становила 5,57±0,09 Г/л, що було на 10 % (p<0,05) менше, ніж у котів. Не встановлено достовірної різниці між групами щодо абсолютної кількості моноцитів в крові. Встановлено, що вміст лімфоцитів в крові кішок був вищим, ніж у котів (2,57±0,078 проти 2,13±0,042, p<0,05). При аналізі кількісних показників субпопуляцій лімфоцитів встановлено, що в крові котів був меншим (p<0,05) вміст Т-лімфоцитів (1,41±0,09 Г/л) проти 1,58±0,067 Г/л у кішок та природних кілерних лімфоцитів (0,357±0,038Г/л у котів проти 0,465±0,082 Г/л у кішок, p<0,05). Не встановлено кількісної різниці між дослідними групами у вмісті в крові В-лімфоцитів.

Імунорегуляторний індекс, як інтегральний показник, що відображає активність імунної системи, був вищим у кішок за рахунок більшого вмісту Т-хелперних лімфоцитів (1,35±0,04 Г/л у кішок, проти 1,06±0,07 Г/л у котів). Натомість уміст в крові Т-цитотоксичних лімфоцитів був більшим в крові котів. Встановлено, що у котів абсолютний вміст нейтрофілів становив 3,45±0,06 Г/л, що на 21,5 % (p<0,05) було більше, ніж у кішок, але при цьому фагоцитарна активність цих клітин була більшою у кішок (2,34±0,08 Г/л проти 2,09±0,06 Г/л).

Визначення середнього віку початку FASS дещо ускладняється тим, що у багатьох дослідженнях вказується лише вік початку захворювання, чи діапазон вікових груп. У нашому дослідженні середній вік виникнення FASS у молодих котів (молодших за 6 років) становив 2 роки. Ця «картина» схожа на ту, що описана в двох масштабних

ретроспективних дослідженнях. В одному з цих досліджень середній вік початку захворювання становив два роки, при цьому у 62 % пацієнтів перші ознаки з'явилися до трирічного віку, і лише у 22 % захворювання розвинулося після семирічного віку (Trimmer et al., 2006). У другому дослідженні середній вік початку захворювання становив три роки, при цьому у 72 % перші ознаки проявилися до трирічного віку, і тільки у 12 % захворювання розвинулося після шестирічного віку. (Ravens et al., 2014). Середній вік виникнення FASS у дорослих котів в нашому дослідженні становив 10 років. Ці результати контрастують з результатами раніше опублікованої роботи, в якій у п'яти з 10 котів перші ознаки хвороби проявились у віці семи років і старше (Scott & Miller, 2013). У цілому, синдром FASS частіше зустрічається у кішок, ніж у котів (Santoro et al., 2021). З 226 кішок з підтвердженим FASS (як єдиний діагноз), зазначених в інших дослідженнях, кішки складали 58,4 % (132 з 226), тоді як коти становили лише 41,6 % (94 з 226) (McDougal, 1986; Halliwell, 1997; Hobi et al., 2011). У нашому дослідженні було отримано схожі результати.

Патогенез котячого FASS повністю не з'ясований. Дані про генетичні зміни та аномалії шкірного бар'єру, про які повідомляють при FASS людини та собак, зустрічаються рідко (Favrot et al. 2014). Є дані про дефіцит незамінних довголанцюгових жирних кислот ω-6 та PGE_1, які важливі для дозрівання тимусних Т-клітин та дії гормонів тимусу. Ця запропонована концепція пов'язує зміни клітинного та гуморального імунітету за атопії з порушеним опосередкованим PGE_1 дозріванням тимусних Т-супресорних лімфоцитів та зниженою активацією Т-супресорних лімфоцитів периферичної імунної системи (Saridomichelakis & Koutinas, 1999; Moriello, 2001; Schleifer & Willemse, 2003; Diesel & DeBoer, 2011) Знижена чутливість атопічних Т-лімфоцитів до PGE_1, що пояснюється зниженням рецепторів PGE_2 на атопічних лімфоцитах, розглядається як найпоширеніший базовий дефект за атопії (Novak et al., 2003). У наших дослідженнях імунофізіологічного стану котів з FASS залежно від віку встановлено, що вміст Т-лімфоцитів в крові, а саме, кількість Т-хелперних та Т-цитотоксичних лімфоцитів був більшим у котів віком до 6 років. Імовірно, така тенденція є характерною для вікового чинника і не пов'язана з проявом FASS. Така думка сформована на підставі інших досліджень, які були проведені методом проточної цитометрії в поєднанні з диференціальними даними лейкоцитів і якими встановлено, що абсолютні значення Т-клітин, В-клітин та природних кілерних (NK) клітин були значно нижчими у старших тварин (Campbell et al., 2004). Диференціація показників клітинної ланки імунітету у котів з FASS залежно від статі засвідчила, що у кішок був більш низький вміст гранулярних лейкоцитів, але при цьому не знижувалась їх здатність до фагоцитозу. Проте у котів більш виражене зниження абсолютного вмісту агранулярних лейкоцитів та їх регуляторних субпопуляцій. Отримані нами результати пояснюються тим, що у самок котів естрадіол захищає лімфоцити від апоптозу, що, у свою чергу, збільшує їх кількість, тоді як у самців вищий рівень нейтрофілів, частково, через статеві відмінності в імунній відповіді та вищі показники апоптозу лімфоцитів (Hofmann-Lehmann et al., 1998). Імовірно, природна відмінність в структурі лейкоцитарної формули і вплив на неї статевих стероїдів є фактором більш частого виникнення FASS у кішок порівняно з котами. Хоча певними дослідженнями не виявлено чіткої кореляції між статтю, статусом кастрації та розвитком алергічних захворювань шкіри, таких як атопія або еозинофільний гранульомний комплекс у котів (Porters et al., 2015). Існують дані, що кішки більш схильні до розвитку атопічного дерматиту ніж коти (Hobei et al., 2011).

Висновки.

Результати наших досліджень демонструють, що у котів з FASS показники клітинної ланки імунітету знаходяться або на нижньому рівні, або нижче фізіологічної межв. Різниця в імунофізіологічних показниках крові котів з FASS залежно від віку, вірогідно, пов'язана з віковими змінами. Порівняно з котами, у кішок більш часто реєстрували випадки FASS, що супроводжувалось більшим умістом лімфоцитів крові, а також високим імунорегуляторним індексом за рахунок більшого вмісту Т-хелперних клітин.

References

Верховна Рада України (2006, 22 лютого). *Про захист тварин від жорстокого поводження.* (№ 3447-IV). Відомості Верховної Ради України, (27), 230. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text

Резніков, О. Г. (2003). *Загальні етичні принципи експериментів на тваринах.* Перший національний конгрес з біоетики. Ендокринологія, 8(1), 142–145.

Bajwa, J. (2021). Feline atopic syndrome – An update. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, *62*(11), 1237–1240.

Campbell, D. J., Rawlings, J. M., Koelsch, S., Wallace, J., Strain, J. J., & Hannigan, B. M. (2004). Age-related differences in parameters of feline immune status. *Veterinary immunology and immunopathology*, *100*(1-2), 73–80. https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2004.03.002

Council of Europe (1986). European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. *European Treaty Series*, No. 123. https://rm.coe.int/168007a67b

Diesel, A., & DeBoer, D. J. (2011). Serum allergen-specific immunoglobulin E in atopic and healthy cats. *Veterinary Dermatology*, 22(1), 39–49.

Favrot, C., Rostaher, A., & Fischer, N. (2014). Klinische merkmale, diagnose und therapie des felinen atopie syndroms [Clinical symptomps, diagnosis and therapy of feline allergic dermatitis]. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde*, *156*(7), 327–335. https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000602

Halliwell R. E. (1997). Efficacy of hyposensitization in feline allergic diseases based upon results of in vitro testing for allergen-specific immunoglobulin E. *Journal of the American Animal Hospital Association*, *33*(3), 282–288. https://doi.org/10.5326/15473317-33-3-282

Halliwell, R., Banovic, F., Mueller, R. S., & Olivry, T. (2021). Immunopathogenesis of the feline atopic syndrome. *Veterinary dermatology*, *32*(1), 13–e4. https://doi.org/10.1111/vde.12928

Halliwell, R., Pucheu-Haston, C. M., Olivry, T., Prost, C., Jackson, H., Banovic, F., Nuttall, T., Santoro, D., Bizikova, P., & Mueller, R. S. (2021). Feline allergic diseases: introduction and proposed nomenclature. *Veterinary dermatology*, *32*(1), 8–e2. https://doi.org/10.1111/vde.12899

Hobi, S., Linek, M., Marignac, G., Olivry, T., Beco, L., Nett, C., Fontaine, J., Roosje, P., Bergvall, K., Belova, S., Koebrich, S., Pin, D., Kovalik, M., Meury, S., Wilhelm, S., & Favrot, C. (2011). Clinical characteristics and causes of pruritus in cats: a multicentre study on feline hypersensitivity-associated dermatoses. *Veterinary dermatology*, *22*(5), 406–413. https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2011.00962.x

Hofmann-Lehmann, R., Holznagel, E., & Lutz, H. (1998). Female cats have lower rates of apoptosis in peripheral blood lymphocytes than male cats: correlation with estradiol-17beta, but not with progesterone blood levels. *Veterinary immunology and immunopathology*, *65*(2-4), 151–160. https://doi.org/10.1016/s0165-2427(98)00150-0

McDougal, B. J. (1986). Allergy testing and hyposensitization for 3 common feline dermatoses. *Modern Veterinary Practice*, 67, 629-633.

Moriello, K. A. (2001). Feline atopy in three littermates. *Veterinary Dermatology*, 12(3), 177–181. https://doi.org/10.1046/j.1365-3164.2001.00246.x

Novak, N., Bieber, T., & Leung, D. Y. (2003). Immune mechanisms leading to atopic dermatitis. *The Journal of allergy and clinical immunology*, *112*(6), 128–139. https://doi.org/10.1016/j.jaci.2003.09.032

Porters, N., Polis, I., Moons, C. P., Van de Maele, I., Ducatelle, R., Goethals, K., Duchateau, L., & de Rooster, H. (2015). Relationship between age at gonadectomy and health problems in kittens adopted from shelters. *The Veterinary record*, *176*(22), 572. https://doi.org/10.1136/vr.102678

Ravens, P. A., Xu, B. J., & Vogelnest, L. J. (2014). Feline atopic dermatitis: a retrospective study of 45 cases (2001-2012). *Veterinary dermatology*, *25*(2), 95–e28. https://doi.org/10.1111/vde.12109

Santoro, D., Pucheu-Haston, C.M., Prost, C., Mueller, R.S. & Jackson, H. (2021), Clinical signs and diagnosis of feline atopic syndrome: detailed guidelines for a correct diagnosis. *Veterinary dermatology*, 32, 26-e6. https://doi.org/10.1111/vde.12935

Saridomichelakis, M. N., & Koutinas, A. F. (1999). A retrospective study of spontaneous cases of feline atopic dermatitis. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 50, 292–299.

Schleifer, S. G., & Willemse, T. (2003). Evaluation of skin test reactivity to environmental allergens in healthy cats and cats with atopic dermatitis. *American Journal of Veterinary Research*, 64(6), 773–778.

Scott, D. W., & Miller, W. H. (2013). Feline atopic dermatitis: a retrospective study of 194 cases (1988–2003). *The Japanese Journal of Veterinary Dermatology*, 19(3), 135-147.

Taglinger, K., Helps, C. R., Day, M. J., & Foster, A. P. (2005). Measurement of serum immunoglobulin E (IgE) specific for house dust mite antigens in normal cats and cats with allergic skin disease. *Veterinary immunology and immunopathology*, *105*(1-2), 85–93. https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2004.12.017

Trimmer, A. M., Griffin, C. E., & Rosenkrantz, W. S. (2006). Feline immunotherapy. *Clinical techniques in small animal practice*, 21(3), 157–161. https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2006.05.009

Wang, J., Cheng, Y., Zhang, M., Zhao, H., Lin, P., Yi, L., Tong, M., & Cheng, S. (2015). Development of a nanoparticle-assisted PCR (nanoPCR) assay for detection of mink enteritis virus (MEV) and genetic characterization of the NS1 gene in four Chinese MEV strains. *BMC veterinary research*, 11, 1. https://doi.org/10.1186/s12917-014-0312-6

Watson, A., Laxalde, J., Brément, T., Drevon-Gaillot, E. V., Mosca, M., Maina, E., & Langon, X. (2025). A randomised-controlled study demonstrates that diet can contribute to the clinical management of feline atopic skin syndrome (FASS). *Animals: an open access journal from MDPI*, *15*(10), 1429. https://doi.org/10.3390/ani15101429

Наукове фахове видання

ВЕТЕРИНАРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Науково-практичний журнал

Заснований у 2018 р.

Видається два рази на рік

№ 13. 2026

Відповідальний за випуск *М.М. Кущ*

Комп'ютерна верстка *О.І. Париловський*

Техн. редактор *О.М. Жданович*

Підп. до друку 12.05.2026 р. Формат 60х84 1/8. Папір офсет.
Ум. друк. арк. 31,4. Тираж 16 прим.

Державний біотехнологічний університет
61002, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна
E-mail: journal.vtb@btu.kharkov.ua