

**ВЕТЕРИНАРІЯ,
ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**VETERINARY SCIENCE,
TECHNOLOGIES OF ANIMAL HUSBANDRY
AND NATURE MANAGEMENT**

№ 11



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

№ 11

VETERINARY SCIENCE,
TECHNOLOGIES OF ANIMAL HUSBANDRY
AND NATURE MANAGEMENT

Scientific-practical journal

№ 11

Харків
ДБТУ
2025

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*, *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*

Рекомендовано до друку та поширення через мережу інтернет вченою радою Державного біотехнологічного університету, протокол засідання № 3 від 29.05.2025 р.

Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування : науково-практичний журнал / [Редкол.: М. Куш (головн. ред.) та ін.]. – Харків : ДБТУ, 2025. – № 11. – 207 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.

Журнал є фаховим за спеціальностями: 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва; 207 Водні біоресурси і аквакультура; 211 Ветеринарна медицина

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 KB № 25437-15377IIP

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, Directory of Open Access Journals (DOAJ)

Recommended for printing and distribution via the Internet by the Academic Council of State Biotechnological University Minutes № 3 of 29.05.2025.

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, 2025. – № 11. – 207 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.

The journal of professional in specialties: 204 Technology of production and processing of animal husbandry products; 207 Aquatic bioresources and aquaculture; 211 Veterinary medicine.

© State Biotechnological
University, 2025

Редакційна колегія

Головний редактор:

Куш Микола | доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Заступник головного редактора:

Гноєвий Ігор | доктор сільськогосподарських наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Відповідальний секретар:

Париловський Олександр | Державний біотехнологічний університет, Україна

Національні члени редколегії:

Васенко Олександр | доктор ветеринарних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

Жукова Ірина | доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Карповський Валентин | доктор ветеринарних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

Кібкало Дмитро | доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Корнієнко Валентина | доктор біологічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

Кутіщев Павло | кандидат біологічних наук, доцент, ДУ «Виробничо-експериментальний Дніпровський осетровий рибовідтворювальний завод імені академіка Артющика С.Т.», Україна

Малюк Микола | доктор ветеринарних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

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

Пукало Петро | кандидат ветеринарних наук, доцент, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, Україна

Рижкова Таїсія | доктор технічних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Слівінська Любов | доктор ветеринарних наук, професор, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, Україна

Щербак Олена | кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Державний біотехнологічний університет, Україна

Яценко Іван | доктор ветеринарних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, Україна

Члени редколегії з інших країн:

Архіпова Ірина | доктор інженерних наук, професор, Латвійський університет наук про життя і технології, Латвія

Біндер Ханс | Міждисциплінарний центр біоінформатики, Німеччина

Кубіак Кшиштоф | доктор ветеринарних наук, професор, Вроцлавський університет наук про навколишнє середовище та життя, Польща

Ніцпон Якуб | доктор ветеринарних наук, професор, Вроцлавський університет наук про навколишнє середовище та життя, Польща

Собек Збігнєв | доктор ветеринарних наук, професор, Познанський природничий університет, Польща

Сурай Петр | доктор біологічних наук, професор, Центр досліджень здоров'я, Велика Британія

Жара Томаш | доктор ветеринарних наук, професор, Варшавський університет наук про життя, Польща

Жкусік Штефан | доктор ветеринарних наук, професор, Люблінський університет наук про життя, Польща

Editorial Board

Editor-in-Chief:

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

Deputy Editor-in-Chief:

Hnoievyi Ihor | Doctor of Agricultural Sciences, Professor, State Biotechnological University

Executive Editors:

Parylovskiy Oleksandr | State Biotechnological University

National Members of the Editorial Board:

Vasenko Oleksandr | Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Zhukova Iryna | Doctor of Veterinary Sciences, Professor, State Biotechnological University

Karpovskiy Valentyn | Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Kibkalo Dmyrto | Doctor of Veterinary Sciences, Professor, State Biotechnological University

Kornienko Valentyna | Doctor of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Kutyshchev Pavlo | candidate of biological sciences, Associate Professor, ДУ “Production and experimental Dnipro sturgeon breeding plant named after the academician Artiushchuk S.T.”, Ukraine

Maliuk Mykola | Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Doctor of Agricultural Sciences, Professor, State Biotechnological University

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

Pukalo Petro | Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhitskyi, Ukraine

Ryzhkova Taisiia | Doctor of technical sciences, Professor, State Biotechnological University

Slivinska Liubov | Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhitskyi, Ukraine

Shcherbak Olena | Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, State Biotechnological University

Yatsenko Ivan | Doctor of Veterinary Sciences, Professor, State Biotechnological University

International Members of the Editorial Board:

Arhipova Irina | dr. sc. ing., professor, Latvia university of life sciences and technologies, Latvia

Binder Hans | Universität Leipzig, managing director interdisciplinary centre for bioinformatics, Germany

Kubiak Krzysztof | professor, DVM, PhD, Wrocław university of environmental and life sciences, Poland

Nicpon Jakub Edvard | professor, DVM, PhD, Wrocław university of environmental and life sciences, Poland

Sobek Zbigniew | professor, dr hab., Poznań University Przyrodniczy w Poznaniu, Poland

Surai Peter | professor, PhD, DSc, vitagene and health research Centre, United Kingdom

Szara Tomasz | DVM, PhD, Warsaw university of life sciences, Poland

Szkucik Krzysztof Stefan | professor, DVM, PhD, University of life sciences in Lublin, Poland

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

Каряка В.В., Криворучко Ю.І., Гноєвий І.В., Шевченко О.Б. Комплексний аналіз продуктивності, розведення та розвитку поголів'я великої рогатої худоби	9
Kariaka V.V., Kryvoruchko Yu.I., Hnoievyi I.V., Shevchenko O.B. Comprehensive analysis of productivity, breeding and development of cattle livestock	9
Шабля П.В., Шабля В.П. Динаміка господарсько-корисних ознак полтавської м'ясної породи свиней.....	19
Shablia P.V., Shablia V.P. Dynamics of economic-useful traits of the poltava meat breed of pigs.....	19

207 Водні біоресурси і аквакультура**207 Aquatic bioresources and aquaculture**

Шаблій Д.О., Гноєвий І.В., Новохатко О.В., Безуглий М.Д. Ефективність використання личинки чорної левинки (<i>Hermetia illucens</i>) в годівлі африканського сома (<i>Clarias gariepinus</i>).....	31
Shablii D., Hnoievyi I., Novokhatko O., Bezuhlyi M., Kariaka V. Effectiveness of the use of black lionsea larva (<i>Hermetia illucens</i>) in the feeding of african catfish (<i>Clarias gariepinus</i>).....	31

211 Ветеринарна медицина**211 Veterinary medicine**

Бобрицька О.М., Хавін О.В., Редько В.І., Водоп'янова Л.А., Жукова І.О. Оцінка стану автономної нервової системи у собак за варіабельністю серцевого ритму (оглядова стаття).....	45
Bobrytska O.M., Khavin O.V., Redko V.I., Vodopianova L.A., Zhukova I.O. Assessment of the autonomic nervous system state in dogs based on heart rate variability (review article).....	45
Ващик Є.В., Кошелєв В.В., Юрко П.С., Ладогубець О.В., Дученко К.А. Вплив мікоплазменної контамінації на антигенпродукуючу здатність перещеплюваних культур клітин FLK-BLV.....	57
Vashchyk Ye.V., Kosheliev V.V., Yurko P.S., Ladogubets O.V., Duchenko K.A. Influence of mycoplasma contamination on the antigen-producing ability of flk-blv cell cultures.....	57
Гарагуля Г.І., Северин Р.В., Момот А.М., Ребенко Г.І., Савенко М.М. Епідеміологічні ризики, пов'язані з вірусом грипу птиці A(H5N1) (огляд літератури)	66
Narahulya H.I., Severin R.V., Momot A.M., Rebenko H.I., M.M. Savenko Epidemiology risks associated with bird influenza A(H5N1) virus (review).....	66
Глущенко Я.В., Северин Р.В., Гонтарь А.М., Штагер Г.М., Северин Б.С. Досвід використання гомеопатичних засобів у комплексній терапії вірус-бордетеліозної інфекції котів.....	78
Hlushchenko Y.V., Severin R.V., Gontar A.M., Shtager G.M., Severyn B.S. Experience of using homeopathic remedy in complex therapy of virus-bordetellosis infection in felines.....	78
Гришук Г.П., Гуральська С.В., Пінський О.В., Ковальчук Ю.В., Заїка С.С. Морфологічні та функціональні зміни репродуктивної системи корів при гінекологічній патології.....	84
Hryshchuk G.P., Hural'ska S.V., Pinskyi O.V., Kovalchuk Y.V., Zaika S.S. Morphological and functional changes in the reproductive system of cows in gynecological pathology.....	84

Корнієнко Л.С., Куликова В.В., Піщанський О.В., Алексєєва Г.Б., Уховський В.В., Київська Г.В., Матвієнко О.В., Карпуленко М.С., Щур Н.В., Яненко У.М., Видайко Н.Б. Епізоотологічні та епідеміологічні аспекти кампілобактеріозу в Україні.....	92
Kornienko L.E., Kulykova V.V., Pishchansky O.V., Ukhovsky V.V., Kyivska G.V., Stepanenko O.V., Karpulenko M.S., Shchur N.V., Yanenko U.M., Vydayko N.B. Epizootological and epidemiological aspects of campylobacteriosis in Ukraine.....	92
Мазаний О.В., Нікіфорова О.В., Антіпов А.А., Катюха С.М. Діагностика корости ніг у декоративних курей та особливості їх лікування.....	102
Mazannyi O.V., Nikiforova O.V., Antipov A.A., Katyukha S.M. Diagnosis of leg mange in decorative chickens and features of their treatment.....	102
Науменко С.В., Кошевой В.І., Чаус Н.О., Чуйкова О.С., Бубліченко В.Ю., Гулевич І.О., Євлахова М.С., Земко В.В. Актуальні проблеми репродукції свійських кішок та перспективи їх вирішення (огляд літератури).....	115
Naumenko S.V., Koshevoy V.I., Chaus N.O., Chuikova O.S., Bublichenko V.Yu., Gulevich I.O., Yevlakhova M.S., Zemko V.V. Current problems of domestic feline reproduction and prospects of their solution (review).....	115
Палій А.П., Коваленко Л.В., Павліченко О.В., Яценко С.В., Палій Н.В. Організація дезбар'єрів та знезараження ґрунту в тваринництві.....	128
Paliy A.P., Kovalenko L.V., Pavlichenko O.V., Yatsenko S.V., Palii N.V. Organization of disinfection barriers and soil disinfection in livestock farming.....	128
Приходченко В.О., Гладка Н.І., Денисова О.М., Моїсєєнко Ю.О., Жукова І.О., Сорока С.С. Благополуччя тварин в контексті біоетичних принципів і біобезпеки...	135
Prykhodchenko V.O., Hladka N.I., Denysova O.M., Moiseienko Yu.O., Zhukova I.O., Soroka S.S. Animal welfare in the context of bioethical principles and biosafety.....	135
Савенко М.М., Северин Р.В., Гонтарь А.М., Гарагуля Г.І., Грінченко Д.М., Штагер Г.М., Савенко О.М., Куш М.М., Гулезда І.Д., Шимон Ю.Ю. Особливості епізоотичної ситуації щодо сказу тварин у Закарпатській області України впродовж 2021-2023 років.....	147
Savenko M.M., Severin R.V., Gontar A.M., Garagulya G.I., Grinchenko D.M., Shtager G.M., Savenko O.M., Kushch M.M., Gulezda I.D., Shimon Y.Y. Features of the epizootic situation of animal rabies in the Transcarpathian region in 2021-2023.....	147
Синяговська К.А., Сарбаш Д.В., Слюсаренко Д.В., Цимерман О.О., Кочевенко А.С. Характеристика остеомієліту щелеп у великої рогатої худоби.....	158
Syniahovska K., Sarbash D., Sliusarenko D., Tsymerman O., Kochevenko A. Characteristics of osteomyelitis of the jaws in cattle.....	158
Склярів П.М., Вакулик В.В., Милостивий Р.В., Корейба Л.В., Самойлюк В.В., Суслова Н.І., Семьонов О.В. Визначення причин порушення репродуктивної функції нутрій.....	168
Skliarov P.M., Vakulyk V.V., Mylostyvyi R.V., Koreyba L.V., Samoiliuk V.V., Suslova N.I., Semionov O.V. Determining the causes of disorders of the reproductive function of nutrias.....	168
Слюсаренко Д.В., Білий Д.Д., Цимерман О.О., Сарбаш Д.В., Синяговська К.А., Заїка П.О., Кочевенко А.С. Сучасні аспекти застосування провідникової анестезії у собак.....	176
Sliusarenko D.V., Bilyi D.D., Tsymerman O.O., Sarbash D.V., Sinyagovska K.A., Zaika P.O., Kochevenko A.S. Modern aspects of the application of conductive anesthesia in dogs.....	176
Тимошенко О.П., Маценко О.В., Собакар Ю.В., Могільовський В.М., Кравченко Н.О. Сечова кислота як інформативний тест у діагностиці захворювань печінки корів та стресової реакції в коней спортивного напрямку конкур.....	183

Tymoshenko O.P., Matsenko O.V., Sobakar Yu.V., Mogilyovsky V.M., Kravchenko N.O. Uric acid as an informative test in the diagnosis of liver disease in cows and stress reaction in competition horses.....	183
Чуприна М.І. Епізоотологічні особливості асоційованих форм мікозу собак у м. Тернопіль і м. Запоріжжі.....	191
Chupryna M. Epizootological features of associated forms of mycosis in dogs in the city of Ternopil and the city of Zaporizhzhia.....	191

Методичне забезпечення навчального процесу

Methodological support of the educational process

Бирка О.В., Куш М.М., Ляхович Л.М., Захар'єв А.В. До питання впровадження технології віртуальної мікроскопії в навчальний процес морфологічних дисциплін...	200
Byrka O.V., Kushch M.M., Lyakhovych L.M., Zakhar'iev A.V. On the issue of introducing virtual microscopy technology into the educational process of morphological disciplines.....	200



2025. Номер 11, С 9 – 18

Отримано: 25.03.2025 Прийнято: 22.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.01

UDC 636.2.01

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF PRODUCTIVITY, BREEDING AND DEVELOPMENT OF CATTLE LIVESTOCK

V.V. Kariaka, Yu.I. Kryvoruchko, I.V. Hnoievyi, O.B. Shevchenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: karikavasili@btu.kharkov.ua

Abstract. The article presents the results of a comprehensive study aimed at a thorough analysis of the productivity of breeding and the development of the black-and-white dairy cattle herd kept at a farming enterprise located in the Lozivskiy district of the Kharkiv region, for the period from 2022 to 2024. The relevance of the study is determined by the need to optimize the management of the dairy herd in the context of economic instability and increasing competition in the agricultural sector of Ukraine. The purpose of the work is to conduct a comprehensive analysis of the state of livestock farming on the farm, identify problem areas, and substantiate reserves to increase the overall efficiency of dairy production. A number of key zootechnical indicators were analyzed, including the class composition of the livestock by parameters: average lactation hope, relative fat content and the amount of milk fat produced; dynamics of live weight of heifers of different age groups (at birth, at 6, 12 and 18 months), the structure of the cow population by the duration of the dry period, as well as the average daily gains of heifers by the main age stages. The analysis of milk productivity showed a positive trend towards an increase in the average milk yield per cow, but the fat content in the milk remained below breed standards, which is an important aspect for improving the quality of marketable products. The study of the dynamics of live weight of heifers revealed a certain lag in the growth of young stock in 2024 compared to 2022, which may indicate the need to optimize their rearing system. The analysis of the herd structure by the duration of the dry period revealed deviations from optimal values. The assessment of the average daily weight gain of heifers showed a heterogeneous dynamic across age groups, indicating potential reserves in optimizing rations.

Key words: *Resource efficiency, Cost dynamics, Labor productivity, Livestock trends, Milk yield.*

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ, РОЗВЕДЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ПОГОЛІВ'Я ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

В.В. Каряка, Ю.І. Криворучко, І.В. Гноєвий, О.Б. Шевченко

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,

E-mail: karikavasilii@btu.kharkov.ua

Анотація. Представлено результати комплексного аналізу продуктивності, розведення та розвитку поголів'я великої рогатої худоби чорно-рябої молочної породи, що утримується у фермерському господарстві Лозівського району Харківської області за період з 2022 по 2024 рр. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оптимізації управління молочним стадом в умовах економічної нестабільності та зростаючої конкуренції в аграрному секторі України. Метою роботи є провести комплексний аналіз стану тваринництва у господарстві, визначити проблемні зони та обґрунтувати резерви для підвищення загальної ефективності молочного виробництва. Проаналізовано ряд ключових зоотехнічних показників, включаючи класний склад поголів'я за параметрами: середній надій за лактацію, відносний вміст жиру та кількість виробленого молочного жиру; динаміку живої маси телиць різних вікових груп (при народженні, у 6, 12 та 18 міс.), структуру поголів'я корів за тривалістю сухостійного періоду а також середньодобові прирости телиць за основними віковими етапами, що відображають ефективність системи годівлі молодняку. Аналіз молочної продуктивності засвідчив позитивну тенденцію до зростання середнього надою на корову, проте вміст жиру в молоці залишався нижчим за породні стандарти, що є важливим аспектом для покращення якості товарної продукції. Дослідження динаміки живої маси телиць виявило певне відставання у рості молодняку в 2024 р. порівняно з 2022 р., що свідчить про необхідність оптимізації системи вирощування. Аналіз структури поголів'я за тривалістю сухостійного періоду виявив відхилення від оптимальних значень. Оцінка середньодобових приростів телиць показала неоднорідну динаміку за віковими групами, що вказує на потенційні резерви в оптимізації раціонів.

Ключові слова: *ефективність ресурсів, динаміка собівартості, продуктивність праці, тенденції поголів'я, молочна продуктивність.*

Вступ. Молочне скотарство є однією з провідних галузей сільського господарства України, що забезпечує населення цінними харчовими продуктами. Чорно-ряба порода корів, завдяки своїм високим генетично зумовленим показникам молочної продуктивності, займає значне місце у структурі молочного стада країни. Середні показники продуктивності для цієї породи в Україні варіюють в межах 6000–8000 кг молока за стандартну лактацію (305 днів) з вмістом жиру 3,6–3,8 %. У передових племінних господарствах завдяки інтенсивній селекційній роботі та оптимізації умов утримання та годівлі ці показники можуть сягати та перевищувати 10000 кг молока за лактацію (Пархомець та ін., 2018; Liseune et al., 2021).

Відомо, що молочна продуктивність корів динамічно змінюється упродовж їх експлуатації. Як правило, з кожною наступною лактацією надої зростають, досягаючи пікових значень між третьою та шостою лактаціями, після чого спостерігається поступове їх зниження (Cole et al., 2009). Племінна цінність кожної корови, що відображається в її класі (еліта рекорд, еліта, І клас та ін.), є важливим критерієм при оцінці тварин, здійсненні селекційного відбору та формуванні оптимальної структури стада.

Ефективне управління молочним господарством передбачає не лише контроль за кількісними показниками молочної продуктивності, але й всебічну оцінку якісних характеристик стада, динаміки росту та розвитку молодняку, ефективності систем годівлі та відтворення. Тваринники передових країн світу досягли значних успіхів як у молочній

продуктивності, так в якості продукції (Berry et al., 2003; Cassell et al., 2009). За результатами досліджень Campos et al., 2022 такі незначні фактори, як раптові зміни погоди суттєво впливають на молочну продуктивність корів. Комплексний аналіз факторів генетики, управління, комфортного утримання та повноцінної годівлі дозволяє виявити вузькі місця у виробничому процесі та розробити обґрунтовані стратегії для підвищення загальної економічної ефективності господарства (Костишин та ін., 2020).

Актуальність теми. Молочне скотарство є однією з ключових галузей сільського господарства України, що забезпечує населення важливими харчовими продуктами. В умовах сучасних економічних викликів та зростаючої конкуренції ефективне управління молочним стадом набуває особливого значення. Підвищення продуктивності великої рогатої худоби (ВРХ) та оптимізація процесів її росту і розвитку є важливими факторами забезпечення продовольчої безпеки та економічної стабільності сільськогосподарських підприємств. Фермерське господарство, розташоване в Лозівському районі Харківської області, спеціалізується на розведенні ВРХ молочного напрямку, і тому комплексний аналіз його діяльності з метою виявлення резервів підвищення ефективності є своєчасним та актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження в галузі молочного скотарства зосереджуються на комплексному підході до управління стадом, включаючи генетичне вдосконалення, оптимізацію годівлі, покращення умов утримання та ефективне відтворення. Роботи Алієва та Баранова (2019) підкреслюють важливість селекції для підвищення генетичного потенціалу молочної продуктивності. Дослідження акцентують увагу на фізіологічних аспектах лактації та факторах, що впливають на якість молока. Питання збалансованої годівлі ВРХ детально розглядаються у працях Березовського та Коваленка (2020). Сучасні технології утримання та догляду за молочною худобою висвітлені у роботі Васильєва та Петренка (2018). Особлива увага приділяється аналізу показників відтворення та їхньому впливу на продуктивність стада (Колоша, 2022). У економічних аспектах молочного скотарства підкреслюється (Ломовських, 2020) важливість оптимізації виробничих процесів для підвищення рентабельності. Проте, комплексний аналіз усіх цих аспектів на рівні фермерського господарства, в умовах Харківської області, потребує окремого дослідження.

Метою роботи є комплексний аналіз продуктивності та розвитку поголів'я великої рогатої худоби чорно-рябої молочної породи у фермерському господарстві за період 2022-2024 рр. з метою виявлення тенденцій, проблемних аспектів та резервів для підвищення ефективності молочного виробництва.

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

1. Проаналізувати класний склад поголів'я ВРХ фермерського господарства за період 2022-2024 роки.
2. Оцінити молочну продуктивність корів за основними показниками (надій, вміст жиру, кількість молочного жиру) та порівняти їх зі стандартами породи.
3. Дослідити динаміку живої маси телиць різних вікових груп для оцінки їхнього росту та розвитку.
4. Проаналізувати структуру поголів'я корів за тривалістю сухостійного періоду.
5. Оцінити середньодобові прирости телиць за основними віковими періодами.
6. На основі отриманих результатів сформулювати висновки та надати практичні рекомендації щодо оптимізації управління молочним стадом у фермерському господарстві.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили на базі фермерського господарства Харківської області впродовж 2022-2024 рр. Об'єктом дослідження були комплексні класи великої рогатої худоби чорно-рябої молочної породи за результатами бонітування, їх стан продуктивності, та перспективи подальшого використання. Збір даних здійснювали на основі первинної зоотехнічної звітності господарства, включаючи племінні картки тварин, акти вибракування, дані обліку молочної продуктивності та живої маси

молодняку. Для аналізу класного складу поголів'я використовували дані річних звітів з бонітування. Молочну продуктивність оцінювали за середніми показниками за лактацію. Динаміку живої маси телиць досліджували у вікових групах при народженні, 6, 12 та 18 міс. Структуру поголів'я корів за тривалістю сухостійного періоду аналізували на основі даних обліку відтворення. Середньодобові прирости телиць розраховували за різницею у живій масі між відповідними віковими періодами. Статистична обробка даних включала розрахунок середніх значень та їх співвідношення.

Результати досліджень та їх обговорення. *Характеристика поголів'я за продуктивністю.* Якісний склад стада та повноцінна годівля є визначальними факторами, його продуктивного потенціалу (Chițanu et al., 2024). Аналіз класного складу поголів'я фермерського господарства за період 2022-2024 рр. відображає зміни у розподілі корів за їхньою племінною цінністю (табл. 1).

Аналіз динаміки класного складу засвідчує незначне зростання частки корів I класу, що може вказувати про загальне покращення якісних характеристик значної частини стада. Однак, зменшення відносної кількості корів найвищих класів ("Еліта рекорд" та "Еліта") є тривожним сигналом. Це може бути наслідком недостатньої інтенсивності селекційної роботи, спрямованої на збереження та відтворення генетично цінних тварин, або ж вказувати на негативний вплив умов утримання чи годівлі на прояв їхнього генетичного потенціалу. Значна та стабільна частка некласних корів (понад 56 %) є значним резервом для підвищення середньої продуктивності всього стада.

Таблиця 1.

Класний склад поголів'я ВРХ у господарстві у 2022 та 2024 рр.

Показники	2022 рік	%	2024 рік	%
Всього корів	450	100,00	450	100,00
Еліта рекорд	10	2,22	8	1,78
Еліта	60	13,33	56	12,44
I клас	128	28,44	132	29,33
Некласні	252	56,00	254	56,44

Молочна продуктивність корів. Основним показником ефективності молочного скотарства є молочна продуктивність корів. Аналіз середніх показників молочної продуктивності корів за 2022 та 2024 рр. дозволяє оцінити динаміку надоїв та якість молока (табл. 2).

Таблиця 2.

Показники молочної продуктивності корів господарства у 2022 та 2024 рр.

Показники	2022 рік	2024 рік	Стандарт I класу
Надій, кг	7412±430	7545±310	7000
Жирність молока, %	3,58±0,2	3,6±0,2	3,7
Молочний жир, кг	193,34±4,4	199,62±4,1	259

Аналіз молочної продуктивності демонструє позитивну тенденцію до зростання середнього надою по стаду. Перевищення середнім надоєм стандарту I класу є безперечним досягненням господарства. Однак, уміст жиру в молоці залишається нижчим за породний стандарт для корів I класу чорно-рябої породи. Це може впливати на якість товарного молока та його вартість. Тому, одним з пріоритетних напрямків подальшого розвитку господарства має стати підвищення жирності молока.

Аналіз росту і розвитку тварин. Ріст і розвиток молодняку, угодованість дорослих тварин є важливими факторами формування майбутньої молочної продуктивності стада (Heinrichs et al., 2023). Аналіз динаміки живої маси телиць різного віку дозволяє оцінити ефективність системи вирощування ремонтного молодняку (табл. 3).

Таблиця 3.

Динаміка живої маси телиць господарства у 2022 та 2024 рр., (M±m)

Вік тварин, міс	2022 рік	2024 рік
При народженні	27,1±0,90	26,0±1,59
6	63,2±2,92	60,8±3,10
12	99,0±5,28	96,0±3,46
18	217,5±7,61	210,0±7,70

Динаміка живої маси телиць упродовж досліджуваного періоду була дещо нестабільною. Спостерігали незначне зниження живої маси тварин у всіх вікових групах порівняно з 2022 р. Це може свідчити про необхідність оптимізації умов утримання та раціонів годівлі молодняку з метою забезпечення їхнього повноцінного росту та розвитку.

Показники відтворення. Ефективність відтворення стада та повноцінна годівля є ключовими факторами його стабільного розвитку та оновлення (Гноєвий, 2006). Аналіз структури поголів'я корів за тривалістю сухостійного періоду дозволяє оцінити підготовку тварин до наступної лактації (табл. 4).

Таблиця 4.

Структура поголів'я корів господарства за тривалістю сухостійного періоду
 (% від загальної чисельності)

Дні	2022 рік	2024 рік
до 30	10,2	15,6
31-50	35,0	31,6
51-70	28,8	27,4
71-90	25,3	19,8
Більше за 90 днів	0,8	5,5

Аналіз структури поголів'я за тривалістю сухостійного періоду виявив зростання частки корів з коротшим сухостійним періодом (до 30 днів) та збільшення частки корів з тривалістю понад 90 днів. Оптимальна тривалість сухостійного періоду (45-60 днів) є важливою для відновлення молочної залози та забезпечення високої продуктивності в наступній лактації (Dobson et al., 2007). Зміни у структурі можуть свідчити про необхідність перегляду підходів до управління відтворенням стада.

Годівля молодняку. Раціональна годівля молодняку є запорукою його інтенсивного росту та розвитку, що безпосередньо впливає на майбутню продуктивність стада (Morrison et al., 2012). Аналіз середньодобового приросту телиць за основними віковими періодами дозволяє оцінити ефективність існуючих систем годівлі (табл. 5).

Таблиця 5.

Середньодобовий приріст телиць господарства за віковими періодами, г

Рік	Вік, міс.		Середній приріст
	0-10	13-18	
2022	400±9,8	360±8,7	376,7±44
2024	522±4,6	341±8,5	433,7±49

Аналіз середньодобових приростів телиць засвідчив позитивну динаміку у молодшій віковій групі (0-10 міс.), але зниження приросту у старшій групі (13-18 міс.). Це вказує на необхідність корекції раціонів годівлі для забезпечення більш рівномірного та інтенсивного росту молодняку впродовж усього періоду вирощування.

Результати дослідження класного складу поголів'я засвідчили незначне покращення загальної якості стада за рахунок зростання частки корів I класу. Однак, зменшення частки висококласних тварин ("Еліта рекорд" та "Еліта") викликає занепокоєння. Це може бути пов'язано зі зниженням інтенсивності селекційної роботи з цією групою або з впливом

факторів утримання та годівлі, що не дозволяють реалізувати їхній генетичний потенціал. Висока частка некласних корів (понад 56 %) вказує на значний резерв для підвищення середньої продуктивності стада шляхом оптимізації умов утримання, годівлі та проведення відповідних селекційних заходів.

Аналіз молочної продуктивності показав позитивну динаміку зростання надоїв, що узгоджується з загальносвітовими тенденціями підвищення продуктивності молочної худоби (International Dairy Federation). Проте, проблема з недостатнім вмістом жиру в молоці залишається актуальною (Національні стандарти України. Молоко коров'яче, ДСТУ 3661:2010). Уміст жиру в молоці значною мірою залежить від раціону та генетичних особливостей тварин (Dobson et al., 2007). Тому, для вирішення цієї проблеми необхідно комплексно підійти до оптимізації годівлі та проведення селекції за показником жирномолочності.

Динаміка живої маси телиць виявила певне відставання у рості молодняку в 2024 р. порівняно з 2022 р. Зниження маси тіла при народженні може бути наслідком недостатньої годівлі сухостійних корів. Зменшення приростів у старших вікових групах телиць часто пов'язане з незбалансованістю раціонів годівлі в цей період (Гончаренко та ін., 2022).

Для генетичного прогнозування продуктивності лактації телиць на основі аналізу їх продуктивності автори роботи можуть використовувати модель повторюваності, без збільшення обчислювальних можливостей, і це повинно бути реалізоване безпосередньо в поточній генетичній оцінці стада. Про це повідомляли (Pander et al., 1993) на основі записів у дослідках на телицях.

Зміни у структурі поголів'я за тривалістю сухостійного періоду вказують на можливі порушення в організації відтворення стада. Оптимальна тривалість сухостійного періоду є критично важливою для підготовки корови до наступної лактації та забезпечення високих надоїв. Збільшення частки корів з коротким або занадто довгим сухостійним періодом може призвести до зниження молочної продуктивності та проблем зі здоров'ям тварин (Jakobsen et al., 2003).

Friggens et al. (2007) запропонували модель прогнозування між розподілом поживних речовин і продуктивністю корів у зв'язку із структурою та типами раціонів та зовнішніми умовами. Розподіл поживних речовин змінюється під час лактації та відповідно до генотипу – тобто це неможливо передбачити лише за властивостями корму. Для цього треба краще зрозуміти основу взаємодії між генотипами тварин та середовищем. Враховувати біологічні обмеження традиційної оцінки взаємодії генотип $\times$ навколишнє середовище та пластичність, а також визначити пріоритетні компроміси між життєвими функціями, які б дозволили відбирати тварин для подальшого господарського використання, враховуючи розподіл поживних речовин в їх організмі, залежно від запропонованого раціону та навколишнього середовища.

Зростання середньодобових приростів маси тіла телиць у молодшому віці в 2024 р. може бути результатом покращення системи вигодовування та годівлі в цей період. Однак, зниження приростів у старшому віці потребує детального аналізу раціонів годівлі та умов утримання (Strucken et al., 2015). Згідно з дослідженнями Бідюк та ін. (2009) контроль за живою масою та приростами молодняку є важливим інструментом оцінки ефективності системи вирощування.

Tribout et al. (2022) зазначили, що після отелення високопродуктивні молочні корови мобілізують резерви організму для отримання енергії, іноді на шкоду здоров'ю та плодючості. Їх дослідження оцінило генетичну кореляцію між втратою маси тіла та добовою продуктивністю молока у голштинських корів першої (859020 гол.) та другої лактації (665361 гол.) у 36 французьких молочних фермах. Дослідники стверджують, що може бути можливим виробництво молока без збільшення ранньої мобілізації організму та втрати живої маси корів, бо зміна маси тіла від отелення до найнижчої була в межах 29 кг.

Cassell et al. (2003) стабільність надоїв молока (PMY) і жиру (PFY) пов'язали з генетичними спадковостями, які впливають на розлади здоров'я молочних корів (мастит,

репродуктивні розлади, метаболічних захворювання, кульгавість, зміщений сичуг). Автори дослідили лінійно-порогові моделі діда-батька-матері, які використовувалися для оцінки генетичних кореляцій всіх досліджуваних захворювань. Результати їх досліджень свідчать про те, що тварини, витривалі за спадковими ознаками до захворювань на початку лактації, мають генетичні резерви до підвищення виробництва молока та жиру. Під час відбору корів для лактації фахівці повинні враховувати ці закономірності.

Muir et al. (2004) оцінили генетичні зв'язки між стійкістю лактації та репродуктивною дією під час першої лактації. Репродуктивні ознаки телиць мали низьку генетичну кореляцію, тоді як репродуктивні ознаки корів були помірно корельовані. Телиці після першого вдалого запліднення мали більш стійку першу лактацію. Перша лактація була більш тривалою коли: телиці мали труднощі з отеленням ($r(g) = 0,43$), або завагітніли під час першого осіменіння в першу лактацію ($r(g) = 0,32$), або мали більший інтервал між першим і другим отеленням ($r(g) = 0,17$).

Polman et al. (2023) запропонували програму визначення племінної цінності німецької голштинської, джерсейської, червоної молочної худоби, та німецьких чорно-рябої та червоно-рябої комбінованих порід щодо генетичної придатності для подовженої лактації. Нова племінна цінність була отримана з моделі випадкового регресійного тестування у 3 лактаціях трьох ознак якості: білок, жир, молочна продуктивність. Визначений ними індекс стійкості до подовженої лактації має кумулятивну спадковість 0,34.

Berry et al. (2003) оцінили генетичні кореляції між оцінками вгодованості, маси тіла, молочною продуктивністю та ознаками, пов'язаними з фертильністю (заплідненням). Завдяки сильній напрузі організму під час лактації у молочних корів погіршується здоров'я та можуть бути проблеми з заплідненням. Це призводить до включення функціональних ознак у селекційні цілі для протидії цьому негативному фактору. Дослідили 4402 корови в один рік, які у наступному році мали повторні результати за цими ж показниками, оскільки дослід тривав протягом 2 років. Генетичні кореляції між масою тіла на різних стадіях лактації та загальною лактаційною продуктивністю були близькі до нуля, що підкреслює важливість повноцінної годівлі корів. Оцінка вгодованості на різних етапах лактації сприятливо корелювала з покращенням фертильності корів. Досліджені авторами селекційні індекси ілюструють можливість продовження наших досліджень щодо управління селекцією для збільшення виробництва молока у господарствах України без будь-яких шкідливих впливів на функцію відтворення. Потенційно більш рівномірний розподіл загальної кількості молока за цикл лактації може зменшити пік фізіологічного напруження, покращити здоров'я та спроможність до запліднення. Розуміння фізіологічної динаміки та з'ясування залежних від часу генетичних ефектів, що стоять за динамічно вираженими ознаками, сприятиме прийняттю вірних селекційних рішень для подальшого покращення продуктивних і здорових племінних популяцій господарствах України.

За результатами досліджень Jakobsen et al. (2003) успадкованість до генетичних захворювань у зв'язку з лактацією молочної продуктивності є найнижчою на початку лактації (0,19) і найвищою наприкінці лактації (0,35). Вони проаналізували дані 8075 корів датської голштинської породи, а також теличок від 1259 плідників, які працювали в 57 стадах. Корови з більш плоскою кривою лактації мають меншу схильність до захворювання.

Утримання тварин у комфортних умовах, стресові фактори у молочній промисловості вивчали у Канаді Campos et al. (2022). Ними були оцінені втрати виробництва молочної продукції канадської голштинської породи за некомфортних температурних умов утримання та вологості. Було проаналізовано записи про дні тестування від 166 749 корів, вирощених в Онтаріо, і від 221 214 корів, вирощених у Квебеку. За отриманими даними компоненти молока дуже чутливі до температурного стресу, тому річні економічні втрати у Канаді, пов'язані із зниженням якості молока в окремі дні, становлять близько 34,5 мільйонів доларів на рік. Це повністю співпадає з

нашими припущеннями, оскільки продуктивність корів у дослідях 7545 ± 310 кг, що не відповідає генетичному потенціалу корів.

Перспективними напрямками такої роботи вважаємо наступні:

1. Провести детальний аналіз причин зменшення частки корів найвищих класів та розробити стратегію їх збереження та збільшення.
2. Здійснити комплекс заходів, спрямованих на підвищення жирності молока, включаючи оптимізацію раціонів годівлі та селекцію тварин за цією ознакою.
3. Розробити та впровадити програму оптимізації умов утримання та годівлі молодняку для забезпечення стабільних та високих показників росту і розвитку.
4. Провести аналіз впливу тривалості сухостійного періоду на продуктивність корів та оптимізувати цей показник для кожної тварини індивідуально.
5. Здійснити корекцію раціонів годівлі молодняку з урахуванням їх вікових потреб для забезпечення рівномірних та високих середньодобових приростів.
6. Впроваджувати сучасні інформаційні технології для обліку та аналізу продуктивних і відтворних показників стада з метою прийняття обґрунтованих управлінських рішень.
7. Провести економічний аналіз ефективності різних технологій утримання та годівлі для оптимізації витрат та підвищення рентабельності виробництва.
8. Активно використовувати генетичний потенціал високопродуктивних плідників для покращення племінних якостей стада.
9. Регулярно проводити ветеринарний контроль та профілактичні заходи для забезпечення здоров'я та високої продуктивності тварин.

Впровадження зазначених рекомендацій сприятиме подальшому підвищенню продуктивності, покращенню якісних показників та зростанню економічної ефективності молочного виробництва.

Висновки

1. Позитивна тенденція до зростання середнього надою по стаду свідчить про ефективність загальної системи управління.
2. Зменшення частки корів найвищих класів ("Еліта рекорд" та "Еліта") вимагає поглибленого аналізу та оптимізації селекційної роботи.
3. Вміст жиру в молоці залишається нижчим за породний стандарт, що є резервом для покращення якісних показників продукції.
4. Динаміка живої маси телиць є нестабільною, що вказує на необхідність оптимізації умов утримання та годівлі молодняку.
5. Зміни у структурі поголів'я за тривалістю сухостійного періоду потребують подальшого вивчення для мінімізації негативного впливу на майбутню продуктивність.
6. Середньодобові прирости телиць мають неоднорідну динаміку за віковими групами, що потребує корекції раціонів годівлі.

References

1. Алієв, А. А., & Баранов, В. Г. (2019). Селекція та генетика молочної худоби. Київ : Аграр Медіа Груп, 120–145.
2. Березовський, Б. М., & Коваленко, В.П. (2020). Годівля великої рогатої худоби: сучасні підходи. Львів : Видавництво ЛНАУ, 150–178.
3. Бідюк, П., & Бондарчук, В. (2009). Сучасні методи біометричної ідентифікації. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*, 1 (18), 137–146.
4. Васильєв, М. І., & Петренко, С. О. (2018). Утримання та догляд за молочною худобою. Дніпро: Логос, 60–75.
5. Гноєвий, І. В. (2006) Годівля і відтворення поголів'я сільськогосподарських тварин в Україні : монографія. Харків : Магда LTD, 400 с.

6. Гончаренко, В. М., & Романенко, Г. О. (2022). Ветеринарна гігієна та профілактика захворювань великої рогатої худоби. Одеса: ОДАУ, 90–112.
7. Колоша, В. (2022). Організаційно-економічні заходи відтворення поголів'я великої рогатої худоби в сільськогосподарських підприємствах. *Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації*, 3–4, 58–66. DOI: <https://doi.org/10.35774/ibo2022.03-04.058>.
8. Костишин, Л. Л., & Ткачук, А. В. (2020). Організація та управління молочним господарством. Вінниця: ВНАУ, 70–88.
9. Ломовських, Л. О. (2020). Аналіз ефективності молочного скотарства в Україні. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія „Економічні науки”*, 3, 445–454.
10. Національні стандарти України. (2023). Молоко коров'яче. Технічні умови. ДСТУ 3661:2010. Київ: Держспоживстандарт, 5–12.
11. Пархомець, М. К., & Уніят, Л. М. (2018). Управління виробництвом молока на інноваційній основі як напрям розвитку конкурентоспроможного молочного скотарства у сільськогосподарських підприємствах. *Економіка та конкурентоспроможність підприємств*. 18–25.
12. Berry, D. P., Buckley, F., Dillon, P., Evans, R. D., Rath, M., & Veerkamp, R. F. (2003). Genetic relationships among body condition score, body weight, milk yield, and fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2193–2204. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73809-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73809-0).
13. Cassell, B. G., Appuhamy, J. A. D. R. N., & Cole, J. B. (2009). Phenotypic and genetic relationships of common health disorders with milk and fat yield persistencies from producer-recorded health data and test day yields. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1785–1795. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1591>.
14. Campos, I. L., Chud, T. C. S., Oliveira, H. R., Baes, C. F., Cánovas, A., & Schenkel, F. S. (2022). Using publicly available weather station data to investigate the effects of heat stress on milk production traits in Canadian Holstein cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 102(2), 368–381. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjas-2021-0088>.
15. Chițanu, A., Grosu, N., Caisin, L., & Modvala, S. (2024). Quantitative and qualitative responses of dairy cattle herds' production to proper feeding. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 61(5), 3–9. <http://dx.doi.org/10.61308/VLTL9765>.
16. Cole, J. B., & Null, D. J. (2009). Genetic evaluation of lactation persistency for five breeds of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92(5), 2248–2258. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1825>.
17. Dobson, H., Smith, R. F., Royal, M. D., Knight, C. H., & Sheldon, I. M. (2007). The high producing dairy cow and its reproductive performance. *Reproduction in Domestic Animals*, 42, 17–23. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00906.x>.
18. Friggens, N. C., & Newbold, J. R. (2007). Towards a biological basis for predicting nutrient partitioning: the dairy cow as an example. *Animal*, 1(1), 87–97. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731107657772>.
19. Heinrichs, J., Jones, C. M., & Ishler, V. A. (2023). Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management.
20. International Dairy Federation. Quality standards for milk and dairy products. Brussels: IDF, 30–48.
21. Jakobsen, J. H., Rekaya, R., Jensen, J., Sorensen, D. A., Madsen, P., Gianola, D., Christensen, L. G., & Pedersen, J. (2003). Bayesian estimates of covariance components between lactation curve parameters and disease liability in Danish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 86(9), 3000–3007. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73898-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73898-3).
22. Liseune, A., Salamone, M., Poel, D. V., van Ranst, B., & Hostens, M. (2021). Predicting the milk yield curve of dairy cows in the subsequent lactation period using deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 180(1), 105904. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105904>.
23. Morrison, S. J., Wicks, H. C. F., Carson, A. F., & Fallon, R. J. (2012). The effect of calf nutrition on the performance of dairy herd replacements. *Animal*, 6(6), 909–919. <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731111002163>.
24. Muir, B. L., Fatehi, J., & Schaeffer, L. R. (2004). Genetic relationships between persistency and reproductive performance in first-lactation Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 87(9), 3029–3037. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73435-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73435-9).
25. Pander, B. L., & Hill, W. G. (1993). Genetic evaluation of lactation yield from test day records on incomplete lactation. *Livestock Production Science*, 37(1–2), 23–36. DOI: [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90062-M](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90062-M).

26. Polman, L., Rensing, S., Heise, J., & Tholen, E. (2023). Genetic evaluation of persistency in extended lactations. *Interbull Bulletin*, 59, 177–181. <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/1888/1901>.
27. Strucken, E. M., Laurenson, Y. C. S. M., & Brockmann, G. A. (2015). Go with the flow – biology and genetics of the lactation cycle. *Frontiers in Genetics*, 6, 118. <https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00118>.
28. Tribout, T., Minéry, S., Vallée, R., Saille, S., Saunier, D., Ducrocq, V., Faverdin, P., & Boichard, D. (2022). Genetic relationships between weight loss in early lactation and daily milk production until 305 days in Holstein cows. In: Proceedings of the 12th World Congress on Genetics applied to Livestock Production. Rotterdam, The Netherlands; 4. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22813>.



2025. Номер 11, С 19 – 30

Отримано: 26.04.2024 Прийнято: 22.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.02

UDK 636.4

DYNAMICS OF ECONOMIC-USEFUL TRAITS OF THE POLTAVA MEAT BREED OF PIGS

P.V. Shablia¹, V.P. Shablia²

*¹Pig-Breeding Institute and Agro-Industrial Production of the National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine*

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: finngine2905@gmail.com

Abstract. The aim is to investigate the dynamics of the development of the Poltava meat breed from creating to the present state. The relevance lies in the fact that this makes it possible to develop optimal ways of using this breed. The study is based on the analysis of statistical data, scientific literature, archival materials and the present state of the breed. Comparative analysis methods have established that the Poltava meat breed of pigs was bred by complex reproductive crossing of five domestic and foreign breeds of different productivity directions: Mirgorod, Large White, Pietren, Wessex-Saddleback and Landrace. Targeted breeding of interbred replacement young stock, selection of typical animals of the desired type and culling of individuals deviating from model ones were used. The main selection criteria were high meat qualities, growth energy and strength of constitution. The period of one and a half decades from the moment of official approval of the Poltava meat breed of pigs in 1993 is the time of its most active distribution and application in domestic pig farming, as well as the peak of the achieved productive and reproductive traits. In particular, multiparity was 10.5-11.5 piglets, average daily live weight gains during fattening were 787-975 g with a meat yield of 62-63%. From the mid-2000s to the present, there has been a gradual reduction in the population of the Poltava meat breed, the number of breeding farms, and the genealogical structure. Certain productive and reproductive characteristics of the breed are also decreasing. However, according to a number of experts, its use in commercial production during purebred breeding and crossing still remains relevant, although it requires strengthening and systematization of selection work. At the same time, due to a significant reduction in the population, the question of preserving the gene pool of the Poltava meat breed now arises.

Key words: *pigs, Poltava meat breed, population, productivity, reproductive traits, dynamics.*

ДИНАМІКА ГОСПОДАРСЬКО-КОРИСНИХ ОЗНАК ПОЛТАВСЬКОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ СВИНЕЙ

П.В. Шабля¹, В.П. Шабля²

¹Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, Полтава, Україна,

²Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна,

E-mail: finngine2905@gmail.com

Анотація. Мета – дослідити динаміку розвитку полтавської м'ясної породи свиней від виведення до сучасного стану. Актуальність полягає в тому, що це дає змогу розробити оптимальні шляхи використання даної породи. Дослідження базується на аналізі статистичних даних, наукової літератури, архівних матеріалів, та сучасного стану породи. Методами порівняльного аналізу встановлено, що полтавську м'ясну породу свиней виведено складним відтворювальним схрещуванням п'яти вітчизняних і закордонних порід різних напрямів продуктивності: миргородська, велика біла, п'єтрен, уессекс-седлбекська і ландрас. Застосовувалося спрямоване вирощування помісного ремонтного молодняку, відбір типових тварин бажаного типу та вибракування особин, що відхиляються від модельних. Основними критеріями добору слугували високі м'ясні якості, енергія росту та міцність конституції. Період тривалістю півтора десятиліття від моменту офіційного затвердження полтавської м'ясної породи свиней у 1993 році є часом її найактивнішого розповсюдження та застосування у вітчизняному свинарстві, а також піком досягнутих продуктивних і відтворювальних якостей. Зокрема, багатоплідність становила 10,5-11,5 поросят, середньодобові прирости живої маси на відгодівлі 787-975 г при виході м'яса 62-63 %. З середини 2000-х років і до нинішнього часу спостерігається поступове скорочення поголів'я полтавської м'ясної породи, кількості племінних господарств, генеалогічної структури. Знижуються також певні продуктивні й відтворювальні ознаки породи. Однак, за твердженням низки фахівців, її використання в товарному виробництві при чистопородному розведенні та схрещуванні і досі залишається актуальним, втім потребує посилення та систематизації селекційної роботи. Разом з цим, у зв'язку зі значним скороченням поголів'я нині постає питання про збереження генофонду полтавської м'ясної породи.

Ключові слова: свині, полтавська м'ясна порода, поголів'я, продуктивність, відтворювальні ознаки, динаміка.

Вступ. Актуальність теми. Полтавська м'ясна порода свиней є першою вітчизняною м'ясною породою (Баньковський, 2007) та важливим надбанням українського свинарства («Програма...», 2001). Вона відіграла значну роль у забезпеченні м'ясного виробництва країни. Її виведення стало результатом тривалої та кропіткої роботи науковців і селекціонерів, спрямованої на створення високопродуктивної породи, адаптованої до місцевих умов (Баньковський, 2007; Сідашова та ін., 2013). А відтак полтавську м'ясну породу можна розглядати як частину національної спадщини.

Слід зазначити, що полтавська м'ясна порода в період її створення та протягом тривалого часу після цього мала порівняно високі продуктивні й відтворювальні якості, що робило її цінною для розвитку та прогресу галузі свинарства.

На жаль, на сьогоднішній день поголів'я цієї породи значно скоротилося (Войтенко та ін., 2019), що ставить під загрозу її існування. Особливо загострилася ця проблема в умовах воєнного стану. Відтак розробка оптимальних шляхів її вирішення на основі вивчення процесів становлення, розвитку та використання полтавської м'ясної породи є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мало того, за твердженням низки дослідників, раціональне використання відмітних позитивних якостей полтавської м'ясної породи може як суттєво покращити стан свинарства України, так і сприяти підвищенню його ефективності (Пелих та ін., 2012; Складенко та ін., 2013, Гришина та ін., 2021) під час післявоєнного відновлення, а відтак допомогти повнішому забезпеченню споживачів якісною свининою та досягненню продовольчої безпеки країни.

Однак для спрямування цього процесу в найприйнятнішому напрямку доцільно об'єктивно оцінити динаміку розвитку полтавської м'ясної породи від створення до сучасного стану, виявляючи основні тенденції, проблеми та перспективи її подальшого розвитку. Вивчення генетичного потенціалу цієї породи може сприяти розвитку нових селекційних програм, виявленню оптимізованих схем схрещування й породно-лінійної гібридизації (Шабля та ін., 2023; Шабля & Шабля, 2023). Крім того, дослідження позитивних і цінних продуктивних, відтворювальних та адаптаційних якостей полтавської м'ясної породи здатне допомогти в отриманні високопродуктивних тварин, стійких до змін клімату та інших стресових факторів, а можливо, слугувати підґрунтям для створення нових більш продуктивних порід, а також для збереження цієї вітчизняної породи свиней.

Дослідження динаміки становлення та розвитку цієї породи разом з аналізом причин скорочення поголів'я дозволять розробити дієві заходи для збереження її генофонду, зрозуміти еволюцію селекційних методів та їх вплив на розвиток свинарства в Україні.

Мета роботи – дослідити та проаналізувати шлях розвитку полтавської м'ясної породи свиней від її виведення до сучасного стану, виявивши основні тенденції, проблеми та перспективи породи, а також визначити значення та роль цієї породи в українському свинарстві останніх десятиліть і сучасності.

Завдання дослідження:

1. Описати процес виведення полтавської м'ясної породи, включаючи мету селекційної роботи, використані породи та методи селекції, а також роль провідних науковців у цьому процесі.
2. Простежити динаміку поголів'я породи в різні історичні періоди, виявивши фактори, що вплинули на його зміни.
3. Проаналізувати продуктивні та відтворювальні якості породи (багатоплідність, середньодобовий приріст, м'ясність тощо) та їх зміни з часом.
4. Оцінити динаміку генеалогічної структури полтавської м'ясної породи та її використання в системах гібридизації.
5. Охарактеризувати сучасний стан полтавської м'ясної породи, виявивши основні проблеми та виклики, що стоять перед нею.
6. Розглянути перспективи розвитку породи, включаючи необхідність збереження генофонду, відновлення поголів'я та покращення продуктивних якостей.
7. Запропонувати конкретні заходи для відновлення та збереження полтавської м'ясної породи, враховуючи сучасні умови та виклики.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень послужили наукові звіти, методики досліджень та календарні плани виконання завдань Інституту свинарства і АПВ НААН України за період створення та удосконалення полтавської м'ясної породи свиней, документи Міністерства аграрної політики України та інших державних установ, матеріали племінних господарств, де розводилася ця порода, державні книги племінних тварин, наукові статті, підручники, довідники та монографії з питань селекції свиней, статистичні дані Укрплемоб'єднання й інших організацій, а також дані низки Інтернет-сайтів.

З указаних джерел було отримано, зібрано, систематизовано та опрацьовано дані про поголів'я, генеалогічний склад, продуктивність, відтворювальну здатність, відгодівельні, адаптаційні, м'ясні та інші якості свиней полтавської м'ясної породи у порівнянні з іншими породами та помісями протягом тривалого періоду від виведення, розвитку, становлення й максимального використання до сучасності.

Із застосуванням методу порівняльної оцінки було проаналізовано архівні матеріали та літературні джерела з метою опрацювання методичних підходів, застосовуваних у процесі виведення та удосконалення породи. Виділено основні принципи й етапи селекційної роботи з полтавською м'ясною породою, визначено їх вплив на розвиток породи і формування її відмітних особливостей.

За допомогою статистичного аналізу із використанням загальноприйнятих методів здійснено обробку даних для виявлення динаміки поголів'я, продуктивності, відтворювальної та адаптаційної здатності тварин. Проведено вивчення динаміки вказаних показників у різні історичні та виробничі періоди розвитку породи.

Шляхом зіставлення даних різних авторів і джерел виконано порівняння полтавської м'ясної породи з іншими м'ясними, універсальними та сальними породами свиней. Крім того, виявлено особливості продуктивних якостей цієї породи залежно від умов утримання.

Зокрема, використання нами системного підходу дало змогу оцінити полтавську м'ясну породу свиней як складну систему, яка створювалася, удосконалювалась, розвивалася й використовувалася у конкретних економічних, технологічних, соціальних та історичних умовах під впливом складної сукупності чинників.

Застосування комплексу цих методів дозволило здійснити всебічну оцінку динаміки становлення, покращення і впровадження у виробництво полтавської м'ясної породи свиней, а також розробити ефективні заходи для її розвитку та збереження.

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлено, що створення нової м'ясної породи свиней, котра в кінці кінців стала полтавською м'ясною породою, було викликане необхідністю збільшення виробництва м'ясної свинини та підвищення ефективності промислового схрещування й гібридизації у свинарстві України («Методика...», 1977).

Виведення цієї породи почалося в середині 1960-х років (Баньковська, 2012) у Полтавському науково-дослідному інституті свинарства колективом вчених під керівництвом Б. В. Баньковського. Метою було створення вітчизняної м'ясної породи, що відповідала сучасним на той період вимогам споживачів.

Орієнтуючись на потреби галузі, було розроблено цільовий стандарт створюваної породи, який з часом незначно коригувався та уточнювався. Зокрема, згідно з цим стандартом, чинним у 1976-1977 роках, тварини повинні були характеризуватися («Архівний матеріал...», 2019) виходом м'яса в туші – 60-62 %, сала – 29-30 %, кісток – 10-12 %, площею м'язового вічка 30-32 см². Жива маса дорослих кнурів мала становити 300-320 кг, довжина їх тулуба – 175-185 см, обхват грудей – 160-165 см. Свиноматки повинні були мати живу масу 200-220 кг, довжину тулуба – 160-165 см, обхват грудей – 150-155 см.

Також, за цим цільовим стандартом, репродуктивні якості маток передбачалися на рівні: багатоплідність 10-11 поросят, великоплідність – 1,2-1,3 кг, молочність – 75-80 кг. Планувалося, що у віці 180-190 днів тварини досягатимуть живої маси 100 кг. При цьому витрати корму на 1 кг приросту повинні були становити до 4 кормових одиниць.

Для створення породи застосовували складне відтворювальне схрещування («Методика...», 1977; Баньковський, 2007; Бірта & Бургу, 2011) з використанням таких порід свиней, як велика біла, уссекс-седлбекська, миргородська, п'єтрен і ландрас.

Отриманих помісних тварин вирощували для комплектування основного стада свиней створюваної породи. З цією метою серед ремонтного молодняку проводився відбір відповідно до вимог цільового стандарту. Значну увагу звертали на зоотехнічну оцінку показників екстер'єру, розвитку, продуктивності, м'ясні якості, виживання приплоду, міцність конституції.

Головними ж критеріями при відборі ремонтного молодняку була наявність у тварин ознак, що характеризують їх високі м'ясні якості, енергію росту та міцність конституції. Для об'єктивної оцінки вказаних ознак проводили дослідження товщини шпигу (прижиттєво), випробування плідників за їхньою власною продуктивністю, відгодівельними та м'ясними якостями. Подальший підбір пар з-поміж помісей

здійснювався за правилом "краще з найкращим" за фенотипом та генотипом та з наступною перевіркою найбільш ефективних поєднань. Вдосконалення ліній та родин за відгодівельними й м'ясними якостями молодняку проводилося з урахуванням таких вимог:

1. Цілеспрямованість відбору типових тварин бажаного типу та вибракування особин, що відхиляються від модельних.

2. Спрямоване вирощування ремонтного молодняку, створення умов, що сприяють виявленню високої продуктивності та м'ясності.

3. Оцінка та відбір тварин у м'ясній групі проводиться за репродуктивними, відгодівельними та м'ясними якостями.

У процесі племінного обліку враховували багатоплідність маток (за кількістю живих і мертвнонароджених поросят), великоплідність, молочність, масу поросят у 2-місячному віці, збереженість приплоду. Контролювали також ріст і розвиток кнурів та маток, їх приплоду, відгодівельні та м'ясні якості потомства. Бонітування тварин проводилося за шкалою для великої білої породи (1 група). Годівля й утримання холостих та поросних маток були групові, підсосних та за 10 днів до опоросу – індивідуальні. Годівля здійснювалася за нормами Полтавського науково-дослідного інституту свинарства та Всесоюзного інституту тваринництва. Слід зазначити, що співвідношення кормів у раціонах було наступне (% за поживністю): концентровані корми – 75-85 %, коренеплоди і зелені корми – 12-15 %, трав'яне борошно – 5-6 %, корми тваринного походження – 5-7 %. Мінеральні корми та мікроелементи вводилися за існуючими нормами. До 5-місячного віку до раціону включали не менше 120 г перетравного протеїну на 1 кормову одиницю.

Таким чином, виведення свиней полтавської м'ясної породи відбувалося на фоні застосування комбінованого типу годівлі, включно із застосуванням випасання (Баньковська, 2012). Даний тип годівлі був притаманний більшості свинарських господарств того періоду. Одночасно й отримані тварини були генетично розраховані саме на прояв відповідних господарсько-корисних ознак саме в умовах комбінованого типу годівлі. До подібних висновків прийшли також Баньковський (2007) і Сідашова та ін. (2013).

Температурно-вологісний режим у свинарниках також відповідав тодішнім загальноприйнятим нормам.

По досягненню тваринами 2,5-3-місячного віку проводився відбір та комплектування тварин до груп вирощування й відгодівлі. Контрольна відгодівля, вирощування, оцінка якості туш і виходу продуктів забою проводилися за існуючими методиками.

Оцінку результатів експериментів по отриманню масиву тварин бажаного типу, а також ефективності розведення здійснювали шляхом аналізу даних продуктивності й відтворювальної здатності маток, показників середньодобових приростів маси, термінів досягнення живої маси 100 кг, витрат кормів, виходу та якості продуктів забою. Особливу увагу звертали на відповідність тварин м'ясної групи вимогам цільового стандарту та модельному типу.

Розмноження свиней полтавської м'ясної групи здійснювали в дослідному господарстві Полтавського науково-дослідного інституту свинарства та кількох базових господарствах України.

Початок формування власне породи припадає на середину 1970-х років («Архівний матеріал...», 2019). Так, станом на 1976 рік налічувалося 2499 голів племінних свиней полтавської м'ясної групи, яка була основою для створюваної полтавської м'ясної породи. Майже 40 % від цього поголів'я становили племінні свиноматки та кнури (табл. 1).

Таблиця 1.

Динаміка племінного поголів'я тварин полтавської м'ясної породи

Поголів'я	Роки						
	1976	1993	2002	2007	2017	2021	2022
Племінних свиней, всього, голів	2499	93400	10681	14214	2544	3675	1392
Племінних свиноматок, голів	849	6330	850	1492	210	228	130
Племінних кнурів-плідників, голів	109	1928	119	155	21	20	12

У 1976 р. на станції штучного осіменіння та в спецгоспи з виробництва свинини було реалізовано 450 кнурів та свинок, перевірено за відгодівельними та м'ясними якостями їх потомства 8 кнурів-плідників.

Продуктивність маток м'ясної групи (попередниці полтавської м'ясної породи) у дослідному господарстві Полтавського науково-дослідного інституту свинарства становила: багатоплідність – 10-11 поросят на опорос, великоплідність – 1,3-1,4 кг, молочність – 75-80 кг, жива маса поросяти при відлученні – 21-22 кг. На контрольній відгодівлі підсвинки забезпечували 760-800 г середньодобового приросту живої маси при витраті 3,6-4,0 кормових одиниць на 1 кг приросту маси і виході м'яса 60-62 %.

Генеалогічна структура свиней м'ясної групи складалася з 6 ліній та 10 родин.

У результаті подальшої наполегливої роботи вчених-селекціонерів протягом десятиліть вдалося отримати низку суттєвих результатів. Зокрема, офіційно полтавська м'ясна порода була затверджена у 1993 році (Баньковський, 2007; Гришина та ін., 2021). Цю породу позиціонували як першу в Україні породу свиней, котра спеціалізується на виробництві високоякісного м'яса та сала. Зауважувалося, що як м'ясо, так і сало характеризуються високими смаковими якостями.

На момент затвердження порода була досить поширеною. Її розводили в чотирьох племінних господарствах, а також на більш ніж тридцяти племінних фермах і репродукторах спеціалізованих господарств по всій Україні. Свиней цієї породи активно використовували для гібридизації та схрещування з іншими породами.

Згідно з даними "Укрплемоб'єднання", загальна чисельність полтавських м'ясних свиней на той час становила 93,4 тисячі голів (Баньковський, 2007). З них було відібрано та оцінено 6330 племінних свиноматок та 1928 кнурів-плідників. Генеалогічна структура породи складалася з 8 заводських ліній і 12 родин. Тож період одразу після офіційного затвердження можна вважати часом найбільшого поширення даної породи.

Для виробництва товарних гібридів щорічно використовували кнурів полтавської м'ясної породи, спермою яких осіменяли здебільшого свиноматок великої білої породи. Це давало змогу отримувати понад 2 мільйони голів гібридних свиней, котрі забезпечували отримання ефекту гетерозису та володіли підвищеною продуктивністю.

Станом на 1993 р. основні господарсько-корисні ознаки свиней полтавської м'ясної породи характеризувалися такими показниками (при забезпеченні необхідних сприятливих умов годівлі й утримання): багатоплідність на рівні від 10,5 до 11,5 поросят на опорос; збереженість приплоду в межах від 90 до 95 %; маса гнізда поросят у віці 2 місяця від 185 до 240 кг; середньодобовий приріст становив порядку 787 г – 975 г; досягнення живої маси 100 кг забезпечувалося у віці від 172 днів до 178 днів. Відгодівельні тварини забезпечували в тушах вихід м'яса здебільшого на рівні від 62 до 63 % при довжині туші близько 96 см та виході кісток від 11,1 кг до 11,5 кг. При цьому площа м'язового вічка коливалася в основному в межах від 32 см² до 35 см², а товщина шпиків становила від 22 мм до 24 мм. Витрати кормів на забезпечення 1 кг приросту складали від 3,2 до 3,5 кормових одиниць.

Таким чином, за великим рахунком, період тривалістю півтора десятиліття від моменту офіційного затвердження полтавської м'ясної породи свиней можна вважати часом її найактивнішого розповсюдження та застосування у вітчизняному свинарстві, а також піком досягнутих продуктивних і відтворювальних якостей.

Так, через 10 років після затвердження, у 2003 р., поголів'я племінних свиней цієї породи у 4 племзаводах та 8 племрепродукторах (рис. 1) становило близько 10 тисяч голів, а станом на 2006 р. – перевищило 18 тисяч голів. Наступні кілька років воно трималося на рівні 14-17 тисяч племінних тварин (Перетятко та ін, 2005; Державна книга племінних свиней полтавської м'ясної породи, 2005; Перетятко, 2012).

В подальшому за чисельністю поголів'я свиней цієї породи спостерігалися як злети, так і падіння. Проте загальна тенденція показувала поступове зменшення чисельності аж до сучасного періоду (Войтенко та ін., 2019; Войтенко, 2024).

Станом на 2011 р. господарсько-корисні ознаки свиней полтавської м'ясної породи у племінних господарствах складалі: багатоплідність – близько 10 поросят; маса гнізда поросят у 2-місячному віці – близько 174 кг; середня жива маса 1 поросяти при відлученні – порядку 17,4 кг (Перетятко, 2012). На цей час ідеться про використання 6 ліній (Перетятко, 2010).

Виходячи з даних низки дослідників (Перетятко, 2010; Скарєднов, 2013; Бірта & Бургу, 2013), через 18 років після офіційного затвердження полтавської м'ясної породи продуктивні та відтворювальні ознаки племінних тварин цієї породи дещо знизилися: наприклад, багатоплідність – приблизно на 1 поросся, або на 9,1 % (рис. 2), а маса гнізда поросят у 2-місячному віці – на порядку 38-39 кг, або на 17,8-18,3 % (рис. 3). Натомість збільшилася товщина шпигу приблизно на 4 мм, до порядку 27 мм (Седіло та ін., 2014). Ймовірно, це зумовлено зниженням із часом інтенсивності добору та рівня селекційної роботи в цілому (Войтенко & Вишневський, 2009).

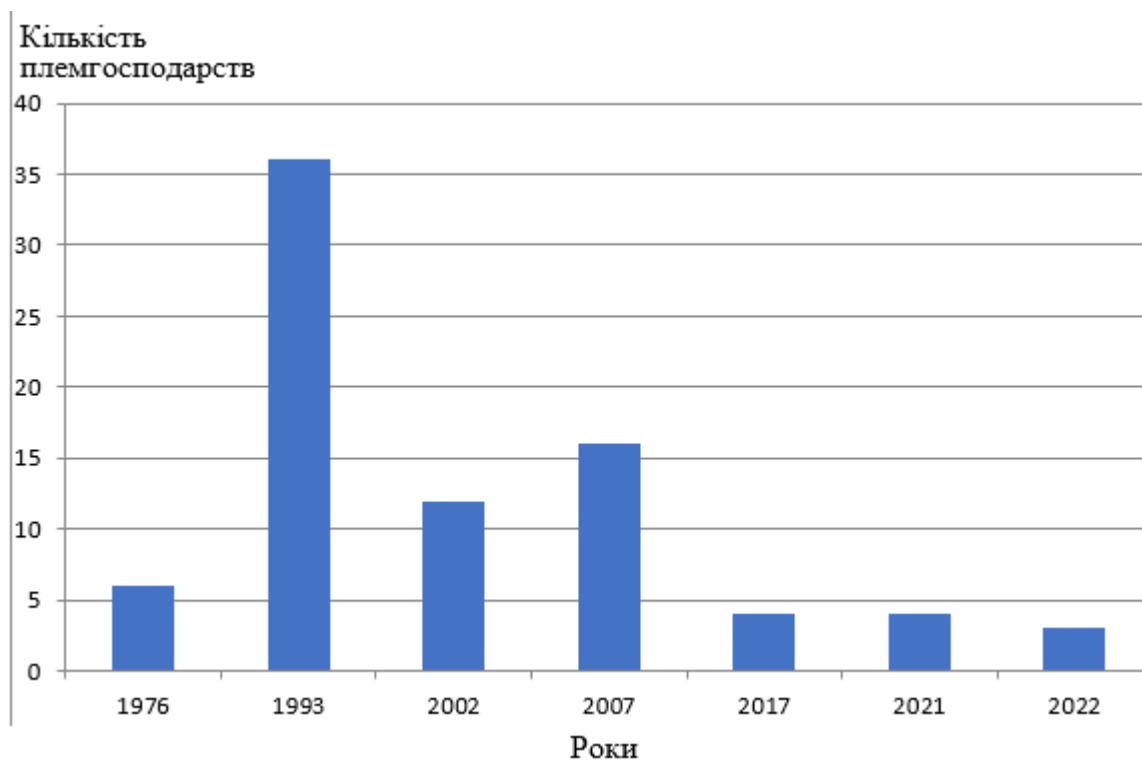


Рисунок 1. Динаміка кількості племінних господарств (племзаводів + племрепродукторів) з розведення полтавської м'ясної породи свиней.

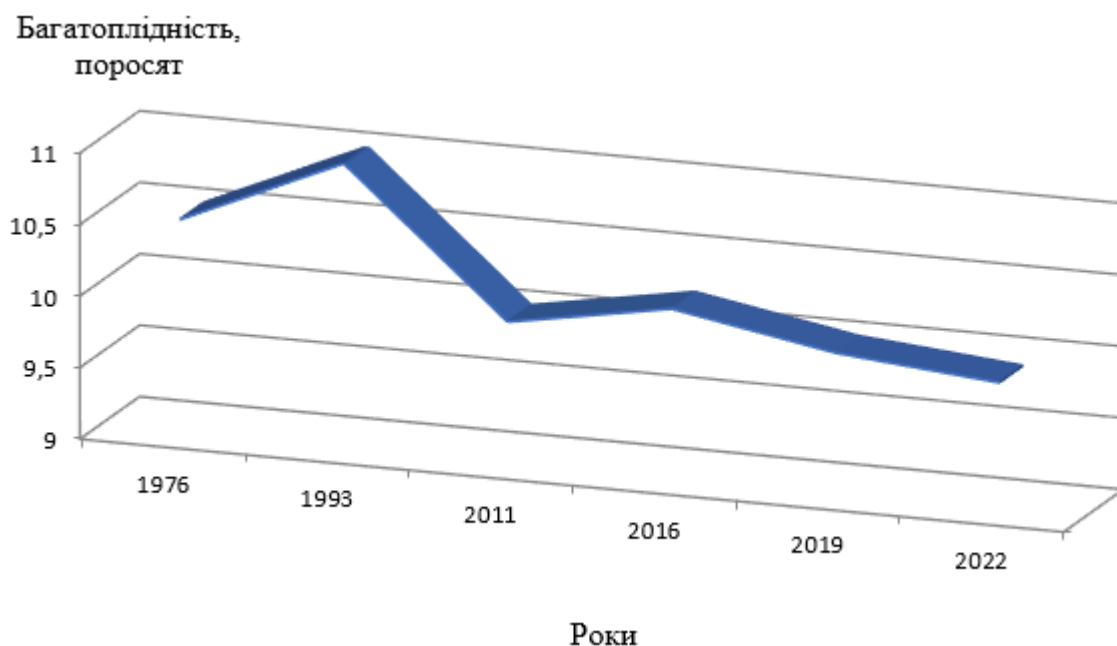


Рисунок 2. Динаміка багатоплідності свиноматок полтавської м'ясної породи свиней (голів поросят).

Проте в цей період, як і раніше, рядом учених відзначалася досить висока продуктивність і доцільність використання полтавської м'ясної породи як при чистопородному розведенні (Перетятко, 2010; Перетятко & Філоненко, 2011), так і при промислового схрещуванні й гібридизації (Онищенко, 2013; Складенко та ін., 2013).

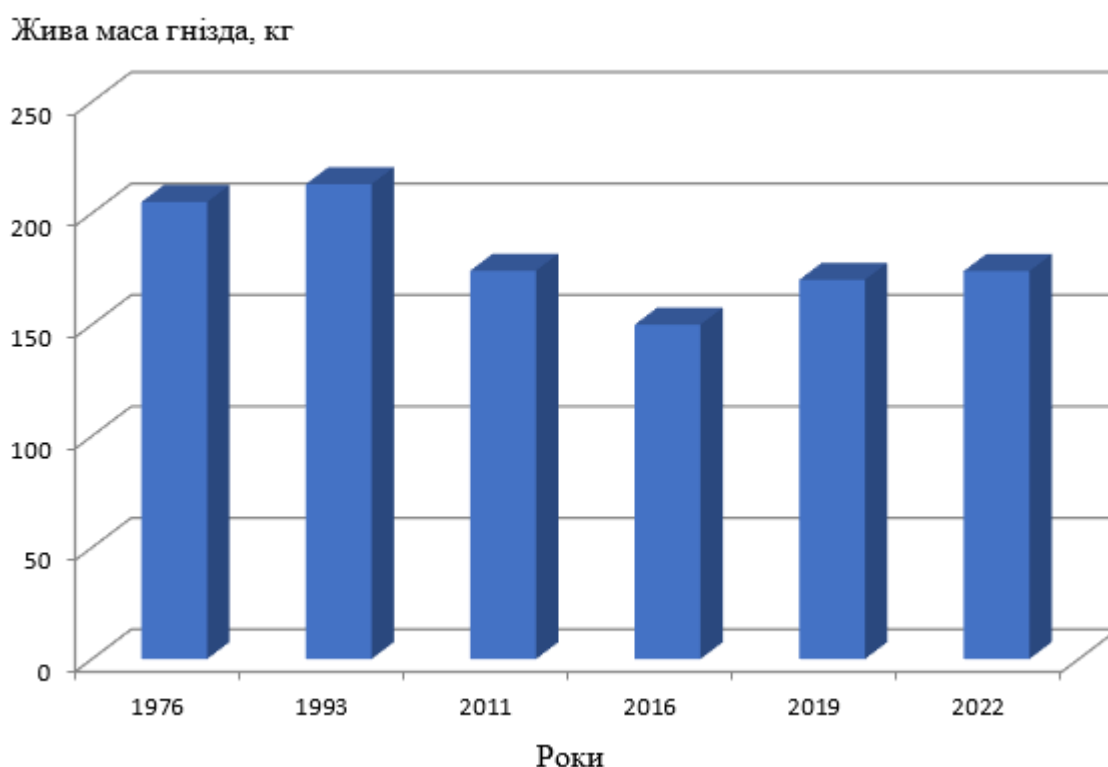


Рисунок 3. Динаміка живої маси гнізда поросят полтавської м'ясної породи при відлученні, кг.

На межі 2020-х років як поголів'я, так і більшість ключових господарсько-корисних ознак свиней полтавської м'ясної породи або залишалися на попередньому рівні, або ще дещо знизилися (Пундик та ін., 2015; Зінов'єв та ін., 2019). Так, зокрема, середньодобовий

приріст знизився до 574–735 г (Седіло та ін., 2014; Войтенко, 2024), тобто найвище зафіксоване в дослідженнях значення становить лише 83,4% від середнього приросту на момент затвердження породи. Та й вихід м'яса в тушах скоротився до 60,3 %, або на 3,5 % (Бірта та ін., 2019).

Особливо рельєфно відставання цієї породи проявилось на фоні низки популярних закордонних порід (ландрас, п'єтрен, дюрок, велика біла закордонної селекції, уельс та інших), які постійно та наполегливо селекційно вдосконалювалися. Приміром, багатоплідність цих порід становить останнім часом на рівні 11-13 поросят (Церенюк та ін., 2016; Чалий та ін., 2016; Войтенко, 2024), а жива маса гнізда у 2-місячному віці – порядку 217-273 кг (Бурковська Ю.В., 2016; Пундик, 2023).

У цей період скоротилася до 3-4-х і кількість племпідприємств із розведення полтавської м'ясної породи, а також її генеалогічна структура, яка звелася до 3 ліній і трьох родин (Voitenko et al., 2023; Почукалін та ін., 2024).

Відтак, зарубіжні м'ясні породи поступово витісняють полтавську м'ясну з тих селекційних ніш, котрі вона займала 2-3 десятиліття тому (Войтенко, 2018, 2024; Сусол та ін., 2021).

Поза тим, рекомендації окремих фахівців щодо доцільності використання тварин даної породи в товарному виробництві при чистопородному розведенні та схрещуванні в цілому залишалися подібними попереднім (Онищенко, 2019; Березовський та ін., 2020; Бірта & Бургу, 2020; Гришина та ін., 2021).

І все ж останнім часом все частіше з'являються думки про необхідність більш системної племінної роботи з полтавською м'ясною породою свиней для відновлення й підвищення її селекційної цінності (Voitenko et al., 2023; Перетятко, 2021; Войтенко, 2024) або про збереження генофонду цієї породи («Програма...», 2001; Перетятко, 2012; Гладій та ін., 2018; Войтенко та ін., 2019; Сусол та ін., 2021).

Висновки.

1. Встановлено, що полтавську м'ясну породу свиней створено методом складного відтворювального схрещування п'яти вітчизняних і закордонних порід різних напрямів продуктивності. При цьому отриманих помісних тварин вирощували в умовах комбінованого типу годівлі, а для комплектування основного стада серед ремонтного молодняку проводився відбір відповідно до вимог цільового стандарту. Головними критеріями при відборі була наявність у тварин ознак, що характеризують їх високі м'ясні якості, енергію росту та міцність конституції.

2. Полтавську м'ясну породу свиней було офіційно затверджено в 1993 році. Протягом наступних півтора десятиліття вона досягла піку свого розвитку, характеризуючись високими для свого часу продуктивними та відтворювальними якостями. Крім того, породу також широко використовували у схемах промислового схрещування.

3. З середини 2000-х років і до нинішнього часу спостерігається поступове скорочення поголів'я полтавської м'ясної породи, зменшення кількості племінних господарств, а також звуження її генеалогічної структури. Особливо загострився цей процес протягом останнього десятиліття.

4. Аналіз динаміки господарсько-корисних ознак показав зниження продуктивності цієї породи, зокрема багатоплідності, маси гнізда, середньодобових приростів та низки інших показників у 21 столітті, що свідчить про послаблення племінної роботи.

5. Використання полтавської м'ясної породи в товарному виробництві при чистопородному розведенні та схрещуванні залишається актуальним, втім потребує посилення та систематизації селекційної роботи задля покращення господарсько-корисних ознак і генетичної цінності тварин.

6. У зв'язку зі значним скороченням поголів'я нині актуальним стає питання збереження генофонду полтавської м'ясної породи як важливої складової національної спадщини тваринництва.

References

1. Архівний матеріал за 1976-1978 рр. Тема: Создать полтавскую мясную породу свиней. Руководители: Почерняев Ф. К., Баньковский Б. В. (2019). // Інститут свинарства і АПВ НААН. Полтава. 55 с.
2. Баньковська І. Б. (2012). Роль методичних підходів у створенні полтавської м'ясної породи свиней // Свинарство. Випуск 60. С. 58–63.
3. Баньковский Б. В. (2007). Полтавська м'ясна // Аграрний сектор України. Свинарство – спеціальний напрямок продуктивності. <https://web.archive.org/web/20070619013527/http://agroua.net/animals/catalog/ag-4/a-6/ab-167/>
4. Березовський М. Д., Наріжна О. Л., & Ващенко П. А., Одарюк М. М. (2020). Відтворювальні якості чистопородних і помісних свиноматок у поєднанні з термінальними кнурами власного відтворення та іншими батьківськими формами // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава. Вип. 74. С.26–34. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2020-74-03>
5. Бірта Г. О., & Бургу Ю. Г. (2013). М'ясо-сальні якості різних генотипів свиней. // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН. Випуск 61. Полтава. С. 42–46.
6. Бірта Г. О., & Бургу Ю. Г. (2020). Особливості росту і розвитку свиней різних генотипів // Свинарство. Вип. 74. С. 73–80. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2020-74-09>
7. Бірта Г. О., & Бургу Ю. Г. (2011). Товарознавство м'яса. Навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури. 164 с.
8. Бірта Г. О., Бургу Ю. Г., & Флока Л. В. (2019). Морфологічний склад туш свиней різних порід // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава. Вип. 73. С.150–157.
9. Бурковська Ю. В. (2016). Ефективність гетерозису при міжпорідному схрещуванні свиней та отримання альтернативних джерел енергії кормів. Робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціальністю 8.09010201 – Технологія виробництва і переробка продукції тваринництва. 81 с.
10. Войтенко С. Л., Порхун М. Г., Сидоренко О. В., & Ільницька Т. Є. (2019). Генетичні ресурси сільськогосподарських тварин України на початку третього тисячоліття // Розведення і генетика тварин. Вип. 58. С. 110–119. <https://doi.org/10.31073/abg.58.15>
11. Войтенко С. Л. (2024). Свині м'ясних порід в Україні та необхідність відродження племінного свинарства // Розведення і генетика тварин. Випуск 67. С. 29–45. <https://doi.org/10.31073/abg.67.04>
12. Войтенко С. Л. (2018). Стан та тенденції розвитку свинарства на племінній основі // Науковий вісник "Асканія-Нова". Вип. 11. С. 157–169.
13. Войтенко С., & Вишневський Л. (2009). Якість племінних свиней // Тваринництво України. № 7. С. 29–35 <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/10944597-b5e5-48e3-b74e-d86725f6894b/content>
14. Гладій М. В., Полупан Ю. П., Басовський Д. М., Вишневський Л. В., Ковтун С. І., & Сидоренко О. В. (2018). Програма збереження генофонду локальних і зникаючих порід сільськогосподарських тварин в Україні на 2017-2025 роки. Суми. 84 с.
15. Гришина Л. П., Піддубна А. М., & Рудь С. С. (2021). Використання свиней м'ясних порід вітчизняної селекції у системі гібридизації України // М'ясні генотипи свиней: сьогодення та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців (Одеса, 2 вересня 2021 р.) / Одеський державний аграрний університет. Навчально-науковий інститут біотехнологій та аквакультури. Одеса, 2021. С. 8–11.
16. Державна книга племінних свиней полтавської м'ясної породи. (2005). Т. 1 / ред.: В. О. Пабат; Ін-т свинарства ім. О. В. Квасницького УААН, Держ. наук.-виробн. концерн "Селекція", каф. розведення с.-г. тварин ім. М. А. Кравченка НАУ. К.: Арістей. 136 с.
17. Зінов'єв С. Г., Одарюк М. М., & Радчіков В. Ф. (2019). Репродуктивні якості свиней за довготривалого використання генетично модифікованої сої у їх раціонах // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава. Вип. 73. С.150–157. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/72/72.pdf>

18. Методика. Тема III. /02.03/ «Создать полтавскую мясную породу свиней». Раздел 1. Совершенствование выводимой полтавской мясной породной группы свиней и увеличение численности поголовья». (1977). Сроки выполнения: 1976 г. -1978 г. Руководители: Почерняев Ф. К., Баньковский Б. В. // Полтавский НИИ свиноводства ЮО ВАСХНИЛ. Полтава. 8 с.
19. Онищенко Л. В. (2019). Оцінка свиней методом BLUP у племінних господарствах Миколаївської області // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава. Вип. 73. С.111–116. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/73/73.pdf>
20. Онищенко, О. А. (2013). Промислове схрещування і гібридизація, їх ефективність у свинарстві // Свинарство України. № 62. С. 72–76. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/62/62-072-076.pdf>
21. Пелих В. Г., Чернишов І. В., Левченко М. В. (2012). Генофонд м'ясних порід та перспективи його використання в свинарстві // Таврійський науковий вісник. № 78. Частина 2. Том 1. С. 160–165. http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/78-2-1_2012/40.pdf
22. Перетятко Л. Г. (2010). Відгодівельні та м'ясні якості нових заводських ліній у полтавській м'ясній породі свиней // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава. Вип. 58. С.36–39.
23. Перетятко Л.Г. (2012). Племінна база та перспективи збереження полтавської м'ясної породи свиней // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава. Вип. 61. С. 33–38. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/61/61.pdf>
24. Перетятко Л. Г., Рибалко В. П., & Шостя А. М. (2005). Полтавська м'ясна порода свиней // Державна книга племінних свиней полтавської м'ясної породи. К.: Арістей. Т. І. С. 10–27.
25. Перетятко Л. Г. (2021). Сучасний стан розвитку племінного свинарства України // М'ясні генотипи свиней: сьогодення та перспективи.: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців (Одеса, 2 вересня 2021 р.) / Одеський державний аграрний університет. Навчально-науковий інститут біотехнологій та аквакультури. Одеса. С. 24–25.
26. Перетятко Л. Г., & Філоненко В. Г. (2011). Ефективність використання полтавської м'ясної породи свиней при чистопородному розведенні та гібридизації. Ефективне тваринництво. № 5. С. 42–45.
27. Почукалін А. Є., Прийма С. В., & Романова О. В. (2024). Селекційні досягнення України (минуле, сучасне): породи, типи і лінії сільськогосподарських тварин // Розведення і генетика тварин. Випуск 67. С. 140–163. <https://doi.org/10.31073/abg.67.14>
28. Програма збереження та раціонального використання генетичних ресурсів сільськогосподарських тварин України на 2001-2005 роки. (2001). Затверджено наказом Мінагрополітики України і УААН 24 жовтня 2001 р. N 319/93. Міністерство аграрної політики України. Українська академія аграрних наук. Київ, <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0319555-01#Text>
29. Пундик В. П., Самарін Ю. С., & Тесак Г. В., (2015). Вивчення відтворювальних і продуктивних якостей свиней полтавської м'ясної породи // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Вип. 58 (II). С. 152–156. <https://phzt-journal.isgkr.com.ua/wp-content/uploads/zbirnik/58-2ua/25.pdf>
30. Пундик В. П. (2023). Породний склад і кількість поголів'я свиней у західному регіоні України та розробка системи міжпородного схрещування // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Вип. 73 (1) С. 164–177. [https://doi.org/10.32636/01308521.2023-\(73\)-1-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2023-(73)-1-11)
31. Сідашова С. О., Перетятко Л. Г., & Онищенко А. О. (2013). Латеральна диференціація соскової лінії у свиней різних порід // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН. Випуск 61. Полтава. С. 47–56. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/66/66.pdf>
32. Скарєднов Д. Ю. (2013). Ефективність використання концентрату сухого білкового соєвого кормового в раціонах свиней на відгодівлі. // Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН. Випуск 62. Полтава. С. 188–194. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/62/62.pdf>

33. Склярєнко О. В., Хохлов А. М., Данілова Т. М., Герасимов В. І., & Сагло О. Ф. (2013). Вітчизняний та зарубіжний генофонд у товарному свиначстві України // Свиначство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свиначства і АПВ НААН. Випуск 61. Полтава, С. 61–63. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/66/66.pdf>
34. Седіло Г. М., Пундик В. П., & Тесак Г. В. (2014). Оцінка кнурів і маток полтавської м'ясної породи за показниками "власної продуктивності" молодняку методом контрольного вирощування // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Вип. 56 (II). С. 194–198. https://phzt-journal.isgkr.com.ua/previous-releases/Zbirnyk_56_2.pdf
35. Сусол Р. Л., Антонік І. І., & Ткаченко І. Є. (2021). Сучасний стан та перспективи розвитку м'ясних порід свиней вітчизняного та зарубіжного походження в одеській області // М'ясні генотипи свиней: сьогодні та перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців (Одеса, 2 вересня 2021 р.) / Одеський державний аграрний університет. Навчально-науковий інститут біотехнологій та аквакультури. Одеса. С. 32–33.
36. Церенюк О.М., Шабля В.П., & Акімов О.В. (2016). Використання індексу СІВЯС в селекції свиней породи уельс. // Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН. – № 116. – С. 171–180.
37. Чалий О. І., Церенюк О. М., Шабля В. П., & Акімов О.В. (2016) Підвищення рівня відтворної здатності свиноматок породи уельс // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. - Випуск 32 (частина 1). - Харків, - С. 89–96.
38. Шабля В. П., Ткаченко Г. М., Церенюк О. М., Шабля П. В., Бугай І. О., & Скрипник В. О. (2023). Біологічні основи застосування ефекту гетерозису за породно-лінійної гібридизації та промислового схрещування у свиначстві (оглядова). // Свиначство і агропромислове виробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник / Інститут свиначства і агропромислового виробництва НААН. Вип. 2(80). Полтава. С. 144–168. [https://doi.org/10.37143/2786-7730-2023-2\(80\)10](https://doi.org/10.37143/2786-7730-2023-2(80)10)
39. Шабля П. В., & Шабля В. П. (2023). Шляхи раціонального застосування породно-лінійної гібридизації у свиначстві // Інтеграція наукового потенціалу України в галузі тваринництва в європейський простір / Міжнар. наук.-практ. конф., 3 листопада 2023 р. / Інститут свиначства і АПВ НААН. Полтава. https://www.svinarstvo.com/news/03_11_2023/Con_3.11.2023.pdf
40. Voitenko S., Petrenko M., Shaferivskyi B., & Karuna T. (2023). Breeding pig farming of Ukraine: challenges of the time // Scientific Progress & Innovations, N 26 (3), P. 81–86. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.15>



2025. Номер 11, С 31 – 44

Отримано: 17.03.2025 Прийнято: 22.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.03

UDC 639.3.043.2

EFFECTIVENESS OF THE USE OF BLACK LIONSEA LARVA (*HERMETIA ILLUCENS*) IN THE FEEDING OF AFRICAN CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS*)

D.O. Shablii¹, I.V. Hnoievyi¹, O.V. Novokhatko², M.D. Bezuhlyi¹, V.V. Kariaka¹

¹State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,

²LIMITED LIABILITY COMPANY CFP (LLC CFP), Kirovohrad region, Ukraine

E-mail: rubovod@gmail.com

Annotation. This scientific article presents the results of research on the use of *Hermetia illucens* larvae (soldier fly larvae) in artificial feed for African catfish (*Clarias gariepinus*). Traditional fish feeds, mainly based on fishmeal, are expensive and the upward trend in fishmeal prices will continue. Therefore, the search for alternative sources of protein for aquaculture feed is extremely important. The aim of our research is to determine the effectiveness of using frozen and live larvae, as well as defatted meal from *H. illucens* fly larvae as a source of animal protein in feeding catfish *C. gariepinus*. This article presents research data on the nutritional potential of *H. illucens* larvae, which can be reared on organic waste, making them an environmentally friendly and cost-effective source of protein. The larvae are rich in proteins, fats and essential micronutrients, making them ideal for inclusion in aquaculture feeds. Experiments conducted at two fish farms in Ukraine have evaluated the effectiveness of including frozen black soldier fly larvae and skimmed larval meal in the diet of both juvenile and adult *C. gariepinus*. Replacing part of the regular feed with *H. illucens* larvae resulted in increased growth rates, improved feed conversion ratios. In addition, the larvae showed a positive effect on fish health by reducing stress. In particular, the larvae helped to reduce cannibalism among juvenile catfish and increase the number of fish in the medium size category. Overall, the study confirms the feasibility of using *H. illucens* larvae as a cost-effective protein alternative for *C. gariepinus* farming in recirculating systems, contributing to both economic and environmental sustainability.

Key words: fish feed, breeding efficiency, alternative protein source, defatted fly larva meal, zooaggression of catfish fry.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЛИЧИНКИ ЧОРНОЇ ЛЕВИНКИ (*HERMETIA ILLUCENS*) В ГОДІВЛІ АФРИКАНСЬКОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*)

Д.О. Шаблій¹, І.В. Гноєвий¹, О.В. Новохатко², М.Д. Безуглий¹, В.В. Каряка¹

¹Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна,

²ТОВ «СІ ЕФ ПІ», Кіровоградська обл., Україна,

E-mail: rubovod@gmail.com

Анотація. Наведено результати досліджень використання личинок *Hermetia illucens* (личинок мух-чорної левинки або солдатської мухи) у штучних кормах для африканського сома (*Clarias gariepinus*). Традиційні корми для риб, переважно на основі рибного борошна є високовартісними і тенденція на підвищення цін на рибне борошно буде продовжуватися. Тому пошук альтернативних джерел білка для кормів в аквакультурі є надзвичайно важливим. Метою наших досліджень є визначити ефективність використання заморожених та живих личинок, а також знежиреного борошна із личинок мух *H. illucens* як джерела білка тваринного походження в годівлі сомів *C. gariepinus*. Наведено дані досліджень харчового потенціалу личинок *H. illucens*, яких можна вирощувати на органічних відходах, що робить їх екологічно чистим та економічно ефективним джерелом білка. Личинки багаті на білки, жири та необхідні мікроелементи, що робить їх ідеальними для включення в корми в аквакультурі. Експерименти проведені на двох рибницьких фермах в Україні, оцінили ефективність включення заморожених личинок чорної левинки та знежиреного борошна з личинок в раціон як молоді, так і дорослих особин *C. gariepinus*. Заміна частини звичайного корму личинками мухи *H. illucens* призвела до підвищення темпів росту, покращення коефіцієнту конверсії корму. Крім того, личинки продемонстрували позитивний вплив на здоров'я риб, зменшуючи стрес. Зокрема, використання личинок у годівлі сомів допомогло зменшити канібалізм серед молоді *C. gariepinus* та збільшити кількість риб у середній розмірній категорії.

У цілому, дослідження підтверджує доцільність використання личинок *H. illucens* як економічно ефективної альтернативи білку для вирощування *C. gariepinus* в рециркуляційних системах, що сприяє як економічній, так і екологічній стійкості.

Ключові слова: комбікорми для риб, ефективність вирощування, альтернативне джерело білка, знежирене борошно з личинок мух, зооагресія малька сома.

Вступ. Африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) є однією з найбільш популярних риб для вирощування в аквакультурі через свою високу швидкість росту, стійкість до різних умов середовища та невибагливість до корму. Глобальне виробництво африканського кларієвого сома становить 231 090 т, вартістю понад 674 мільйони доларів США (<https://www.aquafeed>).

Однією з ключових складових успішного вирощування африканського кларієвого сома є ефективна годівля, що забезпечує швидке набуття маси та оптимальний рівень продуктивності. Проте традиційні корми для риб, що базуються на рибному борошні та соєвих продуктах, часто мають високу вартість і можуть спричиняти навантаження на природні ресурси, такі як рибні запаси. Це створює необхідність пошуку альтернативних джерел білка, які б могли знижувати собівартість кормів і зменшувати екологічне навантаження на довкілля (Barros et al., 2019).

Одним із перспективних варіантів є використання ентомопротеїнів, зокрема личинок чорної левинки (*H. illucens*), як компонента корму для африканського кларієвого сома (Cummins et al., 2017). Личинки чорної левинки мають високу харчову цінність і можуть бути вирощені на органічних відходах, що робить їх економічно вигідним і екологічно

безпечним джерелом білка (Jayanegara et al., 2017). Це дозволяє не лише знизити залежність від традиційних кормів, але й зменшити відходи та поліпшити стійкість аквакультур.

Пошук альтернативних джерел білка, зокрема використання личинок чорної левинки, є важливим етапом у розвитку сталого і економічно ефективного виробництва сома (Ouelere et al., 2016), що має позитивний вплив як на економіку аквакультури, так і на навколишнє середовище.

Метою наших досліджень є визначити ефективність використання заморожених та живих личинок, а також знежиреного борошна із личинок мух *H. illucens* як джерела білка тваринного походження в годівлі сомів *C. gariepinus*.

Для вирішення мети були поставлені завдання:

1. Дослідити ефективність використання заморожених личинок чорної левинки в годівлі дорослих сомів;
2. Дослідити ефективність використання живих личинок чорної левинки в годівлі мальків сомів;
3. Дослідити ефективність використання знежиреного борошна з личинок чорної левинки в годівлі мальків сомів;
4. Дослідити ефективність використання знежиреного борошна з чорної левинки в годівлі дорослих сомів.

Методикою дослідів передбачалась заміна частини спеціалізованого комбікорму для сомів, у склад якого входило рибне борошно, на кормові добавки з личинок чорної левинки у кількості 10 %, 15 % та 20 % за енергетичною поживністю, тобто енергетична цінність всіх раціонів була незмінною.

Огляд літератури. Африканський сом (*C. gariepinus*) є однією з найважливіших риб для вирощування в аквакультурі завдяки своїй високій швидкості росту, стійкості до різних умов середовища та невибагливості до кормів. За даними FAO (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН), африканський сом вирощується на значних площах у країнах Африки, Азії та Південній Америці (Kangas, 2010; Badiola et al, 2018). Вартість виробництва африканського сома значно зростає через високу собівартість традиційних кормів, що складаються здебільшого з рибного борошна та соєвих компонентів (FAO, 2020).

З огляду на зростаючі витрати на традиційні корми, в останні роки вчені активно досліджують альтернативні джерела білка для аквакультури (Tsagkarakis et al., 2015; da Silva & Hesselberg, 2020; Maquart et al., 2020; Amrul et al., 2022). Одним із найбільш перспективних варіантів є використання інсектів, зокрема личинок чорної левинки (*H. illucens*), що можуть служити високоякісним джерелом білка для риб (Barragan-Fonseca et al., 2017; Zarantonello et al., 2019). Личинки чорної левинки мають високу харчову цінність: вони багаті на білки, жири та мікроелементи (Di Rosa et al., 2023), що робить їх перспективними для використання в кормових сумішах для риб (Nairuti et al., 2021).

Дослідження показали, що додавання личинок чорної левинки (*H. illucens*) в раціон африканського сома сприяє покращенню швидкості росту, збільшенню ефективності конверсії корму (Hervé et al., 2025). Це дозволяє знизити собівартість виробництва риби та зменшити екологічний вплив традиційних кормових добавок.

Личинки чорної левинки вирощуються на органічних відходах, що робить їх екологічно чистими та економічно вигідними. За даними досліджень Kannan et al. (2022), використання личинок може значно знизити витрати на корми та допомогти в управлінні органічними відходами. Таким чином, їх застосування не лише сприяє підвищенню ефективності аквакультури, але й має позитивний вплив на екологію, сприяючи зменшенню обсягу відходів.

Дослідження, проведене в 2021 р. Німецьким університетом аквакультури, показало, що додавання 10-20 % личинок чорної левинки в корм для африканського сома дозволяє значно покращити здоров'я риби, зберігаючи її ефективність конверсії корму на рівні

традиційних кормів (Hender et al., 2021). Крім того, риби, що отримували корм з личинками, продемонстрували більший приріст маси та кращу якість м'яса.

Окремі дослідження також показують, що включення личинок чорної левинки в раціон африканського сома може покращити загальний стан здоров'я риби (Tacon & Metian, 2009), зменшити рівень стресу та підвищити стійкість до деяких інфекційних хвороб (Melaku, 2024). За результатами дослідження, проведеного Priyadarshana et al., (2021), риби, що отримували добавки з личинок, мали менше ознак хвороб, порівняно з групами, що отримували традиційні корми (Kroeskel et al., 2012).

Дослідження економічної ефективності використання личинок чорної левинки (*H. illucens*) в кормі для африканського сома (*C. gariepinus*) показало, що вони можуть значно знизити витрати на корм без втрат у продуктивності (Kari et al, 2021). В одному з досліджень, проведених Leni et al. (2021), виявлено, що застосування личинок дозволяє знизити витрати на корм на 10-15 %, порівняно з традиційними кормами, зберігаючи при цьому високий рівень росту риб.

Матеріал та методи досліджень. Дослідження проводилися у двох рибних господарствах:

1. ТОВ «СІ ЕФ ПІ» Кіровоградської області, смт. Павлиш («Сом з Павлиша»).
2. ФОП Кулик Вадим Адамович Київська область, м. Ржищів.

У господарстві ТОВ «Сом з Павлиша» було проведено такі дослідження:

- ефективність додавання в дієту замороженої личинки чорної левинки для відгодівлі товарного сома;
- ефективність використання личинок чорної левинки для годівлі малька африканського сома.

У господарстві ФОП Кулик Вадим Адамович було проведено такі дослідження:

- ефективність використання борошна з личинки чорної левинки для вирощування малька африканського сома;
- ефективність додавання борошна з чорної левинки до гранульованих кормів Українського виробництва.

У господарстві «Сом з Павлиша» використовувалась рециркуляційна аквакультурна система (РАС). Система для відгодівлі товарного сома складалася із чотирьох басейнів з ПВХ мембрани об'ємом 5 м³ кожен. Один басейн використовувався для контрольної групи, яку годували штучними екструдованими кормами. Три басейни використовувалися для годівлі сома екструдованими штучними кормами із зміною енергетичної частини раціону – 20 % на заморожену личинку чорної левинки. Система фільтрації складалася з:

1. барабанного фільтру максимальною продуктивністю 30 м³ у год. Сітка з коміркою 63 мікрон;
2. біологічного фільтру з біозавантаженням «KAR-SIB» F2, щільність 0,92-0,98 г/см³
3. ультрафіолетового стерилізатора SunSun CUV-7110,110w в кількості три штуки.

Циркуляція води в системі упродовж всього дослідження була сталою на рівні 20 м³ у год. Для цього використовували насос з регулятором частоти Jebao TSP-30000S 30000 л/год потужністю 385 Вт. Аерація в басейнах та біофільтрі проводилась за допомогою компресора ACO-016 продуктивністю 450 л/хв. Упродовж всього дослідження щоденно проводили аналізи якості води для контролю умов середовища. Обладнання для контролю якості води було таким:

1. комплект тестів для аналізу води JBL Testlab,
2. оксиметр AZ-8403,
3. рН-метр Ezodo pH 6011A.

Система для підрощування малька складалась із чотирьох лотків з ПВХ мембрани об'ємом 1 м³ кожен. Один басейн використовували для контрольної групи, яку годували штучними екструдованими стартовими кормами. Три басейни використовувалися для годівлі сома екструдованими стартовими кормами з зміною раціону на 15 % живою

личинкою чорної левинки. Фільтрація води в лотках проводили за допомогою комбінованого фільтру *SunSun CPA-50000 AUTO UV*. Циркуляцію води проводили за допомогою насосу *SunSun HJ-6000* продуктивністю 6800 л/год. Аерацію води в басейнах проводили за допомогою компресора *Jebao PA-200* продуктивністю 200 л/хв. Упродовж всього дослідження щоденно проводили аналізи якості води для контролю умов середовища. Обладнання для контролю якості води використовували таке ж, як і для товарної системи.

У господарстві ФОП Кулик використовувалась рециркуляційна аквакультурна система (РАС). Система для відгодовлі товарного сома складалась із чотирьох басейнів з поліпропілену об'ємом 8 м³ кожен. Один басейн використовували для контрольної групи, яку годували штучними гранульованими кормами. Три басейни використовували для годівлі сома гранульованими штучними кормами з заміною 10 % рибного борошна на борошно з чорної левинки. Система фільтрації складалась з:

- 1 барабанного фільтру максимальною продуктивністю 50 м³ у годину. Сітка з коміркою 63 мікрон.
- 2 біологічного фільтра з біозавантаженням «*KAR-SIB*» F2 щільність 0,92-0,98 г/см³.
- 3 ультрафіолетового стерилізатора власного виробництва потужністю 550 Вт.

Циркуляція води в системі упродовж усього дослідження була сталою на рівні 40 м³/год. Для цього використовували насос *Pedrollo HFm 4* потужністю 750 Вт. Аерація в басейнах та біофільтрі проводили за допомогою компресора *SunSun HG-750C2* продуктивністю 1800 л/хв. Упродовж всього дослідження щоденно проводили аналізи якості води для контролю умов середовища. Обладнання для контролю якості води:

- 1 комплект тестів для аналізу води *JBL Testlab*,
- 2 оксиметр *Milwaukee MW600*,
- 3 портативний рН-метр *DLS-02*.

Система для підрощування малька складалась із шести лотків з поліетилену об'ємом 1,2 м³ кожен. На період досліджень використовували тільки чотири басейни. Один басейн використовували для контрольної групи, яку годували штучними екструдованими стартовими кормами. Три басейни використовували для годівлі сома екструдованими стартовими кормами з введенням до раціону 15 % сухого знежиреного борошна з личинки чорної левинки. Фільтрацію води в лотках проводили за допомогою барабанного фільтру продуктивністю 15 м³/год. Циркуляція води проводилася за допомогою насосу *Pedrollo CPm 130-ST4* продуктивністю 6000 л/год. Біологічний фільтр використовували з завантаженням «*KAR-SIB*» F2, щільність 0,92-0,98 г/см³. Аерацію води в басейнах проводили за допомогою компресора *SunSun PG-550* продуктивністю 1580 л/хв. Упродовж всього дослідження щоденно проводили аналізи якості води для контролю умов середовища. Обладнання для контролю якості води використовували таке ж, як і для товарної системи.

Матеріалом для науково-господарських дослідів були мальки та дорослі особини кларієвого сома (*C. gariepinus*), яким частину енергетичної поживності спеціального корму для кларієвих сомів замінювали від 10 до 20 % на корми з личинок чорної левинки (*H. illucens*) (табл. 1).

Таблиця 1.

Схеми науково-господарських дослідів

Перший дослід (n=100), господарство «СІ ЕФ ПІ» («Сом з Павлиша»)		
Група	Період та умови годівлі дорослих особин кларієвого сома	
	Підготовчий період (15 діб)	Основний період (40 діб)
1	СК* (Fishery Tech Barbel Pro) (100 %)	СК (100 %)
2	СК (Fishery Tech Barbel Pro) (100-80 %), заморожена личинка чорної левинки (0-20% ЕП*)	СК (80 % ЕП*) + заморожена личинка чорної левинки (20% ЕП)
Другий дослід (n=2000), господарство «СІ ЕФ ПІ» («Сом з Павлиша»)		

Група	Період та умови годівлі малька кларієвого сома	
	Підготовчий період (15 діб)	Основний період (30 діб)
1	СК (Advance Alltech Coppens) (100 %)	СК (100 %)
2	СК (Advance Alltech Coppens) (100-85 %), жива личинка чорної левинки (0-15% ЕП)	СК (85 % ЕП) + жива личинка чорної левинки (15% ЕП)
Третій дослід (n=4000), ФОП Кулик		
Група	Період та умови годівлі малька кларієвого сома	
	Підготовчий період (15 діб)	Основний період (30 діб)
1	СК (Advance Alltech Coppens) (100 %)	СК (100 %)
2	СК (Advance Alltech Coppens) (100-85 %), знежирене борошно з личинки чорної левинки (0-15% ЕП)	СК (85 % ЕП) + знежирене борошно з личинки чорної левинки (15% ЕП)
Четвертий дослід (n=300 кг), ФОП Кулик		
Група	Період та умови годівлі дорослого кларієвого сома	
	Підготовчий період (15 діб)	Основний період (50 діб)
1	СК (Clari-feed) (100 %)	СК (100 %)
2	СК (Clari-feed) (100-90 %), знежирене борошно з личинки чорної левинки (0-10% ЕП)	СК (90 % ЕП) + знежирене борошно з личинки чорної левинки (10% ЕП)

*Примітка. СК – Спеціальний корм для сомів, ЕП – енергетична поживність. Група 1 – контрольна, 2 – дослідна.

Результати досліджень та їх обговорення.

Дослід № 1. Ефективність використання замороженої чорної левинки (*H. illucens*) в годівлі дорослих особин кларієвого сома (*C. gariepinus*)

У господарстві «Сом з Павлиша» були зариблені чотири басейни товарної системи африканським сомом середньою масою 450 г. В кожному басейні об'ємом 5 м³ знаходилося на початок експерименту 100 кг особин кларієвого сома. Розбіг по індивідуальній масі кожної риби був майже однаковий в кожному басейні і становив 7 %.

Впродовж 40 днів риба в трьох басейнах годувалася кормом *Fishery Tech Barbel Pro* з поступовою заміною його енергетичної поживності на 20 % замороженою личинкою чорної левинки. У контрольному басейні соми годувалися тільки екструдованим кормом *Fishery Tech Barbel Pro* з вмістом протеїну 40 %, жиру – 12 %. Дані наведені на рис. 1.

Контрольні зважування проводились на початку експерименту, кожні сім днів та наприкінці дослідження. По результатах дослідження середня маса риби в дослідних групах становила:

- Басейн № 1 – 1034 г (приріст біомаси 229 кг).
- Басейн № 2 – 1022 г (приріст біомаси 226 кг).
- Басейн № 3 – 990 г (приріст біомаси 219 кг).
- Контроль 912 г (приріст біомаси 202 кг).

Кормовий коефіцієнт в дослідженні становив :

- Басейн № 1 – 0,86
- Басейн № 2 – 0,87
- Басейн № 3 – 0,9
- Контроль – 0,98.

У середньому додавання замороженої личинки чорної левинки дозволило знизити кормовий коефіцієнт в басейнах № 3; 2; 1 на 8 %, 9 % та 10 % відповідно. Важливо зазначити той факт що вартість замороженої личинки чорної левинки значно дешевша, ніж спеціальний корм. Це дозволило суттєво знизити виробничі витрати.

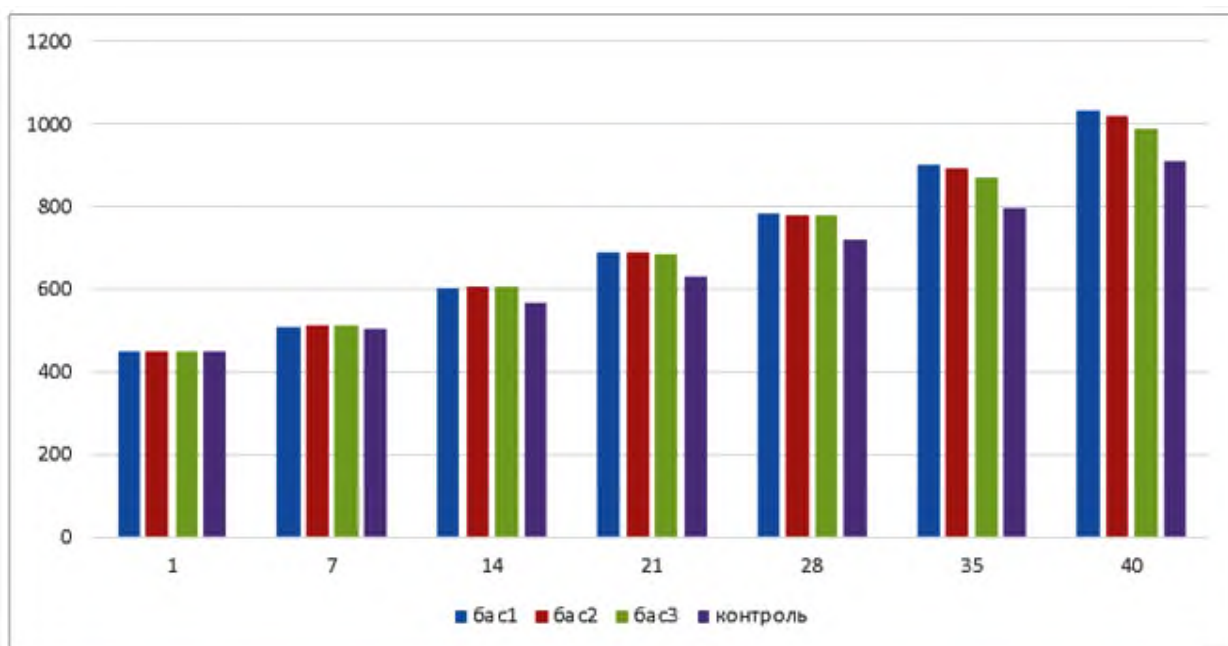


Рисунок 1. Приріст дорослих особин кларієвого сома за заміни 20 % енергетичної цінності раціону замороженими личинками чорної левинки (жива маса, г / період досліду, діб)

Заміна частини повноцінного комбікорму для сомів на 20 % за його енергетичною поживністю на заморожену личинку чорної левинки сприяло збільшенню живої маси сомів на 13,3 % у першому басейні, а також на 12,0 % та 8,5 % у двох інших дослідних басейнах, порівняно з контролем, що пояснюємо вищою біологічною повноцінністю живого корму – личинок чорної левинки, порівняно з поживними речовинами у комбікормі.

Впродовж всього терміну дослідження в басейнах не спостерігався відхід риби чи різниця в зміні поведінки риби, порівнюючи з контролем.

Дослід № 2. Ефективність використання живої чорної левинки в годівлі малька кларієвого сома.

У господарстві «Сом з Павлиша» було зариблено чотири лотки з ПВХ мембрани малькової системи африканським сомом середньої вагою 1 грам. В кожен лоток (об'ємом 1 м³) було випущено по 2000 мальків. Кожен лоток був розділений на три частини сітчастими перегородками для зручного сортування малька впродовж експерименту.

Впродовж 30 днів риба в трьох лотках годувалася спеціальним кормом *Advance Alltech Coppens*, з частковою заміною енергії раціону живою личинкою чорної левинки в кількості 15%. В контрольному басейні соми годувалися тільки кормом *Advance Alltech Coppens*. Вміст протеїну був 56 %, жиру – 15 %. Годівля малька проводилася цілодобово кожні півтори години. Наприкінці дослідження в кожному лотку відсортували малька на три групи (лідери, середні, малі), та порахували їх кількість. Дані досліді наведені в табл. 2.

Таблиця 2.

Результати підрощування малька кларієвого сома за заміни 15 % енергетичної поживності основного раціону живими личинками чорної левинки

	Початкова середня маса, г	Кінцева середня маса, г	Приріст біомаси, кг	Втрати малька гол. / %	"лідери" гол. / %	"середні" гол. / %	"малі" гол. / %
Лоток №1	1	37±1,95*	69,7±3,23*	64 / 3,2	147 / 7,6	1404 / 72,5	385 / 19,9
Лоток №2	1	41±1,84*	77,88±3,27*	53 / 2,65	123 / 6,3	1534 / 78,8	290 / 14,9

Лоток №3	1	35±1,57*	66,07±5,04*	56 / 2,8	161 / 8,3	1454 / 74,8	329 / 16,9
Контроль	1	38±1,07*	65,3±6,08*	235 / 11,75	306 / 17,3	1113 / 63	348 / 19,7

- - $P < 0,05$

Відмічено, що більша частина втрат малька була через канібальні атаки групи лідерів. Додавання в раціон живих личинки мухи чорної левинки не призвело до суттєвих змін в швидкості росту чи кращої конверсії корму, проте це суттєво знизило канібалізм, зменшивши втрати малька. Також було виявлено збільшення відсотку кількості малька в середній групі. Метою майбутніх досліджень буде виявити причину такого впливу годуювання личинок на зооагресію малька кларієвого сома.

Дослід № 3. Ефективність використання борошна з чорної левинки в годівлі малька кларієвого сома.

У господарстві ФОП Кулик були зареєстровані чотири лотки малькової системи африканським сомом середньою масою 1 г. У кожен лоток (об'ємом 1,2 м³) було внесено по 4000 гол. мальків.

Впродовж 30 днів риба в трьох лотках годувалася спеціальним кормом *Advance Alltech Coppens*, з частковою заміною його енергетичної поживності на 15% за рахунок сухого, знежиреного борошна з личинки чорної левинки. В контрольному басейні соми годувалися тільки кормом *Advance Alltech Coppens*. Вміст протеїну 56 %, жиру – 15 %. Годівля малька проводилася цілодобово кожні дві години. Наприкінці дослідження в кожному лотку розділили малька на три групи (лідери, середні, малі), та порахували їх кількість. Дані дослідів наведені в табл. 3.

Таблиця 3.

Результати дослідження підрощування малька кларієвого сома за заміни 15 % енергетичної поживності основного раціону за рахунок сухого, знежиреного борошна личинки чорної левинки

	Початков а середня маса, г	Кінцева середня маса, г	Приріст біомаси, кг	Втрати малька гол. / %	"лідери" гол. / %	"середні" гол. / %	"малі" гол. / %
Лоток №1	1	33±2,55*	107,8±6,54*	612 / 15,3	620 / 18,3	2134 / 63	634 / 18,7
Лоток №2	1	36±3,54*	121±6,52*	528 / 13,2	632 / 18,2	2052 / 59,1	788 / 22,7
Лоток №3	1	34±2,18*	111,87±5,99*	592 / 14,8	593 / 17,4	2137 / 62,7	678 / 19,9
Контроль	1	42±4,47*	143,5±12,47*	488 / 12,2	580 / 16,5	2300 / 65,5	632 / 18

* $P < 0,05$

Більша частина втрат малька була через канібальні атаки. У даному досліді знежирена мука личинки чорної левинки знизила темпи приросту та не вплинула на зменшення канібальних атак. Корм з додаванням борошна личинки набагато активніше і швидше поїдався мальком, ніж в контрольній групі.

Дослід № 4. Ефективність використання борошна з чорної левинки в годівлі дорослих особин кларієвого сома.

У господарстві ФОП Кулик були заселені чотири басейни об'ємом 8 м³ африканським кларієвим сомом середньою масою 500 г. У кожному басейні знаходилося на початок експерименту 300 кг кларієвого сома. Розбіг по індивідуальній масі кожної риби був майже однаковий і становив 5 %.

Впродовж 50 дослідних днів риба в трьох басейнах годувалася спеціальним гранульованим кормом *Clari-feed* з заміною в рецептурі, тобто 10 % енергетичної поживності корму замінили введенням знежиреного борошна личинки чорної левинки. У контрольному басейні соми годувалися тільки гранульованим кормом *Clari-feed* з вмістом протеїну 45 %, жиру 12 %. Дані наведені на рис. № 2.

Контрольні зважування проводились на початку експерименту, кожні сім днів та наприкінці дослідження. За результатами дослідження середня наважка риби в дослідних групах становила:

- Басейн № 1 – 1295 г (приріст біомаси 477 кг).
- Басейн № 2 – 1235 г (приріст біомаси 441 кг).
- Басейн № 3 – 1214 г (приріст біомаси 428 кг).
- Контроль 1163 г (приріст біомаси 398 кг).

Кормовий коефіцієнт в дослідженні становив:

- Басейн № 1 – 0,93.
- Басейн № 2 – 0,97.
- Басейн № 3 – 0,98.
- Контроль 1,07

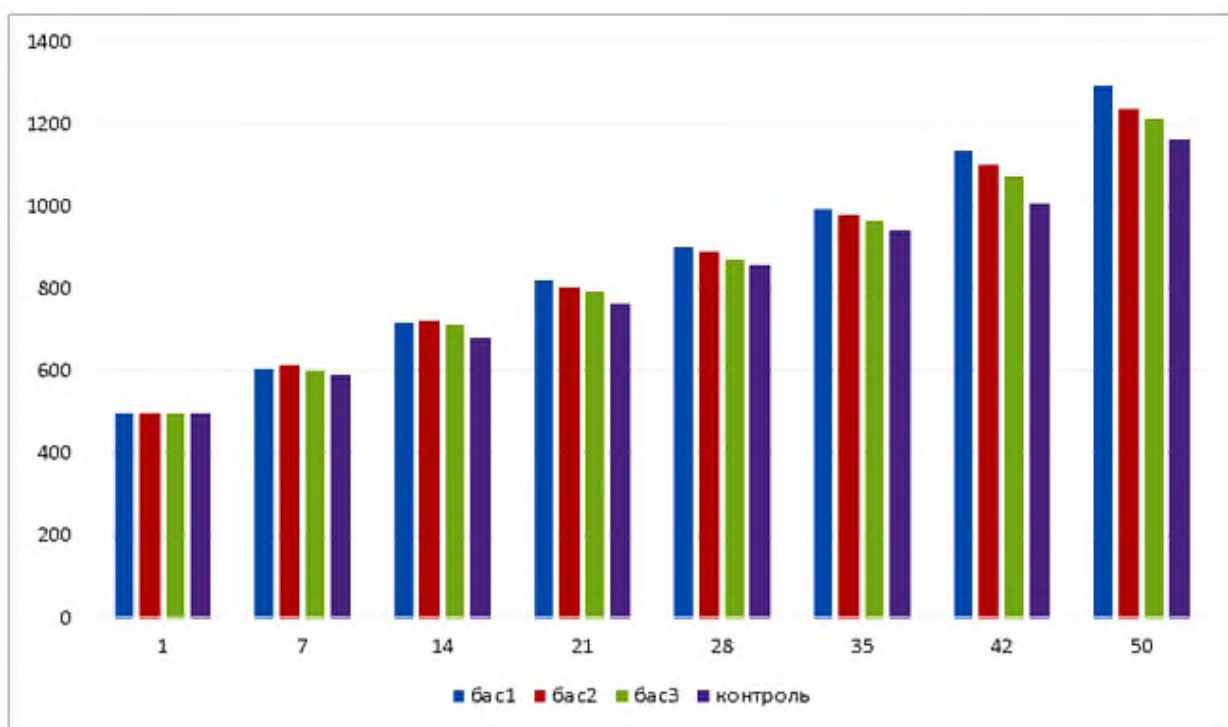


Рисунок 2. Приріст дорослих особин кларієвого сома за введення в гранульований корм 10 % за енергетичної поживності знежиреного борошна чорної левинки (жива маса, г / період дослід, діб)

Дорослі кларієві соми дослідних груп переважали за показником живої маси сомів контрольних груп, починаючи з сьомої доби дослід. На 50 добу експерименту жива маса сомів першого басейну була в середньому на 132 г більшою, ніж в контролі. Соми другого та третього басейну також переважали за масою контрольних аналогів. Впродовж проведення дослідження не спостерігалось відходу риби чи зміни в поведінці риби у всіх басейнах.

На основі результатів дослідження проведено аналіз втрат малька від канібалізму. Авторами публікації було виведено коефіцієнт втрат від канібалізму (КВК). КВК являє собою відношення втрачених мальків до кількості лідерів в піддослідних групах.

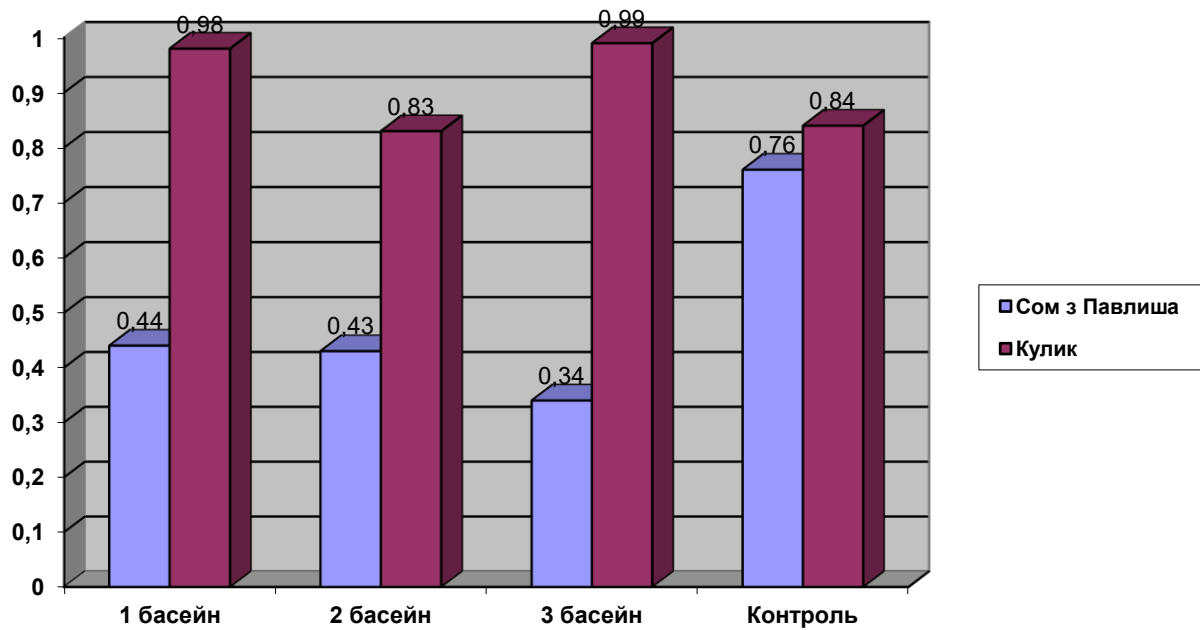


Рисунок 3. Показник коефіцієнту втрат від канібалізму малька (КВК) в двох дослідженнях.

Коефіцієнт втрат від канібалізму чітко вказує на різницю впливу корму на малька в дослідженнях. Варто зазначити, що в обох дослідженнях контроль показав схожий результат. Показники коефіцієнту втрат малька від канібалізму у чотирьох дослідних групах були нижчими, ніж у контролі, на 122,7, 93,0, 164,7 та 7,7 %, відповідно. Ми плануємо в майбутніх дослідженнях використовувати КВК як один з інструментів оцінки кормів для гідробіонтів, що мають яскраво виражений канібалізм.

Потенціал борошна з личинок чорної левинки як сталого альтернативного джерела тваринного білка в раціоні африканського кларієвого сома (*C. gariepinus*), виду, який широко вирощується в Камеруні, вивчав Kannan et al., 2025. Порівнювали п'ять раціонів: дві контрольні групи зі 100 % рибного борошна, і раціони, в яких рибне борошно замінювали на рівнях 50, 75 і 100 % борошном з чорної левинки. Личинки чорної левинки обробляли трьома різними методами: підсмажуванням, підсмажуванням у піску та кип'ятінням. Кип'ятіння личинок значно збільшило вміст сухої та органічної речовини, але знизило рівень сирого білка (СР) і жиру, тоді як підсмажування збільшило рівень СР. На рівнях 75-100 % чорних левинок у раціонах покращувалась швидкість росту сома, коефіцієнт конверсії корму та виживання, порівняно з контролем. Включення личинок чорних левинок значно підвищує потенціал аквакультури, зменшуючи залежність від виловленої в дикій природі риби для корму. Автори відзначили зникнення канібалізму в африканських сомів, коли вони споживали личинки чорної левинки, що повністю співпадає з результатами наших досліджень.

В останні роки у всьому зростає інтерес до використання чорної левинки як перетворювача органічних відходів. Як зазначають у своїх дослідженнях Amrul et al., (2022) личинки цієї мухи жадібно харчуються різними видами органічних відходів, тому зменшують початкову вагу органічних відходів за короткий період приблизно на 50 % за рахунок швидкого набору власної живої маси, перш за все накопичують у своєму тілі білок та жир, а це ми мали на увазі, коли використовували личинки, і борошно з них, у годівлі кларієвих сомів. Da Silva & Hesselberg (2020) вважають, що личинкова стадія мухи споживає органічні речовини та накопичує в собі повноцінний білок, який природним чином споживають тварини. Тому використання їх в годівлі сільськогосподарських тварин у майбутньому найбільш перспективний шлях, оскільки рибні запаси в океані вже безповоротно підірвані.

За результатами досліджень Barragan-Fonseca et al.,(2017), личинки чорної левинки містять високий вміст протеїну (від 37 до 63 % у сухій речовині), також інші макро- і мікроелементи, важливі для годівлі тварин. Такий вміст протеїну тваринного походження у кормі відповідає вимогам повноцінної годівлі малька за деталізованими нормами, а також свідчить про те, що можна частково замінити традиційні корми на певну кількість корму з личинок чорної левинки, що ми зробили у всіх чотирьох дослідях. Це пов'язано також з важливими факторами нормування годівлі риб: високий вміст жиру (від 7 до 39 % у сухій речовині), зольність (від 9 до 28 % у сухій речовині). Крім того, зрозуміло, що такі фактори, як кількість і якість їжі, температура, вологість субстрату, розчинність у воді кисню або вуглецю можуть вплинути на затрати корму на одиницю рибопродукції.

У дослідях Kasun et al. (2021) рівень сирого протеїну (40,4-56,2 %) і сирого жиру (4,8-24,8 %) у личинках чорної левинки зробили їх придатними для включення в раціони широкого діапазону видів риб. Більшість їх досліджень показали, що 50 % рибного борошна можна замінити на личинки чорної левинки без негативного впливу на рибу. Помітні побічні ефекти були виявлені вище 50 % заміни рибного борошна, головним чином через високий рівень хітину на стадії лялечки та високий рівень сирого жиру. Проте знежирення личинок дозволило замінити 100 % рибного борошна без негативного впливу на рибу. Це ми враховували, оскільки в третій і четвертій дослідних групах використовували знежирене рибне борошно з личинок чорної левинки.

За результатами досліджень Cummins et al. (2017) борошном з личинок *H. illucens* можна замінювати рибне борошно у раціонах райдужної форелі, кларієвого сома та тилапії, але таке борошно не розглядалося як альтернативне джерело білка в раціонах, що складались з креветок. Раціони чотирьох дослідних груп поступово замінювались борошном з чорної левинки білок з частотою введення 7, 14, 21, 28 і 36 %, це прирівнювалося до поступової заміни 16,5 % білка рибного борошна. Порівняння амінокислотних профілів у досліджуваних раціонах дало змогу авторам запропонувати майбутні стратегії збільшення дієтичної заміни рибного борошна на борошно з личинок *Hermetia illucens*. За опублікованими даними цих авторів кларієві соми мали прирости живої маси вище у середньому на 8 % від контрольних аналогів, які споживали рибне борошно, що повністю співпадає з результатами наших досліджень.

Di Rosa et al. (2023) дослідив використання борошна з чорної левинки як нового стійкого інгредієнта для раціону риби дорада золота (*Sparus aurata*). Було вивчено вплив включення в раціон на показники росту риб, показники стресу та гістологію кишечника. Протягом 131 дня риб годували основною дієтою, що містила рибне борошно, і три дослідні раціони, що містили 25, 35 і 50 % личинок чорної левинки як часткову заміну рибного борошна. Основні результати показали, що рибне борошно можна замінити кормом з чорної левинки до 110 г/кг заміни (або 35 % у раціоні) без негативного впливу на продуктивність росту, параметри стресу або гістологічні ознаки заднього відділу кишкового тракту та з позитивним впливом ($p < 0,05$) на гістологічні та морфометричні характеристики переднього відділу кишкового тракту дорада золотого.

Аналогічні дослідження провели Hender et al. (2021). Вони перевірили вплив часткової заміни протеїну рибного борошна і риб'ячого жиру на частково знежирені білки мухи чорної левинки, відповідно, на продуктивність росту, імунну відповідь, стан кишкового і шкірного бар'єрів і якість м'яса молодих баррамунді (*Lates calcarifer*). Чотири ізоазотні та ізокалорійні дієти, використані в дослідженні, були контрольною групою на основі рибного борошна, 30 % його було замінено білком *H. illucens*, 30 % риб'ячого жиру було замінено жиром *H. illucens*, а 30 % рибного борошна і 30 % риб'ячого жиру замінено білком і жиром *H. illucens*. Раціони згодовували двічі на день потрійними групам баррамунді з початковою масою тіла $1,74 \pm 0,15$ г. Наприкінці випробування показники росту та використання корму були виявлені незначними ($p > 0,05$) між експериментальними раціонами та контролем. Загальний склад аміно- та жирних кислот у м'язах баррамунді не зазнав суттєвого впливу білкової та олійної дієти *H. Illucens*, порівняно з контролем. Тобто

можна стверджувати про повноцінну заміну кормових компонентів з риби на такі ж з мухи чорної левинки.

Zarantoniello et al. (2019) 25 і 50 % рибного борошна протягом шестимісячного періоду замінили на корми з чорної левинки в годівлі риби даніо (*Danio rerio*), виростивши її від личинок до дорослих особин. Окрім загального зниження росту риби та ліпідного стеатозу, шестимісячна годівля дієтами на основі чорної левинки не виявила серйозних негативних наслідків для рибок даніо.

Подібні дослідження з ефективності використання личинок чорної левинки в годівлі різних видів риб провели Oyelere et al. (2016), Abeneh et al. (2024), Kari et al. (2021) та інші у багатьох країнах світу. Змінювали показники введення *H. illucens* в раціони, стадії зрілості личинок, з яких виготовляли білково-жирові добавки, умови та режими годівлі, тощо. Всі автори зазначили, що корми з личинок чорної левинки повноцінно замінюють рибне борошно в комбікормах та кормосумішах для риб, якщо ведеться контроль за вмістом хітину в раціоні.

Tacon & Metian (2009) зазначили, що дрібні пелагічні кормові види риб (включаючи анчоуси, оселедець, скумбрію, сардини і т.д.) представляють найбільшу групу виловлюваних видів у рибальському промислі (27,3 млн т або 29,7 % від загального виловленого промислу в 2006 р.). Наразі вони складають основну групу видів, які активно виловлюються та призначені для нехарчового використання, включаючи переробку на рибне борошно та риб'ячий жир для використання в складі кормів для тварин або для прямої годівлі тварин. Незабаром запаси дрібної пелагічної кормової риби стрімко зменшаться, особливо в регіоні на південь від Сахари. Тому пошук надійного нового джерела повноцінного білка і жиру є важливою складовою наукового пошуку.

Висновки.

За результатами досліджень встановлено, що введення в раціон личинки чорної левинки позитивно вплинуло на темпи приросту. Обезжирена мука чорної левинки негативно впливала на ріст малька сома, а жива личинка суттєво зменшувала канібалізм. В майбутніх дослідженнях потрібно дослідити причини таких відмінностей, оскільки на дорослій рибі і мука і личинка левинки показали позитивні результати.

У цілому використання заморожених личинок чорної левинки або знежиреного борошна є перспективним методом для зниження витрат на корми в аквакультурі, з підвищенням ефективності відгодівлі кларієвого сома. Подальші дослідження мають бути спрямовані на визначення оптимальних доз та вивчення додаткових переваг для здоров'я риби.

References

1. Amrul, N.F., Kabir Ahmad, I., Ahmad Basri, N.E., Suja, F., Abdul Jalil, N.A., & Azman, N.A. (2022). A Review of Organic Waste Treatment Using Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 14(8), 4565. <https://doi.org/10.3390/su14084565>.
2. Badiola, M., Basurko, O. C., Piedrahita, R., Hundley, P. & Mendiola, D. (2018). Energy use in Recirculating Aquaculture Systems (RAS): a review. *Aquacultural Engineering*, 81, 57–70. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.03.003>.
3. Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M., & van Loon, J. J. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed—a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(2), 105-120. <https://avingstan.com/wordpress/wp-content/uploads/2019/08/Barragan-Fonseca-et-al-2017-Nutritional-value.pdf>.
4. Barros, L. M., Gutjahr, A. L. N., Ferreira-Keppler, R. L., & Martins, R. T. (2019). Morphological description of the immature stages of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae). *Microscopy Research and Technique*, 82(3), 178-189. <https://doi.org/10.1002/jemt.23127>.

5. Cummins, V. C., Rawles, S. D., & Thompson, K. R. (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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.02.022>.
6. da Silva, G. D. P., & Hesselberg, T. (2020). A review of the use of black soldier fly larvae, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), to compost organic waste in tropical regions. *Neotropical entomology*, 49(2), 151-162. <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00719-z>.
7. Di Rosa, A. R., Caccamo, L., Pansera, L., Oteri, M., Chiofalo, B., & Maricchiolo, G. (2023). Influence of *Hermetia illucens* larvae meal dietary inclusion on growth performance, gut histological traits and stress parameters in *Sparus aurata*. *Animals*, 13(3), 339. <https://doi.org/10.3390/ani13030339/>.
8. FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
9. Hender, A., Siddik, M. A. B., Howieson, J., & Fotedar, R. (2021). Black soldier fly, *Hermetia illucens* as an alternative to fishmeal protein and fish oil: impact on growth, immune response, mucosal barrier status, and flesh quality of juvenile barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch, 1790), *Biology*, 10(6), 505. <https://doi.org/10.3390/biology10060505>.
10. Hervé, M.K., Calice, M.D., Dzepe, D., Djouaka, R.F., Chia, S.Y., Efole, T., & Ndindeng S.A. (2025). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae improve growth performance and flesh quality of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Discover Animals*. 2(9). <https://link.springer.com/article/10.1007/s44338-024-00045-8>.
11. <https://www.aquafeed.co.uk/african-catfish-an-ideal-global-tropical-aquaculture-species-54070/> (Dr Deji Adeoye, City Pond CIC, Plymouth, UK).
12. Jayanegara, A., Novandri, B., Yantina, N., & Ridla, M. (2017). Use of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) to substitute soybean meal in ruminant diet: an in vitro rumen fermentation study. *Veterinary World*, 10(12), 1436–1446. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1439-1446>.
13. Kangas, J. (2010). Recirculating aquaculture systems for fish farming. *Aquaculture Engineering*, 43(2), 87-92.
14. Kannan, M., Rajan, D.K., Muralisankar, T., & Ganesan A.R. (2022). Use of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal in aquafeeds for a sustainable aquaculture industry: A review of past and future needs. *Aquaculture*, 553(1): 738095. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738095>.
15. Kari, Z. A., Kabir, M. A., & Mat, K. (2021). The possibility of replacing fish meal with fermented soy pulp on the growth performance, blood biochemistry, liver, and intestinal morphology of African catfish (*Clarias gariepinus*), *Aquaculture Reports*, 21, 100815. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100815>.
16. Kroeckel, S., Harjes, A. G. E., & Roth, I. (2012). When a turbot catches a fly: evaluation of a prepupae meal of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute – growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*), *Aquaculture*, 364-365. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.041>.
17. Maquart, P.-O., Richard, D., & Willems, J. (2020). First record of the black soldier fly, *Hermetia illucens*, in the Western regions of France (Vendée, Loire-Atlantique, Ille-et-Vilaine) with notes on its worldwide repartition (Diptera, Stratiomyidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 125(1), 13-18. http://dx.doi.org/10.32475/bsef_2104.
18. Melaku, A.Y. (2024). Growth Performance and Survival of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Larvae Fed on Locally Formulated Feed. *Biology and Life Sciences – Aquatic Science*. July 2024. <http://dx.doi.org/10.20944/preprints202407.1102.v1>.
19. Nairuti, R.N., Musyoka, S.N., Yegon, M.J., & Opiyo, M.A. (2022). Utilization of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* Linnaeus) Larvae as a Protein Source for Fish Feed: A Review. *Aquaculture Studies*, 22(2), AQUAST697. <http://dx.doi.org/10.4194/AQUAST697>.
20. Oyelere, E.A., Balogun, J.K., & Abubakar Bashir Yusuf (2016). Growth and nutrient utilization of African catfish (*Clarias gariepinus burchell*) fed varying levels of Albizia lebbeck (benth) leaf meal. *Agrosearch*, 16(1): 13. <http://dx.doi.org/10.4314/agrosh.v16i1.2>.
21. Pillay, T.V.R. (2007). *Aquaculture and the environment*. Blackwell Publishing. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470995730>.

22. Priyadarshana K.C., Walpita C.N., Naveenan M., & Magamage M.P.S. (2021). Substitution of Fishmeal with Black Soldier Fly *Hermetia illucens* Linnaeus, 1758 Larvae in Finfish Aquaculture – A Review. *Asian Fisheries Science*. 34(2). <http://dx.doi.org/10.33997/j.afs.2021.34.2.001>.
23. Tacon, A.G.J., & Metian, M. (2009). Fishing for feed or fishing for food: Increasing global competition for small pelagic forage fish. *Ambio*, 38(6), 294-302. <https://doi.org/10.1579/08-a-574.1>.
24. Tsagkarakis, A. E., Arapostathi, E., & Strouvalis, G. (2015). First record of the black soldier fly, *Hermetia illucens*, in Greece. *Entomologia Hellenica*, 24(2), 27-30. <http://dx.doi.org/10.12681/eh.10893>.
25. Zarantoniello, M., Randazzo, B., Truzzi, C. & (2019). A six months study on black soldier fly (*Hermetia illucens*) based diets in zebrafish, *Scientific Reports*, 9(1), 8598. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-45172-5>.



2025. Номер 11, С 45 – 56

Отримано: 28.03.2025 Прийнято: 22.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.04

UDC 636.7.09:612.171

**ASSESSMENT OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM STATE IN DOGS BASED
ON HEART RATE VARIABILITY**
(review article)

O.M. Bobrytska, O.V. Khavin, V.I. Redko, L.A. Vodopianova, I.O. Zhukova.

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,

E-mail: olga.bobritskaya2410@gmail.com

Annotation. This review is devoted to the analysis of heart rate variability (HRV) as a tool for assessing the state of the autonomic nervous system (ANS) in dogs. The anatomical and physiological features of the ANS in dogs are considered, including its unique characteristics, such as the absence of typical cardiac plexuses and the specialized organization of sympathetic and parasympathetic pathways. HRV is defined as the change in the intervals between successive heart contractions, which is a key marker of autonomic regulation and the balance between the sympathetic and parasympathetic branches of the ANS. The paper describes in detail the methodology for assessing HRV, in particular the time and frequency domains of analysis. It is shown that short-term ECG recordings (up to 2 hours) are optimal for dogs due to technical and behavioral limitations. The main HRV parameters, such as SDNN, RMSSD, LF, HF and the LF/HF ratio, which allow differentiating the influence of sympathetic and parasympathetic activity, are evaluated. Particular attention is paid to the practical application of HRV in veterinary medicine, including the assessment of stress, emotional state, postoperative recovery, and monitoring of cardiovascular diseases, such as degenerative mitral valve disease. Potential limitations of the method are considered, in particular the need for standardization of measurement protocols, as well as the influence of physiological and breed characteristics on the interpretation of results. Directions for further research are proposed, including the integration of HRV with other physiological parameters, the study of the interaction of the ANS with the emotional regulation system, and the influence of various external factors on HRV. The review confirms the importance of HRV as a universal, non-invasive biomarker for assessing the state of the ANS in dogs, which has significant potential for clinical and research applications.

Key words: *autonomic nervous system, heart rate variability, sympathetic activity, parasympathetic activity, stress in dogs, ECG analysis, veterinary medicine.*

ОЦІНКА СТАНУ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У СОБАК ЗА ВАРІАБЕЛЬНОСТЮ СЕРЦЕВОГО РИТМУ

(оглядова стаття)

О.М. Бобрицька, О.В. Хавін, В.І. Редько, Л.А. Водоп'янова, І.О. Жукова

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна,

E-mail: olga.bobritskaya2410@gmail.com

Анотація. Цей огляд присвячений аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР) як інструменту для оцінки стану автономної (вегетативної) нервової системи (ВНС) у собак. Розглянуто анатомо-фізіологічні особливості ВНС у собак, включаючи її унікальні характеристики, такі як відсутність типових кардіальних сплетень і спеціалізована організація симпатичних і парасимпатичних шляхів. ВСР визначається як зміна інтервалів між послідовними серцевими скороченнями, що є ключовим маркером автономної регуляції та балансу між симпатичною і парасимпатичною гілками ВНС. У роботі детально описано методологію оцінки ВСР, зокрема часову та частотну області аналізу. Показано, що короткострокові записи ЕКГ (до 2 год) є оптимальними для собак через технічні й поведінкові обмеження. Оцінено основні параметри ВСР, такі як SDNN, RMSSD, LF, HF і співвідношення LF/HF, які дозволяють диференціювати вплив симпатичної та парасимпатичної активності. Особливу увагу приділено практичному застосуванню ВСР у ветеринарній медицині, включаючи оцінку стресу, емоційного стану, післяопераційного відновлення, а також моніторинг серцево-судинних захворювань, таких як дегенеративна мітральна хвороба клапанів. Розглянуто потенційні обмеження методу, зокрема необхідність стандартизації протоколів вимірювання, а також вплив фізіологічних і породних особливостей на інтерпретацію результатів. Запропоновано напрямки для подальших досліджень, включаючи інтеграцію ВСР із іншими фізіологічними параметрами, вивчення взаємодії ВНС із системою емоційної регуляції та впливу різних зовнішніх факторів на ВСР. Огляд підтверджує важливість ВСР як універсального, неінвазивного біомаркера для оцінки стану ВНС у собак, що має значний потенціал для клінічного та дослідницького застосування.

Ключові слова: Автономна нервова система, варіабельність серцевого ритму, симпатична активність, парасимпатична активність, стрес у собак, ЕКГ-аналіз, ветеринарна медицина.

Термін «вегетативна нервова система» або «автономна нервова система» (ВНС, англ. ANS) використовується у трьох контекстах: як вісцеральна еферентна іннервація (VE), що охоплює двонейронний шлях від центральної нервової системи (ЦНС) до внутрішніх органів; як сукупність вісцеральних еферентних (VE) та аферентних (GVA) шляхів, що забезпечують рефлекторну регуляцію функцій органів через спільні периферичні нерви; та як система, яка включає периферичну іннервацію разом із центральними регуляторними структурами мозку (гіпоталамус, стовбур мозку), що інтегрують і модулюють вісцеральну активність (Mayo et al., 2021; Egger, 2022). Ці три контексти забезпечують комплексне розуміння ВНС як ключового компонента регуляції життєдіяльності організму, який охоплює як анатомічні, так і функціональні аспекти її роботи.

Прямий нейронний контроль гомеостазу організму здійснюється ВНС, яка іннервує більшість залоз і гладких м'язів, включаючи судини та шлунково-кишковий тракт (LeBouef et al., 2025). ВНС складається з двох підсистем, що мають протилежний вплив на іннервовані тканини. Симпатична нервова система включає прегангліонарні нейрони, розташовані в грудному та поперековому відділах спинного мозку (інтермедіолатеральний стовп), які проєктуються до постгангліонарних нейронів у симпатичних гангліях,

розташованих поза хребтом (Wu et al., 2022). Постгангліонарні аксони іннервують цільові тканини, використовуючи норадреналін як основний нейромедіатор (Valensi, 2021). Активація симпатичної системи, наприклад під час стресу, викликає фізіологічне збудження: підвищення частоти серцевих скорочень, збільшення кровотоку до скелетних м'язів і зниження кровопостачання шлунково-кишкового тракту та шкіри, що пояснює відчуття «холодних рук і ніг» у стані збудження (La Rovere et al., 2022). Парасимпатична нервова система включає прегангліонарні нейрони, розташовані в дорсальному вагусному комплексі каудального стовбура мозку (ядра блукаючого нерва) та крижовому відділі спинного мозку, які проєктуються до постгангліонарних нейронів у периферичних гангліях (Wu et al., 2022). Постгангліонарні аксони іннервують цільові тканини, використовуючи ацетилхолін як основний нейромедіатор. Активація парасимпатичної системи сприяє розслабленню: знижується частота серцевих скорочень, а кровопостачання травної системи посилюється (Egger, 2022). Таким чином, симпатична система забезпечує мобілізацію ресурсів організму у відповідь на стрес, тоді як парасимпатична система підтримує стан спокою та відновлення.

Симпатична нервова система активує реакцію «бийся або тікай», що призводить до підвищення частоти серцевих скорочень (ЧСС) через вивільнення симпатичних нейромедіаторів, зокрема норадреналіну (Hernández-Domínguez et al., 2024). Норадреналін синтезується в нейронах, транспортується везикулами до адренергічних терміналів і вивільняється у відповідь на стимуляцію (Holland, et al., 2021). Потрапляючи в синаптичну щілину, він зв'язується з β -адренергічними рецепторами кардіоміоцитів, збільшуючи концентрацію внутрішньоклітинного кальцію. Це підсилює скоротливу активність серцевого м'яза, посилюючи його ефективність. Додатково, норадреналін зв'язується з α -адренергічними рецепторами, розташованими переважно в кровоносних судинах, що викликає вазоконстрикцію та підвищує периферичний опір (Duan et al., 2021).

На противагу цьому, парасимпатична нервова система забезпечує реакцію «відпочинок і травлення», яка знижує ЧСС за допомогою вагусних еферентних волокон, що вивільняють ацетилхолін (ACh) (Mayo et al., 2021). Ацетилхолін зв'язується з нікотинними і мускариновими рецепторами, зокрема рецептором типу M2. Цей рецептор активує білки G_i, які через субодиниці β - λ стимулюють калієві канали випрямлення (Kim et al., 2018), викликаючи гіперполяризацію мембрани кардіоміоцитів. Це гальмує їх збудливість і спричиняє зниження ЧСС (Wu et al., 2022). Таким чином, симпатична і парасимпатична системи діють антагоністично, забезпечуючи динамічний контроль серцевої функції та адаптацію організму до змін навколишнього середовища.

Автономна нервова система собак має низку особливостей, які відрізняють її від систем інших видів (Matsushita et al., 2022). Зокрема, у них відсутні типові для людини кардіальні сплетіння; натомість формується пре-трахеальне сплетіння, яке забезпечує іннервацію серця через локалізовані коронарні та вентральні шлуночкові сплетіння (Piccirillo et al., 2009). Іннервація органів черевної порожнини відзначається складною мережею целиакального та мезентеріального сплетінь, що включає численні ганглії та філаменти, які забезпечують прямий зв'язок зі шлунком і печінкою (Mizeres, 1954). У собак також відсутні окремі малий і найменший спланхнічні нерви, характерні для людини; їхню функцію виконує єдиний великий грудний спланхнічний нерв. Особливістю є тазове сплетіння, яке утворюється за рахунок гіпогастральних і тазових нервів і відповідає за іннервацію сечового міхура, прямої кишки та інших органів тазової порожнини. Така організація вегетативної системи забезпечує ефективну регуляцію функцій внутрішніх органів, що відповідає фізіологічним і функціональним потребам собак (Matsushita et al., 2022).

ВНС займається активацією аварійних механізмів, а також відновленням і збереженням внутрішнього середовища організму (Hyun, & Sohn, 2022). Він підтримує стабільний стан у внутрішньому середовищі для безперервної ефективної функції організму, яка називається гомеостазом (Jänig, 2022). Щоб виконувати ці функції, ВНС має

отримувати інформацію від тіла через сенсорні нейрони, потім обробляти цю інформацію в центрах у мозку та надсилати відповіді назад до тіла через стовбур мозку та спинний мозок, які активують відповідні механізми (LeBouef et al., 2025). Вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС) та варіабельності серцевого ритму (BCP) є все більш поширеним, неінвазивним методом оцінки стресу та добробуту тварин (Bidoli et al., 2022). Високий рівень збудження зазвичай супроводжується підвищенням ЧСС, що відображає збільшення швидкості деполяризації синусового вузла (Hafez & Chang, 2024; Varga et al., 2018). Підвищення симпатичної активності та зниження парасимпатичної активності спричиняють зміщення симпато-парасимпатичного балансу з безперервними коливаннями ЧСС (Peltola, 2012). Коливання між інтервалами RR (часовими проміжками між послідовними ударами серця) кількісно оцінюють за допомогою BCP, яка виступає об'єктивним маркером вегетативної активності (Rogers et al., 2022). Таким чином, BCP є цінним інструментом для аналізу автономної регуляції серцевого ритму та фізіологічної адаптації до стресових факторів. *Варіабельність серцевого ритму: визначення та фізіологічна основа.* Malliani et al. (1991) встановили, що варіабельність серцевого ритму (BCP) визначається як зміна інтервалів між послідовними серцевими скороченнями, зареєстрованими за допомогою електрокардіограми (ЕКГ) (Malliani et al., 1991). BCP відображає модуляцію синоатріального вузла вегетативною нервовою системою (ВНС), яка складається з симпатичної (СНС) і парасимпатичної (ПНС) гілок. Ці дві гілки регулюють частоту серцевих скорочень (ЧСС), викликаючи її коливання від удару до удару. Stein et al. (1994) додали, що на синоатріальний вузол також впливають інші аферентні сигнали, включаючи активність барорецепторів, сенсорних рецепторів, дихальні цикли, вазомоторну регуляцію, терморегуляцію, зміни ендокринної функції, а також дію ренін-ангіотензинової системи та циркадні ритми (Stein et al., 1994). Вони підкреслили, що ці багатфакторні впливи інтегруються в механізмі BCP, роблячи його надійним показником вегетативної регуляції серця. Anaruma et al. (2016) зазначили, що BCP є універсальним маркером, який дозволяє оцінити вегетативну модуляцію серця (Anaruma et al., 2016). Для цього сигнал BCP отримують шляхом безперервного моніторингу ЕКГ (холтер-моніторування), що реєструє інтервали між нормальними комплексами QRS. Дані аналізуються автоматизованими системами, що дозволяє оцінювати параметри BCP у часовій та частотній областях, надаючи об'єктивну характеристику стану ВНС.

Статистичні параметри часової області включають: SDNN (Standard Deviation of NN intervals): стандартне відхилення NN-інтервалів, що відображає загальну варіабельність; SDSD (Standard Deviation of Successive Differences): стандартне відхилення послідовних різниць NN-інтервалів; RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences): середньоквадратичне значення різниць між послідовними NN-інтервалами; NN50 (%) та pNN50 (%): кількість і відсоток послідовних NN-інтервалів, що відрізняються більше ніж на 50 мс. Параметри RMSSD та pNN50 мають тісний зв'язок із високочастотним компонентом (HF) у частотній області аналізу. Ці показники широко використовуються як маркери парасимпатичної активності.

Методи часової області є простими у розрахунках і дозволяють оцінити загальну варіабельність серцевого ритму (BCP), однак вони не дають можливості розрізнити внесок симпатичної та парасимпатичної нервової систем у регуляцію BCP (Faust et al., 2022). Методи частотної області, хоч і є більш технічно складними, надають глибшу фізіологічну інформацію, що дозволяє оцінити специфічний вплив різних регуляторних механізмів (Anaruma et al., 2016). Основні параметри частотної області включають: TP (Total Power), ULF (Ultra Low Frequency), VLF (Very Low Frequency), LF (Low Frequency), HF (High Frequency), LFnu (Normalized LF), HFnu (Normalized HF) і LF/HF. Спектр потужності охоплює частоти в діапазоні від 0 до 0,5 Гц і поділяється на чотири основні смуги (Calvert, 1998; Mitchell & Schwarzwald, 2021): ULF (Ultra Low Frequency): Ця компонента відображає довгострокові фізіологічні процеси, зокрема терморегуляцію, активність ренін-ангіотензинової системи та рівень фізичної активності. Її аналіз вимагає тривалих записів і

найчастіше застосовується у клінічних дослідженнях; VLF (Very Low Frequency): Цей компонент асоціюється з повільними процесами, такими як регуляція судинного тону та нейрогуморальна активність; HF (High Frequency): HF-компонент, як правило, вважається маркером парасимпатичної (вагусної) активності. Він відображає дихальні коливання та є чутливим до частоти дихання. Синоатріальний вузол реагує на вагусний вплив, забезпечуючи респіраторну модуляцію частоти серцевих скорочень; LF (Low Frequency): Ця компонента модулюється як симпатичною, так і парасимпатичною нервовими системами, однак її збільшення часто пов'язують із підвищенням симпатичної активності, наприклад, під час стресу або під впливом симпатоміметиків.

При цьому співвідношення LF до HF є важливим показником глобального симпатовагального балансу, що відображає відносний вплив симпатичної та парасимпатичної нервових систем. Збільшення LF/HF свідчить про домінування симпатичної активності, що може бути індикатором стресу чи патологічних станів (Huang et al., 2024). Методи частотного аналізу є незамінними для оцінки фізіологічних механізмів, що впливають на ВСР, і забезпечують цінну інформацію про функціональний стан автономної нервової системи.

Загальновідомо, що частота серцевих скорочень (ЧСС) відображає баланс між симпатичним і парасимпатичним впливом. У собак із підвищеним рівнем респіраторної синусоїдальної аритмії (РСА) на ЧСС також впливає характер дихання, оскільки hR підвищується під час вдиху і стає більш вираженим при повільному повітряному потоці (Hirsch & Bishop, 1981). Єдиний момент, коли ЧСС мінімально залежить від дихання, спостерігається наприкінці видиху. Це дозволяє припустити, що вагусно-симпатичний вплив на серцевий ритм краще відображається через hR-жолоб, ніж через середню ЧСС. З цього випливає, що наявний зв'язок між РСА та ЧСС може розглядатися як побічний результат більш вираженого зв'язку між РСА та hR-жолобом. Тому амплітуда РСА не може розглядатися виключно як індикатор «вагусного тону» (Hanton & Rabemampianina, 2006), оскільки вона також відображає «симпатичний тонус». При сильному симпатичному впливі, коли ЧСС перевищує порогове значення hR-мінімуму близько 160 ударів/хв, РСА зникає (Grosso et al., 2021). Friedmann et al. (1995, 2003) показали, що володіння собакою збільшує виживаність після інфаркту міокарда та супроводжується зростанням добової ВСР порівняно з контрольною групою. Низький рівень РСА може свідчити про відсутність нейронної регуляції серцевого ритму, як у пацієнтів після трансплантації серця (Bernardi et al., 1989), або про надмірно сильний симпатичний контроль у порівнянні з вагусним. Фармакологічні дослідження, що оцінюють РСА після блокади вагусного або симпатичного контролю, могли б надати важливу інформацію, проте наразі такі дані відсутні (Grosso et al., 2021). *Особливості ВСР у собак.* Собаки є найкращими тваринними моделями для вивчення ВСР у відношенні до людини (Manzo et al., 2009). Аналіз варіабельності серцевого ритму (ВСР) у часовій області базується на оцінці інтервалів між нормальними серцевими ударами, зареєстрованими під час безперервного запису електрокардіограми (ЕКГ). У людей стандартним підходом є використання безперервного 24-годинного запису ЕКГ для забезпечення надійності даних. Однак, у собак отримання записів хорошої якості протягом такого тривалого періоду є складним завданням через технічні та поведінкові обмеження. Замість традиційного 24-годинного періоду, як зазначено в роботі Boguski (2015), у дослідженнях собак зазвичай застосовуються короткострокові записи, тривалістю близько 2 годин. Цей підхід забезпечує достатню кількість даних для аналізу та зменшує ризик артефактів.

ВСР у собак функціонує дещо відмінно порівняно з людьми частково через виражену респіраторну синусову аритмію у собак (Koskela et al., 2024). Mortola et al. (2018) досліджуючи групу зі 142 молодих дорослих чоловіків і жінок встановив, що середній рівень респіраторної синусоїдальної аритмії (РСА), виміряний за допомогою ідентичної методики та аналізу становить 12,5 % (Mortola et al., 2018). У коней середній рівень РСА становив 9% (Piccione et al., 2019), тоді, як у собак 40 %, що приблизно втричі перевищує

показники для людей (Grosso et al., 2021). Аналіз «дихання за вдихом» дозволив кількісно оцінити певні аспекти респіраторної синусоїдальної аритмії (РСА) у собак, які раніше були невідомі або оцінювалися лише якісно. У середньому, рівень РСА у собак принаймні втричі вищий, ніж у людей, із значною варіабельністю як між окремими тваринами, так і всередині однієї тварини. РСА не змінювався систематично залежно від маси тіла, проте знижувався при підвищенні частоти дихання та частоти серцевих скорочень. Найкраща кореляція РСА спостерігалася із hR-западиною під час видиху, ймовірно, тому, що вона краще відображає баланс між парасимпатичним і симпатичним впливом на серцевий ритм, ніж hR-пік або середня ЧСС. Таким чином, традиційне трактування РСА як індексу «тонуусу блукаючого нерва» є надто спрощеним. Аритмія у собак, що проявляється варіабельністю міжінтервального інтервалу (ІВІ), лише частково залежить від РСА, оскільки РСА становить менше половини загальної варіабельності ІВІ. Крім того, при переході від стану спокою до задишки РСА зберігався, незважаючи на прогресуючу невідповідність між ним і диханням. Це роз'єднання, ймовірно, свідчить про відмінності у центральному нейронному походженні дихання у стані спокою та під час задишки (Grosso et al., 2021).

Оскільки значення високочастотного компонента (ВЧ) залежать від частоти дихання, записи ЕКГ для аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР) у собак завжди повинні проводитися в умовах нормального, ритмічного дихання. Це є важливим стандартом для забезпечення точності аналізу параметрів ВСР, оскільки частота дихання безпосередньо впливає на ВЧ-компонент, який є маркером вагусної активності. Дослідження Bogucki & Noszczyk-Nowak (2015) не виявило суттєвих відмінностей у параметрах ВСР між самцями та самками собак (Bogucki & Noszczyk-Nowak, 2015). Це дозволяє використовувати однакові референтні значення параметрів ВСР для обох статей, що спрощує інтерпретацію результатів і підвищує універсальність методики.

Дослідження підтверджують ефективність ВСР у виявленні порушень АНС у собак, свиней та інших тварин (Bogucki & Noszczyk-Nowak, 2017). На показники ВСР впливають численні фактори, включаючи вид, порода, вік, а також емоційні та фізіологічна активність (Katayama et al., 2016). Зокрема, анатомічна будова обличчя у собак брахіцефальних порід асоціюється зі значним зниженням ВСР порівняно з іншими породами (Doxey, & Boswood, 2004). Водночас такі фактори, як вік, стать і маса тіла, не виявили істотного впливу на ВСР у собак породи спанієль (Rasmussen et al., 2011). *ВСР як маркер емоційного та фізіологічного стану.* Розуміння рівноваги вегетативної нервової системи (ВНС), яка опосередковує поведінкові та фізіологічні реакції на різні емоційні процеси, є важливим способом оцінки емоційних станів і загального благополуччя тварин (Kreibig, 2010). ВСР у здорових особин відображає динамічний психофізіологічний стан, що регулюється двома гілками ВНС: симпатичною та парасимпатичною. Завдяки цьому вимірювання ВСР забезпечує об'єктивні показники автономної рівноваги між активністю цих гілок (Porges, 1995). Основним показником ВСР у часовій області є середньоквадратичне значення послідовних різниць між міжтактними інтервалами (RMSSD). Цей параметр вважається надійним індикатором активності парасимпатичної нервової системи. У частотному аналізі високочастотний спектральний компонент (ВЧ) асоціюється з дихальними флуктуаціями і позитивно корелює з RMSSD. Низькочастотна складова (НЧ) спектру, своєю чергою, може відображати як активність симпатичної нервової системи, так і змішану регуляцію симпатичної та парасимпатичної активності (Maros et al., 2008). Співвідношення потужності НЧ до ВЧ (НЧ:ВЧ) використовується як показник балансу між симпатичною та парасимпатичною регуляцією серцевого ритму.

Експерименти, проведені у Шведському університеті сільськогосподарських наук (Уппсала), продемонстрували, що вегетативна функція значно впливає на серцево-судинну діяльність у відповідь на позитивні емоційні стани. Нові методики вимірювання дозволили показати, що підвищене співвідношення ЧСС (частота серцевих скорочень) та НЧ:ВЧ свідчить про більш високе емоційне збудження. Водночас, знижена ЧСС і спектральна потужність НЧ можуть відображати позитивну валентність, пов'язану зі спокійним і

задоволеним психологічним станом (Zaffalon Júnior et al., 2018). Системи винагород у собак активують симпатичний відділ ВНС, що, ймовірно, є маркером стану збудження (Zupan et al., 2016b). Вищі значення ЧСС корелюють із більш високим рівнем збудження, а це ще більше підсилюється збільшенням співвідношення НЧ:ВЧ.

Murayama et al. (2020) припустили, що індекси фізичної активності та варіабельності серцевого ритму (BCR) розподіляються відповідно до ліній регресії, причому емоційні стимули впливають на кожен із параметрів BCR по-різном. У дослідженні Katayama et al. (2019) було оцінено емоційні стани задоволення та незадоволення у собак за допомогою BCR. Автори встановили, що приємні емоції асоціюються зі зниженням RMSSD, тоді як дискомфорт корелює зі зниженням SDNN (Katayama et al., 2019). Однак важливим залишається питання розмежування впливу емоцій та фізичних вправ на BCR. Як зазначено у Von Borell et al. (2007), фізичні вправи мають значний вплив на вегетативну нервову систему, що може ускладнювати оцінку емоційних станів за допомогою BCR через плутаність факторів (Von Borell et al., 2007). Для точної оцінки емоцій у тварин необхідно проводити дослідження, які окремо аналізують вплив рухової активності та емоційних стимулів на BCR, особливо в умовах вільного руху. Фізичні вправи тісно пов'язані з реакціями вегетативної нервової системи, включаючи серцеву активність. Як зазначено Kreibitz (2010), у людини під час ініціювання фізичної активності автономна нервова система сприяє адаптації до поведінкових вимог, проте ці зміни часто не відображають емоції як основний вплив (Kreibitz, 2010). Цей комплексний підхід до аналізу BCR дозволяє краще розуміти взаємодію між емоційними, фізіологічними та руховими факторами у тварин, забезпечуючи більш точну інтерпретацію даних.

Негативні емоції, такі як стрес, здатні знижувати показники BCR або викликати їх порушення (Zupan et al., 2016a). BCR виявляється чутливим маркером, який дозволяє не лише оцінювати фізіологічний стан тварин, але й аналізувати їхні реакції на емоційні стимули. Це робить BCR важливим інструментом як у дослідницькій, так і у клінічній ветеринарній практиці. Частота серцевих скорочень має тенденцію до збільшення симпатичної активності та зниження парасимпатичної активності, що призводить до симпатико-парасимпатичного автономного балансу з безперервним коливанням ЧСС. Припущено, що базально-вегетативні стани можуть представляти індекс вразливості до стресу, який може бути вищим у осіб із низьким вагусним тонусом (тобто низькою BCR) (Bidoli et al., 2022).

Поведінка собак може бути синхронізована як із людьми, так і з іншими собаками того ж виду (Duranton & Gaunet, 2018). Ця синхронізація стає більш вираженою, коли соціальний зв'язок між собакою та людиною є сильнішим (Duranton et al., 2019). Хоча синхронність у поведінці та гормональному фоні між собаками та людьми нещодавно привернула значну наукову увагу, синхронізація вегетативної нервової системи у парах "собака–власник" залишається відносно мало вивченою (Sundman et al., 2019). Дослідження показали, що загальна варіабельність серцевого ритму (BCR) собаки є єдиним значущим прогностичним фактором для BCR її власника (Ortmeyer & Katzel, 2020). Фізіологія та поведінка собак кооперативних порід та їхніх власників виявляють взаємну модульованість, яка демонструє наявність фізіологічного та емоційного зв'язку, схожого на відносини прихильності між людьми (Koskela et al., 2024). *BCR у клінічних умовах.* У ветеринарній медицині BCR частіше використовується в дослідницьких дослідженнях, ніж у клінічній практиці. BCR є цінним інструментом для дослідників і кардіологів у галузі ветеринарії завдяки своїй неінвазивності, простоті виконання та чутливості до змін у регуляції серцевої діяльності (Frick et al., 2019). Методика BCR дозволяє оцінити автономну регуляцію серцевої діяльності у тварин, що робить її практичним і універсальним інструментом для моніторингу фізіологічного стану (Jarkovska et al., 2017). Зокрема, дослідження здорових собак різних порід та собак із застійною серцевою недостатністю виявило, що у тварин із серцевою недостатністю значно знижена BCR, про що свідчить порушення таких показників, як VVTI.

Варіабельність серцевого ритму (BCP) є корисним і неінвазивним біомаркером, який відображає стан вегетативної нервової системи, психологічне здоров'я та рівень стресу (Kim et al., 2018). Зниження BCP у стані спокою свідчить про наявність вегетативної дисфункції, що може бути пов'язано з підвищеним ризиком метаболічних розладів і смертності від серцево-судинних захворювань (Wulsin et al., 2015). З віком показники BCP поступово знижуються, що є природним процесом старіння (Umetani et al., 1998). Дослідження також демонструють, що як тривалий, так і короткочасний сидячий спосіб життя негативно впливає на BCP, сприяючи його зниженню. Наприклад, навіть короткі періоди тривалого сидіння асоціюються зі значним погіршенням показників BCP (Zaffalon Júnior et al., 2018). Регулярна фізична активність у має позитивний вплив на BCP (Ortmeyer & Katzel, 2020).

Згідно з дослідженням Oliveira et al. (2014), у собак із дегенеративною мітральною хворобою клапанів (DMVD) спостерігалися суттєві порушення серцевого ритму. Ці зміни включали високу частоту суправентрикулярних аритмій, підвищену частоту серцевих скорочень (ЧСС), меншу кількість пауз тривалістю понад 2,0 с між послідовними серцевими скороченнями, збільшену тривалість тахікардії та скорочений період брадикардії. Крім того, у цих собак спостерігалось зниження високочастотного компонента (HF), що відображає парасимпатичний контроль, і підвищення низькочастотного компонента (LF), який асоціюється із симпатичною та парасимпатичною активністю, порівняно з контрольними групами ($p < 0,05$). Автори також зазначили, що холтерівські параметри змінюються залежно від прогресування серцевої недостатності. Ці результати підкреслюють цінність моніторингу варіабельності серцевого ритму та інших холтерівських змінних для оцінки стану серцево-судинної системи у собак із DMVD.

BCP у собак знижується після анестезії та операції, і що зміни BCP можуть бути пов'язані з болем (Shafford et al., 2005). BCP також може використовуватися для моніторингу стану ВНС у післяопераційний період. Наприклад, дослідження Pastarapatee et al. (2017) показало, що у собак після спленектомії дисбаланс ВНС відображається у змінах показників BCP, таких як SDNN і RMSSD (Pastarapatee & Buranakarl, 2017). У свиней із перитонітом також було виявлено значні порушення BCP: підвищення LF-компонента і зниження SDNN, SDDSD, pNN50% та HF, що свідчить про серйозний дисбаланс автономної нервової системи (Jarkovska et al., 2017). Крім того, дослідження на собаках показали, що ерліхіоз спричиняє суттєві зміни BCP, зокрема збільшення співвідношення LF/HF і підвищення потужності LF-компонента, що вказує на домінування симпатичної активності.

Згідно даним Рубленко та ін. (2021), стан вегетативної нервової системи (ВНС) під час абдомінальних операцій у анестезованих собак характеризується зниженням показників нейрогуморальної регуляції серцевого ритму, а також зниженням симпатичної та парасимпатичної активності у середньому в 1,6–1,9 раза. Застосування ксилазин-тіопенталової анестезії призводить до більш суттєвого пригнічення ВНС — у 2,2–4,2 раза ($p < 0,05$). За цієї схеми анестезії спостерігається розвиток парасимпатикотонії (LF/HF – $0,77 \pm 0,02$), яка супроводжується наступним посиленням активності симпатичної ланки ВНС (LF/HF – $1,09 \pm 0,04$) у відповідь на операційну травму.

Висновки.

У собак автономна нервова система має унікальні особливості, зокрема відсутність типових кардіальних сплетінь із формуванням пре-трахеального сплетіння та специфічну іннервацію черевної й тазової порожнин. Варіабельність серцевого ритму (BCP) є важливим маркером, який дозволяє оцінювати стан вегетативної нервової системи; при цьому часова область аналізу забезпечує базову оцінку, тоді як частотна область дозволяє диференціювати симпатичну і парасимпатичну активність. Через технічні обмеження у собак зазвичай використовуються короткострокові записи (2 години). BCP є універсальним інструментом для моніторингу стресу, післяопераційного стану, серцево-судинних патологій і емоційних реакцій. Водночас існує потреба у вдосконаленні стандартів оцінки

ВСР у ветеринарній медицині з урахуванням породних, вікових і фізіологічних особливостей.

References

1. Anaruma, C. P., Ferreira Jr, M., Sponton, C. H. G., Delbin, M. A., & Zanesco, A. (2016). Heart rate variability and plasma biomarkers in patients with type 1 diabetes mellitus: Effect of a bout of aerobic exercise. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 111, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2015.10.025>
2. Bernardi, L., Keller, F., Sanders, M., Reddy, P. S., Griffith, B., Meno, F., & Pinsky, M. R. (1989). Respiratory sinus arrhythmia in the denervated human heart. *Journal of Applied Physiology*, 67(4), 1447–1455. <https://doi.org/10.1152/jappl.1989.67.4.1447>
3. Bidoli, E. M. Y., Erhard, M. H., & Döring, D. (2022). Heart rate and heart rate variability in school dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 248, 105574. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2022.105574>
4. Bogucki, S., & Noszczyk-Nowak, A. (2015). Short-term heart rate variability (HRV) in healthy dogs. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 18(2), 307–312. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2015-0040>
5. Bogucki, S., & Noszczyk-Nowak, A. (2017). Short-term heart rate variability in dogs with sick sinus syndrome or chronic mitral valve disease as compared to healthy controls. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 20(1), 167–172. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2017-0021>
6. Calvert, C. A. (1998). Heart rate variability. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 28(6), 1409–1427. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(98\)50129-5](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(98)50129-5)
7. Duan, H., Cai, X., Luan, Y., Yang, S., Yang, J., Dong, H., Zeng, H., Shao, L. (2021). Regulation of the autonomic nervous system on intestine. *Frontiers in Physiology*, 12, 700129. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.700129>
8. Duranton, C., & Gaunet, F. (2018). Behavioral synchronization and affiliation: Dogs exhibit human-like skills. *Learning & Behavior*, 46(4), 364–373. <https://doi.org/10.3758/s13420-018-0323-4>
9. Duranton, C., Bedossa, T., & Gaunet, F. (2019). When walking in an outside area, shelter dogs (*Canis familiaris*) synchronize activity with their caregivers but do not remain as close to them as do pet dogs. *Journal of Comparative Psychology*, 133(3), 397–405. <https://doi.org/10.1037/COM0000171>
10. Egger, C. (2022). The autonomic nervous system. *Manual of Equine Anesthesia and Analgesia*, 110–118. <https://doi.org/10.1002/9781119631316.ch7>
11. Faust, O., Hong, W., Loh, H. W., Xu, S., Tan, R.-S., Chakraborty, S., ... Acharya, U. R. (2022). Heart rate variability for medical decision support systems: A review. *Computers in Biology and Medicine*, 145, 105407. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.105407>
12. Friedmann, E., & Thomas, S. A. (1995). Pet ownership, social support, and one-year survival after acute myocardial infarction in the Cardiac Arrhythmia Suppression Trial (CAST). *The American Journal of Cardiology*, 76(17), 1213–1217. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(99\)80343-9](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(99)80343-9)
13. Friedmann, E., Thomas, S. A., Stein, P. K., & Kleiger, R. E. (2003). Relation between pet ownership and heart rate variability in patients with healed myocardial infarcts. *American Journal of Cardiology*, 91(6), 718–721. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(02\)03412-4](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(02)03412-4)
14. Grosso, G., Vezzosi, T., Briganti, A., Di Franco, C., Tognetti, R., & Mortola, J. P. (2021). Breath-by-breath analysis of respiratory sinus arrhythmia in dogs. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 294. <https://doi.org/10.1016/J.RESP.2021.103776>
15. Hafez, O. A., & Chang, R. B. (2024). Regulation of cardiac function by the autonomic nervous system. *Physiology*, 1;40(3). <https://doi.org/10.1152/physiol.00018.2024>
16. Hanton, G., & Rabemampianina, Y. (2006). The electrocardiogram of the Beagle dog: reference values and effect of sex, genetic strain, body position and heart rate. *Laboratory Animals*, 40(2), 123–136. <https://doi.org/10.1258/002367706776319088>
17. Hernández-Domínguez, R. A., Herrera-Orozco, J. F., Salazar-Calderón, G. E., Chávez-Canales, M., Márquez, M. F., González-Álvarez, F., ... Aceves-Buendía, J. J. (2024). Optogenetic modulation of cardiac autonomic nervous system. *Autonomic Neuroscience*, 255, 103199. <https://doi.org/10.1016/J.AUTNEU.2024.103199>
18. Hirsch, J. A., & Bishop, B. (1981). Respiratory sinus arrhythmia in humans: how breathing pattern modulates heart rate. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 241(4), 620–629. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1981.241.4.h620>

19. Holland, N., Robbins, T. W., & Rowe, J. B. (2021). The role of noradrenaline in cognition and cognitive disorders. *Brain*, 144(8), 2243–2256. <https://doi.org/10.1093/brain/awab111>
20. Huang, M., Shah, A. J., Lampert, R., Bliwise, D. L., Johnson, D. A., Clifford, G. D., ... Da Poian, G. (2024). Heart Rate Variability, Deceleration Capacity of Heart Rate, and Death: A Veteran Twins Study. *Journal of the American Heart Association*, 13(7), e032740. <https://doi.org/10.1161/jaha.123.032740>
21. Hyun, U., & Sohn, J.-W. (2022). Autonomic control of energy balance and glucose homeostasis. *Experimental & Molecular Medicine*, 54(4), 370–376. <https://doi.org/10.1038/s12276-021-00705-9>
22. Jänig, W. (2022). The integrative action of the autonomic nervous system: neurobiology of homeostasis. *Cambridge University Press*. ISBN 9781108478632. eBook ISBN 9781108804127
23. Jarkovska, D., Valesova, L., Chvojka, J., Benes, J., Danihel, V., Svirglerova, J., ... Stengl, M. (2017). Heart-rate variability depression in porcine peritonitis-induced sepsis without organ failure. *Experimental Biology and Medicine*, 242(9), 1005–1012. <https://doi.org/10.1177/1535370217700521>
24. Katayama, M., Kubo, T., Mogi, K., Ikeda, K., Nagasawa, M., & Kikusui, T. (2016). Heart rate variability predicts the emotional state in dogs. *Behavioural Processes*, 128, 108–112. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.04.015>
25. Katayama, M., Kubo, T., Yamakawa, T., Fujiwara, K., Nomoto, K., Ikeda, K., ... Kikusui, T. (2019). Emotional contagion from humans to dogs is facilitated by duration of ownership. *Frontiers in Psychology*, 10, 1678. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01678>
26. Kim, H. G., Cheon, E. J., Bai, D. S., Lee, Y. H., & Koo, B. H. (2018). Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investigation*, 15(3), 235–245. <https://doi.org/10.30773/PI.2017.08.17>
27. Koskela, A., Törnqvist, H., Somppi, S., Tiira, K., Kykryri, V.-L., Hänninen, L., ... Kujala, M. V. (2024). Behavioral and emotional co-modulation during dog–owner interaction measured by heart rate variability and activity. *Scientific Reports*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76831-x>
28. Kreibitz, S. D. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological Psychology*, 84(3), 394–421. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPSYCHO.2010.03.010>
29. La Rovere, M. T., Gorini, A., & Schwartz, P. J. (2022). Stress, the autonomic nervous system, and sudden death. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 237, 102921. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2021.102921>
30. LeBouef, T., Yaker, Z., & Whited, L. (2025). Physiology, autonomic nervous system. *StatPearls Publishing. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*; PMID: 30860751.
31. Malliani, A., Pagani, M., Lombardi, F., & Cerutti, S. (1991). Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*, 84(2), 482–492. <https://doi.org/10.1161/01.cir.84.2.482>
32. Manzo, A., Ootaki, Y., Ootaki, C., Kamohara, K., & Fukamachi, K. (2009). Comparative study of heart rate variability between healthy human subjects and healthy dogs, rabbits and calves. *Laboratory Animals*, 43(1), 41–45. <https://doi.org/10.1258/LA.2007.007085>
33. Maros, K., Dóka, A., & Miklósi, Á. (2008). Behavioural correlation of heart rate changes in family dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2–4), 329–341. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2007.03.005>
34. Matsushita, S., Nagasawa, M., & Kikusui, T. (2022). Autonomic nervous system responses of dogs to human-dog interaction videos. *Plos One*, 17(11), e0257788. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257788>
35. Mayo, O., Lavidor, M., & Gordon, I. (2021). Interpersonal autonomic nervous system synchrony and its association to relationship and performance – a systematic review and meta-analysis. *Physiology & Behavior*, 235, 113391. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2021.113391>
36. Mitchell, K. J., & Schwarzwald, C. C. (2021). Heart rate variability analysis in horses for the diagnosis of arrhythmias. *The Veterinary Journal*, 268, 105590. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105590>
37. Mizeres, N. J. (1954). The anatomy of the autonomic nervous system in the dog. University of Michigan. *American Journal of Anatomy*, 96(2), 285–318. <http://dx.doi.org/10.1002/aja.1000960205>
38. Mortola, J. P., Marghescu, D., & Siegrist-Johnstone, R. (2018). Respiratory sinus arrhythmia in the immediate post-exercise period: correlation with breathing-specific heart rate. *European Journal of Applied Physiology*, 118(7), 1397–1406. <https://doi.org/10.1007/S00421-018-3871-6/METRICS>

39. Murayama, M., Nagasawa, M., Katayama, M., Ikeda, K., Kubo, T., Yamakawa, T., ... Kikusui, T. (2020). Trial of evaluation of emotions using heart rate variability in free moving dogs. *Japanese Journal of Animal Psychology*, 70(1), 15–18. <https://doi.org/10.2502/janip.70.1.1>
40. Oliveira, M. S., Muzzi, R. A. L., Araújo, R. B., Muzzi, L. A. L., Ferreira, D. F., & Silva, E. F. (2014). Heart rate variability and arrhythmias evaluated with Holter in dogs with degenerative mitral valve disease. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66(2), 425–432. <https://doi.org/10.1590/1678-41626097>
41. Ortmeier, H. K., & Katzel, L. I. (2020). Effects of Proximity between Companion Dogs and Their Caregivers on Heart Rate Variability Measures in Older Adults: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2674. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17082674>
42. Pastarapatee, N., Kijawornrat, A., & Buranakarl, C. (2017). Imbalance of autonomic nervous systems involved in ventricular arrhythmia after splenectomy in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 79(12), 2002–2010. <https://doi.org/10.1292/jvms.17-0482>
43. Peltola, M. A. (2012). Role of editing of R–R intervals in the analysis of heart rate variability. *Frontiers in Physiology*, 3, 148. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00148>
44. Piccione, G., Giudice, E., Giannetto, C., & Mortola, J. P. (2019). The magnitude of respiratory sinus arrhythmia of a large mammal (the horse) is like that of humans. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 259, 170–172. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2018.09.006>
45. Piccirillo, G., Magri, D., Ogawa, M., Song, J., Chong, V. J., Han, S., ... Chen, L. S. (2009). Autonomic nervous system activity measured directly and QT interval variability in normal and pacing-induced tachycardia heart failure dogs. *Journal of the American College of Cardiology*, 54(9), 840–850. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.06.008>
46. Porges, S. W. (1995). Cardiac vagal tone: A physiological index of stress. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 19(2), 225–233. [https://doi.org/10.1016/0149-7634\(94\)00066-A](https://doi.org/10.1016/0149-7634(94)00066-A)
47. Rasmussen, C. E., Vesterholm, S., Ludvigsen, T. P., Häggström, J., Pedersen, H. D., Moesgaard, S. G., & Olsen, L. H. (2011). Holter monitoring in clinically healthy Cavalier King Charles Spaniels, Wire-haired Dachshunds, and Cairn Terriers. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 25(3), 460–468. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.0707.x>
48. Rogers, B., Schaffarczyk, M., Clauß, M., Mourot, L., & Gronwald, T. (2022). The movesense medical sensor chest belt device as single channel ECG for RR interval detection and HRV analysis during resting state and incremental exercise: A cross-sectional validation study. *Sensors*, 22(5), 2032. <https://doi.org/10.3390/s22052032>
49. Shafford, H., Dodam, J., & Spier, A. (2005). The effect of anesthesia and surgery on heart rate variability in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 32(4), 7. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2005.00232a.14.x>
50. Stein, P. K., Bosner, M. S., Kleiger, R. E., & Conger, B. M. (1994). Heart rate variability: a measure of cardiac autonomic tone. *American Heart Journal*, 127(5), 1376–1381. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(94\)90059-0](https://doi.org/10.1016/0002-8703(94)90059-0)
51. Sundman, A. S., Van Poucke, E., Svensson Holm, A. C., Faresjö, Å., Theodorsson, E., Jensen, P., & Roth, L. S. V. (2019). Long-term stress levels are synchronized in dogs and their owners. *Scientific Reports* 2019, 9:1, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43851-x>
52. Umetani, K., Singer, D. H., McCraty, R., & Atkinson, M. (1998). Twenty-Four Hour Time Domain Heart Rate Variability and Heart Rate: Relations to Age and Gender Over Nine Decades. *Journal of the American College of Cardiology*, 31(3), 593–601. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(97\)00554-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(97)00554-8)
53. Valensi, P. (2021). Autonomic nervous system activity changes in patients with hypertension and overweight: role and therapeutic implications. *Cardiovascular Diabetology*, 2021 20:1, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/S12933-021-01356-W>
54. Varga, B., Gergely, A., Galambos, Á., & Kis, A. (2018). Heart rate and heart rate variability during sleep in family dogs (Canis familiaris). moderate effect of pre-sleep emotions. *Animals*, 8(7), 107. <https://doi.org/10.3390/ani8070107>
55. Von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant, J., ... Prunier, A. (2007). Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals—A review. *Physiology & Behavior*, 92(3), 293–316. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.01.007>

56. Wu, F., Zhao, Y., & Zhang, H. (2022). Ocular Autonomic Nervous System: An Update from Anatomy to Physiological Functions. *Vision*, 6. <https://doi.org/10.3390/vision6010006>
57. Wulsin, L. R., Horn, P. S., Perry, J. L., Massaro, J. M., & D'Agostino, R. B. (2015). Autonomic Imbalance as a Predictor of Metabolic Risks, Cardiovascular Disease, Diabetes, and Mortality. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 100(6), 2443–2448. <https://doi.org/10.1210/JC.2015-1748>
58. Zaffalon Júnior, J. R., Viana, A. O., de Melo, G. E. L., & De Angelis, K. (2018). The impact of sedentarism on heart rate variability (HRV) at rest and in response to mental stress in young women. *Physiological Reports*, 6(18), e13873. <https://doi.org/10.14814/PHY2.13873>
59. Zupan, M., Buskas, J., Altimiras, J., & Keeling, L. J. (2016a). Assessing positive emotional states in dogs using heart rate and heart rate variability. *Physiology & Behavior*, 155, 102–111. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.11.027>
60. Zupan, M., Buskas, J., Altimiras, J., & Keeling, L. J. (2016b). Assessing positive emotional states in dogs using heart rate and heartrate variability. *Physiology and Behavior*, 155, 102–111. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.11.027>
61. Рубленко, С. В., Яремчук, А. В., Ільніцький, М. Г., & Чорнозуб, М. П. (2021). Динаміка варіабельності серцевого ритму та стан ендогенної інтоксикації за різних схем анестезії у собак за вісцерального та соматичного типів больової реакції. *Науковий вісник ветеринарної медицини*, 2, 203–214. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2021-168-2-203-214>



2025. Номер 11, С 57 – 65

Отримано: 09.04.2025 Прийнято: 24.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.05

UDC 619:616-98:578.828

INFLUENCE OF MYCOPLASMA CONTAMINATION ON THE ANTIGEN-PRODUCING ABILITY OF FLK-BLV CELL CULTURES

Ye.V. Vashchyk¹, V.V. Kosheliev¹, P.S. Yurko¹, O.V. Ladogubets², K.A. Duchenko²

¹*National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine",
Kharkiv, Ukraine*

²*State Biotechnology University, Kharkiv, Ukraine*

E-mail: yevgeniavashik@gmail.com

Annotation. The World Organization for Animal Health (WOAH) has classified enzootic bovine leukemia (EBL) as a disease that significantly affects international trade. The zoonotic potential of BLV is an open question for science today. In Ukraine, for this purpose, RID is mainly used. One of the main problems in the field of cell cultures is mycoplasma infection. The aim of the research was to study the influence of mycoplasma contamination on the antigen-producing ability of FLK-BLV cell cultures. PCR method was used to indicate mycoplasma contamination of FLK-BLV cell cultures. For decontamination, the antibiotic tiamulin was used at a concentration of 30 µg/mL in the culture medium, the treatment duration was 21 days. Contamination of FLK-BLV cell cultures with mycoplasma contributed to the inhibition of cell proliferation and a decrease in monolayer formation by 30% for contaminated cultures and by 20% for decontaminated cultures. Decontamination from mycoplasma improves the growth properties of FLK-BLV cell cultures. Mitotic activity with mycoplasma contamination decreased on average by 34.5% compared to primary pure cultures. After decontamination with the antibiotic tiamulin, the mitotic activity of cell cultures increased by 17.25% compared to the contaminated culture, but at the same time was lower by 24.25% compared to primary pure cultures. Analysis of the antigen-producing biological activity of sublines of cells contaminated with mycoplasma, decontaminated from mycoplasma and primary pure cultures indicates an increase in antigen-producing properties and antigen titer due to decontamination of cell cultures. The absence of a working antigen titer (at +++) from the contaminated FLK-BLV-U subline was established in comparison with the working antigen titer of the titer in the native antigen solution from the decontaminated FLK-BLV-U culture and titers from 1:0.5 to 1:1 from the initially pure uncontaminated cell cultures FLK-BLV-P 1, FLK-BLV-P 2.

Key words: *leukemia, diagnostic antigen, RID, serological diagnostics, antibiotic, tiamulin, mycoplasma decontamination of cell cultures*

ВПЛИВ МІКОПЛАЗМЕННОЇ КОНТАМІНАЦІЇ НА АНТИГЕНПРОДУКУЮЧУ ЗДАТНІСТЬ ПЕРЕЩЕПЛЮВАНИХ КУЛЬТУР КЛІТИН FLK-BLV

Є.В. Вашик¹, В.В. Кошелєв¹, П.С. Юрко¹, О.В. Ладогубець², К.А. Дученко²

¹Національний науковий центр «Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, Україна,

²Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: yevgeniavashik@gmail.com

Анотація. Всесвітня організація охорони здоров'я тварин (WOAH) класифікувала ензоотичний лейкоз великої рогатої худоби (EBL) як хворобу, яка значно впливає на міжнародну торгівлю. Зоонозний потенціал BLV є відкритим питанням для науки сьогодні. Тому моніторингові серологічні дослідження на лейкоз ВРХ є вкрай важливими; в Україні для цього переважно застосовується РІД. Однією з головних проблем у галузі клітинних культур є їх інфікування мікоплазмою. Метою досліджень було вивчення впливу мікоплазменної контамінації на антигенпродукуючу здатність перещеплюваних культур клітин FLK-BLV. Для індикації мікоплазменної контамінації перещеплюваних культур клітин FLK-BLV був використаний метод ПЛР. Для деконтамінації застосовували антибіотик тіамулін в концентрації 30 µg/mL у середовищі культури, тривалість обробки 21 день. Контамінація культури клітин FLK-BLV мікоплазмою сприяла пригнічуванню проліферації клітин та зниженню утворення моношару на 30% для контамінованих культур та на 20 % для деконтамінованої культури. Звільнення від мікоплазми покращує ростові властивості культур клітин FLK-BLV. Мітотична активність за мікоплазменної контамінації знижувалась в середньому на 34,5% порівняно до первинно чистих культур. За умов деконтамінації антибіотком тіамулін мітотична активність зростала на 17,25 % у порівнянні до контамінованої культури, але водночас була нижчою на 24,25% порівняно до первинно чистих культур. Аналіз антигенпродукуючої біологічної активності субліній клітин, контамінованих мікоплазмою, деконтамінованих від мікоплазми та первинно чистих культур свідчить про підвищення антигенпродукуючих властивостей та титру антигену внаслідок деконтамінації культур клітин. Встановлено відсутність робочого титру антигену (на ++++) від контамінованої сублінії FLK-BLV-У у порівнянні до робочого титру антигену титру в нативному розчині антигену від деконтамінованої культури FLK-BLV-У та титрів від 1:0,5 до 1:1 від первинно чистих неконтамінованих культур клітин FLK-BLV-П 1, FLK-BLV-П 2.

Ключові слова: лейкоз, діагностичний антиген, РІД, серологічна діагностика, антибіотик, тіамулін, мікоплазменна деконтамінація культур клітин

Вступ. *Актуальність теми.* Вірус лейкозу великої рогатої худоби (BLV) є ретровірусом, який, як відомо, викликає ензоотичний лейкоз великої рогатої худоби (EBL). EBL було успішно ліквідовано в більшості європейських країн. Однак нещодавні дослідження показали збільшення рівня інфікування в кількох країнах, включаючи Аргентину, Бразилію, Канаду, Японію та США. В Україні ситуація з лейкозом ВРХ теж є напруженою. У США, де рівень інфікування BLV перевищує 40 %, щорічні втрати через зниження виробництва молока перевищили 500 мільйонів доларів США. Крім того, деякі країни та регіони запровадили суворі правила імпорту та експорту тварин, інфікованих BLV, що призвело до різних непрямих економічних втрат (Lv et al., 2024). У результаті Всесвітня організація охорони здоров'я тварин (WOAH) класифікувала ензоотичний лейкоз великої рогатої худоби (EBL) як хворобу, яка значно впливає на міжнародну торгівлю. Тому питання діагностичних моніторингових досліджень є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зоонозний потенціал BLV вже давно обговорюється, але розуміння біології ретровірусу, розроблене для епідемії СНІДу/ВІЛ, призвело до недавніх відкриттів щодо ретровірусу BLV. Повідомлялося, що приблизно 70 % людей мають антитіла проти BLV, а 25 % мають виявлений провірус BLV у крові (Bartlett et al., 2020). Очевидно, що для визначення всіх можливих наслідків впливу BLV на здоров'я людини потрібна додаткова робота. Але ці факти підкреслюють необхідність своєчасного моніторингу в стадах ВРХ щодо лейкозу та оздоровлення стад.

На сьогодні дослідниками у всьому світі розроблено різні методи виявлення BLV, які можна розділити на два типи: серологічні тести на основі антитіл BLV і тести полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) на основі провірусної ДНК BLV. Серологічні тести зазвичай ідентифікують антитіла проти капсидного білка p24, кодованого геном gag і мембранного білка gp51, кодованого геном env (Kuczewski et al., 2018; Bai et al., 2019; Lv et al., 2024). Загальні серологічні методи дослідження включають імунодифузію в агаровому гелі (реакція імунодифузії в гелі, РІД, Agar Gel Immunodiffusion, AGID), аналіз пасивної гемаглютинації (Passive Hemagglutination, PHA), імуоферментний аналіз (ELISA) і радіоімунологічний аналіз (RIA) (Buzala & Dereń, 2003; Heinecke et al., 2017). Ці методи придатні для виявлення антитіл у сироватці ВРХ, молоці та супернатантах BLV-інфікованих культур клітин. Відповідно до WОАН, AGID та ELISA є рекомендованими тестами для серологічної діагностики інфекції, викликані вірусом лейкозу великої рогатої худоби (BLV) (Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. World Organisation for Animal Health; Paris, France: 2018). В Україні по причині обмеження в фінансуванні використовується для масових досліджень РІД як більш дешевий метод діагностики порівняно до ІФА.

Для виробництва лейкозного антигену застосовуються культури клітин FLK-BLV, які продукують вірус лейкозу. Однією з головних проблем у галузі клітинних культур є інфікування їх мікоплазмою, яка була відома з початку технології культивування культур клітин. Було підраховано, що від 5 до 35 % клітинних культур заражені мікоплазмою. Мікоплазми – це найменші прокаріотичні організми, які не мають клітинної стінки, що робить їх стійкими до багатьох антибіотиків і дозволяє їм легко проникати в клітинні культури. Їх присутність може змінювати метаболізм клітин, впливати на експресію генів та модифікувати антигенний профіль, що, в свою чергу, знижує якість та специфічність діагностичних антигенів, отриманих з таких культур.

Мета роботи. Метою досліджень було вивчення впливу мікоплазменної контамінації на антигенпродукуючу здатність перещеплюваних культур клітин FLK-BLV.

Завдання дослідження:

1. Провести порівняльний аналіз мітотичної активності та динаміки формування моношару контамінованих, деконтамінованих («пролікованих») та первинно вільних від контамінації *Mycoplasma spp* культур клітин FLK-BLV;
2. Вивчити активність антигену, отриманого від контамінованих, деконтамінованих («пролікованих») та первинно вільних від контамінації *Mycoplasma spp* культур клітин FLK-BLV.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження були проведені в лабораторії вірусології та лабораторії молекулярної діагностики ННЦІЕКВМ (м. Харків). Для індикації мікоплазменної контамінації перещеплюваних культур клітин FLK-BLV був використаний ПЛР метод.

Деконтамінацію від мікоплазм проводили методом використання антибіотиків, а саме тіаmulін в концентрації 30 µg/mL у середовищі культури, тривалість обробки: 21 день, із регулярною заміною середовища кожні 2–3 дні. Деконтамінацію ліній культур клітин проводили в момент пересіву культур клітин або в період формування моношару, шляхом внесення безпосередньо у культуральне середовище розчину антибіотику тіаmulін. Проводили 6 пасажів до стабілізації культурально-морфологічних властивостей культур клітин, після чого проводили клонування в культуральних планшетах. Знімали культури

клітин зі культурального посуду із застосуванням 0,02% розчину Версену з подальшим обліком збережених клітин та послідовним розведенням клітин до концентрації $5,0 \times 10^4$ - $2,5 \times 10^4$ - $5,0 \times 10^3$ клітин/см³. Далі виконували висів клітин за низької (клоногенної) щільності у 24 лункові планшети та культивували у CO²-інкубаторі за температури 37 °C терміном від доби до тижня. Інкубування планшетів з клітинами проводили до моменту утворення ними колоній шляхом щоденного спостереження під контролем світлової мікроскопії.

Проводили порівняння динаміки формування на 2 добу моношару клітинними культурами в розведенні 1:2 та мітотичної активності протягом 4 діб культур, контамінованих мікоплазмою, звільнених (деконтамінованих) від мікоплазми та здорових (таких, які не були контаміновані мікоплазмою). Мітотичну активність визначали шляхом встановлення індексу мітозу як відсоток клітин, що зазнають мітозу, у даній популяції клітин. Для цього кількість клітин у стадії мітозу (профаза, метафаза, анафаза, телофаза) ділили на загальну кількість клітин та виражали у відсотках (множили на 100).

Проводили напрацювання біомаси клітин культур FLK – BLV шляхом її багаторазових послідовних пасажів (до 20). Зі збірної після пасажів культуральної рідини здійснювали очистку та концентрування вірусу лейкозу на ультрафільтраційних модулях з порожнистими волокнами. Сконцентрований антиген піддавали ресуспендуванню у фосфатно-сольовому фізіологічному розчині з pH 7,0-7,2. Визначення активності антигену проводили за серологічним методом граничних розведень в реакції імунодифузії (РІД) з використанням контрольної позитивної діагностичної сироватки з «Набору компонентів сухих для серологічної діагностики лейкозу великої рогатої худоби в реакції імунодифузії (РІД)» за ТУУ 24.4. – 00497087-647-2002. Позитивним титром антигену вважали розведення, за якого в РІД виявлено чітку лінію преципітації з позитивною контрольною сироваткою на два ++. Терміном «робочий титр антигену» позначали таке розведення антигену, за якого позитивна реакція з позитивною сироваткою була на ++++. Постановку реакції і облік результатів проводили згідно «Листівки-вкладки до набору компонентів для серологічної діагностики лейкозу великої рогатої худоби в реакції імунодифузії».

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами випробувань встановлено, що лінії культур клітин FLK-BLV-П 1, FLK-BLV-П 2 не містили генетичного матеріалу *Mycoplasma spp.* та BVDV, натомість містили генетичний матеріал вірусу лейкозу ВРХ (*Bovine leukemia virus*). Щодо результатів дослідження перещеплюваної лінії клітин FLK-BLV-У, визначено, що за наявності генетичного матеріалу вірусу лейкозу ВРХ (BLV) встановлено також і контамінацію означеної культури клітин *Mycoplasma spp.* Контамінації вірусом діареї BVDV у культурі клітин FLK-BLV-У не було виявлено.

Вивчення динаміки формування моношару клітинними культурами. Порівняльні дослідження стосовно впливу мікоплазменної контамінації та деконтамінації перещеплюваних культур клітин FLK-BLV на проліферацію субліній перещеплюваних культур показали повне формування моношару на середовищах виробництва ДП «Ветеринарна медицина» на другу добу росту у чистих культур (FLK-BLV-П 1, FLK-BLV-П 2) та 70% формування моношару культури, контамінованої мікоплазмою FLK-BLV-У, а також 80% формування моношару культури, деконтамінованої від мікоплазми FLK-BLV-У.

Перещеплювані вільні від мікоплазми культури FLK-BLV-П 1, FLK-BLV-П 2 показали 100% формування моношару на другу добу росту (рис. 1).

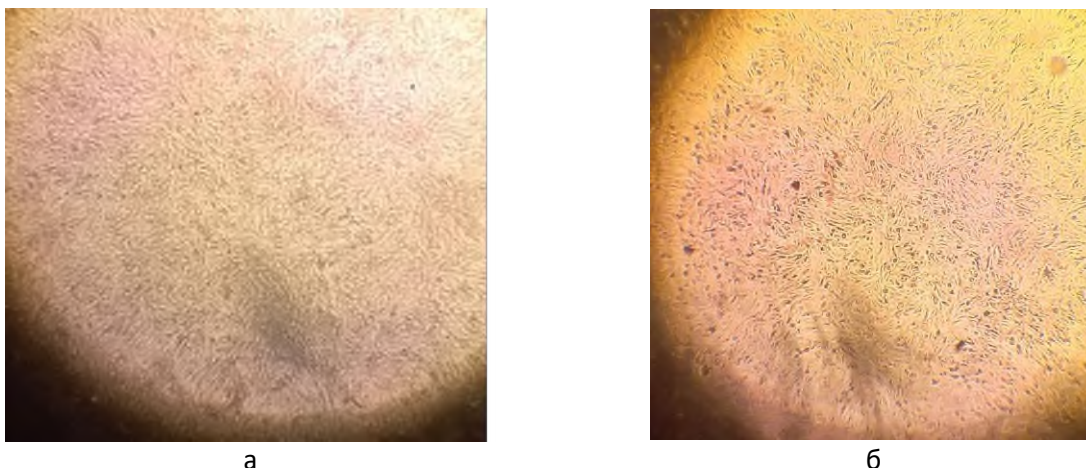


Рисунок 1. Сформований моношар перещеплюваної культури клітин:

а – сублінія FLK-BLV-П 1, вільна від контамінації мікоплазмою;

б – сублінія FLK-BLV-У, контамінована мікоплазмою.

Перещеплювана культура клітин, контамінована мікоплазмою FLK-BLV-У через 48 год росту сформувала 50 % моношару, а через 72 год культивування – 70 % моношару. Це свідчить про те, що контамінація культури клітин мікоплазмою сприяла пригнічванню проліферації клітин та зниженню утворення моношару на 30 % для контамінованих культур та на 20 % для культур, які було «проліковано» від мікоплазменної контамінації.

Мітотична активність контамінованих, деконтамінованих («пролікованих») та первинно вільних від контамінації *Mycoplasma spp* субліній культур клітин FLK-BLV.

Під час визначення клітинної проліферації контамінованих, деконтамінованих («пролікованих») та первинно вільних від контамінації *Mycoplasma spp* субліній культур клітин FLK-BLV було встановлено, що мітотична активність культур клітин за умов контамінації мікоплазмою знижувалася на 22 % через 24 год, на 29 % через 48 год, на 48 % через 72 год та на 39 % через 96 год порівняно до первинно чистих культур.

Для деконтамінованої культури клітин було характерним, що здатність до проліферації почала відновлюватися, але була нижчою у порівнянні із первинно чистими культурами. Так, мітотична активність після курсової обробки антибіотиком тіамулін підвищилася на 15 % протягом 24 год, на 12 % протягом 48 год, на 33 % 72 год та на 9 % протягом 96 год у порівнянні до контамінованої культури (рис. 2).

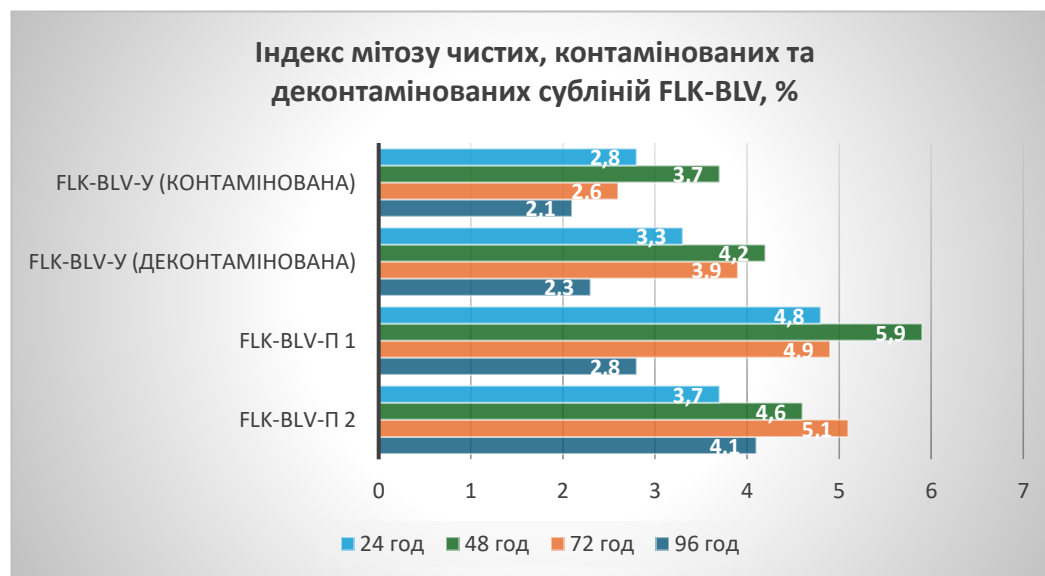


Рис. 2. Індекс мітозу чистих, контамінованих та деконтамінованих субліній FLK-BLV, %

Індекс мітозу у деконтамінованої культури був нижчим на 22 % через 24 год, на 20 % через 48 год, на 22 % через 72 год та на 33 % через 96 год порівняно до первинно чистих культур.

Таким чином, мітотична активність за мікоплазменної контамінації знижувалась в середньому на 34,5 % порівняно до первинно чистих культур. За умов деконтамінації антибіотком тіаmulін мітотична активність зростала на 17,25 % у порівнянні до контамінованої культури, але водночас була нижчою на 24,25% порівняно до первинно чистих культур.

Антигенпродукуючі властивості контамінованих, деконтамінованих («пролікованих») та первинно вільних від контамінації Mycoplasma spp субліній культур клітин FLK-BLV. Аналіз антигенпродукуючої здатності субліній культур клітин FLK-BLV, контамінованих мікоплазмою, деконтамінованих від мікоплазми та первинно здорових свідчить, що сублінія FLK-BLV-У (контамінована) продукувала антиген зі зниженою активністю. Робочого титру (++++) не було встановлено, було зареєстровано позитивний титр 1:1,5 ++. Після обробки антибіотиком та звільнення від мікоплазми титр продукovanого лейкозного антигену підвищився: робочий титр антигену для діагностики лейкозу у РІД в FLK-BLV-У (деконтамінована) був встановлений в нативному розчині (рис. 3).

Результати, що відображено на Рис. 1 свідчать, що робочий титр лейкозного антигену на ++++ у реакції імунодифузії (РІД) від первинно чистої культури FLK-BLV-П 2 було встановлено в розчинах від нативного до розведення 1:0,5. Кращі антигенпродукуючі властивості проявила первинно чиста сублінія клітин FLK-BLV- П 1: робочий титр лейкозного антигену на ++++ проявлявся у розчинах від нативного до розведення 1:1.

Таким чином, контамінація мікоплазмою знижувала антигенпродукуючі властивості культур FLK-BLV. Після деконтамінації робочий титр підвищився у порівнянні до періоду обробки антибіотиком, але повністю не відновився.

Обговорення. Нами проведено дослідження мітотичної активності та динаміки формування моношару та антигенпродукуючих властивостей первинно чистих, контамінованих та деконтамінованих культур клітин FLK-BLV. В доступних джерелах наукових баз даних PubMed, Scopus, Web of Science повідомлень саме впливу мікоплазменної контамінації на біологію клітин FLK-BLV та на здатність продукції лейкозного антигену обмежено.

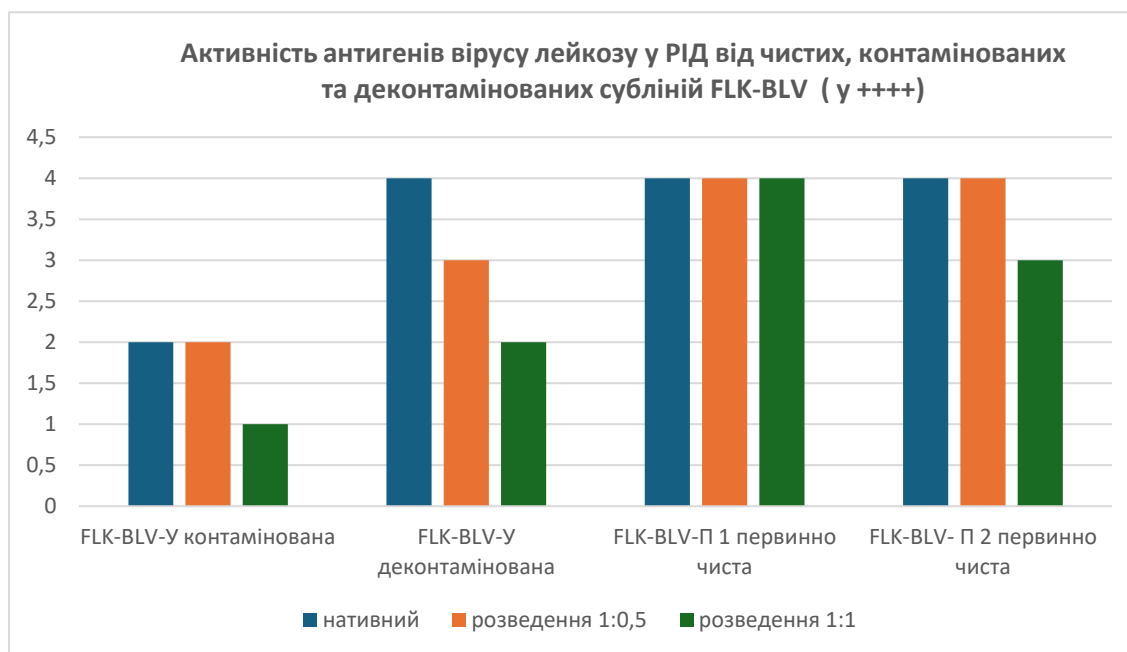


Рис. 3. Активність антигенів вірусу лейкозу у РІД від чистих, контамінованих та деконтамінованих субліній FLK-BLV

Забруднення клітинних культур мікоплазмою вперше було описано 50 років тому, стверджується, що приблизно 5–35 % сучасних клітинних культур є забрудненими. (Young et al., 2010; Carrillo-Ávila et al., 2023). Але, нажаль, проблема контамінації мікоплазмою культур клітин актуальна і сьогодні. За даними Huang et al. (2023), мікоплазми, діаметр яких становить від 0,3 до 0,8 мкм, – це унікальні прокаріотичні мікроорганізми, які не мають клітинної стінки. Вони є одними з найменших мікроорганізмів, здатних виживати самостійно, знаходячись між бактеріями та вірусами. На сьогоднішній день ідентифіковано понад 200 видів мікоплазм, і нові види продовжують відкриватися щорічно. Мікоплазма може інфікувати різні частини тіла, такі як легені, шкіра, сечовивідні шляхи та кров, що призводить до низки симптомів.

Окрім шкідливого впливу мікоплазм на здоров'я людини, дослідники визначають інші аспекти, особливо їхній вплив на культуру клітин (Corral-Vázquez et al., 2017; Malik et al., 2023). Мікоплазми можуть інфікувати широкий спектр еукаріотичних клітин, включаючи клітинні лінії ссавців, птахів та комах. Забруднення мікоплазмою в культурі клітин може відбуватися різними шляхами, включаючи забруднені клітинні лінії, реагенти, обладнання або персонал. Мікоплазми мають здатність проходити через фільтр (0,22 мкм), який використовується для деконтамінації бактерій, що створює високий ризик зараження в лабораторній культурі клітин.

В результаті проведених нами досліджень підтверджено, що мітотична активність та динаміка формування моношару знижувались на 34,5 та 30 % відповідно за умов контамінації мікоплазмою культур FLK-BLV. Після «лікування» антибіотиком тіамулін ці показники частково відновлювалися, але були нижчими на 20 та 24,5 % відповідно порівняно до таких у первинно чистих культур.

Nikfarjam et al. (2012), Uphoff et al. (2014) підтверджують, що побічні ефекти зараження мікоплазмою клітинних культур включають пригнічення проліферації, збільшення загибелі клітин, фрагментацію ДНК та апоптоз.

Нами встановлено, що контамінація мікоплазмою знижувала антигепродукуючі властивості культур FLK-BLV: титр був нижчим на ++ порівняно до первинно чистих культур. Ми проводили обробку культури антибіотиком, а саме тіамуліном в концентрації 30 µg/mL у середовищі культури, тривалість обробки: 21 день, із регулярною заміною середовища кожні 2–3 дні. Після деконтамінації робочий титр відновлювався, але був нижчим за такого у первинно вільних від мікоплазми культур.

Miller et al. (2003), Hoermann et al. (2010) свідчать про вплив мікоплазменної контамінації на біологію та, відповідно, продуктивність клітин: хоча мікоплазмозна інфекція може легко залишитися непоміченою, враховуючи, що інфіковані клітини часто не проявляють видимих або морфологічних симптомів, забруднення клітинних ліній мікоплазмою може мати широкий вплив на клітинну біологію. Ці порушення можуть змінювати ДНК, РНК, синтез білка, метаболізм та загальні клітинні процеси, хоча повідомлялося про небагато прикладів систематичних досліджень впливу мікоплазми. Мікрочиповий аналіз забруднених клітин людини в культурі показав, що мікоплазма може впливати на експресію сотень генів, включаючи ті, що кодують іонні канали, рецептори, фактори росту та онкогени.

За даними Nikfarjam et al. (2012), Uphoff et al. (2012) викорінення контамінації перещеплюваних клітинних ліній мікоплазмою та поява специфічних протимікоплазмових антибіотиків разом із доступністю найбільш чутливого та надійного методу виявлення, а саме ПЛР, є ефективними методами отримання культур, вільних від мікоплазми. Крім того, незважаючи на те, що антибіотики можуть точно «вилікувати» інфіковані культури, необхідний регулярний моніторинг, оскільки повторне зараження або виникнення резистентності може відбутися в будь-який момент культивування клітинних ліній (Nir-Paz et al., 2002; Armstrong et al., 2010).

Висновки

1. Контамінація культури клітин FLK-BLV мікоплазмою викликала пригнічення проліферації клітин та зниженню утворення моношару на 30 % для контамінованих культур та на 20 % для деконтамінованої культури.

2. Звільнення від мікоплазми покращує ростові властивості культур клітин FLK-BLV. Порівняно до первинно чистих культур мітотична активність за мікоплазменної контамінації знижувалась в середньому на 34,5 %. За умов деконтамінації антибіотком тіамулін мітотична активність зростала на 17,25 % у порівнянні до контамінованої культури, але водночас була меншою на 24,25 % порівняно до первинно чистих культур.

3. Аналіз антигенпродукуючої біологічної активності субліній клітин, контамінованих мікоплазмою, деконтамінованих від мікоплазми та первинно чистих культур свідчить про підвищення антигенпродукуючих властивостей та титру антигену внаслідок деконтамінації культур клітин. Встановлено відсутність робочого титру антигену (на ++++) від контамінованої сублінії FLK-BLV-У у порівнянні до робочого титру антигену титру в розведенні 1:1 антигену від деконтамінованої культури FLK-BLV-У та титрів від 1:1,5 до 1:2 від первинно чистих неконтамінованих культур клітин FLK-BLV-П 1, FLK-BLV-П 2.

References

1. Armstrong, S. E., Mariano, J. A., & Lundin, D. J. (2010). The scope of mycoplasma contamination within the biopharmaceutical industry. *Biologicals : Journal of the International Association of Biological Standardization*, 38(2), 211–213. <https://doi.org/10.1016/j.biologicals.2010.03.002>
2. Bai, L., Yokoyama, K., Watanuki, S., Ishizaki, H., Takeshima, S. N., & Aida, Y. (2019). Development of a new recombinant p24 ELISA system for diagnosis of bovine leukemia virus in serum and milk. *Archives of virology*, 164(1), 201–211. <https://doi.org/10.1007/s00705-018-4058-5>
3. Bartlett, P. C., Ruggiero, V. J., Hutchinson, H. C., Droscha, C. J., Norby, B., Sporer, K. R. B., & Taxis, T. M. (2020). Current developments in the epidemiology and control of enzootic bovine leukosis as caused by bovine leukemia virus. *Pathogens* (Basel, Switzerland), 9(12), 1058. <https://doi.org/10.3390/pathogens9121058>
4. Buzafa, E., & Dereń, W. (2003). Comparison of PLA with AGID and ELISA results in serology diagnosis of bovine leukosis. *Polish journal of veterinary sciences*, 6(3), 9–11.
5. Carrillo-Ávila, J. A., de la Fuente, A., Aguilar-Quesada, R., Ligerio, G., Del Río-Ortiz, J. M., & Catalina, P. (2023). Development and evaluation of a new qpcr assay for the detection of mycoplasma in cell cultures. *Current issues in molecular biology*, 45(8), 6903–6915. <https://doi.org/10.3390/cimb45080435>
6. Corral-Vázquez, C., Aguilar-Quesada, R., Catalina, P., Lucena-Aguilar, G., Ligerio, G., Miranda, B., & Carrillo-Ávila, J. A. (2017). Cell lines authentication and mycoplasma detection as minimum quality control of cell lines in biobanking. *Cell and tissue banking*, 18(2), 271–280. <https://doi.org/10.1007/s10561-017-9617-6>
7. Heinecke, N., Tórtora, J., Martínez, H. A., González-Fernández, V. D., & Ramírez, H. (2017). Detection and genotyping of bovine leukemia virus in Mexican cattle. *Archives of virology*, 162(10), 3191–3196. <https://doi.org/10.1007/s00705-017-3477-z>
8. Hoermann, G., Spargser, J., Einwallner, E., Makristathis, A., Perne, A., Willinger, B., & Schwarzwinger, I. (2010). Interference of Mycoplasma infection in a gene expression study: it was the environment and not the gene. *Applied and environmental microbiology*, 76(23), 7867–7869. <https://doi.org/10.1128/aem.01265-10>
9. Huang, X., Yu, M., Wang, B., Zhang, Y., Xue, J., Fu, Y., & Wang, X. (2023). Prevention, diagnosis and eradication of mycoplasma contamination in cell culture. *Journal of biological methods*, 10, e99010005. <https://doi.org/10.14440/jbm.2023.407>
10. Kuczewski, A., Orsel, K., Barkema, H. W., Kelton, D. F., Hutchins, W. A., & van der Meer, F. J. U. M. (2018). Short communication: Evaluation of 5 different ELISA for the detection of bovine leukemia virus antibodies. *Journal of dairy science*, 101(3), 2433–2437. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13626>

11. Lv, G., Wang, J., Lian, S., Wang, H., & Wu, R. (2024). The Global epidemiology of bovine leukemia virus: current trends and future implications. *Animals : an open access journal from MDPI*, 14(2), 297. <https://doi.org/10.3390/ani14020297>
12. Malik, P., Mukherjee, S., & Mukherjee, T. K. (2023). Microbial contamination of mammalian cell culture. In: Mukherjee, T.K., Malik, P., Mukherjee, S. (eds) *Practical Approach to Mammalian Cell and Organ Culture*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1731-8_5-1
13. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. World Organisation for Animal Health; Paris, France: 2018. [(accessed on 11 August 2020)]. *Enzootic bovine leukosis*; pp. 1113–1124. Available online: <https://www.oie.int/standard-setting/terrestrial-manual/access-online/>
14. Miller, C. J., Kassem, H. S., Pepper, S. D., Hey, Y., Ward, T. H., & Margison, G. P. (2003). Mycoplasma infection significantly alters microarray gene expression profiles. *BioTechniques*, 35(4), 812–814. <https://doi.org/10.2144/03354mt02>
15. Nikfarjam, L., & Farzaneh, P. (2012). Prevention and detection of Mycoplasma contamination in cell culture. *Cell journal*, 13(4), 203–212. PMID: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23508237/>
16. Nir-Paz, R., Prévost, M. C., Nicolas, P., Blanchard, A., & Wróblewski, H. (2002). Susceptibilities of *Mycoplasma fermentans* and *Mycoplasma hyorhinis* to membrane-active peptides and enrofloxacin in human tissue cell cultures. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 46(5), 1218–1225. <https://doi.org/10.1128/AAC.46.5.1218-1225.2002>
17. Soheily, Z., Soleimani, M., & Majidzadeh-Ardebili, K. (2019). Detection of mycoplasma contamination of cell culture by a loop-mediated isothermal amplification method. *Cell journal*, 21(1), 43–48. <https://doi.org/10.22074/cellj.2019.5624>.
18. Uphoff, C. C., & Drexler, H. G. (2014). Detection of Mycoplasma contamination in cell cultures. *Current protocols in molecular biology*, 106, 28.4.1–28.4.14. <https://doi.org/10.1002/0471142727.mb2804s106>
19. Uphoff, C. C., Denkmann, S. A., & Drexler, H. G. (2012). Treatment of mycoplasma contamination in cell cultures with Plasmocin. *Journal of biomedicine & biotechnology*, 267678. <https://doi.org/10.1155/2012/267678>
20. Young, L., Sung, J., Stacey, G., & Masters, J. R. (2010). Detection of Mycoplasma in cell cultures. *Nature protocols*, 5(5), 929–934. <https://doi.org/10.1038/nprot.2010.43>



2025. Номер 11, С 66 – 77

Отримано: 08.04.2025 Прийнято: 17.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.06

UDC 619:598.2:578.832.1:616.9

EPIDEMIOLOGY RISKS ASSOCIATED WITH BIRD INFLUENZA A(H5N1) VIRUS (review)

H.I. Harahulya, R.V. Severin, A.M. Momot, H.I. Rebenko, M.M. Savenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: vetvir.galina@gmail.com

Annotation: The current situation with the highly pathogenic avian influenza A(H5N1) (HPAI) virus is of concern worldwide due to numerous outbreaks in wild birds, poultry, and mammals, as well as zoonotic infections in humans. The article analyzes scientific publications on the nature of circulating strains of avian influenza A(H5N1) virus over the past 15 years. The avian influenza A(H5N1) epidemic began in 2021 and caused the death of more than 70 million poultry. Many mammals of various species also died. In April 2022, the first case of human infection with influenza A(H5N1) virus from contact with a sick bird was reported in the US. In 2024, this virus was detected in dairy cows in the US and a case of human infection was reported. The characteristics of modern strains of highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus are its ability to cause severe disease, high mortality rate, ability to mutate to more virulent variants, constant circulation among poultry and wild birds, and constant reports of human cases. Scientists offer modern, rapid, highly accurate methods for diagnosing influenza in various animal species and humans, as well as possible options for improving the biological protection of wild and domestic animals. Vaccination of domestic poultry can help stop localized outbreaks, but the rapid evolution of the A(H5N1) virus and its constant reintroduction by wild birds make vaccination a short-term fix in the absence of a universal vaccine. To address the issue of human protection, it is necessary to adhere to the One Health concept, which requires a joint and unified approach to integrating animal, planetary, and human health. Due to the lack of population immunity in humans and the constant evolution of avian influenza viruses, there is a constant risk that a new strain of the virus could emerge and spread rapidly around the world, causing a pandemic if the virus gains the ability to transmit effectively among humans.

Key words: *highly pathogenic avian influenza A(H5N1), interspecies transmission, zoonotic potential, epidemiology.*

ЕПІДЕМІОЛОГІЧНІ РИЗИКИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВІРУСОМ ГРИПУ ПТИЦІ А(Н5N1) (огляд літератури)

Г.І. Гарагуля, Р.В. Северин, А.М. Момот, Г.І. Ребенко, М.М. Савенко

Державний біотехнологічний університет, м.Харків, Україна

E-mail: vetvir.galina@gmail.com

Анотація. Поточна ситуація з вірусом високопатогенного пташиного грипу H5N1 (HPAI) викликає занепокоєння в усьому світі через численні спалахи серед диких птахів, свійської птиці та ссавців, а також зоонозні інфекції у людей. В статті проаналізовано наукові публікації щодо характеру циркулюючих штамів вірусу грипу птиці А(Н5N1) за останні 15 років. Епідемія пташиного грипу А(Н5N1) почалася в 2021 році і спричинила загибель понад 70 мільйонів голів домашньої птиці, загинуло також багато ссавців різних видів. У квітні 2022 року в США було зареєстровано перший випадок інфікування вірусом грипу А(Н5N1) людини, що контактувала із хворою птицею, а у 2024 році цей вірус був виявлений у молочних корів в США і зареєстрований випадок зараження людини. Особливостями сучасних штамів високопатогенного вірусу грипу птахів А(Н5N1) є його здатність викликати важкі захворювання, високий рівень смертності, здатність мутувати до більш вірулентних варіантів, постійна циркуляція серед домашньої птиці та диких птахів, а також постійні повідомлення про випадки захворювання людей. Вченими пропонуються сучасні швидкі високоточні методи діагностики грипу у різних видів тварин і людини, а також можливі варіанти поліпшення біологічного захисту диких і домашніх тварин. Вакцинація домашньої птиці може допомогти зупинити локалізовані спалахи, але швидка еволюція вірусу А(Н5N1) та його постійна реінтродукція дикими птахами робить вакцинацію короткостроковим виправленням за відсутності універсальної вакцини. Для вирішення проблеми захисту людини необхідно дотримуватися концепції One Health, яка вимагає спільного та єдиного підходу до інтеграції здоров'я тварин, планети та людини. Через відсутність популяційного імунітету в людей і постійну еволюцію вірусів пташиного грипу існує постійний ризик того, що новий штам вірусу може з'явитися та швидко поширитися по всьому світу, спричинивши пандемію, якщо вірус отримає здатність ефективно передаватись серед людей.

Ключові слова: високопатогенний грип птиці А(Н5N1), міжвидова передача, зоонозний потенціал, епідеміологія.

Вступ. У 1996 році вірус високопатогенного пташиного грипу (HPAI) А(Н5N1) вперше був виділений від домашнього гусака в провінції Гуандун, Китай (Chen, 2009). З тих пір він був виділений від інших свійських і диких птахів з поширенням на людей у понад 60 країнах. З 2022 року H5N1 спричинив загибель понад 70 мільйонів голів домашньої птиці на п'яти континентах, навіть досягнувши Антарктиди.

Основна частина. Поточна ситуація з вірусом високопатогенного пташиного грипу H5N1 (HPAI) викликає занепокоєння в усьому світі через численні спалахи серед диких птахів, свійської птиці та ссавців. Крім того, повідомлялося про численні зоонозні інфекції у людей. Важливо, що були виявлені віруси HPAI H5N1 з генетичними маркерами адаптації до ссавців. У зв'язку з цим виникає питання про те, як змінюється спектр патогенності вірусу, чи міняється його вірулентність під час міжвидової передачі, чи існує можливість появи нових високопатогенних штамів, що можуть викликати нові пандемії та панзоотії грипу.

Ми проаналізували близько 100 закордонних публікацій щодо характеру циркулюючих штамів вірусу грипу птиці А(Н5N1) за останні 10-15 років. Епідемія пташиного грипу H5N1 почалася в 2021 році, спричинивши понад 50 мільйонів загибелі

птахів, в тому числі диких, зокрема, перша масова загибель журавлів на півночі Ізраїлю. Птахи, які мігрували з Європи на Близький Схід, могли заразитися вірусом від домашньої птиці, яку утримували в антисанітарних умовах, або навпаки. Масштаби цієї епідемії є безпрецедентними, оскільки не лише птиця, а й багато ссавців гинуть від хвороби. Наприклад, сотні мертвих або вмираючих морських левів викинуло на береги Перу, що свідчить про те, що вірус міг адаптуватися для передачі від ссавця до ссавця (Verhagen et al., 2021; Franklin S. I., 2023; Jang et al., 2024; Ly, 2024).

Віруси грипу птиці (AIV) класифікують відповідно до їх здатності викликати захворювання у курей. AIV можуть бути низькопатогенними (LPAIV) або високопатогенними (HPAIV). LPAIV викликають у домашніх птахів лише легкі захворювання, тоді як у випадку HPAIV проявляються гострі симптоми грипу, які також можуть викликати ураження внутрішніх органів, уражати дихальні шляхи та викликати загибель птиці (Wang et al., 2016; Aznar et al., 2023).

Віруси грипу типу А природно поширені у водних видів птахів, які є їх основним резервуаром (Goraya et al., 2017; Scheibner et al., 2023). До 2005 року значна передача HPAI H5N1 від домашньої птиці до диких птахів була відносно рідкою. Однак відбувся зсув, який призвів до нової фази в епідеміологічній динаміці HPAI H5N1 у диких птахів. Як наслідок, HPAI H5N1 викликає широку смертність серед популяцій диких птахів і ссавців у всьому світі. Починаючи з 2020 року, спостерігалось помітне глобальне зростання кількості повідомлень про спалахи HPAI H5N1, що вражають як домашніх, так і диких птахів. У 2021 і 2022 роках загалом у 54 країнах були задокументовані спалахи пташиного грипу H5N1 серед популяцій птахів. Від Америки до Азії, від Європи до Африки вірус продемонстрував свою здатність впливати на домашні птахофабрики будь-якого розміру, а також на популяції диких птахів (Charostad et al., 2023; Liang, 2023).

HPAI H5N1 був природним чином виділений з різноманітних інших видів тварин, включаючи кішок, собак, лисиць, тюленів, леопардів, куньїх (норки та видри), скунсів, тигрів, левів, пік, видр, тхорів, морських свиней, єнотів, єнотоподібних собак, свиней, віргінських опосумів, цивет, борсуків, ведмедів, дельфіни, кам'яні/букові куниці, койоти і навіть риби тощо (Abdelwhab et al., 2023).

Поточний спалах євразійського походження HPAI A(H5N1) почався у 2020 році та довів свою унікальну здатність інфікувати багато видів ссавців. Спалахи серед ссавців пов'язані з їх близьким розташуванням до пташиних резервуарів або споживанням інфікованої здобичі тваринами-санітарами. У той час як більшість спалахів серед диких тварин залишаються незначними, деякі спалахи, такі як у тюленів і морських левів, спустошили місцеві популяції (Puryear et al., 2023; Ulloa et al., 2023; Plaza et al., 2024; Wille et al., 2024).

У квітні 2022 року в США в штаті Колорадо було зареєстровано перший випадок інфікування вірусом A(H5N1) людини, яка брала участь у вибракуванні домашньої птиці з імовірною інфекцією A(H5N1) (Cohen, 2024). У березні 2024 року вірус A(H5N1) був виявлений у молочних корів із 16 стад у шести різних штатах США. 1 квітня 2024 року органи охорони здоров'я Техасу повідомили Центру контролю та профілактики захворювань США про другий у країні випадок зараження вірусом A(H5N1) людини, яка раніше контактувала з молочними коровами, імовірно інфікованими цим вірусом. Це перше повідомлення про передачу «пташиного грипу» від корови до людини викликало широке висвітлення в засобах масової інформації та страх перед епідемією, що насувається. У той час як органи охорони здоров'я США запевнили громадськість, що ризик зараження від великої рогатої худоби, при вживанні м'яса або пастеризованого молока є дуже низьким (Petersen et al., 2024). Тим не менш, Центр контролю та профілактики захворювань США видав рекомендації щодо уникнення споживання сирого або недостатньо термічно обробленої їжі або пов'язаних сирих харчових продуктів, таких як непастеризоване (сире) молоко або сирий сир, отриманих від тварин з підозрюваною або підтвердженою інфекцією вірусу HPAI A(H5N1). Генетичне секвенування показало лише незначні мутації у віруси,

виділеному в цих випадках. Згідно з даними ВООЗ, вірус, схоже, не отримав мутацій, які можуть сприяти передачі серед людей, і оцінений ризик для здоров'я населення вважається низьким для населення в цілому та від низького до помірного для осіб, які зазнали професійного впливу (Petersen et al., 2024).

Сучасна думка полягає в тому, що вірус поширюється через використання зараженого доїльного обладнання між інфікованими та неінфікованими коровами. Важливо з'ясувати, як вірус, що викликає захворювання дихальних шляхів, потрапляє у коров'яче вим'я та виявляється в молоці, а також чи інфіковані інші органи. Інфекції великої рогатої худоби м'ясного напрямку ще не виявлено, але це може бути спричинено субклінічними або легкими симптомами та відсутністю активного контролю (Cohen, 2024).

У доповіді про випадок захворювання людини в США висувається кілька важливих питань, включаючи питання, чи свідчить це про початок глобальної пандемії? По-перше, як відбулася передача від корови до людини? У інфікованих корів спостерігаються такі симптоми, як зниження лактації, анорексія, млявість, лихоманка та зневоднення, що викликає занепокоєння щодо підвищеного ризику того, що віруси H5N1 стають краще адаптованими до ссавців із підвищеним потенціалом передачі на людей та іншу худобу. Було припущення, що A(H5N1) не може поширюватися серед корів через повітря (Kozlov & Mallapaty, 2024).

Були також повідомлення про передачу H5N1 між великою рогатою худобою в молочних стадах, що викликає занепокоєння, що цей вірус може швидко адаптуватися (наприклад, через генетичні зміни вірусу) для передачі серед одного виду тварин (внутрішньовидова передача) і що він також може адаптуватися для інфікування інших видів (міжвидова передача), включно з людьми, які не мають попереднього імунітету проти цих нових штамів IAV, що може призвести до надмірних показників смертності та захворюваності в сценаріях пандемії. Інше питання, як запобігти подальшому поширенню вірусу на молочних фермах. Посилаючись на досвід боротьби з НРАІ, пов'язаним з птицею, стратегії включають вибракування всього стада, тоді як вакцинація є іншим варіантом. Поліпшення біозахисту на фермі та створення програм спостереження будуть критично важливими, включаючи кроки для захисту персоналу, який бере участь у вибракуванні, шляхом вакцинації та противірусної профілактики (Cohen, 2024).

Сучасні штами НРАІ в основному переносяться мігруючими птахами та продовжують поширюватися в нові регіони та нових ссавців, включаючи котів, тигрів, тюленів, дельфінів, кіз та білих ведмедів, постійно мутуючи та, отже, можливо, збільшуючи ризик поширення на людей (Huang et al., 2023; Liang, 2023; Jang et al., 2024; Ly, 2024).

Варто відзначити, що нещодавно повідомлялося про інфікування вірусом H5N1 інших сільськогосподарських тварин, таких як хутрові звірі (норки) у Фінляндії та Іспанії (Katz et al., 1999; Agüero et al., 2022; Lindh et al., 2023), комерційні стада свійської птиці, а також домашніх тварин (кішок або собак) у США, Франції, Польщі та Італії (Briand et al., 2023; Domańska-Blicharz et al., 2023; Moreno et al., 2023; Sillman et al., 2023). Оскільки шляхи зараження та шляхи передачі цих високопатогенних вірусів пташиного грипу у сільськогосподарських тварин (наприклад, молочної худоби) все ще недостатньо вивчені, необхідні додаткові зусилля з нагляду та експериментальні дослідження інфекції H5N1 сприйнятливих видів тварин, включаючи велику рогату худобу, щоб повністю зрозуміти екологію вірусу, шлях(и) передачі та патогенез захворювання, щоб запобігти потенційним майбутнім спалахам.

Є результати дослідження вірулентності вірусу високопатогенного пташиного грипу H5N1 для великої рогатої худоби з поширенням вірусу всередині та між стадами, зараженням домашньої птиці та котів і поширенням на людей, що в сукупності вказує на підвищений ризик для здоров'я населення. Вчені охарактеризували вірус НРАІ H5N1, виділений із зараженого коров'ячого молока у мишей і тхорів. Вірус H5N1 великої рогатої худоби передається тхорам, причому у одного із чотирьох тхорів, встановили

сероконверсію без виділення вірусу. Таким чином, вірус H5N1 великої рогатої худоби має властивості, які можуть сприяти зараженню та передачі у ссавців (Eisfeld et al., 2024).

У березні 2024 року молочні корови в Техасі та Канзасі дали позитивний результат, у непастеризованому молоці було виявлено високу концентрацію вірусу. Це призвело до інфікування чотирьох працівників молочних заводів і летальної передачі двом котам, що свідчить про багатовидовий спалах у США. Цей взаємопов'язаний багатовидовий спалах підкреслює здатність цього штаму швидко мутувати та переходити між видами. Нещодавні тяжкі випадки та летальні випадки внаслідок інфікування H5N1 ще більше посилили занепокоєння громадської охорони здоров'я. Нові господарі, такі як альпаки, кози, циветти та норки, ще більше підкреслюють необхідність комплексних програм нагляду за кількома видами, щоб пом'якшити швидке поширення H5N1 (Oguzie et al., 2024; Niu et al., 2025).

Спочатку вважалося, що AIV може поширюватися лише серед людей. Однак після перших випадків зараження людей пташиним H5N1 було повідомлено про збільшення випадків зоонозних випадків, які виникають у курей. Відтоді підтипи AIV A/H5, A/H6, A/H7, A/H9 та A/H10 також були ідентифіковані як такі, що викликають інфекції у курей. Інтенсивність хвороби, спричиненої різними вірусами, різниться, і вона відрізняється такими симптомами, як енцефаліт, кон'юнктивіт, такими симптомом, як пневмонія, пов'язана з гострим респіраторним дистрес-синдромом. Серед усіх AIV H5N1 і H7N9 викликають найбільше занепокоєння, оскільки вони виділяються своєю швидкістю та кількістю смертельних випадків. Штам пташиного грипу А (H5N1) може викликати запальні та цитокінові реакції як у людей, так і у птахів з високим рівнем смертності.

Антигенний дрейф і антигенний зсув є двома процесами, за допомогою яких IV зазнають антигенної модифікації. Антигенний дрейф виникає, коли невеликі мутації в глікопротеїнах НА або NA виникають через селекційний вплив імунітету господаря (Shoham, 2011). Антигенний зсув відбувається, коли вісім генних сегментів піддаються генетичному перегрупованню для створення нових підтипів НА/NA, імунологічний захист яких у загальної популяції людей значно менший або відсутній (Taubenberger & Morens, 2010). Розуміння того, як віруси грипу взаємодіють зі своїми хазяїнами та як зміни навколишнього середовища та суспільства впливають на цю взаємодію, є життєво важливим для реагування на випадки грипу, які щойно розвиваються та знову з'являються (Fauci, 2006). Дослідження взаємодій між господарями та збудниками можуть допомогти зрозуміти молекулярний патогенез захворювання та розробити ефективні профілактичні та лікувальні заходи проти грипу (Oldstone et al., 2013; Herold et al., 2015).

Багато спалахів інфекційних захворювань у людей, в тому числі і грипу, починається із зоонозної передачі. Наразі світ зіткнувся з найбільшим спалахом вірусу пташиного грипу H5N1, який викликає занепокоєння, оскільки, хоча він не легко передається людям і між людьми, з 868 випадків H5N1 за останні 26 років 457 (53 %) людей померли. Концепція One Health вимагає спільного та єдиного підходу до інтеграції здоров'я тварин, планети та людини. Через відсутність популяційного імунітету в людей і постійну еволюцію AIV існує постійний ризик того, що новий IAV може з'явитися та швидко поширитися по всьому світу, спричинивши пандемію, якщо буде здобута здатність ефективно передаватись серед людей (Jang et al., 2024).

Перша інфекція людини, спричинена високопатогенним підтипом H5N1, була описана в Китаї в 1997 році, і було встановлено, що вірус відноситься до лінії A/goose/Guangdong/1/1996 (GsGd). Найпоширенішим патологічним проявом був реактивний гемофагоцитарний синдром, який міг призвести до лімфопенії, печінкової недостатності та аномального згортання крові. Лікування епідемії значно виграло від швидкої діагностики, яка стала можливою завдяки полімеразній ланцюговій реакції зі зворотною транскрипцією (RT-PCR) та імуофлуоресцентному тесту на основі моноклональних антитіл (Chan, 2002). Згідно з іншим дослідженням випадків захворювання 12 осіб з інфекцією H5N1, підтвердженою виділенням вірусу в культурі клітин в лютому 1998 року, сім осіб мали пневмонієподібне захворювання з клінічною картиною, схожою на

грип. Характерними були панцитопенія, підвищення рівня печінкових ферментів і шлунково-кишкові симптоми (Yuen et al., 1998).

У травні 1997 року також було задокументовано перший випадок зараження людини вірусом А(Н5N1) і спалах із загальом 18 випадків і 6 смертей у Гонконзі (Katz et al., 1999). Цей випадок став основою для визнання зоонозного потенціалу вірусу грипу птиці для людини. Високий рівень смертності викликав занепокоєння та привернув значну увагу засобів масової інформації, а хвороба була названа «пташиним грипом». Через п'ять років у лютому 2003 року в Гонконзі було зареєстровано два випадки захворювання людей, які подорожували до південного Китаю (Guan et al., 2004). Перше інфікування людини було зареєстровано в 2005 році в Китаї (Yu et al., 2006), А(Н5N1) продовжував поширюватися, а випадки захворювання людей з високою смертністю були зареєстровані в Азії (Південно-Східній і Західній), а потім і в Африці (Lai et al., 2016). Майже щорічно повідомляють про випадки захворювання в Китаї, В'єтнамі, Камбоджі, Індонезії та Єгипті. У той час як захворюваність в Азії залишалася низькою з 2013 по 2015 роки, кількість випадків в Єгипті зросла в 2014 і 2015 роках (Dey et al., 2023).

Вірус грипу H5N1, який викликає різноманітні захворювання, включаючи важкі та смертельні респіраторні захворювання, може бути складним для діагностики. Важкі випадки грипу посилювалися поліорганною недостатністю, майже у всіх випадках пневмонію, лімфопенією, гемофагоцитозом, підвищеними рівнями IFN-індуцибельного білка-10 в крові і запальних цитокінів та хемокінів, що було пов'язано зі смертельними наслідками у пацієнтів, інфікованих H5N1 (Chan, 2002; Tam, 2002; Chotpitayasunondh et al., 2004; Lai et al., 2016; Pawestri et al., 2020).

H5N1 AIV може становити загрозу пандемії. Впровадження AIV у наївне населення може призвести до руйнівних наслідків. Однак вірус повинен обійти перешкоду передачі від людини до людини, щоб стати пандемією після подолання бар'єру між тваринами та людьми. За останні сто років тільки три підтипи AIV, A/H1, A/H2 і A/H3, отримали потенціал для передачі між людьми (Peiris et al., 2007; de Vries et al., 2018).

Для вірусу грипу передача від людини до людини вимагала б зміни переважного рецептора на поверхні клітини з альфа-2,3 сіалової кислоти, що знаходиться глибоко в легенях людини, на рецептор 2,6, який знаходиться у верхніх дихальних шляхах людини. Однак у пацієнта зі США, який контактував з молочною худобою, єдиним симптомом був кон'юнктивіт, і, можливо, відбулася передача через слизову оболонку ока. Однак можливо, що більшість субклінічних, легких випадків грипу у людей могли залишитися невиявленими, і необхідні подальші дослідження, включаючи серологічні дослідження людей, які зазнали впливу (Nicholls et al., 2008).

Передача вірусу H5N1 людині в основному відбувається через прямий контакт із зараженими птахами. Переміщення інфекційного HPAI H5N1 у повітряних частинках охоплює відстані менше 10 м. Однак усередині макроскопічних частинок, що містять вірусну РНК, потенціал для подорожі значно розширюється приблизно до 80 м (Mehta et al., 2018; James et al., 2023). Імовірність повітряно-краплинної передачі H5N1 в приміщеннях оцінюється як мінімальна. Інші змінні, такі як непряма взаємодія з дикими видами птахів та ефективність заходів біозахисту, відіграють більш важливу роль у впливі на динаміку поширення хвороби. Крім того, вірусна РНК була виявлена в зразках навколишнього середовища, таких як пилові тампони, що викликає занепокоєння щодо можливості повітряно-крапельної передачі через вдихання інфекційних частинок (Horn et al., 2012).

У той час як H5 підтипи AIV зазвичай неефективні для інфікування людей, оскільки вони не ефективно розмножуються у верхніх дихальних шляхах людини, вони зазвичай не сприяють передачі від людини до людини. Проте певні штами продемонстрували здатність долати видовий бар'єр і інфікувати людей, що призводить до спектру інфекцій, починаючи від легких грипоподібних симптомів до важких летальних випадків (Krammer & Schultz-Cherry, 2023; Scheibner et al., 2023). Цікаво, що HPAI H5N1 у жінок має здатність проникати через плацентарний бар'єр та інфікувати плід (Le et al., 2019).

Клінічні прояви грипу значно відрізняються залежно від характеристик вірусу (таких як вірулентність і підтип) і інфікованого суб'єкта (таких як вік, імунний статус і будь-які супутні інфекції). Наприклад, у працівників молочних ферм, інфікованих H5N1 від молочних корів, розвивався лише кон'юнктивіт. Слід зазначити, що діагноз великої рогатої худоби, інфікованої H5N1, був викликаний тим, що два коти померли після вживання сирого молока від інфікованих молочних корів з нетиповими ознаками та симптомами (Burrough et al., 2024; Niu et al., 2025).

Таким чином, можливість того, що деякі з вірусів НРАІ (наприклад, H5N1) можуть закріпитися в людських популяціях для ефективної передачі від людини до людини та потенційного сценарію пандемії, становить значний ризик для громадського здоров'я (Lu et al., 2023; Moratorio et al., 2024). Європейське агентство з безпеки харчових продуктів попередило про масштабну пандемію пташиного грипу, якщо вірус стане трансмісивним серед людей, враховуючи, що людська популяція не має імунітету проти вірусу А(H5N1), і колективний імунітет відсутній (Petersen et al., 2024).

Поточна пандемія SARS-CoV-2 затьмарила високий ризик, спричинений вірусами грипу тварин, але підкреслила роль дикої природи як резервуара пандемічних вірусів. Це стосується вірусів грипу тварин, які мають високий зоонозний ризик. Передача може відбуватися безпосередньо від тварин, зокрема домашньої птиці та свиней, до людей або через реасортантні віруси в хазяях із кількома варіантами вірусів. Щоб запобігти наступній пандемії, спричиненій вірусами тваринного грипу, потрібна висока пильність (Perricone et al., 2020; Gandhi et al., 2022; Abdelwhab & Mettenleiter, 2023).

Масштаби пандемії А(H5N1) серед диких і домашніх птахів є величезними, і поширення на ссавців викликає занепокоєння. Потенціал міжвидового стрибка і вірогідність нового штаму вірусу стати патогеном для людини, може призвести до пандемії, і цей процес необхідно ретельно контролювати. Враховуючи очевидний спільний ризик для домашніх тварин, дикої природи та потенціал пандемії для людей у всьому світі, необхідно терміново застосувати поняття «спільної вигоди», засноване на One Health, для підвищення готовності та досягнення ефективного контролю. Головне – знайти правильний баланс між наявною пандемією серед птахів і потенціалом пандемії для людей. Базуючись на захисті міжвидового імунітету, який може бути досягнутий лише шляхом масової вакцинації свійської птиці без будь-яких подальших коливань, а це справжнє випробування для відповідних міжнародних організацій (Swayne et al., 2014; Franklin, 2023; Islam et al., 2023; Oduoye et al., 2023; Venkatesan, 2023; Petersen et al., 2024).

НРАІ H5N1 здатний інфікувати як людей, так і тварин. Враховуючи спостережувані зміни в структурі вірусу протягом 2022–2023 років, рекомендується посилити нагляд за випадками передачі зоонозів між тваринами та людьми (Gandhi et al., 2022; Oduoye et al., 2023).

Висновки

1. Природним господарем вірусу пташиного грипу (AIV) є водоплавні птахи. Певні підтипи вірусу подолали видові бар'єри, спричинивши епізоотії у багатьох видів птахів і ссавців із випадковими зоонозними інфекціями у людей. Триваюче поширення високопатогенного пташиного грипу А(H5N1) становить значну та зростаючу загрозу громадському здоров'ю.

2. Звичайні види домашньої птиці, включаючи курей та індиків, не є природними господарями вірусів пташиного грипу. Вірус, як правило, не зможе підтримувати себе в популяції свійської птиці без втручання людини. Змішування видів птиці на фермі збільшує можливість генетичної взаємодії різних штамів вірусу та їх адаптації до нових видів тварин.

3. Роль диких птахів у виникненні вірулентного грипу А у свійської птиці та людей вивчена недостатньо. Вірулентні штами цих вірусів рідко виявляють у диких птахів, навіть у зв'язку зі спалахами серед домашньої птиці. Дослідники не заперечують можливість того, що спільний цикл більш ніж одного штаму грипу в організмі одного господаря, такому як

свиня або водоплавна птиця, може призвести до генетичних змін. Такі події можуть спричинити появу високопатогенних вірусних штамів із швидким проходженням і поширенням, особливо всередині пташників і між ними, і з високим ризиком «перехресного» зараження людей.

4. Програми контролю за вірулентними штамми вірусів пташиного грипу мають бути зосереджені на біозахисті популяцій домашньої птиці та захисті людей, які контактують із птицею.

5. Епідемічний нагляд за високопатогенним вірусом грипу птиці у ссавців залишається недостатнім через обмежені стратегії систематичного відбору проб та соціально-економічні бар'єри. У багатьох інфікованих вірусом грипу ссавців спостерігаються легкі або нетипові симптоми, що ускладнює виявлення тварин носіїв вірусу.

6. А(Н5N1) зараз не передається легко від людини до людини, але його здатність викликати важкі захворювання, високий рівень смертності, його здатність мутувати до більш вірулентних варіантів, постійна циркуляція серед домашньої птиці та диких птахів, а також постійні повідомлення про випадки захворювання людей викликають занепокоєння щодо потенціалу пандемії.

7. Деякі з вірусів НРАІ (наприклад, Н5N1) можуть закріпитися в людських популяціях для ефективної передачі від людини до людини та потенційного сценарію пандемії, що становить значний ризик для громадського здоров'я.

8. Для запобігання передачі між видами та від ссавців до ссавців необхідний постійний нагляд за вірусами високопатогенного пташиного грипу у домашніх тварин. Лабораторії відіграють вирішальну роль у діагностиці, розробці стратегій клінічного лікування та керуванні заходами контролю епідемії.

9. Вакцинація домашньої птиці може допомогти придушити локалізовані спалахи, але швидка еволюція вірусу А(Н5N1) та його постійна реінтродукція дикими птахами робить вакцинацію короткостроковим методом профілактики за відсутності універсальної вакцини. Якщо за спалаху грипу вибракування домашньої птиці було економічно життєздатним, то для інфікованої великої рогатої худоби це нездійсненне рішення.

10. Обмеження впливу та поширення пташиного грипу вимагатиме більш комплексних заходів «Єдиного здоров'я» для пом'якшення ризику адаптації та поширення з існуючих пташиних вірусів грипу на ссавців і людей, враховуючи концепцію спільних ризиків і переваг.

References

1. Abdelwhab, E.M., & Mettenleiter, T.C. (2023). Zoonotic Animal Influenza Virus and Potential Mixing Vessel Hosts. *Viruses*, 16, 15(4), 980. <https://doi.org/10.3390/v15040980/>.
2. Agüero, M., Monne, I., Sánchez, A., Zecchin, B., Fusaro, A., Ruano, M. J., Del Valle Arrojo, M., Fernández-Antonio, R., Souto, A. M., Tordable, P., Cañas, J., Bonfante, F., Giussani, E., Terregino, C., & Orejas, J. J. (2023). Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection in farmed minks, Spain, October 2022. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 28(3), 2300001. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.3.2300001>
3. Aznar, E., Casas, I., & González Praetorius, A. (2023). Influenza A(H5N1) detection in two asymptomatic poultry farm workers in Spain, September to October 2022: suspected environmental contamination. *Eurosurveillance*, 28(8), 23. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.es.2023.28.8.2300107>
4. Briand, F. X., Souchaud, F., Pierre, I., Beven, V., Hirchaud, E., Hérault, F., Planel, R., Rigau, A., Bernard-Stoecklin, S., Van der Werf, S., Lina, B., Gerbier, G., Etteradossi, N., Schmitz, A., Niqueux, E., & Grasland, B. (2023). Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Clade 2.3.4.4b Virus in Domestic Cat, France, 2022. *Emerging infectious diseases*, 29(8), 1696–1698. <https://doi.org/10.3201/eid2908.230188>

5. Burrough, E. R., Magstadt, D. R., Petersen, B., Timmermans, S. J., Gauger, P. C., Zhang, J., Siepker, C., Mainenti, M., Li, G., Thompson, A. C., Gorden, P. J., Plummer, P. J., & Main, R. (2024). Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Clade 2.3.4.4b Virus infection in domestic dairy cattle and cats, United States, 2024. *Emerging infectious diseases*, 30(7), 1335–1343. <https://doi.org/10.3201/eid3007.240508>
6. Chan, P. K. (2002). Outbreak of avian influenza A(H5N1) virus infection in Hong Kong in 1997. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 34(2), 58–64. <https://doi.org/10.1086/338820>
7. Charostad, J., Rezaei Zadeh Rukerd, M., Mahmoudvand, S., Bashash, D., Hashemi, S. M. A., Nakhaie, M., & Zandi, K. (2023). A comprehensive review of highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1: An imminent threat at doorstep. *Travel medicine and infectious disease*, 55, 102638. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2023.102638>
8. Chen H. (2009). H5N1 avian influenza in China. *Science in China. Series C, Life sciences*, 52(5), 419–427. <https://doi.org/10.1007/s11427-009-0068-6>
9. Chotpitayasunondh, T., Ungchusak, K., Hanshaoworakul, W., Chunsuthiwat, S., Sawanpanyalert, P., Kijphati, R., Lochindarat, S., Srisan, P., Suwan, P., Osotthanakorn, Y., Anantasetagoon, T., Kanjanawasri, S., Tanupattarachai, S., Weerakul, J., Chaiwirattana, R., Maneerattanaporn, M., Poolsavathitakool, R., Chokephaibulkit, K., Apisarnthanarak, A., & Dowell, S. F. (2005). Human disease from influenza A (H5N1), Thailand, 2004. *Emerging infectious diseases*, 11(2), 201–209. <https://doi.org/10.3201/eid1102.041061>
10. Cohen J. (2024). Worries about bird flu in U.S. cattle intensify. *Science (New York, N.Y.)*, 384(6691), 12–13. <https://doi.org/10.1126/science.adp6024>
11. de Vries, R. D., Herfst, S., & Richard, M. (2018). Avian Influenza A Virus Pandemic Preparedness and Vaccine Development. *Vaccines*, 6(3), 46. <https://doi.org/10.3390/vaccines6030046>
12. Dey, P., Ahuja, A., Panwar, J., Choudhary, P., Rani, S., Kaur, M., Sharma, A., Kaur, J., Yadav, A. K., Sood, V., Suresh Babu, A. R., Bhadada, S. K., Singh, G., & Barnwal, R. P. (2023). Immune Control of Avian Influenza Virus Infection and Its Vaccine Development. *Vaccines*, 11(3), 593. <https://doi.org/10.3390/vaccines11030593>
13. Domańska-Blicharz, K., Świętoń, E., Świątalska, A., Monne, I., Fusaro, A., Tarasiuk, K., Wyrostek, K., Styś-Fijoł, N., Giza, A., Pietruk, M., Zecchin, B., Pastori, A., Adaszek, Ł., Pomorska-Mól, M., Tomczyk, G., Terregino, C., & Winiarczyk, S. (2023). Outbreak of highly pathogenic avian influenza A(H5N1) clade 2.3.4.4b virus in cats, Poland, June to July 2023. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 28(31), 2300366. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.31.2300366>
14. Eisfeld, A. J., Biswas, A., Guan, L., Gu, C., Maemura, T., Trifkovic, S., Wang, T., Babujee, L., Dahn, R., Halfmann, P. J., Barnhardt, T., Neumann, G., Suzuki, Y., Thompson, A., Swinford, A. K., Dimitrov, K. M., Poulsen, K., & Kawaoka, Y. (2024). Pathogenicity and transmissibility of bovine H5N1 influenza virus. *Nature*, 633(8029), 426–432. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07766-6>
15. Fauci A. S. (2006). Emerging and re-emerging infectious diseases: influenza as a prototype of the host-pathogen balancing act. *Cell*, 124(4), 665–670. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.02.010>
16. Franklin S. I. (2023). Can One Health fight H5N1 avian influenza? *The Lancet. Planetary health*, 7(6), e442–e443. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00086-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00086-4)
17. Gandhi, L., Maisnam, D., Rathore, D., Chauhan, P., Bonagiri, A., & Venkataramana, M. (2022). Respiratory illness virus infections with special emphasis on COVID-19. *European journal of medical research*, 27(1), 236. <https://doi.org/10.1186/s40001-022-00874-x>
18. Goraya, M.U., Ali, L. and Younis, I. (2017). Innate immune responses against avian respiratory viruses. *Hosts and Viruses*, 4(5), 78-87. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.hv/2017/4.5.78.87>
19. Guan, Y., Poon, L. L., Cheung, C. Y., Ellis, T. M., Lim, W., Lipatov, A. S., Chan, K. H., Sturm-Ramirez, K. M., Cheung, C. L., Leung, Y. H., Yuen, K. Y., Webster, R. G., & Peiris, J. S. (2004). H5N1 influenza: a protean pandemic threat. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8156–8161. <https://doi.org/10.1073/pnas.0402443101>
20. Herold, S., Becker, C., Ridge, K. M., & Budinger, G. R. (2015). Influenza virus-induced lung injury: pathogenesis and implications for treatment. *The European respiratory journal*, 45(5), 1463–1478. <https://doi.org/10.1183/09031936.00186214>
21. Horm, S. V., Gutiérrez, R. A., Sorn, S., & Buchy, P. (2012). Environment: a potential source of animal and human infection with influenza A (H5N1) virus. *Influenza and other respiratory viruses*, 6(6), 442–448. <https://doi.org/10.1111/j.1750-2659.2012.00338.x>

22. Huang, P., Sun, L., Li, J., Wu, Q., Rezaei, N., Jiang, S., & Pan, C. (2023). Potential cross-species transmission of highly pathogenic avian influenza H5 subtype (HPAI H5) viruses to humans calls for the development of H5-specific and universal influenza vaccines. *Cell discovery*, 9(1), 58. <https://doi.org/10.1038/s41421-023-00571-x>
23. Islam, A., Munro, S., Hassan, M. M., Epstein, J. H., & Klaassen, M. (2023). The role of vaccination and environmental factors on outbreaks of high pathogenicity avian influenza H5N1 in Bangladesh. *One health (Amsterdam, Netherlands)*, 17, 100655. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100655>
24. James, J., Warren, C. J., De Silva, D., Lewis, T., Grace, K., Reid, S. M., Falchieri, M., Brown, I. H., & Banyard, A. C. (2023). The Role of Airborne Particles in the Epidemiology of Clade 2.3.4.4b H5N1 High Pathogenicity Avian Influenza Virus in Commercial Poultry Production Units. *Viruses*, 15(4), 1002. <https://doi.org/10.3390/v15041002>
25. Jang, S. G., Kim, Y. I., Casel, M. A. B., Choi, J. H., Gil, J. R., Rollon, R., Kim, E. H., Kim, S. M., Ji, H. Y., Park, D. B., Hwang, J., Ahn, J. W., Kim, M. H., Song, M. S., & Choi, Y. K. (2024). HA N193D substitution in the HPAI H5N1 virus alters receptor binding affinity and enhances virulence in mammalian hosts. *Emerging microbes & infections*, 13(1), 2302854. <https://doi.org/10.1080/22221751.2024.2302854>
26. Katz, J. M., Lim, W., Bridges, C. B., Rowe, T., Hu-Primmer, J., Lu, X., Abernathy, R. A., Clarke, M., Conn, L., Kwong, H., Lee, M., Au, G., Ho, Y. Y., Mak, K. H., Cox, N. J., & Fukuda, K. (1999). Antibody response in individuals infected with avian influenza A (H5N1) viruses and detection of anti-H5 antibody among household and social contacts. *The Journal of infectious diseases*, 180(6), 1763–1770. <https://doi.org/10.1086/315137>
27. Kozlov, M., & Mallapaty, S. (2024). Bird flu outbreak in US cows: why scientists are concerned. *Nature*, 628(8008), 484–485. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-01036-1>
28. Krammer, F., & Schultz-Cherry, S. (2023). We need to keep an eye on avian influenza. *Nature reviews. Immunology*, 23(5), 267–268. <https://doi.org/10.1038/s41577-023-00868-8>
29. Lai, S., Qin, Y., Cowling, B. J., Ren, X., Wardrop, N. A., Gilbert, M., Tsang, T. K., Wu, P., Feng, L., Jiang, H., Peng, Z., Zheng, J., Liao, Q., Li, S., Horby, P. W., Farrar, J. J., Gao, G. F., Tatem, A. J., & Yu, H. (2016). Global epidemiology of avian influenza A H5N1 virus infection in humans, 1997–2015: a systematic review of individual case data. *The Lancet. Infectious diseases*, 16(7), e108–e118. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00153-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00153-5)
30. Le, T. V., Phan, L. T., Ly, K. H. K., Nguyen, L. T., Nguyen, H. T., Ho, N. T. T., Trinh, T. X., & Tran Minh, N. N. (2019). Fatal avian influenza A(H5N1) infection in a 36-week pregnant woman survived by her newborn in Sóc Trăng Province, Vietnam, 2012. *Influenza and other respiratory viruses*, 13(3), 292–297. <https://doi.org/10.1111/irv.12614>
31. Liang Y. (2023). Pathogenicity and virulence of influenza. *Virulence*, 14(1), 2223057. <https://doi.org/10.1080/21505594.2023.2223057>
32. Lindh, E., Lounela, H., Ikonen, N., Kantala, T., Savolainen-Kopra, C., Kauppinen, A., Österlund, P., Kareinen, L., Katz, A., Nokireki, T., Jalava, J., London, L., Pitkäpaasi, M., Vuolle, J., Punto-Luoma, A. L., Kaarto, R., Voutilainen, L., Holopainen, R., Kalin-Mänttari, L., Laaksonen, T., ... & Salminen, M. (2023). Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection on multiple fur farms in the South and Central Ostrobothnia regions of Finland, July 2023. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 28(31), 2300400. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.31.2300400>
33. Lu, M., He, W. T., Pettersson, J. H., Baele, G., Shi, M., Holmes, E. C., He, N., & Su, S. (2023). Zoonotic risk assessment among farmed mammals. *Cell*, 186(9), 2040–2040.e1. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.04.002>
34. Ly H. (2024). Highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infection of companion animals. *Virulence*, 15(1), 2289780. <https://doi.org/10.1080/21505594.2023.2289780>
35. Ly H. (2024). Highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infections of dairy cattle and livestock handlers in the United States of America. *Virulence*, 15(1), 2343931. <https://doi.org/10.1080/21505594.2024.2343931>
36. Mehta, K., Goneau, L. W., Wong, J., L'Huillier, A. G., & Gubbay, J. B. (2018). Zoonotic Influenza and Human Health-Part 2: Clinical Features, Diagnosis, Treatment, and Prevention Strategies. *Current infectious disease reports*, 20(10), 38. <https://doi.org/10.1007/s11908-018-0643-8>

37. Moratorio, G., Kesavardhana, S., Lakdawala, S. S., Poon, L., Worobey, M., Nuzzo, J., & Su, S. (2024). H5N1 influenza: Urgent questions and directions. *Cell*, 187(17), 4546–4548. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.07.024>
38. Moreno, A., Bonfante, F., Bortolami, A., Cassaniti, I., Caruana, A., Cottini, V., Cereda, D., Farioli, M., Fusaro, A., Lavazza, A., Lecchini, P., Lelli, D., Maroni Ponti, A., Nassuato, C., Pastori, A., Rovida, F., Ruocco, L., Sordilli, M., Baldanti, F., & Terregino, C. (2023). Asymptomatic infection with clade 2.3.4.4b highly pathogenic avian influenza A(H5N1) in carnivore pets, Italy, April 2023. *Euro surveillance : bulletin European sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 28(35), 2300441. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.35.2300441>
39. Nicholls, J. M., Chan, R. W., Russell, R. J., Air, G. M., & Peiris, J. S. (2008). Evolving complexities of influenza virus and its receptors. *Trends in microbiology*, 16(4), 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2008.01.008>
40. Niu, Q., Jiang, Z., Wang, L., Ji X., Bae G., Qin Y., Lin L., Lai A., Chen Y., Veit M., & Su S. (2025). Prevention and control of avian influenza virus: Recent advances in diagnostic technologies and surveillance strategies. *Nature Communication*, 16, 3558. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-58882-4>
41. Oduoye, M. O., Akilimali, A., Nazir, A., Yusuf, H. A., Cakwira, H., Zubairu, A. Z., Biamba, C., Abdullahi, A. N., Farooq, A., Wajid, M. A., Banga, S., & Masimango, G. (2023). Highly pathogenic avian influenza (HPAI A H5N1) outbreak in Spain: its mitigation through the One Health approach – a short communication. *Annals of medicine and surgery* (2012), 85(4), 1352–1355. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000399>
42. Oguzie, J. U., Marushchak, L. V., Shittu, I., Lednicky, J. A., Miller, A. L., Hao, H., Nelson, M. I., & Gray, G. C. (2024). Avian Influenza A(H5N1) Virus among Dairy Cattle, Texas, USA. *Emerging infectious diseases*, 30(7), 1425–1429. <https://doi.org/10.3201/eid3007.240717>
43. Oldstone, M. B., Teijaro, J. R., Walsh, K. B., & Rosen, H. (2013). Dissecting influenza virus pathogenesis uncovers a novel chemical approach to combat the infection. *Virology*, 435(1), 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2012.09.039>
44. Pawestri, H. A., Eggink, D., Isfandari, S., Thanh, T. T., Rogier van Doorn, H., Setiawaty, V., & de Jong, M. D. (2020). Viral Factors Associated With the High Mortality Related to Human Infections With Clade 2.1 Influenza A/H5N1 Virus in Indonesia. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 70(6), 1139–1146. <https://doi.org/10.1093/cid/ciz328>
45. Peiris, J. S., de Jong, M. D., & Guan, Y. (2007). Avian influenza virus (H5N1): a threat to human health. *Clinical microbiology reviews*, 20(2), 243–267. <https://doi.org/10.1128/CMR.00037-06>
46. Perricone, C., Bartoloni, E., Bursi, R., Cafaro, G., Guidelli, G. M., Shoenfeld, Y., & Gerli, R. (2020). COVID-19 as part of the hyperferritinemic syndromes: the role of iron depletion therapy. *Immunologic research*, 68(4), 213–224. <https://doi.org/10.1007/s12026-020-09145-5>
47. Petersen, E., Memish, Z. A., Hui, D. S., Scagliarini, A., Simonsen, L., Simulundu, E., Bloodgood, J., Blumberg, L., Lee, S. S., & Zumla, A. (2024). Avian 'Bird' Flu - undue media panic or genuine concern for pandemic potential requiring global preparedness action?. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the International Society for Infectious Diseases*, 145, 107062. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2024.107062>
48. Plaza, P. I., Gamarra-Toledo, V., Rodríguez Euguá, J., Rosciano, N., & Lambertucci, S. A. (2024). Pacific and Atlantic sea lion mortality caused by highly pathogenic Avian Influenza A(H5N1) in South America. *Travel medicine and infectious disease*, 59, 102712. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2024.102712>
49. Puryear, W., Sawatzki, K., Hill, N., Foss, A., Stone, J. J., Doughty, L., Walk, D., Gilbert, K., Murray, M., Cox, E., Patel, P., Mertz, Z., Ellis, S., Taylor, J., Fauquier, D., Smith, A., DiGiovanni, R. A., Jr, van de Guchte, A., Gonzalez-Reiche, A. S., Khalil, Z., ... & Runstadler, J. (2023). Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Virus Outbreak in New England Seals, United States. *Emerging infectious diseases*, 29(4), 786–791. <https://doi.org/10.3201/eid2904.221538>

50. Scheibner, D., Salaheldin, A. H., Bagato, O., Zaack, L. M., Mostafa, A., Blohm, U., Müller, C., Eweas, A. F., Franzke, K., Karger, A., Schäfer, A., Gischke, M., Hoffmann, D., Lerolle, S., Li, X., Abd El-Hamid, H. S., Veits, J., Breithaupt, A., Boons, G. J., Matrosovich, M., ...& Abdelwhab, E. M. (2023). Phenotypic effects of mutations observed in the neuraminidase of human origin H5N1 influenza A viruses. *PLoS pathogens*, 19(2), e1011135. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1011135>
51. Shoham D. (2011). The modes of evolutionary emergence of primal and late pandemic influenza virus strains from viral reservoir in animals: an interdisciplinary analysis. *Influenza research and treatment*, 861792. <https://doi.org/10.1155/2011/861792>
52. Sillman, S. J., Drozd, M., Loy, D., & Harris, S. P. (2023). Naturally occurring highly pathogenic avian influenza virus H5N1 clade 2.3.4.4b infection in three domestic cats in North America during 2023. *Journal of comparative pathology*, 205, 17–23. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2023.07.001>
53. Swayne, D. E., Spackman, E., & Pantin-Jackwood, M. (2014). Success factors for avian influenza vaccine use in poultry and potential impact at the wild bird-agricultural interface. *EcoHealth*, 11(1), 94–108. <https://doi.org/10.1007/s10393-013-0861-3>
54. Tam J. S. (2002). Influenza A (H5N1) in Hong Kong: an overview. *Vaccine*, 20(2), 77–81. [https://doi.org/10.1016/s0264-410x\(02\)00137-8](https://doi.org/10.1016/s0264-410x(02)00137-8)
55. Taubenberger JK, Morens DM. (2010). Influenza: The Once and Future Pandemic. *Public Health Reports*, 125(3), 15-26. <https://doi.org/10.1177/00333549101250S305>
56. Ulloa, M., Fernández, A., Ariyama, N., Colom-Rivero, A., Rivera, C., Nuñez, P., Sanhueza, P., Johow, M., Araya, H., Torres, J. C., Gomez, P., Muñoz, G., Agüero, B., Alegría, R., Medina, R., Neira, V., & Sierra, E. (2023). Mass mortality event in South American sea lions (*Otaria flavescens*) correlated to highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1 outbreak in Chile. *The veterinary quarterly*, 43(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/01652176.2023.2265173>
57. Venkatesan P. (2023). Avian influenza spillover into mammals. *The Lancet. Microbe*, 4(7), e492. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(23\)00173-8](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(23)00173-8)
58. Verhagen, J. H., Fouchier, R. A. M., & Lewis, N. (2021). Highly Pathogenic Avian Influenza Viruses at the Wild-Domestic Bird Interface in Europe: Future Directions for Research and Surveillance. *Viruses*, 13(2), 212. <https://doi.org/10.3390/v13020212>
59. Wang, Z., Loh, L., Kedzierski, L., & Kedzierska, K. (2016). Avian Influenza Viruses, Inflammation, and CD8(+) T Cell Immunity. *Frontiers in immunology*, 7, 60. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2016.00060>
60. Wille, M., Atkinson, R., Barr, I. G., Burgoyne, C., Bond, A. L., Boyle, D., Christie, M., Dewar, M., Douglas, T., Fitzwater, T., Hassell, C., Jessop, R., Klaassen, H., Lavers, J. L., Leung, K. K., Ringma, J., Sutherland, D. R., & Klaassen, M. (2024). Long-Distance Avian Migrants Fail to Bring 2.3.4.4b HPAI H5N1 Into Australia for a Second Year in a Row. *Influenza and other respiratory viruses*, 18(4), e13281. <https://doi.org/10.1111/irv.13281>
61. Yu, H., Shu, Y., Hu, S., Zhang, H., Gao, Z., Chen, H., Dong, J., Xu, C., Zhang, Y., Xiang, N., Wang, M., Guo, Y., Cox, N., Lim, W., Li, D., Wang, Y., & Yang, W. (2006). The first confirmed human case of avian influenza A (H5N1) in Mainland China. *Lancet (London, England)*, 367(9504), 84. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67894-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67894-4)
62. Yuen, K. Y., Chan, P. K., Peiris, M., Tsang, D. N., Que, T. L., Shortridge, K. F., Cheung, P. T., To, W. K., Ho, E. T., Sung, R., & Cheng, A. F. (1998). Clinical features and rapid viral diagnosis of human disease associated with avian influenza A H5N1 virus. *Lancet (London, England)*, 351(9101), 467–471. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(98\)01182-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(98)01182-9)



2025. Номер 11, С 78 – 83

Отримано: 18.04.2025 Прийнято: 01.05.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.07

UDC: 636.8.09:615.015.32:616.9

EXPERIENCE OF USING HOMEOPATHIC REMEDY IN COMPLEX THERAPY OF VIRUS-BORDETELLIOSIS INFECTION IN FELINES

Y.V. Hlushchenko, R.V. Severin, A.M. Gontar, G.M. Shtager, B.S. Severyn

State Biotechnological, University Kharkiv, Ukraine

E-mail: raisa.severin2018@gmail.com

Annotation. The article presents the results of the use of a homeopathic remedy in a complex treatment regimen for feline bordetella virus infection. As a result of the associative combination of respiratory virus and bordetella in cats, symptoms develop, which are characterized by the manifestation of a complicated respiratory symptom complex, which prompts veterinary specialists to use effective therapeutic agents. The aim of the work was to analyze the effectiveness of a comprehensive therapeutic regimen for the treatment of bordetella virus infection in cats using a homeopathic remedy. Research on associated respiratory infections in cats was carried out in the conditions of the private veterinary clinic "Animal" in Dnipro during 2024. The diagnosis of viral respiratory infections was confirmed by standard rapid immunochromatographic tests. Bordetellosis was confirmed bacteriologically by examining oropharyngeal swabs and transnasal wash samples using standard methods. The main medium for the isolation of *B. bronchiseptica* was Regan-Lowe medium (coal-blood agar). During 2024, bordetellosis among cats aged 6 months to 3 years was recorded with infectious rhinotracheitis and calicivirus infection at a rate of 31,8% and 27,5%, respectively. Mixed infection of bordetellosis and panleukopenia was also detected – 16,5%. Associations of bordetella together with other bacterial factors were recorded at a rate of 24,2%. For treatment, experimental groups of sick cats aged 12-18 months were formed according to similar clinical signs of respiratory disorders. The animals were treated with basic therapeutic regimens, one of which used the homeopathic drug "Engistol". It was found that the treatment of sick cats without the use of a homeopathic preparation lasted 14-18 days, as some developed complications in the form of bronchopneumonia. After the end of treatment, the recurrence rate of other viral diseases was 22,0%. When using a treatment regimen that included the homeopathic drug "Engistol", the duration of treatment in cats was reduced by 5-8 days. Repeated diseases in animals of this group with other infections did not occur.

Key words: *small animals, epizootological monitoring, respiratory bacterial diseases, treatment.*

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ГОМЕОПАТИЧНИХ ЗАСОБІВ У КОМПЛЕКСНІЙ ТЕРАПІЇ ВІРУС-БОРДЕТЕЛІОЗНОЇ ІНФЕКЦІЇ КОТІВ

Я.В. Глущенко, Р.В. Северин, А.М. Гонтарь, Г.М. Штагер, Б.С. Северин

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: raisa.severin2018@gmail.com

Анотація. Представлені результати застосування гомеопатичного засобу у комплексній схемі лікування вірус-бордетеліозної інфекції котів. У результаті асоціативного поєднання респіраторного вірусу і бордетели у котів розвивається захворювання, яка характеризується ускладненим респіраторним симптомокомплексом, що спонукає ветеринарних фахівців до пошуку ефективних лікувальних засобів. Метою роботи було проведення аналізу щодо ефективності комплексної терапевтичної схеми лікування вірус-бордетеліозної інфекції у котів з використанням гомеопатичного засобу. Дослідження щодо асоційованих респіраторних інфекцій котів здійснювали в умовах приватної ветеринарної клініки «Animal» м. Дніпро впродовж 2024 р. Діагноз на вірусні респіраторні інфекції підтверджували стандартними експрес-тестами на основі імунохроматорграфії. Бордетеліоз підтверджували бактеріологічним методом шляхом дослідження ротоглоткових мазків та зразків трансназальних змивів за стандартною методикою. Для виділення *B. bronchiseptica* використовували середовище *Regan-Lowe* (вугільно-кров'яний агар). Упродовж 2024 р. бордетеліоз серед котів віком від 6 міс. до 3-х р. реєструвався в асоціації з інфекційним ринотрахеїтом та каліцивірусною інфекцією на рівні 31,8 % та 27,5 % відповідно. Також виявляли змішану інфекцію бордетеліозу та панлейкопенії, відносна кількість випадків яких становила 16,5 %. Асоціації бордетел з іншими бактерійними чинниками було встановлено у 24,2 % захворювань. Для лікування дослідні групи хворих котів віком 12-18 міс. формували за аналогічними клінічними ознаками прояву респіраторних розладів. Тварин лікували згідно базовим терапевтичним схемам, в одній з яких використовували гомеопатичний препарат «*Engistol*». Встановлено, що лікування хворих котів без застосування гомеопатичного препарату тривало 14-18 днів, у деяких тварин хвороба ускладнювалась бронхопневмонією. Після закінчення лікування повторна захворюваність котів на інші вірусні хвороби склала 22,0 %. При застосуванні лікувальної схеми, до складу якої включали гомеопатичний препарат «*Engistol*», тривалість лікування котів скорочувалася на 5-8 днів. Повторні захворювання у тварин цієї групи на інші інфекції не проявлялися.

Ключові слова: дрібні тварини, епізоотологічний моніторинг, респіраторні бактерійні захворювання, лікування.

Вступ. *Актуальність теми.* Серед інфекційних захворювань котів значну частку займають респіраторні інфекційні захворювання, основними патогенами яких є герпесвіруси, каліцивіруси, мікоплазми, хламідії (Helps et al., 2005; Singleton et al., 2017; Vekšins, 2022). Нерідко вірусні респіраторні патології розвиваються в результаті патогенної асоційованої дії разом з бактерійними мікроорганізмами, такими, як бордетели (Maggs, 2005; Gaskell et al., 2007; Dmytryshyn & Stefanyk, 2019). Патогенні мікроорганізми із роду *Bordetella* належать до родини *Brucellaceae* (Cattelan Arnold et al., 2015; Kadlec & Schwarz, 2018). У результаті асоціативного поєднання респіраторного вірусу і бордетели у котів розвивається складна інфекція, яка характеризується ускладненим респіраторним симптомокомплексом, який на початкових стадіях проявляється швидкою гіпертермією, рясними ринітами, кон'юнктивітами, катаральним запаленням верхніх дихальних шляхів (Arnold et al., 2022). Нерідко такий стан обтяжується розвитком бронхопневмоній. Вірус-бордетеліозні інфекції мають широке поширення, особливо у місцях скупченого утримання

тварин. Через кашель, як провідної ознаки клінічної респіраторної патології, відбувається поширення інфекційних патогенів та обмінення об'єктів, що сприяє постійній їх циркуляції у зовнішньому середовищі (Henderson et al., 2004; Galatyuk et al., 2016). Зважаючи на складність та тяжкість перебігу інфекційного респіраторного синдрому у котів для ветеринарних фахівців актуальним питанням є пошук ефективних терапевтичних засобів. Тому, вчасна діагностика та ефективне лікування котів, хворих на вірус-бордетеліозні інфекції сприяє поліпшенню епізоотичної ситуації щодо поширення респіраторних інфекцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У лікуванні моно- та асоційованих вірус-бордетеліозних інфекцій у котів ветеринарні фахівці намагаються застосовувати в комплексній терапії засоби, які впливають на різні сторони патогенезу захворювання (Pedersen et al., 2004; Helps et al., 2005). З урахуванням вірусного чинника успішно застосовуються підтримуючі та імуностимулюючі препарати (Yin et al., 2019; Hlushchenko et al., 2024). З метою подолання бактерійного патогену, такого як бордетела, ефективним є застосування протимікробних препаратів з обов'язковим визначенням до них чутливості збудника (Кореспу et al., 2020; Tabatabaei & Rohani, 2022). Ринок фармакологічних препаратів представлений широким спектром різних біологічно активних добавок тваринного походження. Вони впливають на стан резистентності і імунологічний статус організму тварин (Larrin et al., 2017). Monteiro & Lepenies, (2017), Hlushchenko et al. (2024) повідомляють про застосування препаратів на основі рослинної сировини, які за рахунок фітонцидів та вмісту вітаміну С сприяють підвищенню імунорезистентності організму котів. Складність використання таких препаратів пов'язана з тим, що залежно від прояву та зміни симптомів хвороби потрібно постійно варіювати комбінаціями лікарських засобів. Стандартні патогенетичні лікувальні засоби відрізняються від гомеопатичних препаратів тим, що за їх передозування відбувається пригнічення нервових центрів, які припиняють діяльність захисних механізмів, і хвороба тільки посилюється (Monteiro & Lepenies, 2017; Rodriguez & Berline, 2023). Вітчизняні дослідники інформують про застосування гомеопатичних препаратів для лікування асоційованих хронічних респіраторних інфекцій у котів. Терапевтичну ефективність показало застосування препарату «Траумель», як засобу біорегуляційної терапії та активації противірусного захисту у вигляді спільних ін'єкцій з препаратом «Мукоза композитум» один раз через три дні впродовж від одного місяця і більше залежно від стану тварини (Hlushchenko et al., 2024). Отже, застосування гомеопатії для лікування інфекційних хвороб тварин може бути перспективним напрямком при комплексному застосуванні традиційних лікувальних засобів.

Мета роботи. Визначити ефективність комплексної терапевтичної схеми лікування вірус-бордетеліозної інфекції у котів з використанням гомеопатичного засобу.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень були реєстраційні дані щодо захворювання котів з ознаками респіраторної патології, яких лікували у двох ветеринарних клініках м. Дніпро впродовж 2024 р. При встановленні діагнозу на вірусні інфекції застосовували комплексний метод діагностики, який включав епізоотологічний моніторинг, клінічні дослідження стану хворих котів та результати лабораторних досліджень. В умовах міні-лабораторій при ветеринарних приватних лікарнях заключний діагноз на вірусні респіраторні інфекції підтверджували у швидких імуно-хроматографічних тестах (FHV Ag) виробництва ASAN PHARM (Китай) або ZRbio (Китай). Тести забезпечували на 95 % точність та специфічність. Для виявлення специфічних антитіл застосовували метод серологічної (ретроспективної) діагностики імуно-ферментного аналізу з використанням безприладної тест-системи Immuno Comb Feline Vacci Check виробництва компанії Biogal, Ізраїль. Бордетеліоз підтверджували бактеріологічним методом з дослідженням ротоглоткових мазків та зразків трансназальних змивів. Основним середовищем для виділення *B. bronchiseptica* був вугільно-кров'яний агар (середовище Regan-Lowe). Як інгібітор, який пригнічує ріст супутньої мікрофлори респіраторних шляхів використовували *цефалексин*. Для лікування асоційованої вірус-бордетеліозної інфекції

котів застосовували дві терапевтичні схеми. З цією метою за принципом пар-аналогів було сформовано 2 дослідні групи котів (n=9) віком 12-18 міс. Тваринам першої групи (№ 1) застосовували стандартну схему лікування, яку прийнято у клініці. У терапевтичній базовій схемі лікування котів з ознаками гострих респіраторних розладів використовували антибактерійний препарат «Цефтріаксон» (ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ», Україна), стимулятор обміну речовин «Фос-Бевіт» (ПрАТ «ВНП «Бровафарма», Україна), краплі для носа «Дивопрайд» (ТОВ «Дивопрайд», Україна), антиоксидант «Трифузол Нео» (ПрАТ «ВНП «Бровафарма», Україна). Тваринам другої групи (№ 2) застосовували удосконалену терапевтичну схему з використанням гомеопатичного засобу «Енгістол» («Heel Vet», Німеччина).

Результати досліджень та їх обговорення. На початку досліджень було проведення епізоотологічного моніторингу щодо поширення асоційованих вірус-бордетеліозних інфекцій котів впродовж 2024 р. на території м. Дніпро Його результати наведено у табл. 1.

Таблиця 1.

**Поширення вірус-бордетеліозних асоціацій у котів в зоні діяльності
ветеринарної клініки м. Дніпро впродовж 2024 р.**

№ з/п	Асоціації збудників	Відносна кількість, %
1	Інфекційний ринотрахеїт+бордетеліоз	31,8
2	Каліцивіроз+бордетеліоз	27,5
3	Панлейкопенія+бордетеліоз	16,5
4	Інші асоціації	24,2
5	Разом	100

Отримані результати дозволили нам зробити висновок про те, що серед котів віком 6 міс. - 3 р. бордетеліоз в основному реєструвався з інфекційним ринотрахеїтом та каліцивірусною інфекцією, що склало 31,8 % та 27,5 % відповідно. Дещо менше бордетеліоз проявлявся разом з панлейкопенією. Рівень їх реєстрацій відзначався в кількості 16,5 %. Асоціації бордетел разом з іншими бактерійними чинниками реєстрували на рівні 24,2 %. Отримані нами результати узгоджуються з інформацією інших дослідників щодо ступеня поширення респіраторних вірус-бактерійних захворювань котів, особливо за активної участі бордетел в зазначених асоціаціях (Helps et al., 2005; Singleton et al., 2017). Для лікування таких захворювань було сформовано дослідні групи котів з клінічними ознаками прояву респіраторних розладів. Тваринам групи № 1 застосовували базову схему лікування клініки, тваринам групи № 2 застосовували схему з використанням гомеопатичного препарату «Енгістол». Базова схема лікування складалася з препаратів, які полегшували тяжкість прояву клінічних симптомів, діяли на додаткову вторинну бактерійну мікрофлору, стимулювали антивірусну імунну відповідь. Структура запроваджених схем лікування котів, хворих на інфекційні респіраторні хвороби, наведена у табл. 2.

Таблиця 2.

**Складові компоненти комплексних схем лікування котів за вірус-
бордетеліозної інфекції**

Група №1 (n=9)	Група №2 (n=9)
Цефтріаксон внутрішньом'язово з розрахунку 20 мг на 1 кг маси тіла 1 раз на добу впродовж 5 днів	
Фос-Бевіт внутрішньом'язово з розрахунку 1,0 см ³ на 5 кг маси тіла 1 раз на добу впродовж 5 днів	
Трифузол-Нео підшкірно по 1 см ³ раз на добу впродовж 7 діб	
Краплі для носа і рота «Дивопрайд» закапувати у кон'юнктивальний мішок та у ніздрі по 2-3 краплі 4-6 раз на добу протягом 10-14 днів	
Анфлурон внутрішньом'язово з розрахунку 1 см ³ на гол.	
-	Енгістол внутрішньом'язово 1см ³ на гол впродовж 10 днів

Для оцінки ефективності лікувальних схем, які відрізнялися за наявністю гомеопатичного препарату «Енгістол», проводили облік клінічних проявів респіраторних інфекцій. При цьому звертали увагу та відзначали терміни припинення прояву клінічних ознак, тривалість лікування та повторні захворювання котів іншими респіраторними інфекціями. Було відмічено, що у тварин дослідної групи № 2 одужання наставало швидше, що підтверджувалося зниженням і нормалізацією температури тіла на 2-3-тю добу, у той час, коли у тварин групи № 1 висока температура тіла трималася впродовж 4-5 діб. Також у тварин групи № 2 на 4-6 день відмічали припинення ознак сльозотечі та ринітів. У тварин групи № 1 риніти з кон'юнктивітами тривали 7-8 днів. Тривалість лікування тварин групи № 2 складала 9-10 діб за умови продовження введення препарату «Енгістол» та відсутності ускладнень у хворих котів у формі бронхопневмоній. У подальшому тварин виписували, але продовжували контролювати. Лікування хворих котів групи № 1 тривало 14-18 днів, у зв'язку з тим, що у деяких тварин були ускладнення у вигляді бронхопневмоній. Після закінчення лікування дві тварини захворіли на інші вірусні інфекції. Повторна захворюваність складала 22,0 %. Таким чином, застосована комплексна схема лікування з використанням гомеопатичного препарату сприяла більш швидкому одужанню хворих тварин, скороченню термінів лікування та забезпечувала несприйнятливості до повторних заражень іншими патогенами. На думку Lappin et al. (2017), Кореспу et al. (2020), Hlushchenko et al. (2024) лікувальні схеми вірус-бактерійних інфекцій у тварин повинні бути комплексними з використанням широких категорій засобів підтримуючої терапії, противірусних засобів і додаткової терапії, в тому числі і гомеопатичних. Звісно, що на результативність лікування впливатимуть факти вчасного звернення власників котів за ветеринарною допомогою та клінічний стан хворої тварини на момент звернення. Для досягнення максимальної ефективності терапевтичного втручання важливу роль відіграють питання ранньої діагностики та використання науково-обґрунтованої лікувальної схеми.

Висновки.

1. Встановлено, що у м. Дніпро бордетеліоз котів проявляється в асоціації з інфекційним ринотаксїтом в кількості 31,8 % та у асоціації з каліцивірусною інфекцією в кількості 27,5 % випадків.
2. При застосуванні гомеопатичного препарату «Енгістол» у комплексній терапевтичній схемі лікування вірус-бордетеліозної інфекції у котів відзначено скорочення тривалості захворювання на 5-8 днів.
3. Застосування гомеопатичного препарату «Енгістол» свійським котам забезпечило несприйнятливості до повторного захворювання вірус-бактерійними інфекціями.

References

1. 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>
2. Cattelan, N., Dubey, P., Arnal, L., Yantorno, O. M. & Deora, R. (2015). Bordetella biofilms: a lifestyle leading to persistent infections. *Pathogens and Disease*, 74(1), 108-112. <https://doi.org/10.1093/femspd/ftv108>.
3. Dmytryshyn, O., & Stefanyk, V. (2019). Influence of some etiological factors on development of gynecological pathology and infertility of cats. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (94), 66-73. <http://dx.doi.org/10.32718/nvlvet9412>
4. Galatyuk, O. Y., Peredera, O. O., Lavrinenko, I. V., & Zhemosik, I. A. (2016). Infekcijnі xvoroby kotiv. Navchalnyj posibnyk. Zhytomyr, "Polissya" [In Ukrainian]
5. Gaskell, R., Dawson, S., Radford, A., & Thiry, E. (2007). Feline herpesvirus. *Veterinary Research*, 38 (2), 337-54. <https://doi.org/10.1051/vetres:2006063>

6. 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, Chlamydomphila 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>
7. Henderson, S. M., Bradley, K., Day, M. J., Tasker, S., Caney, S. M., Hotston Moore, A., & Gruffydd-Jones, T. J. (2004). Investigation of nasal disease in the cat retrospective study of 77 cases. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 6 (4), 245–257. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2003.08.005>
8. Hlushchenko, Y., Hontar, A., Severyn, R., Symonenko S., & Shtager, H. (2024). Effectiveness comparison of treatment of feline associated Bordetella bronchiseptica infection with the immunostimulants. *One Health Journal*, 2(IV), 13–19. <https://doi.org/10.31073/onehealthjournal2024-IV-02> [In Ukrainian]
9. Kadlec, K., & Schwarz, S. (2018). Antimicrobial Resistance in *Bordetella bronchiseptica*. *Microbiology Spectrum*, 6, 111. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0024-2017>
10. 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>
11. Lappin, M.R., Blondeau, J., Boothe, D., Breitschwerdt, E. B., Guardabassi, L., Lloyd, D. H., Papich, M.G., Rankin, S. C., Sykes, J. E., Turnidge, J., & Weese, J. S. (2017). Antimicrobial use guidelines for treatment of respiratory tract disease in dogs and cats: Antimicrobial Guidelines Working Group of the International Society for Companion Animal Infectious Diseases. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31, 279–294. <https://doi.org/10.1111/jvim.14627>
12. 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>
13. Monteiro, J. T., & Lepenies, B. (2017). Myeloid C-Type lectin receptors in viral recognition and antiviral immunity. *Viruses*, 9 (3), 59. <https://doi.org/10.3390/v9030059>
14. Moore, J. E., Rendall, J. C., & Millar, B. C. (2022). A doggy tale: Risk of zoonotic infection with Bordetella bronchiseptica for cystic fibrosis (CF) patients from live licenced bacterial veterinary vaccines for cats and dogs. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 47(2), 139–145. <https://doi.org/10.1111/jcpt.13492>
15. Pedersen, N. C., Sato, R., Foley, J. E., & Poland, A. M. (2004). Common virus infections in cats, before and after being placed in shelters, with emphasis on feline enteric coronavirus. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 6 (2), 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2003.08.008>
16. Rodriguez, L., & Berliner, E.A. (2023). Outbreak management of multidrug-resistant Bordetella bronchiseptica in 16 shelter-housed cats. *Journal of Feline Medicine & Surgery*, 25(2), 109. <https://doi.org/10.1177/1098612X231153051>
17. Singleton, D.A., Sánchez-Vizcaíno, F., Dawson, S., Jones, P.H., Noble, P.J.M., Pinchbeck, G.L., Williams, N.J., & Radford, A.D. (2017). Patterns of antimicrobial agent prescription in a sentinel population of canine and feline veterinary practices in the United Kingdom. *Veterinary Journal*, 224, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.03.010>
18. 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>
19. 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>
20. Yin, M., Zhang, Y., & Li, H. (2019). Advances in Research on Immunoregulation of Macrophages by Plant Polysaccharides. *Frontiers in Immunology*, 10, 145. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00145>



2025. Номер 11, С 84 – 91

Отримано: 05.02.2025 Прийнято: 01.03.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.08

UDC 619:611.018:618:636.2

MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF COWS IN GYNECOLOGICAL PATHOLOGY

G.P. Hryshchuk, S.V. Huralska, O.V. Pinskyi, Y.V. Kovalchuk, S.S. Zaika

Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

E-mail: vetgenna@ukr.net

Annotation. To date, the problem of infertility in cattle remains one of the most relevant into livestock. In this scientific work showing morphofunctional and histological peculiarities that accompanying infertility in cows. Research were carried out to determine the body condition of infertile cows with symptomatic infertility, based on morphological and histological studies of the internal genital organs. The material of the study was the uterus, fallopian tubes and ovaries of Ukrainian Black-and-White cows. For the analysis we used standard methods of tissue fixation and histological sections. The results showed that symptomatic infertility of cows occurs as a result of hypotension and subinvolution of the uterus, inflammatory processes in the fallopian tubes and ovaries, ovarian hypofunction and luteolysis disorders. Established that uterine hypotension complicates involutional processes, causing structural changes in the uterine horns. Morphometric analysis of the fallopian tubes found a connection between pathological changes in their structure and infertility. Histological research showed hypertrophy of the folds and hyperplasia of the mucosal epithelial cells, while in some parts epithelium was missing. Follicular atresia and folliculogenesis disorders were detected in the ovaries, which confirms the existence of hypofunction and explains the emergence of infertility. Overall research reresults reveal the importance of timely diagnosis and treatment of pathologies of the reproductive system, which are one of the main causes of infertility in cattle. Histological changes, in the form degeneration and desquamation of epithelium, are the key factors that determine the development of these pathological conditions. They have an important meaning in the formation of skills to the treatment and prevention of this pathology.

Key words: *cattle, infertility, pathomorphological changes, uterine subinvolution and hypotonia, endometrium.*

МОРФОЛОГІЧНІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗМІНИ РЕПРОДУКТИВНОЇ СИСТЕМИ КОРІВ ПРИ ГІНЕКОЛОГІЧНІЙ ПАТОЛОГІЇ

Г.П. Грищук, С.В. Гуральська, О.В. Пінський, Ю.В. Ковальчук, С.С. Заїка

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

E-mail: vetgenna@ukr.net

Анотація. На сьогоднішній день проблема неплідності у великої рогатої худоби залишається однією з найбільш актуальних в тваринництві. В роботі висвітлено морфофункціональні особливості, що супроводжують неплідність у корів. Дослідження проводили з метою визначення стану організму неплідних корів із симптоматичною неплідністю, базуючись на морфологічних дослідженнях внутрішніх статевих органів. Матеріалом дослідження слугували матка, маткові труби та яєчники корів української чорно-рябої породи. Для аналізу застосовували стандартні методики хімічної фіксації органів і виготовлення гістологічних препаратів. Результати дослідження засвідчили, що симптоматична неплідність корів виникає внаслідок гіпотонії та субінволюції матки, запальних процесів у маткових трубах і яєчниках, гіпофункції яєчників і порушення лютеолізу. Встановлено, що гіпотонія матки ускладнює інволюційні процеси, викликаючи структурні зміни рогів матки. Морфометричний аналіз маткових труб виявив зв'язок між патологічними змінами їх структури та виникненням неплідності. Гістологічне дослідження продемонструвало гіпертрофію складок і гіперплазію епітеліоцитів слизової оболонки і відсутність її епітелію. В яєчниках виявлено атрезію фолікулів і порушення фолікулогенезу, що підтверджує наявність гіпофункції і пояснює виникнення неплідності. Загальні результати дослідження підкреслюють важливість своєчасного діагностування і лікування патологій репродуктивної системи, які є однією з основних причин неплідності великої рогатої худоби. Гістологічні зміни у вигляді дегенерації і десквамації епітелію є ключовими чинниками, які зумовлюють розвиток цих патологічних станів. Вони відіграють важливу роль у формуванні підходів до лікування та профілактики зазначеної патології.

Ключові слова: велика рогата худоба, неплідність, патоморфологічні зміни, субінволюція та гіпотонія матки, ендометрій.

Вступ. *Актуальність теми.* На сьогодні існує велика кількість наукових робіт, які висвітлюють питання поширеності неплідності у великої рогатої худоби. За даними дослідників частота цього показнику в корів коливається у межах від 20 до 90 % (Zhelavskiy et al., 2020; Yevtukh et al., 2022; Sklyarov et al., 2023). Доведено, що неплідність переважно обумовлена умовами годівлі, утримання й експлуатації, а також індивідуальними та віковими особливостями тварин (Bondarenko & Velykodna, 2020; Kraievskiy et al., 2020; Gryshchuk & Gural'ska, 2022).

Післяотельний період є ключовим етапом, коли відбуваються складні фізіологічні процеси, що впливають на стан внутрішніх статевих органів. Певні фактори, такі як стан утримання та годівлі в останній місяць тільності та після отелення можуть спричинити патологічні зміни, які часто проявляються у вигляді запальних процесів ендометрію. Своєчасна діагностика таких станів є вкрай важливою. Часто основними причинами неплідності є функціональні розлади матки й яєчників, які мають субклінічний характер і можуть залишатися непоміченими (Saqib et al., 2018; Singh et al., 2019; Bors & Bors, 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Репродуктивна система самок виконує важливі функції, пов'язані з розвитком плода, підтриманням ендокринного балансу та загальним станом організму. Морфологія та фізіологія яєчників і матки були предметом багатьох досліджень (Kot et al., 2018; Groppetti et al., 2019; Roshka et al., 2019). Доведено, що структури яєчників відіграють ключову роль у виконанні ендокринної функції шляхом

вироблення естрогену та прогестерону, які регулюють фази статевого циклу та підтримують тільність (Pelyh & Fedorenko, 2019; de Lima, 2020).

Kalinovsky & Zaremblyuk (2014), Katsaraba et al. (2016), Gobikrushanth et al. (2016) наголошують, що фізіологічний стан шийки матки, її розташування, прохідність каналу та ступінь набряку складок є визначальними чинниками для успішного процесу осіменіння. Патологічні зміни, зокрема гіперплазія, значно ускладнюють цей процес і можуть стати причиною неплідності.

Доведено, що процеси запалення в яєчниках, маткових трубах та матці є основними чинниками симптоматичної неплідності у корів (Fedorenko & Kuraksina, 2021). Незалежно від локалізації запалення в статевих органах, ці процеси провокують суттєві патологічні зміни, особливо в ендометрії (Bondarenko et al., 2019; Yevtukh et al., 2022). Результати досліджень підтверджують необхідність подальшого вивчення патогенезу неплідності, що дозволить розробити ефективні методи її профілактики та лікування.

Мета дослідження. Оцінити стан організму корів за симптоматичної форми неплідності на підставі морфологічного аналізу внутрішніх репродуктивних органів.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на коровах української чорно-рябої породи, використовуючи морфологічні методи досліджень. Для гістологічного дослідження зразки, відібрані з матки, маткових труб та яєчників, фіксували у 10%-му водному розчині нейтрального формаліну. Після фіксації зразки промивали, зневоднювали та заливали у парафін. Із парафінових блоків на санному мікроскопі МС-2 виготовляли гістологічні зрізи (Huralaska, 2024).

Для дослідження структури клітин і тканин зрізи фарбували гематоксиліном Ерліха та еозином, отримуючи оглядові препарати. Мікрофотографування виконували за допомогою цифрової камери, інтегрованої в мікроскоп *Primo Star* (Carl Zeiss, Німеччина), з подальшим передаванням даних на персональний комп'ютер для аналізу.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами досліджень встановлено, що післяотельний період часто супроводжується гіпотонією матки, яка є основним фактором, який уповільнює процеси інволюції (рис. 1). Унаслідок цього роги матки набували потовщення та гіпотонічності, що призводило до затримки або припинення виділення лохій. Наявність жовтого тіла відмічали в одному з яєчників, інший ставав меншим та ущільненим, і не демонстрував ознак фолікулогенезу. Це може свідчити про порушення нормальної функції яєчників, що відображалось на їх структурі та здатності до розвитку фолікулів.

У досліджених тварин шийка матки мала характерні ознаки набряку, була збільшеною, формувала три великих циркулярних складки. Велика зовнішня складка помітно виступала, в той час, як на внутрішній відмічали набряк радіальних складок. Ці патологічні зміни у неплідних корів спричиняли закриття зовнішнього отвору шийки матки (рис. 2).

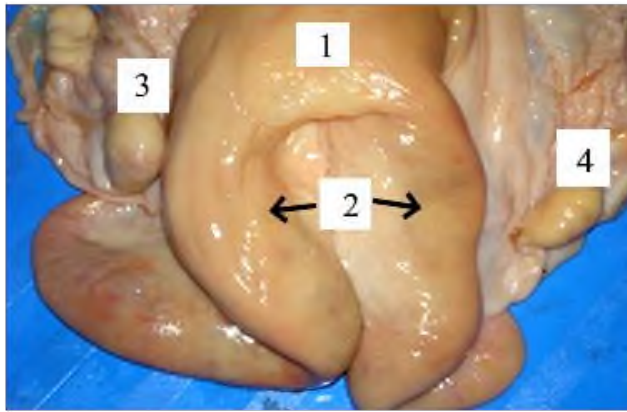


Рис. 1. Матка неплідної корови при субінволюції на 35-ту добу після отелення: 1 – тіло матки; 2 – роги матки; 3 – лівий яєчник; 4 – правий яєчник.

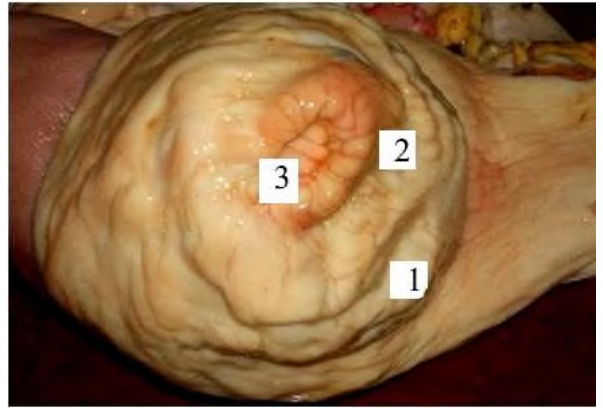


Рис. 2. Шийка матки неплідної корови при субінволюції на 35-ту добу після отелення: 1 – зовнішній контур шийки матки; 2 – середній відрізок шийки матки; 3 – центральна ділянка шийки матки.

При розтині рогів матки за її субінволюції в слизовій оболонці виявляли ознаки набряку, а сама порожнина була заповнена густим та в'язким блідо-коричневим слизом. За цього відмічали збільшення плацентомів, які набували сіро-жовтого забарвлення (рис. 3).

У результаті обстеження 75 вибракуваних та забитих корів було встановлено сальпінгіт у п'яти тварин. З них в однієї корови окрім сальпінгіту відмічали запалення широкої маткової зв'язки, в трьох – адгезивний оофорит. При патологоанатомічному дослідженні спостерігали наявність широкої плівки та фібринових ниток, які з'єднували яєчник з його власною зв'язкою та матковими трубами. Яєчники набували серцеподібної форми, а на їхній поверхні виділялися товстостінні кісти, що з'єднувалися із широкими сполучнотканинними складками (рис. 4).

На 35-й день після отелу при субінволюції матки в ділянці згинання та переходу в саме тіло матки її роги формували широкі, чіткі поздовжні складки. Також відмічали збереження жовтого тіла у правому яєчнику, воно було розміром до 2 см та мало помаранчевий колір, у той час як у лівому – лише залишки жовтого тіла. На його поверхні були помітні дрібні фолікули, сам лівий яєчник був видовженої форми та мав щільну консистенцію (рис. 5).

Шийка матки набувала кільцеподібної форми. Зовнішня корона шийки містила до 40 великих, радіальних дещо набряклих складок висотою до 6 см. Внутрішня корона містила вдвічі менше складок; деякі з яких мали кубічну, циліндричну або овальну форму. Просвіт шийки матки діаметром 3 см закривали три великі пірамідальні складки (рис. 6).

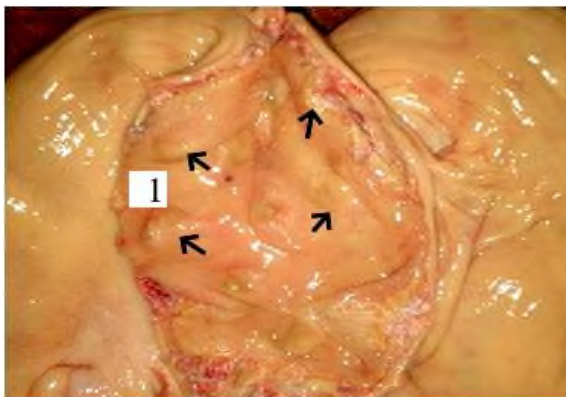


Рис. 3. Слизова оболонка рогів матки неплідної корови при субінволюції: 1 – складки слизової оболонки; стрілки – плацентами.

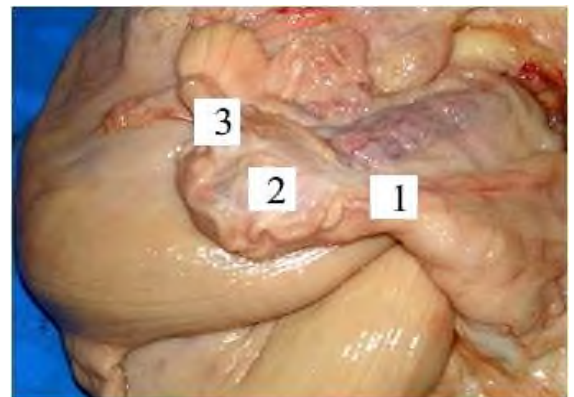


Рис. 4. Хронічний сальпінгіт у поєднанні з гіпотонією матки у неплідної корови: 1 – маткова труба; 2 – яєчник; 3 – кіста.

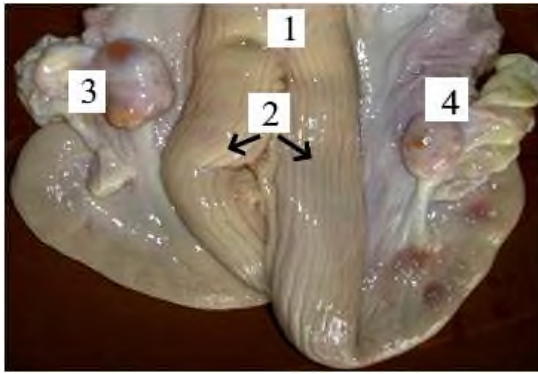


Рис. 5. Субінволюція матки на 35-й день після отелення: 1 – тіло матки; 2 – роги матки; 3 – лівий яєчник; 4 – правий яєчник.



Рис. 6. Шийка матки при гіпотонії у неплідної корови: 1 – зовнішній контур шийки матки; 2 – середній відрізок шийки матки; 3 – центральна ділянка шийки матки.

При субінволюції матки радіальні складки шийки були щільно зімкнуті, а дві-три з них, значно набрякли, перекривали каудальний отвір каналу. У випадках атонії матки, поєднаної з хронічним сальпінгітом, роги матки були гладкими, а серозна оболонка формувала тонкі поздовжні складки.

Наші дослідження засвідчили, що гіпотонія та субінволюція матки є ключовими причинами симптоматичної неплідності у корів. Перебіг гіпотонії матки супроводжувався змінами не лише стінки матки, а й в яєчниках та маткових трубах. При гіпотонії в ампулярній частині маткових труб серозна та м'язова оболонки залишались незмінними, у той час як у слизовій оболонці відзначали виражені дегенеративні зміни, які призводили до руйнування складок, а саме їх епітеліального шару (рис. 7). За гістологічного дослідження у слизовій оболонці перешийкової частини маткової труби за субінволюції матки неплідної корови відмічали часткову десквамацію та дегенерацію епітелію складок, а також руйнування глибших шарів складок слизової оболонки (рис. 8).

У випадках запалення маткових труб складки набували різної, часто високої язикоподібної форми. На деяких ділянках епітеліальний шар складок був злущеним, а детрит із пошкоджених епітеліоцитів заповнював просвіт маткової труби. Власна пластинка слизової оболонки виглядала пухкою (рис. 9), епітелій уражався локально, а цитоплазма епітеліальних клітин утворювала суцільну масу. Ядра клітин розташовані переважно щільно, відмічали їх руйнування, іноді вони набували нерівномірного забарвлення в різні відтінки фіолетово-синього кольору (рис. 10).

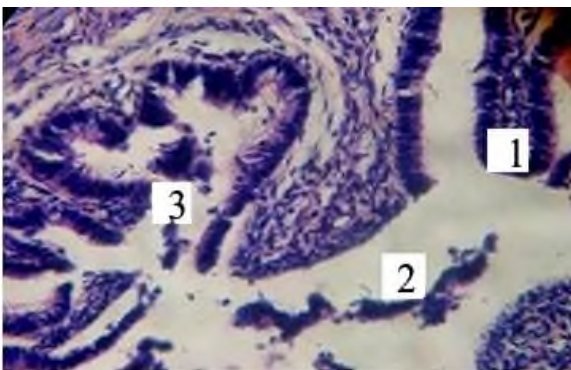


Рис. 7. Мікроскопічна будова слизової оболонки маткової труби за сальпінгіту неплідної корови: 1 – складки слизової оболонки; 2 – просвіт маткової труби; 3 – детрит зруйнованих складок і епітеліоцитів. Гістопрепарат, забарвлення гематоксиліном та еозином, 200^x

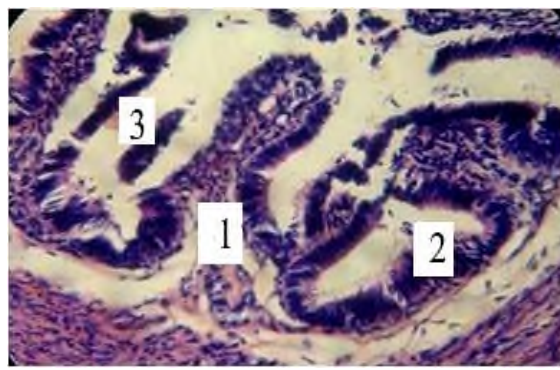


Рис. 8. Мікроскопічна будова слизової оболонки перешийка маткової труби за субінволюції матки неплідної корови: 1 – складки слизової оболонки; 2 – епітелій; 3 – детрит зруйнованих складок і епітеліоцитів. Гістопрепарат, забарвлення гематоксиліном та еозином, 200^x

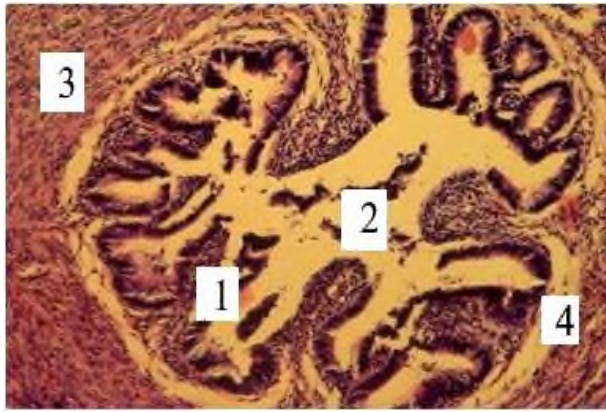


Рис. 9. Мікроскопічна будова маткової труби неплідної корови (ділянка перешийка): 1 – складки слизової оболонки; 2 – просвіт маткової труби; 3 – м'язовий шар; 4 – власна пластинка слизової оболонки. Гістопрепарат, забарвлення гематоксиліном та еозином, 200^x

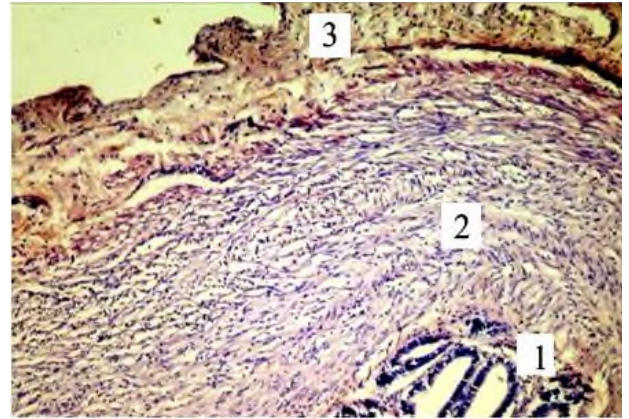


Рис. 10. Мікроскопічна будова маткової труби при субінволюції матки: 1 – слизова оболонка; 2 – м'язова оболонка; 3 – серозна оболонка. Гістопрепарат, забарвлення гематоксиліном та еозином, 100^x

За гістологічного дослідження яєчника неплідних корів на окремих ділянках серозної оболонки відмічали відсутність мезотелію. За цього відмічали нерівномірну товщину білкової оболонки, а її сполучнотканинні тяжі формували пірамідоподібні ділянки, що поділяли її на сегменти.

Під білковою оболонкою в усій кірковій речовині яєчників фолікулів не виявлено. Паренхіма кіркової речовини представлена щільною сполучною тканиною, що містила клітини із темно-фіолетовими полігональної форми ядрами і переважно колагенові волокна (рис. 11). Клітини сполучались між собою тонкими відростками, а їхня цитоплазма забарвлена у ніжно-рожевий колір. Строма характеризувалась низьким рівнем васкуляризації.

Kalinovsky & Zaremblyuk (2014), Katsaraba et al. (2016), Gobikrushanth et al. (2016) акцентують увагу на важливості фізіологічного стану шийки матки, її положення, прохідності каналу та наявності набряків складок для успішного проведення осіменіння. Вони зазначають, що патологічні стани, такі як гіперплазія та гіпертрофія, можуть перешкоджати ефективному осіменінню корів.

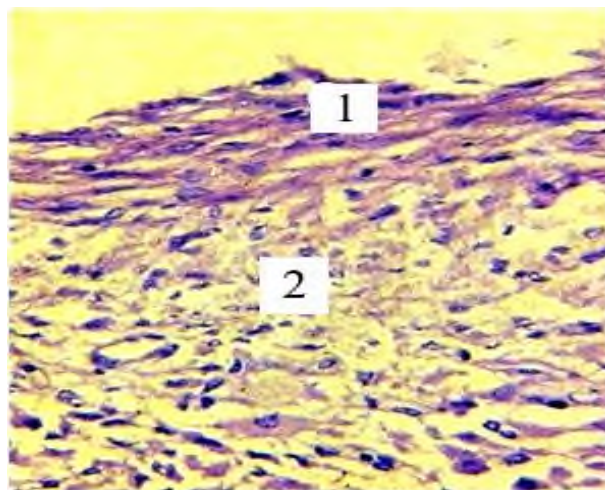


Рис. 11. Фрагмент мікроскопічної будови яєчника неплідної корови: 1 – білкова оболонка; 2 – кіркова речовина. Гістопрепарат, забарвлення гематоксиліном та еозином, 400^x

Отримані нами результати підтверджують дані Kot et al. (2018), Koreyba (2021), Channo et al. (2022), які наголошують, що процеси запалення в яєчниках, маткових трубах і

матці є ключовими чинниками симптоматичної неплідності. Gryshchuk & Gural'ska (2022), Yevtukh et al. (2022), Sklyarov et al. (2023) доведено, що незалежно від локалізації запалення, воно викликає патологічні зміни перш за все у слизовій оболонці статевих органів.

Результати наших дослідження засвідчили, що за гіпотонії матки в слизовій оболонці ампулярної частини маткової труби відбуваються зміни дегенеративного характеру, зокрема руйнування епітеліального шару складок. При запаленні маткових труб виявлено часткове злущення і дегенерацію покривного епітелію та формування язикоподібних структур слизової оболонки, що підтверджує дані Bondarenko et al. (2019), Mogheise et al. (2020) про важливість цих процесів у розвитку репродуктивних порушень.

Отже, отримані нами дані дозволяють глибше зрозуміти морфологічні зміни у статевому апараті корів та їхній вплив на репродуктивну функцію. Ці результати можуть бути підґрунтям розробки ефективних діагностичних, терапевтичних та превентивних заходів щодо симптоматичної неплідності.

Висновки

1. Патологічні зміни, що спричиняли неплідність у корів, переважно включали субінволюцію матки, яка ускладнювалась розвитком сальпінгіту в комплексі з запальним процесом маткової зв'язки та яєчника, гіпофункцією яєчника та гіполутеолізмом.

2. Початковими гістологічними змінами, що були основою симптоматичної неплідності, були дегенерація та відшарування епітеліального шару слизової оболонки маткової труби, цитоліз та каріоліз його клітин і патологічні зміни в яєчниках.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним вважаємо проведення гістохімічних досліджень статевих органів корів із симптоматичною неплідністю для більш детального вивчення механізмів патологічних змін.

References

1. Bondarenko, I. V., & Velykodna, Kh. S. (2020). Analysis of the main components of anaphrodisia in cows and replacement heifers of the experimental farm. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine*, 2 (49), 47–52. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2020.2.7>
2. Bondarenko, I., Lazorenko, A., & Krajewsky, A. (2019). Structural and morphological changes of endometrium related to ovary cycle and condition of genital function of cows. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, (3 (46), 9–22. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2019.3.2>
3. Bors, S. I., & Bors, A. (2020). Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 82 (10), 1515–1522. <https://doi.org/10.1292/jvms.20-0381>
4. Channo, A., Kaka, A., Kalwar, Q., Jamali, I., Jelani, G., Bakhsh, M., Dahri, G. N., & Goil, J. P. (2022). An overview of bovine cystic ovarian disease. *Pakistan Journal of Zoology*, 54, 2437–2444. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20210905140956>
5. de Lima, F. S. (2020). Recent advances and future directions for uterine diseases diagnosis, pathogenesis, and management in dairy cows. *Animal Reproduction*, 17 (3), e20200063. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0063>
6. Fedorenko, S., & Kuraksina, L. (2021). Metritis in cows as a cause of decreased reproductive capacity: a review article. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, (7), 146–149. <https://doi.org/10.31890/vtvp.2021.07.22>
7. Gobikrushanth, M., Salehi, R., Ambrose, D.J. & Colazo, M.G. (2016). Categorization of endometritis and its association with ovarian follicular growth and ovulation, reproductive performance, dry matter intake, and milk yield in dairy cattle. *Theriogenology*, 86, 1842–1849. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.06.003>
8. Gryshchuk, G. P., & Gural'ska, S. V. (2022). Histomorphology of the reproductive organs of heifers of mating age with symptomatic infertility. *Veterinary Biotechnology*, 40, 32–42. https://doi.org/10.31073/vet_biotech40-03
9. Groppetti, D., Pecile, A., Frattini, S., Pagnacco, G., & Arrighi, S. (2019). Histological feature of ovarian structures throughout the reproductive cycle in alpine goats (*Capra hircus*). *Macedonian Veterinary Review*, 42 (1), 23–34. <https://doi.org/10.2478/macvetrev-2018-0027>

10. Hural'ska, S. V. *Methods of Histological Diagnostics*. Zhytomyr, Ruta, 2024. 154 p.
11. Kalinovskyy, G. M., & Zarembyuk, S. B. (2014). Combined pathology of internal reproductive organs as a cause of symptomatic infertility in cows. *Biology of Animals*, 16 (4), 186. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/7480>
12. Katsaraba, O., Dmytriv, O., Kostyshyn, Y., Ivashkiv, R., Kudla, I., & Sachuk, R. (2016). Diagnostic stage gynecological clinical examination infertile cows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18 (3 (71)), 163–166. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7136>
13. Koreyba, L. (2021). Prediction of birth and postpartum pathology in deep-calving heifers by biochemical parameters of blood. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23 (101), 21–25. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10104>
14. Kot, T. F., Gural'ska, S. V., Sokul'skyi, I. M., Zaika, S. S., & Khomenko, Z. V. (2018). Microscopic structure and stereometric indicators of ovaries in heifers raised on a radioactively contaminated territory. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 53–55. <https://doi.org/10.31890/vtvp.2018.02.14>
15. Kraievskyy, A. Y., Dopa, V. O., Chekan, O. M., & Musiienko, Y. V. (2020). Age structure of heifer insemination and its impact on the frequency of complicated calving in primiparous cows and their culling from the breeding herd. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine*, 1 (48), 23–31. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2020.1.4>
16. Mogheise, A., Ahmadi, M. R., Nazifi, S., Mirzaei, A., & Fallah, E. (2020). Destination of corpus luteum in postpartum clinical endometritis cows and factors affecting self-recovery. *Veterinary and Animal Science*, 9, 100067. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2019.100067>.
17. Pelyh, K., & Fedorenko, S. (2019). Prevalence of ovarian cysts in cows associated with infertility. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, (3), 225–229. <https://doi.org/10.31890/vtvp.2019.03.30>
18. Rozhko, F. G., & Kraievskyy, A. Y. (2019). Biochemical and morphological parameters for diagnosing ovarian cysts in cows. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 10 (4), 51–55. <https://doi.org/10.31548/ujvs2019.04.007>
19. Saqib, M. N., Qureshi, M. S & Khan, R. U. (2018). Changes in postpartum metabolites and resumption of ovarian cyclicity in primiparous and multiparous dairy cows. *Applied Biological Chemistry*, 61, 107–111. <https://doi.org/10.1007/s13765-017-0331-7>
20. Singh, M., Sharma, A., & Kumar, P. (2019). Bovine dystocia – An overview. *Journal of Veterinary Science and Zoology*, 1. <https://doi.org/10.31579/JVSZ/2019>
21. Skljarov, P. M., Zubkov, O.O. (2021). Prediction of the postpartum period course in cows. *Scientific Bulletin of Veterinary Medicine*, 2, 7–17. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2021-168-2-7-17>
22. Sklyarov, P., Kolesnyk, Y., & Khomych, Y. (2023). Prevalence and forms of infertility in cows of farm and backyard farms. *Agrarian Herald of the Black Sea Region*, (108), 63–68. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.108.08>
23. Yevtukh, L., Hryshchuk, H., Kovalchuk, Y., & Zaika, S. (2022). Histological features of internal reproductive organs in cows with ovarian follicular cysts. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (107), 119–124. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10719>
24. Zhelavskyy, M. M., Kernychnyi, S. P., Mizyk, V. P., Dmytriv, O. Yu., & Betlinska, T. V. (2020). Importance of metabolic processes and immune reactions in the development of cow pathology during pregnancy and postpartum periods. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3 (2), 36–41. <https://doi.org/10.32718/ujvas3-2.06>



2025. Номер 11, С 92 – 101

Отримано: 10.04.2025 Прийнято: 24.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.09

UDC 619: 616.98: 579

EPIZOOTOLOGICAL AND EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS OF CAMPYLOBACTERIOSIS IN UKRAINE

L.E. Kornienko¹, V.V. Kulykova¹, O.V. Pishchansky¹, G.B. Aliekseieva¹,
V.V. Ukhovsky¹, G.V. Kyivska¹, O.V. Matviienko¹, M.S. Karpulenko¹,
N.V. Shchur¹, U.M. Yanenko¹, N.B. Vydayko²

¹*State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary
Expertise, Kyiv, Ukraine*

²*State Institution "Center for Public Health of the Ministry of Health of Ukraine" Kyiv,
Ukraine*

E-mail: leonid.kornienko.09@gmail.com

Annotation. The article highlights the issues of studying campylobacteriosis in animals in Ukraine for 2009-2024. The sources of the pathogen are analyzed. A retrospective epizootological and epidemiological analysis of the incidence of campylobacteriosis in Ukraine for the period 2009 – 2024 (analysis of monitoring studies among animals) and for the period 2014 – 2023 (analysis of the incidence among humans) was carried out. The epizootic situation with regard to campylobacteriosis in different animal species (cattle, small cattle, horses, pigs, poultry) was analysed. The article analyses the epizootic and epidemiological aspects of this dangerous zoonosis, using materials from official veterinary and medical statistics, and compares the incidence rates among animals and humans in Ukraine in recent years. Over the past 10 years, only 16 positive cases of campylobacteriosis have been officially registered in Ukraine among various animal species. At the same time, 1372 cases of campylobacter enteritis have been detected in humans, according to the statistics of the Centralized Public Health Center of the Ministry of Health of Ukraine. The small number of monitoring studies among animals of different species, and especially poultry, is noteworthy. Given the zoonotic nature of campylobacteriosis, the number of monitoring studies in veterinary medicine should be increased to adequately assess the risks posed by this disease.

Key words: *Campylobacteriosis, disease, source of the pathogen, epizootic situation, different species of animals, human disease.*

ЕПІЗОТОЛОГІЧНІ ТА ЕПІДЕМІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КАМПІЛОБАКТЕРІОЗУ В УКРАЇНІ

Л.Є. Корнієнко¹, В.В. Куликова¹, О.В. Піщанський¹, Г.Б. Алексєєва¹,
В.В. Уховський¹, Г.В. Київська¹, О.В. Матвієнко¹, М.С. Карпуленко¹,
Н.В. Щур¹, У.М. Яненко¹, Н.Б. Видайко²

¹Державний науково-дослідний інститут лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

²Державна установа «Центр громадського здоров'я МОЗ України», м. Київ, Україна
E-mail: leonid.kornienko.09@googlemail.com

Анотація. Наведено результати ретроспективного епізоотологічного та епідеміологічного аналізу захворюваності на кампілобактеріоз в Україні за період 2009–2024 рр. (аналіз моніторингових досліджень серед тварин) і за період 2014–2023 рр. (аналіз захворюваності серед людей). Проаналізовано епізоотичну ситуацію щодо кампілобактеріозу у різних видів тварин (велика і дрібна рогата худоба, коні, свині, птиця), його епізоотологічні та епідеміологічні аспекти, використовуючи матеріали офіційної ветеринарної і медичної статистики, порівняно рівні захворюваності серед тварин і людини в Україні в останні роки.

За останні 10 років в Україні офіційно зареєстровано лише 16 позитивних випадків кампілобактеріозу серед різних видів тварин. У той же час, у людей за статистикою ЦГЗ МОЗ України виявлено 1372 випадки кампілобактеріального ентериту. Звертає на себе увагу незначна кількість моніторингових досліджень серед тварин різних видів, і особливо, птиці. Враховуючи зоонозний характер кампілобактеріозу для адекватної оцінки його ризиків, кількість моніторингових досліджень у ветеринарній медицині має бути збільшена.

Ключові слова: кампілобактеріоз, захворювання, джерело збудника, епізоотична ситуація, різні види тварин, захворювання людей.

Вступ. *Актуальність питання.* Кампілобактеріози – це гострі або хронічні інфекції людей і тварин, спричинені кількома видами мікроорганізмів роду *Campylobacter* (раніше *Vibrio*). Пряма або опосередкована передача від тварин до людини встановлена для *C. jejuni*, *C. coli*, *C. lari*, *C. upsaliensis* та *C. hyointestinalis*. *Campylobacter spp.* є зоонозним патогеном, що часто зустрічається в харчових продуктах і пов'язаний зі спалахами харчових отруєнь у багатьох країнах. Здатність *Campylobacter spp.* колонізувати організм великої рогатої худоби та птахів вважається важливим шляхом передачі інфекції. У людей кампілобактеріоз асоціюється з гастроентеритом та можливістю інших серйозних хронічних проявів, таких як синдром Гійєна-Барре (СГБ) та синдром Міллера-Фішера (СМФ).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Кампілобактер (з грецької – «вигнута паличка») існує в шлунково-кишковому тракті ссавців і птахів як коменсал. Серед 29 видів *Campylobacter*, *C. jejuni* та *C. coli* асоціюються з більшістю випадків кампілобактеріозу у людини (Hansson et al., 2018).

Campylobacter spp. є рухливими, ниткоподібними, комоподібними, вигнутими або спіралеподібними грамнегативними паличками, факультативними внутрішньоклітинними бактеріями, які належать до епсилон-протеобактерій й до групи протеобактерій; краще ростуть в атмосфері з вмістом 5 % O₂, 10 % CO₂ і 85 % N₂ (мікроаерофільні умови). Їх можна розділити за культуральними та біохімічними характеристиками. Зоонозні збудники *C. jejuni subsp. jejuni*, *C. coli*, *C. lari* і *C. upsaliensis*, ростуть навіть за температури 42 °C і називаються термофільними. Термофільні види *Campylobacter* не здатні рости за температури нижче 30 °C через відсутність генів білків холодового шоку (Bolton et al., 1997;

Hofreuter, 2014; Soro et al., 2020). *Campylobacter spp.* оптимально ростуть за pH 6,5–7,5 і не виживають за pH нижче 4,9 і вище pH 9,0.

Вплив на цього збудника умов навколишнього середовища, умов переробки і зберігання харчових продуктів можуть викликати зміни їхньої форми від спіральної до кокоподібної. Така стратегія виживання відома як «життєздатний, але некультивований» стан (VBNC). Стан VBNC характеризується зниженою метаболічною активністю, підвищеним виробництвом деградаційних ферментів та ферментів, що захоплюють субстрат та скорочують життя клітин, які пов'язують з підвищеною вірулентністю збудника (Hsieh et al., 2018; Wagle et al., 2019; Mota-Gutierrez et al., 2022). Ця особливість останнього створює труднощі для точного виявлення та підрахунку видів *Campylobacter* у харчових продуктах або зразках навколишнього середовища (Wagenaar et al., 2015; Bedi et al., 2022).

Більшість видів *Campylobacter* чутливі до багатьох дезінфікуючих засобів. *C. jejuni* та *C. coli* можуть бути інактивовані йодофорами, четвертинними амонієвими сполуками, фенолом, гіпохлоритом, 70% етиловим спиртом, глутаральдегідом тощо (CFSPH, 2013; Balta et al., 2021; El-Saadony et al., 2023; Hong et al., 2023).

Campylobacter spp., зокрема *C. jejuni* та *C. coli*, є основною причиною ентериту у людей. Інші види спричиняють репродуктивні захворювання овець і великої рогатої худоби. Значна кількість тварин є безсимптомними носіями *Campylobacter spp.* і постійно виділяють його з фекаліями. Птиця, особливо курчата-бройлери, є важливим джерелом цього збудника, хоча, зазвичай, вони не хворіють клінічно (www.campypoultry.org). Були випробувані численні стратегії для зменшення колонізації цього збудника птиці на фермі; проте, жодна із них не зменшила поширеності *Campylobacter* серед поголів'я бройлерів. Провідним шляхом його передачі людині є вживання контамінованого або недостатньо обробленого м'яса (особливо м'яса птиці), непастеризованого молока або молочних продуктів, а також неочищеної води. Люди також можуть заразитися під час контакту з інфікованими тваринами або фекаліями (Wales et al., 2019; El-Saadony et al., 2023).

Загалом *Campylobacter* може розмножуватися в кишковому епітелії майже всіх теплокровних видів тварин (Biswas et al., 2019; Barker et al., 2020). Свійська птиця є переважним господарем для *Campylobacter spp.*, можливо, через підвищену температуру тіла (Kers et al., 2018; Golz et al., 2020; Johannessen et al., 2020; Tram et al., 2020; Beterams A. et al., 2023). Незважаючи на те, що всі види птахів можуть бути носіями *Campylobacter spp.*, найбільший ризик становлять курчата-бройлери через великі обсяги споживання їх м'яса (Ijaz et al., 2018; Dubovitskaya et al., 2023). *Campylobacter* є коменсалом у курчат-бройлерів із розмноженням до 10^{10} колонієутворюючих одиниць (КЮО) в 1 г посліду (Dhillon et al., 2006; Battersby et al., 2016). *Campylobacter* виділяли практично з кожної ділянки кишечника бройлера; однак він був також тимчасово присутній у сліпій кишці та клоаці, де прикріплювався не до епітелію ворсинок, а до слизу, що вкриває кишкові ворсинки (Salem et al., 2019; Abd El-Hack M.E. et al., 2021; Myintzaw et al., 2023).

У своїй роботі ми вирішили проаналізувати епізоотологічні та епідеміологічні аспекти кампілобактеріозу, використовуючи матеріали офіційної ветеринарної і медичної статистики, та порівняти рівні захворюваності серед тварин і людини в Україні в останні роки.

Матеріали і методи досліджень. Джерелом даних для аналізу випадків кампілобактеріозу в Україні серед різних видів тварин були звіти регіональних лабораторій Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, дані досліджень Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (м. Київ, Україна). Систематизовано та проаналізовано дані звітів форм 1-Vet та 2-Vet за 2009–2024 рр. У роботі використані звіти ЦГЗ МОЗ України щодо захворюваності людей на кампілобактеріоз. Усі використані й наведені відомості ґрунтувалися на результатах діагностичних досліджень.

Результати досліджень. У табл. 1 наведено кількісні результати діагностичних досліджень на кампілобактеріоз в Україні за період 2009–2024 рр. За цей період

дослідженням піддавали велику рогату худобу (22576 проб), сперму від бугаїв-плідників (4362 проб), препуціальний (70487 проб) і вагінальний слиз (32128) від цього виду тварин, дрібну рогату худобу (169 проб), свиней (2044 проб), коней (2 проби), птицю (1212 проб). Слід зазначити, що кількість позитивних проб була надзвичайно низькою, адже за увесь аналізований період їх було виявлено всього 16.

У 2012 р. у ДНДІЛДВСЕ було виявлено збудника кампілобактеріозу в спермі від бугая-плідника. У 2015 р. було виявлено одну позитивно реагуючу корову в Полтавській області, в препуціальному слизу від бугаїв плідників виявлено 2 позитивні проби з Одеської області, 2 позитивні проби під час дослідження препуціального слизу виявлено в ДНДІЛДВСЕ, і 10 позитивних випадків кампілобактеріозу виявлено під час дослідження свиней у Полтавській області. Позитивно реагуючих не було виділено під час досліджень від дрібної рогатої худоби й птиці. Звертає увагу на себе катастрофічно низька кількість досліджень серед птиці, адже останні роки кількість досліджених проб на рік від них становила 1–5 гол., хоча в усьому світі визнано, що саме птиця є провідним носієм збудника й становить значну небезпеку зараження людей.

Аналіз захворюваності серед людей показав цілком протилежну картину. Так, упродовж 2014–2023 рр. на території України було зареєстровано 1372 випадки кампілобактеріального ентериту серед населення. В цьому разі, спостерігали чітке зростання кількості хворих включно до 2021 р. Так, у 2014–2015 рр. було виявлено 118 та 114 випадків (0,26 та 0,25 на 100 тис. населення, відповідно), а у 2020–2021 рр. – їх кількість збільшилася до 154 та 189 (0,37 та 0,45 на 100 тис. населення). У 2022 та 2023 рр. кількість зареєстрованих хворих зменшилася майже у 1,5 рази і складала по 109 та 116, відповідно. Аналіз даних по регіонах вказує на те, що більшість хворих на кампілобактеріальний ентерит упродовж зазначеного періоду були виявлені у Дніпропетровській (424 хворих), Запорізькій (475) та Київській (373) областях. У цих регіонах позитивні випадки реєструвалися впродовж кожного року за аналізований десятирічний період. Крім того, хворі реєструвалися у Вінницькій (42 випадки), Черкаській (24), Одеській (16), Тернопільській (3), Сумській (2) та Чернігівській (1) областях.

Таблиця 1.

Кількість досліджень на кампілобактеріоз різних видів тварин в Україні за період 2009–2024 рр.

Роки	ВРХ				ДРХ	Свині	Коні	Птиця
	ВРХ	Сперма	Слиз препуціальний	Слиз вагінальний				
2009	1155	1917	21464	4920	18	5	1	–
2010	1047	1238	13544	2785	12	13	–	–
2011	1986	487	9172	5589	41	18	–	–
2012	3205	602/1	6050		24	4	–	–
2013	1820	270	4527	2634	12	497	–	
2014	1913	96	3752	3840	5	17	–	–
2015	7720	135	4189	2120	15	1478	–	430
2016	615	70	3537	2738	12	3	–	445
2017	364	50	3678	2520	17		–	138
2018	393	–	–	–	7	4	–	49
2019	1024	99	574	4982	2	1	–	43
2020	301	–	–	–	4	3	–	73
2021	436	–	–	–	–	–	–	24
2022	579	–	–	–	–	1	–	5
2023	5	–	–	–	–	–	1	1
2024	13	–	–	–	–	–	–	4
Всього	22576	4362	70487	32128	169	2044	2	1212

Примітка: “–” – дослідження не проводили.

Аналіз даних свідчить, що значна захворюваність людей в Україні реєструється в областях, де утримується значна кількість свійських тварин, які передусім і є провідними джерелами збудника інфекції для людини. Зважаючи на таку ситуацію, ми констатуємо, що моніторингові дослідження серед усіх видів тварин є недостатніми (особливо серед свиней і птиці), і в цьому разі об'єм моніторингових досліджень на кампілобактеріоз має бути значно збільшений.

Обговорення результатів досліджень. У світовому масштабі визнано, що *C. jejuni* є етіологічним фактором бактеріальної діареї у людей у усьому світі. Однак багато інфекцій не діагностовані або не реєструються, а в країнах, що розвиваються, програми спостереження взагалі відсутні. Наприклад, у Сполучених Штатах у 2012 р., за оцінками фахівців реєстрували 14,3 випадків на 100 тис. населення. У країнах ЄС середня захворюваність, зареєстрована в 2009 р., становила 45,6 випадків на 100 тис. населення. У Китаї в ці роки реєстрували 161 випадок на 100 тис. населення в містах і 37 випадків на 100 тис. населення у сільській місцевості.

Campylobacter є важливим етіологічним фактором діареї мандрівників у багатьох регіонах, включаючи Південно-Східну Азію, Південну Азію та Африку. За оцінками ВООЗ, 50–80 % штамів, які інфікують людей, походять від курей. Люди заражаються під час обробки м'яса бройлерів або його споживання, що становить 20–30 % випадків зоонозного кампілобактеріозу. Інфекції особливо часто зустрічаються у маленьких дітей і молодих людей віком від 18 до 29 років. Як і у птиці, такі інфекції людини часто сезонні. Діарея, спричинена *C. jejuni* або *C. coli*, зазвичай проходить самостійно, зі специфічною терапією або без неї та, як правило, зникає через 7–10 днів; рецидиви можуть виникнути приблизно у 10–25 % випадків. Імуносупресивні особи мають високий рівень ризику зараження або рецидивних інфекцій, септицемії. Смертельні випадки рідко трапляються за інфекції *C. jejuni*, й здебільшого спостерігаються у хворих на рак або інші виснажливі захворювання. Дослідження показують, що 31 % випадків синдрому Гілліана-Барре були пов'язані з кампілобактерами. Кампілобактеріоз також можна вважати професійним захворюванням, оскільки хвороба переважно підтверджується у робітників, які переробляють птицю (CFSPH, 2013).

У нашому випадку за період 2014–2023 рр. на території України виявлено 1372 випадки кампілобактеріального ентериту в людей, в середньому більше 130 на рік. У період 2020–2021 років захворюваність людей в Україні становила 0,37 та 0,45 на 100 тис. населення.

Загалом, інфекції, спричинені *Campylobacter spp.* у людей, зросли в усьому світі і в багатьох європейських країнах є більш частими, ніж кишкові сальмонельози. В Європейському Союзі *C. jejuni subsp. jejuni* спричиняє більше 80 % усіх кампілобактеріозів, збудники яких були визначені. *C. coli* становить приблизно 5–10 % всіх кампілобактеріозів, тоді як *C. lari* та *C. upsaliensis* все ще зустрічаються нечасто. Кампілобактеріоз реєструється упродовж усього року, але переважно влітку. Природним середовищем існування збудників є шлунково-кишковий тракт різних тварин, в цьому разі показники поширеності та відносна частота різних видів *Campylobacter spp.* варіюють залежно від виду тварин. Основним резервуаром для *C. jejuni subsp. jejuni* є дикі птахи та свійська птиця. Таким чином, *C. jejuni* більш поширена серед домашньої птиці, тоді як *C. coli* – серед свиней. Більшість шлунково-кишкових захворювань (більше 90 % випадків) спричинені *C. jejuni* і, меншою мірою, *C. coli*. Свійська птиця є природним джерелом *C. jejuni*, де мікроаерофільні умови кишечника та оптимальна температура близько 40–42 °С дозволяють безперервну реплікацію мікроорганізму без прояву в птиці будь-яких клінічних ознак (Hansson et al., 2018). Колонізація *C. jejuni* в організмі птиці здебільшого пов'язана з горизонтальною передачею на рівні господарства. Значну частоту виявлення цих збудників серед курей можна пояснити санітарними проблемами у вирощуванні та під час їх забою. *C. coli* виявляється переважно у свиней: >90 %. *Campylobacter spp.* ізольовані від свиней переважно належать до цього виду. Фекалії великої рогатої худоби, телят, овець і тварин у зоопарках часто

містять *C. jejuni*. *C. coli* також виділяють від собак, котів, хом'яків, морських свинок і мишей. *C. lari* здебільшого виділяють від чайок і зрідка у інших птахів та домашніх тварин. Основним господарем *C. upsaliensis* є собака (Bauerfeind et al., 2015; Bedi et al., 2022).

Значна кількість клінічно здорових тварин можуть бути безсимптомними носіями *Campylobacter spp.* *Campylobacter spp.* також спричиняють ентерит, аборти і безпліддя у різних видів. *C. jejuni*, та інколи *C. coli* є причиною ентериту у собак, котів, телят, овець, норок, тхорів, свійської птиці, свиней та деяких видів лабораторних тварин. Клінічні ознаки за перебігом можуть бути тяжчими у молодих тварин, таких як кошенята, цуценята або телята. У собак за прояву хвороби виявляють діарею, зниження апетиту, блювання, іноді гарячку. Кал зазвичай водянистий або з прожилками жовчі, зі слизом, і, іноді кров'ю. Клінічний перебіг зазвичай триває від 3 до 7 днів, але у деяких тварин може проявлятися періодична діарея протягом тижнів і місяців. Телята зазвичай мають густу слизову діарею, з наявністю кров'яних згустків, іноді з проявом гарячки. Слизова, водяниста та іноді, кривава діарея спостерігається у кішок, приматів, норок, тхорів, хом'яків, морських свинок, мишей і щурів. Особливо високий показник колонізації організму має свійська птиця, хоча у більшості особин не розвиваються клінічні ознаки захворювання.

Повідомляється, що у пташенят, які щойно вийшли з яєць та пташенят, віком до кількох тижнів можуть розвиватися ознаки гострого ентериту з діареєю та смертю. *C. jejuni* виділяли від страусів, хворих на ентерит і частина молодих особин гинули. У великої рогатої худоби *C. fetus subsp. venerealis* і *C. fetus subsp. fetus* можуть спричинювати генітальний кампілобактеріоз. Така хвороба характеризується безпліддям, ранньою загибеллю ембріона і тривалим сезоном отелення. Аборти є нечастими, але іноді їх реєструють. В інфікованих корів може розвинутися слизово-гнійний ендометрит, але зазвичай не реєструють системних ознак. У бугаїв-плідників хвороба перебігає безсимптомно. *C. jejuni* останнім часом став основною причиною абортів овець у США; *C. fetus subsp. fetus* також спричинює пізні аборти, мертвонародження та слабкість ягнят у цього виду. Інфекції у овець іноді супроводжуються метритом і нечасто смертю. Тварини, які одужали, мають імунітет до повторного зараження. Вівці можуть постійно інфікуватися і виділяють бактерії з калом. *Campylobacter spp.* також може спричинювати аборти у кіз. Є докази репродуктивних ознак в інших жуйних, хоча це, ймовірно, ускладнюється відсутністю тестування та звітування щодо цих видів. *Campylobacter fetus* підвид *venerealis* виділено з цервікальних проб у безплідних верблюдів. *Campylobacter*-асоційований аборт (*C. fetus subsp. fetus*) був описаний у альпак (*Vicugna pacos*), які утримувались з вівцями. Також відомо, що *C. jejuni* спричинює аборти у великої рогатої худоби й овець.

Campylobacter jejuni та *C. coli* передаються переважно фекально-оральним шляхом. Забруднене або недоварене м'ясо птиці та інше м'ясо є факторами передачі збудника інфекції м'ясоїдним тваринам (собаки, коти, норки тощо). *C. jejuni* також може бути присутнім у піхві, виділеннях, абортіваних плодах та плодових оболонках абортіваних овець. Дикі гризуни і комахи, такі як кімнатні мухи, можуть бути механічними переносниками збудника (CFSPH, 2013; Tsarenko & Kornienko, 2021).

Інші види *Campylobacter* також можуть спричинювати захворювання, але мають другорядне значення для домашніх тварин. Це види *C. lari*, *C. hyointestinalis*, *C. helveticus* і *C. upsaliensis*, які були пов'язані з гастроентеритом у тварин. *Campylobacter* також є етіологічним фактором проліферативного ілеїту хом'яків, свиней і проліферативного коліту у тхорів (CFSPH, 2013). Потрапляння в організм лише кількох сотень клітин (500–800 КУО) може бути достатнім для того, щоб спричинити захворювання. У людини інкубаційний період гастроентериту *C. jejuni* становить від 1 до 10 днів, переважно 2–5 днів. Інкубаційний період інфекцій, спричинених *C. fetus* становить зазвичай 3–5 днів. *C. jejuni* здебільшого спричинює гострий ентерит. Характерними симптомами є підвищення температури до 40 °C, остуда, головний біль, біль у м'язах, нудота та слабкість. Абдомінальні симптоми можуть призвести до лапаротомії або апендектомії. Через 2 дні після появи симптомів з'являється діарея з випорожненнями м'якої, згодом рідкої або водянистої консистенції з

гнильним запахом. Спостерігається нудота, блювання, головний біль та біль у м'язах. Інфекції особливо поширені у людей з імунodefіцитом. Ускладнення не поширені; однак ендокардит, реактивний артрит, іноді гемолітико-уремічний синдром і септицемія спостерігаються. Починаючи з 2–3-го дня, випорожнення можуть містити кров, жовч, гній або слиз. Можливі колікоподібні болі в животі та блювання, а також коліт і проктит, а температура може досягати 40 °С.

У тварин носійство кампілобактерій часто є непомітним. Проте в частини молодих тварин може спостерігатися діарея. У великої рогатої худоби, овець, кіз, свиней, собак, тхорів і норок *C. jejuni* (у свиней також *C. coli*) може спричинювати спорадичні аборти. Мастит у великої рогатої худоби зустрічається нечасто. У деяких птахів спостерігався гепатит («пташиний вібріозний гепатит»). *C. fetus subsp. fetus* є комменсалом у кишечнику овець та великої рогатої худоби. *C. fetus subsp. venerealis* спричинює у великої рогатої худоби венеричний кампілобактеріоз (ензоотичний аборт) та безпліддя (CFSPH, 2013; Bauerfeind et al., 2015). У цьому зв'язку необхідно зазначити слабку ефективність моніторингу хвороби в Україні, який проводять ветеринарні установи нашої держави, передусім недостатню кількість досліджень серед таких видів, як свині і птиця. Передусім, птиця, адже саме цей вид є провідним джерелом збудника інфекції для людини. У 10-річному циклі досліджень серед різних видів тварин виявлено всього 16 позитивних проб від тварин, в той же час за такий самий період у людей зареєстровано 1372 випадки кампілобактеріозного ентериту.

Дослідники зазначають, що для контролю інфекції також необхідно вживати адекватних запобіжних заходів на стадії забою, оскільки розрив або витікання кишкового вмісту може збільшити ймовірність зараження туш та середовища переробки. Крім того, інші майбутні заходи контролю, такі як використання пребіотиків, пробіотиків, бактеріоцинів, бактеріофагів, кормових і водних добавок, а також розробка відповідних вакцин-кандидатів, можуть зменшити колонізацію організму в пташиних стадах (Dai et al., 2020; Khan et al., 2020; Soro et al., 2020; Abd El-Hack et al., 2021; Erega et al., 2021). Оскільки *Campylobacter spp.* чутливий до високих температур, у домашніх умовах і на підприємствах громадського харчування температура і час приготування мають бути достатніми для знищення мікроорганізму, за умови, що критична контрольна точка (ККТ) не порушується внаслідок подальшого перехресного забруднення (наприклад, з робочих поверхонь та забрудненого посуду). Миття поверхні обладнання в харчовій промисловості гарячою водою з гіпохлоритом може значно знизити рівень забруднення. На рівні споживача профілактичні заходи щодо перехресного забруднення важливі для готових до вживання продуктів та інших харчових продуктів, які не потребують термічної обробки перед споживанням (Bauerfeind et al., 2015; Bedi et al., 2022).

Основною причиною кампілобактеріозу людини у всьому світі є курячі продукти. Разом із зростанням захворювань, пов'язаних із *Campylobacter*, розповсюдженість резистентних до антибіотиків *Campylobacter spp.* також стає більш глобальною. Тому вкрай важливо розробляти інноваційні природні антимікробні методи санування разом із відповідними методами біозахисту та гігієни на рівні ферми, щоб запобігти колонізації *Campylobacter* на комерційних птахофермах, що згодом може бути основною причиною захворювань людей. Деякі кормові добавки та імунізація необхідні для того, щоб впливати на вірулентність *Campylobacter* і його можливість виживання, пов'язану з мікробним патогенезом. Ризики кампілобактеріозу можуть бути знижені завдяки впровадженню правил НАССР, інспекції курячого м'яса, контролю за виконанням групами зацікавлених сторін і навчанням відповідальних осіб, які працюють з продуктами харчування. Цілковито можливо, що поєднання цих профілактичних заходів призведе до успіху поставленої мети й зупинить поширення інфекції *Campylobacter* у харчовому ланцюзі та зменшить пов'язані з цим ризики для здоров'я людини (El-Saadony et al., 2023).

Висновки.

За останні 10 років в Україні серед різних видів тварин офіційно зареєстровано лише 16 позитивних випадків кампілобактеріозу. У той же час за статистикою ЦГЗ МОЗ України у людей виявлено 1372 випадки кампілобактеріального ентериту. Звертає на себе увагу незначна кількість моніторингових досліджень серед тварин різних видів, і особливо, птиці. Враховуючи зоонозний характер кампілобактеріозу, кількість моніторингових досліджень у ветеринарній медицині має бути збільшена, для адекватної оцінки ризиків, які несе це захворювання.

З метою профілактики захворювання в людей потрібна надійна обробка тваринної їжі, адже саме продукти тваринного походження є фактором ризику кампілобактеріозу для людей. Усі види м'яса мають надійно проварюватись або смажитись, потрібно уникати вживання непастеризованого молока, а також дотримуватись належної гігієни питної води. Хворих тварин, включно з цуценятами, кошенятами або худобою, слід тримати подалі від дітей. Під час контакту з тваринами слід дотримуватись загальних правил гігієни, тобто негайно мити руки з милом і проводити дезінфекцію, особливо якщо тварини страждають від діареї.

М'ясо птиці залишається основним джерелом кампілобактеріозу людини, тому контроль перехресного забруднення в ланцюгу виробництва м'яса птиці має бути основним напрямком для зменшення захворюваності людей. Важливо звести до мінімуму потрапляння до птахофабрик диких та домашніх тварин. Встановлення гігієнічних бар'єрів та впровадження суворих протоколів біозахисту на фермах, включаючи суворі гігієнічні процедури, такі як миття та дезінфекція рук, контроль за входом відвідувачів, зміна взуття тощо, можуть бути ефективними у зменшенні потрапляння патогенів на ферму.

References

1. Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Shehata, A. M., Arif, M., Paswan, V. K., Batiha, G. E., Khafaga, A. F., & Elbestawy, A. R. (2021). Approaches to prevent and control *Campylobacter* spp. colonization in broiler chickens: a review. *Environmental science and pollution research international*, 28(5), 4989–5004. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11747-3>.
2. Balta, I., Linton, M., Pinkerton, L., Kelly, C., Stef, L., Pet, I., Stef, D., Cristete, A., Gundogdu, O., & Corcionivoschi, N. The effect of natural antimicrobials against *Campylobacter* spp. and its similarities to *Salmonella* spp., *Listeria* spp., *Escherichia coli*, *Vibrio* spp., *Clostridium* spp. and *Staphylococcus* spp. *Food Control*. 2021, 121. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108998>
3. Barker, C. R., Painset, A., Swift, C., Jenkins, C., Godbole, G., Maiden, M. C. J., & Dallman, T. J. (2020). Microevolution of *Campylobacter jejuni* during long-term infection in an immunocompromised host. *Scientific reports*, 10(1), 10109. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66771-7>.
4. Battersby, T., Whyte, P., & Bolton, D. J. (2016). The pattern of *Campylobacter* contamination on broiler farms; external and internal sources. *Journal of applied microbiology*, 120(4), 1108–1118. <https://doi.org/10.1111/jam.13066>.
5. Bauerfeind, R., Von Graevenitz, A., Kimmig, P., Schiefer, H.G., Schwarz T., Slenczka, W., & Zahner, H. (2015). Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans, 4th Edition, ASM Press, 544 p.
6. Bedi, J. S., Vijay, D., Dhaka, P. (2022). Textbook of Zoonoses: Edition. 1st; Publisher. Wiley-Blackwell, 416.
7. Beterams, A., Tolksdorf, T., Martin, A., Stingl, K., Bandick, N., Reich, F. (2023). Change of *Campylobacter*, *Escherichia coli* and *Salmonella* counts in packaged broiler breast meat stored under modified atmosphere and vacuum conditions at 4 and 10 °C based on cultural and molecular biological quantification. *Food Control*, 145. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109337>
8. Biswas, C., Leboveic, A., Burke, K., & Biswas, D. (2019). In: Food Safety in Poultry Meat Production, Food Microbiology and Food Safety. Venkitanarayanan K., Thakur S., Ricke S.C., editors. Springer; Cham; Switzerland. *Post-harvest approaches to improve poultry meat safety*, 123–138. <https://biblioteca.izsler.it/indice/venkfoodsapomepr.pdf>

9. Bolton, F. J., Wareing, D. R., & Sails, A. D. (1997). Comparison of a novel microaerobic system with three other gas-generating systems for the recovery of *Campylobacter* species from human faecal samples. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases: official publication of the European Society of Clinical Microbiology*, 16(11), 839–842. <https://doi.org/10.1007/BF01700415>.
10. Dai, L., Sahin, O., Grover, M., & Zhang, Q. (2020). New and alternative strategies for the prevention, control, and treatment of antibiotic-resistant *Campylobacter*. *Translational research : the journal of laboratory and clinical medicine*, 223, 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2020.04.009>.
11. Dhillon, A. S., Shivaprasad, H. L., Schaberg, D., Wier, F., Weber, S., & Bandli, D. (2006). *Campylobacter jejuni* infection in broiler chickens. *Avian diseases*, 50(1), 55–58. <https://doi.org/10.1637/7411-071405R.1>.
12. Dubovitskaya, O., Seinige, D., Valero, A., Reich, F., & Kehrenberg, C. (2023). Quantitative assessment of *Campylobacter* spp. levels with real-time PCR methods at different stages of the broiler food chain. *Food microbiology*, 110, 104152. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104152>.
13. El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Yang, T., Salem, H. M., Korma, S. A., Ahmed, A. E., Mosa, W. F. A., Abd El-Mageed, T. A., Selim, S., Al Jaouni, S. K., Zaghloul, R. A., Abd El-Hack, M. E., El-Tarabily, K. A., & Ibrahim, S. A. (2023). Avian campylobacteriosis, prevalence, sources, hazards, antibiotic resistance, poultry meat contamination, and control measures: a comprehensive review. *Poultry science*, 102(9), 102786. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102786>.
14. Erega, A., Stefanic, P., Dogsa, I., Danevčič, T., Simunovic, K., Klančnik, A., Smole Možina, S., & Mandic Mulec, I. (2021). Bacillaene mediates the inhibitory effect of *Bacillus subtilis* on *Campylobacter jejuni* biofilms. *Applied and environmental microbiology*, 87(12), e0295520. <https://doi.org/10.1128/AEM.02955-20>.
15. Golz, J. C., Epping, L., Knüver, M. T., Borowiak, M., Hartkopf, F., Deneke, C., Malorny, B., Semmler, T., & Stingl, K. (2020). Whole genome sequencing reveals extended natural transformation in *Campylobacter* impacting diagnostics and the pathogens adaptive potential. *Scientific reports*, 10(1), 3686. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60320-y>.
16. Hansson, I., Sandberg, M., Habib, I., Lowman, R., & Engvall, E. O. (2018). Knowledge gaps in control of *Campylobacter* for prevention of campylobacteriosis. *Transboundary and emerging diseases*, 65(1), 30–48. <https://doi.org/10.1111/tbed.12870>.
17. Hofreuter, D. (2014). Defining the metabolic requirements for the growth and colonization capacity of *Campylobacter jejuni*. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 4, 137. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2014.00137>.
18. Hong, S. H., Seo, K. H., Yoon, S. H., Kim, S. K., & Chon, J. (2023). Gold nanoparticle and polymerase chain reaction (PCR)-based colorimetric assay for the Identification of *Campylobacter* spp. in chicken carcass. *Food science of animal resources*, 43(1), 73–84. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e59>.
19. Hsieh, Y. H., Simpson, S., Kerdahi, K., & Sulaiman, I. M. (2018). A comparative evaluation study of growth conditions for culturing the isolates of *Campylobacter* spp. *Current microbiology*, 75(1), 71–78. <https://doi.org/10.1007/s00284-017-1351-6>.
20. Ijaz, U. Z., Sivaloganathan, L., McKenna, A., Richmond, A., Kelly, C., Linton, M., Stratakis, A. C., Lavery, U., Elmi, A., Wren, B. W., Dorrell, N., Corcionivoschi, N., & Gundogdu, O. (2018). Comprehensive longitudinal microbiome analysis of the chicken cecum reveals a shift from competitive to environmental drivers and a window of opportunity for *Campylobacter*. *Frontiers in microbiology*, 9, 2452. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02452>.
21. Johannessen, G. S., Garofolo, G., Di Serafino, G., Koláčková, I., Karpíšková, R., Wiecezorek, K., Osek, J., Christensen, J., Torp, M., & Hoorfar, J. (2020). *Campylobacter* in chicken – critical parameters for international, multicentre evaluation of air sampling and detection methods. *Food microbiology*, 90, 103455. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103455>.
22. Kers, J. G., Velkers, F. C., Fischer, E. A. J., Hermes, G. D. A., Stegeman, J. A., & Smidt, H. (2018). Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. *Frontiers in microbiology*, 9, 235. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00235>.
23. Khan, S., Moore, R. J., Stanley, D., & Chousalkar, K. K. (2020). The gut microbiota of laying hens and its manipulation with prebiotics and probiotics to enhance gut health and food safety. *Applied and environmental microbiology*, 86(13), e00600-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.00600-20>.

24. Mota-Gutierrez, J., Lis, L., Lasagabaster, A., Nafarrate, I., Ferrocino, I., Cocolin, L., & Rantsiou, K. (2022). *Campylobacter* spp. prevalence and mitigation strategies in the broiler production chain. *Food microbiology*, 104, 103998. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.103998>.
25. Myintzaw, P., Jaiswal, A.K., & Jaiswal, S. (2023) A review on campylobacteriosis associated with poultry meat consumption. *Food Reviews International*, 39, 2107–2121. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1942487>
26. National Chicken Council. The National Chicken Council; Washington, DC: 2019. Vertical Integration. Accessed Mar. 2019. <https://www.nationalchickencouncil.org/industry-issues/vertical-integration>
27. Salem, L., Nashwa, M.A.K., Mona, S.A., & Barakat, A.M.A. (2019). Antimicrobial resistance of *Campylobacter jejuni* isolated from chicken, some animal products and human in Kalyoubia, Egypt, with special reference to its viability. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 36, 156–163. <https://doi.org/10.21608/bvmj.2019.103407>
28. Soro, A. B., Whyte, P., Bolton, D. J., & Tiwari, B. K. (2020). Strategies and novel technologies to control *Campylobacter* in the poultry chain: A review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 19(4), 1353–1377. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12544>.
29. Tram, G., Day, C. J., & Korolik, V. (2020). Bridging the gap: a role for *Campylobacter jejuni* biofilms. *Microorganisms*, 8(3), 452. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8030452>.
30. Tsarenko, T., & Kornienko, L. (2021) Intensive animal farming operations and outbreaks of zoonotic bacterial diseases in Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(3), 479–489. <https://doi.org/10.15421/022166>.
31. Wagenaar, J.A., Newell, D.G., Kalupahana, R.S., & Mughini-Gras, L. (2015). *Campylobacter*: animal reservoirs, human infections, and options for control. *Infections Affecting Humans and Animals: Focus on Public Health Aspects*. Sing A., editor. Springer; Dordrecht, Netherlands. 159–177.
32. Wagle, B. R., Upadhyay, A., Upadhyaya, I., Shrestha, S., Arsi, K., Liyanage, R., Venkitanarayanan, K., Donoghue, D. J., & Donoghue, A. M. (2019). *Trans*-Cinnamaldehyde, Eugenol and Carvacrol Reduce *Campylobacter jejuni* Biofilms and Modulate Expression of Select Genes and Proteins. *Frontiers in microbiology*, 10, 1837. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01837>.
33. Wales, A. D., Vidal, A. B., Davies, R. H., & Rodgers, J. D. (2019). Field Interventions Against Colonization of Broilers by *Campylobacter*. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 18(1), 167–188. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12397>.
34. Zoonotic *Campylobacteriosis* (2013): *Campylobacter Enteritis, Vibronic Enteritis, Vibriosis* <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/campylobacteriosis.pdf>



DIAGNOSIS OF LEG MANGE IN DECORATIVE CHICKENS AND FEATURES OF THEIR TREATMENT

O.V. Mazannyi¹, O.V. Nikiforova¹, A.A. Antipov², S.M. Katyukha³

¹State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

²Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

³Research station of epizootology of the NSC «Institute of experimental and clinical veterinary medicine», Rivne, Ukraine

E-mail: mazannyi78@ukr.net

Annotation. Often owners do not pay special attention to the limbs of chickens affected by Knemidocoptes considering the “scaly leg” to be age-related changes and not suspecting the infectious etiology of the disease caused by mites of the genus Knemidocoptes. The purpose of the research was to study the features of the clinical manifestation of Knemidocoptosis in decorative chickens and the effectiveness of local treatment with birch tar. The research was conducted over 5 years (from 2017 to 2021) on decorative chickens kept in the zoo corner of the Kharkiv State ZooVeterinary Academy. During the research 9 decorative chickens (7 roosters and 2 hens) 1.5–3.5 years old were examined. Sections from the skin of the affected limbs of chickens were examined by compressor method. Sick birds were treated with birch tar. According to the research results, it was established that all 9 decorative chickens were sick with knemidocoptosis (EI=100%). Five birds (55.6%) were diagnosed with a mild papular stage of the disease, two (22.2%) with a severe papular stage and another two (22.2%) with a crusty stage. Severe papular and crusty stages of knemidocoptosis were registered in roosters. The largest number of mites was found in scrapings during the crusty stage of the disease. The extensive effectiveness of birch tar on the 14th day after two external treatments of the limbs of decorative chickens (with a weekly interval) was 100%. Usually, the course of treatment of birds lasted for one month (4 applications with 7 day intervals). The speed of complete recovery of the skin on the limbs of chickens after a course of treatment with birch tar depended on the stage of the disease and lasted from 6 months to one year. The skin of the limbs recovered most quickly in mild papular and crusty stages. Regardless of the severity and stage of knemidocoptosis in decorative chickens, the condition of the skin of the limbs after two courses of treatment (spring, autumn) with birch tar was almost completely restored in a year. The affected scales remained on an area that was from 10 to 30% of the total area of the skin of the limbs. Birch tar is a highly effective and low-toxic natural acaricide. Its keratoplastic, keratolytic, antiseptic and anti-inflammatory properties contribute to the acceleration of the recovery of the affected skin with “scaly leg” in decorative chickens.

Key words: decorative chickens, “scaly leg”, *Knemidocoptes mutans*, treatment, birch tar.

**ДІАГНОСТИКА КОРОСТИ НІГ У ДЕКОРАТИВНИХ
КУРЕЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ЛІКУВАННЯ****О.В. Мазанний¹, О.В. Нікіфорова¹, А.А. Антіпов², С.М. Катюха³**¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна²Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна³Дослідна станція епізоотології ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Рівне, УкраїнаE-mail: mazanny78@ukr.net

Анотація. Часто господарі не звертають особливої уваги на уражені кнемідокоптесами кінцівки курей, вважаючи «вапняну ногу» віковими змінами і не підозрюючи заразної етіології хвороби, яку спричиняють кліщі роду *Knemidocoptes*. Метою досліджень було вивчення особливостей клінічного прояву кнемідокоптозу у декоративних курей та ефективності місцевого лікування дьогтем березовим. Дослідження проводили впродовж 5 років (з 2017 по 2021 рр.) на декоративних курах, що утримувались у зоокуточку Харківської державної зооветеринарної академії. За час досліджень обстежено 9 декоративних курей (7 півнів і 2 курочки), 1,5–3,5 річного віку. Зрізи зі шкіри уражених кінцівок курей досліджували компресорним методом. Лікували хворих птахів дьогтем березовим. За результатами досліджень встановлено, що всі 9 декоративних курей виявились хворими на кнемідокоптоз (EI=100 %). У п'яти птахів (55,6 %) діагностовано легку папульозну стадію хвороби, у двох (22,2 %) – тяжку папульозну, ще у двох (22,2 %) – крустозну. Запущені тяжку папульозну і крустозну стадії кнемідокоптозу зареєстровано у півнів. Найбільшу кількість кліщів виявляли у зскрібку за крустозної стадії хвороби. Екстенсефективність дьогтю березового на 14 добу після двох зовнішніх обробок кінцівок декоративних курей (з тижневим інтервалом) склала 100 %. Зазвичай, курс лікування птахів тривав протягом одного місяця (4 обробки через 7 діб). Швидкість повного відновлення шкіряного покриву на кінцівках курей після курсу лікування дьогтем березовим залежала від стадії хвороби і тривала від 6 місяців до 1 року. Найшвидше шкіра кінцівок відновлювалась за легкої папульозної та крустозної стадій. Незалежно від тяжкості перебігу та стадії кнемідокоптозу у декоративних курей стан шкіри кінцівок після двох курсів лікування (весна, осінь) дьогтем березовим за рік відновлювалась майже повністю. Уражені лусочки залишались на площі, що складала від 10 до 30 % від загальної площі шкіри кінцівок. Дьоготь березовий є високоефективним і низькотоксичним природним акарицидом. Його кератопластичні, кератолітичні, антисептичні та протизапальні властивості сприяють прискоренню відновлення ураженого шкіряного покриву за «вапняної ноги» у декоративних курей.

Ключові слова: декоративні кури, «вапняна нога», *Knemidocoptes mutans*, лікування, дьоготь березовий.

Вступ. *Актуальність теми.* Паразитарні хвороби доволі часто реєструються у домашніх і диких птахів (Tertychna, 2016; Liulin et al., 2019; Fedorova et al., 2022). У птахів діагностують протозоози, гельмінтози та арахно-ентомози (Skírnisson & Pálsdóttir, 2020). Економічні збитки, які спричиняють паразитози у домашніх курей, обумовлені зниженням кількості отримуваної від них продукції, зокрема яєць та м'яса, і утримувати таку птицю стає економічно не вигідно (Tertychna, 2016). У диких і декоративних птахів, крім того, враховують: зниження репродуктивної здатності, внаслідок зниження яйценосності, зниження маси тіла та погіршення зовнішніх естетичних даних. Крім того, за паразитарних хвороб спостерігається зниження резистентності організму, що може спричинити загибель птахів (Ameji et al., 2020).

Власники птахів не завжди уважно слідкують за станом їх здоров'я, лише раптове нездужання і загибель можуть привернути увагу господарів. Перебіг більшості паразитарних хвороб є хронічним, із слабовираженими клінічними ознаками, але не всіх (Moyo et al., 2015; Souza et al., 2024). Часто у приватних господарствах не звертають увагу на уражені кнемідокоптесами кінцівки курей, вважаючи ці зміни віковими. Не підозрюючи заразну хворобу господарі, внаслідок бездіяльності, сприяють поширенню акарозної інвазії – кнемідокоптозу. Кнемідокоптоз (Knemidocoptosis) – це інвазія, яка спричиняється видоспецифічними кліщами, що у різних видів птахів можуть паразитувати як на шкірі тіла, так і на дериватах шкіри.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На птахів паразитують комахи з класу Insecta та кліщі з підкласу Acari (Firaol et al., 2014; Odenu et al., 2016; Lawal et al., 2019). Кнемідокоптоз або «вапняна нога» є одним із поширених акарозних захворювань у птахів (Moyo et al., 2015; Kebede et al., 2017; Martínez-López et al., 2022). За хронічного перебігу інвазії уражуються кінцівки птахів нижче скакального суглоба та дзьоб. Навіть значні зміни на шкірі птахів можна вилікувати, але відновлення шкіри є тривалим. Не зважаючи на те, що дане захворювання добре описане у науковій літературі та запропонована велика кількість різних препаративних форм акарицидних препаратів, актуальним лишається їх вибір і швидкість відновлення при їх застосуванні ушкоджених тканин (Perfetti & Moreno, 2016; Kozii et al., 2021; Souza et al., 2024). У промисловому птахівництві не доречним є застосування препаратів, що мають період очікування, щодо використання яєць і м'яса. До таких препаратів відносять макроциклічні лактони при застосуванні яких, в залежності від препаративної форми і способу введення препарату, каренція становить не менше 10 діб для використання м'яса і не менше 7 діб – для яєць. Отже, безпечне місцеве лікування кнемідокоптозу у птахів не втрачає своєї актуальності.

Мета роботи – вивчення особливостей клінічного прояву кнемідокоптозу у декоративних курей та ефективності місцевого лікування дьогтем березовим.

Завдання дослідження: визначити акарицидну ефективність дьогтю березового та тривалість відновлення шкірного покриву у декоративних курей.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 5 років (з 2017 по 2021 рр.) на декоративних курях, що утримувались у зоокуточку Харківської державної зооветеринарної академії (ХДЗВА), нині Державний біотехнологічний університет (Харківський район, Харківської області). Спеціальні акароскопічні дослідження проводили у науковій лабораторії кафедри паразитології ХДЗВА.

За час досліджень обстежено 9 декоративних курей (7 півнів і 2 курочки), 1,5–3,5 річного віку, які з квітня по листопад знаходились у вольєрі, що був обладнаний критими гніздами, напувалками і годівницями. В холодну пору року птахи перебували у теплому приміщенні. Птахи були надані КО «Харківський зоологічний парк» (м. Харків). Раціон птахів складався з цільнозернового корму (переважно пшениця), який постійно знаходився у годівницях, інколи відвідувачі зоокуточку підгодовували птахів зеленою травою, хлібом та ін.

Під час зовнішнього огляду курей реєстрували зміни на уражених ділянках кінцівок і відбирали зскрібки (зрізи) для акароскопічних досліджень.

Зрізи отримували за допомогою скальпеля, що забезпечувало збереження цілісності глибоких шарів шкіри. Відібраний матеріал поміщали у лабораторну чашку, подрібнювали за допомогою скальпеля і додавали подвійний за об'ємом 10 % розчин лугу (NaOH), що забезпечував розм'якшення ороговілих лусочок, та 50 % водний розчин гліцерину для їх просвітлення. Час від часу отриману масу перемішували. Досліджували матеріал за 1–2 години. Невеликими порціями переносили на предметне скло і готували розчавлені краплі шляхом накривання препарату іншим предметним склом і проводили мікроскопію ($\times 80$ – 100). Мортальний компресорний метод використовували під час первинного акароскопічного дослідження з метою підтвердження діагнозу, а після лікування матеріал від хворих птахів досліджували вітальним методом Приселкової (Prykhodko et al., 2017).

Визначали інтенсивність інвазування (II), а за отриманими результатами розраховували екстенсивність інвазії (EI). Особливості будови виявлених кліщів вивчали за допомогою мікроскопу «Carl Zeiss» (Jena, Німеччина), а уточнювали особливості морфології виявлених збудників з використанням посібника (Prykhodko et al., 2011). Фотографування здійснювали фотокамерою Nikon Coolpix S3300 (Китай).

Лікували хворих птахів дьогтем березовим (ВАТ ВВП «Укрзооветпромпостач», Україна). Ефективність лікування перевіряли за тиждень після другої обробки препаратом, тобто на 14 добу з початку лікування.

Результати досліджень та їх обговорення. Вперше зміни на кінцівках декоративних курей нами було виявлено у 2017 році, коли вперше 4 півня і 1 курочка були розміщені у вольєрі. Підлога у вольєрі була земляною, зверху знаходився невеликий (2–3 см) шар піску. Вольєр для утримання декоративних курей був частиною огороженого комплексу для утримання декоративних птахів різних видів (фазани, павичі, страуси та інші), які знаходились у окремих огорожених сіткою вольєрах. Птахи різних видів між собою не контактували. Зверху також знаходилась сітка через яку дикі птахи не могли потрапити, крім дрібних (горобці та інші). Заміну або поповнення поголів'я птахів у зоокуточку з колекції КО «Харківський зоологічний парк» за час спостережень здійснювали двічі – у 2019 (3 півня) та у 2020 (1 курочка) рр. (таблиця).

Таблиця

Стадії перебігу кнемідокоптозу у декоративних курей зоокуточку ХДЗВА (n=9, 2017–2021 рр.)

Рік	Кількість птахів, гол.			П, кліщів у зскрібку	EI, %	Стадія хвороби		
						папульозна		крустозна
	♂	♀	всього			легка	тяжка	
2017	4	1	5	12,40±2,87	100	1♀	2♂	2♂
2018	4*	1*	5	–	0	відновлення шкіри		
2019	3	-	3	5,00±0,58	100	3♂	–	–
2020	3*	1	4	3,0	25	1♀	–	–
2021	3*	1*	4	–	0	відновлення шкіри		

Примітка. * птахи минулого року.

Кожного разу привезених птахів утримували на 30 добовому карантині під час якого за ними вели спостереження. Встановлено, що декоративні кури завозились вже з клінічними ознаками ураження кінцівок і кожного разу у птахів клінічна картина спостерігалась подібною. Змін на кінцівках у декоративних птахів інших видів не візуалізували.

У 2017 р. на кінцівках у курей зміни було виявлено нижче скакального суглобу, вони були потовщені, а суглоби запалені. Уражені ділянки шкіри були вкриті шаром сіро-білих лусочок. Гіперкератоз на кінцівках проявлявся настовбурченням і збільшенням у розмірах лусочок різної інтенсивності (рис. 1). Свербіж у птахів був слабо виражений або помірний: час від часу птахи клювали кінцівки, але розкльовів і кровотеч не виявлено. За результатами акароскопічних досліджень встановлено діагноз – кнемідокоптоз.

З п'яти голів у курочки була папульозна легка стадія хвороби (II – 3 кліща у зскрібку) (рис. 1, А), у двох півнів – папульозна тяжка (II – 11,50±1,50 кліща у зскрібку) (рис. 1, Б і В), ще у двох півнів – крустозна (II – 18,00±2,00 кліща у зскрібку) (рис. 1, Г і Д). У одного півня спостерігалось викривлення кінцівок, з ознаками атрофії, сухого некрозу та відпаданням окремих пальцевих фаланг (рис. 1, Г).

У 2019 році відбулась повна заміна поголів'я і у привезених трьох декоративних півнів встановлено папульозну легку стадію інвазії (II – 5,00±0,58 кліща у зскрібку) (рис. 2, А, Б і В). У 2020 році з аналогічною стадією кнемідокоптозу прибула курочка (II – 3 кліща у зскрібку) (рис. 2, Г).

При виборі акарицидного препарату ми враховували чутливість декоративних курей до хімічних речовин різного походження. Тому, з рекомендованих лікарських засобів нами

було обрано для місцевого застосування низькотоксичний препарат природного походження – дьоготь березовий.

Дьоготь березовий, крім виражених акарицидних властивостей, володіє ще й кератопластичними та кератолітичними властивостями, що сприяє відновленню кінцівок ушкоджених кнемідокопцесами. Крім того, препарат має антисептичну та протизапальну дію, що дозволяє ефективно усувати ускладнення за даного акарозу. За рахунок компонентів, що входять до складу препарату покращується кровопостачання уражених тканин, в епідермісі стимулюються регенеративні процеси, підсушуються рани і прискорюється їх загоєння. Переваги даного препарату є очевидними, хоча лікування є тривалим, а для повного відновлення «вапняної ноги» за хронічного перебігу повинен пройти певний час. Препарат рекомендується застосовувати лише в теплу пору року (щоб не спричинити переохолодження) і не частіше одного разу на тиждень.

Відомо, що на кнемідокоптоз хворіють переважно дорослі птахи – 2–3 років і старше. Це пов'язано з тим, що зміни на уражених кліщами кінцівках проявляються поступово і так же повільно відбувається їх відновлення після застосування будь яких акарицидних препаратів.

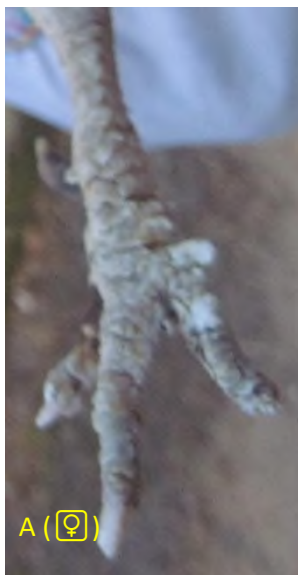




Рисунок 1. Ураження кінцівок у декоративних курей (n=5) за кнемідокоптозу (2017 рік) (А – папульозна легка стадія; Б, В – папульозна тяжка стадія; Г – крустозна стадія з сухим некрозом; Д – крустозна стадія; Е – регенерація шкіри кінцівок у півнів (В, Д) на 7 добу лікування).



Рисунок 2. Ураження кінцівок у декоративних курей (n=4) за легкої папульозної стадії кнемідокоптозу (2019, 2020 рр.) (А, Б, В – півні (2019 р.); Г – курочка (2020 р.)).

Враховуючи те, що кількість хворих птахів була невелика, задля економії лікарського засобу, ми не занурювали кінцівки у дьоготь (як рекомендовано у настанові), а обробляли ним уражені кінцівки за допомогою зубної щітки. Щетинки останньої добре проникали під настовбурчені лусочки і покривали уражені кінцівки суцільним шаром лікарського засобу. Перед нанесенням препарату його підігрівали до температури 40 °С шляхом занурення флакону з препаратом у ємність з гарячою (70 °С) водою (в «польових» умовах воду для підігріву використовували з побутового термосу). Після нанесення на уражені поверхні кінцівок дьоготь застигав (навіть у теплу пору року) і утворював суцільну плівку. Внаслідок того, що кліщі можуть виживати у зовнішньому середовищі до 5–10 діб, однієї обробки лікарським засобом недостатньо, тому препарат наносили 4–5 разів з інтервалом у 7 діб.

За результатами проведених лабораторних досліджень встановлено, що лікування курей за кнемідокоптозу дьогтем березовим є ефективним. Вже на 7 добу після другої обробки препаратом (на 14 добу від початку лікування) у зрізах зі шкіри кліщів не було виявлено. Екстенсефективність препарату склала 100 %. Але, лікування птахів все ж було продовжено. Вирішальним у відновленні шкіряного покриву на кінцівках була швидкість самостійного відпадання уражених лусочок. За кнемідокоптозу не рекомендується знімати шар змінених лусочок, що може спричинити пошкодження шарів здорової шкіри, кровотечу і загибель птахів від сепсису (внаслідок високої температури тіла у птахів цей процес може відбуватись дуже швидко). Відновлення шкірного покриву на кінцівках, в першу чергу, залежало від стадії хвороби на якій було розпочате лікування і тривало від 6 місяців до 1 року. Найшвидше шкіра відновлювалась за легкої папульозної та крустозної стадій, коли шар змінених лусочок був або незначним, або навпаки, їх було багато і вони товстим, але рихлим шаром покривали шкіру кінцівок. На 7 добу після застосування препарату кількість змінених лусочок на кінцівках у хворих півнів зменшилась, причому за крустозної стадії вони відпадали швидше ніж за тяжкої папульозної (рис. 1, Е). За тяжкої папульозної стадії кнемідокоптозу, коли лусочки щільно прилягали до шкіри, відновлення шкіряного покриву тривало довше.

Встановлено, що незалежно від тяжкості перебігу та стадії кнемідокоптозу у декоративних курей стан шкіри кінцівок після двох курсів лікування (весна, осінь 2017 р.) дьогтем березовим за рік відновився майже повністю. Уражені лусочки залишались на площі, що складала від 10 до 30 % від загальної площі шкіри кінцівок (рис. 3).



Рисунок 3. Стан кінцівок декоративних півнів за кнемідокоптозу через рік після лікування дьогтем березовим (2018 р.) (А – за папульозної тяжкої стадії (рис. 1, В); Б – за крустозної стадії з сухим некрозом (рис. 1, Г); В – за крустозної стадії (рис. 1, Д)).

Отже, кнемідокоптоз є поширеним акарозом серед декоративних курей, для лікування якого пропонується велика кількість різних препаративних форм акарицидних препаратів. При виборі якого, в залежності від стадії інвазії, слід звертати увагу не лише на акарицидні властивості, а ще й на додаткові, які б сприяли швидшому відновленню шкіри на уражених кінцівках птахів.

За даними науковців, ектопаразитів у курей виявляють у різних країнах, на різних континентах, зокрема й у країнах з жарким кліматом – в Африці. У липні-жовтні 2013 року було досліджено 390 курей у напівінтенсивних фермах і невеликих фермах у присадибних господарствах міста Амбо та його околиць (Ефіопія, Африка). Збудники виявлених

ектопаразитозів відносились до п'яти видів, їх виявлено у 67,95 % курей. Три види пухо-пір'яїдів було виявлено у 52,1 % курей, один вид бліх – у 44,36 %, а кліщів виду *Knemidocoptes mutans* – у 34,62 %. Частіше інвазію виявляли серед самців (83,89 %), ніж серед самок (58,09 %); молодих (74,45 %), ніж дорослих (61,79 %) і місцевих (87,55 %), ніж екзотичних (26,4 %) курей. Не виявляли ектопаразитози у курей за напівінтенсивної системи вирощування, тоді як 87,46 % курей у присадибних господарствах виявились інвазованими (Firaol et al., 2014).

Недосконала система утримання індиків в районі Джере (штат Борно, Нігерія, Африка), зокрема, незадовільні зоогігієнічні умови та відсутність стратегічних заходів боротьби з ектопаразитами призвели до поширення ектопаразитів серед тих індиків, що утримувались саме у приватних господарствах. У квітні-жовтні 2016 року було встановлено, що фауна ектопаразитів у даному районі була досить різноманітною. Із 300 одомашнених індиків, у 61,67 % було виявлено чотири різних типів ектопаразитів, а екстенсивність інвазування у окремих господарствах коливалась від 10,67 % до 15,0 %. Частіше за все у хворих індиків виявляли пухо-пір'яїдів (31,67 %), значно рідше бліх (15,33 %) та кліщів (14,67 %). З 8 видів ектопаразитів ЕІ кліщами виду *Knemidocoptes mutans* становила 2,0 %. Ектопаразитози значно частіше виявляли у дорослих птахів (44,0 %), ніж у молодих (17,67 %); у самок (33,0 %), ніж у самців (28,67 %); у індиків, яких вирощували в умовах екстенсивної (50,0 %), ніж інтенсивної (11,67 %) систем утримання (Lawal et al., 2019).

У 7 місячних індиків, що утримувались на вільному утриманні, в Нігерії (Африка) у 2020 році було виявлено лускоподібне захворювання ніг із грибковим дерматитом. У птахів реєстрували: відсутність апетиту, сонливість, кволість, депресивний стан, опущені крила, діарею, струпи, луски та кірки на кінцівках і гомілках. У зрізах шкіри було ідентифіковано кліщів виду *Knemidocoptes mutans*. Перебіг інвазії ускладнювався вторинним грибковим дерматитом, що спричинило ослаблення імунітету. Автори зазначили, що інвазію частіше реєстрували, саме у птахів, що постійно контактували з ґрунтом (Ameji et al., 2020).

З 327 досліджених місцевих домашніх курей, що знаходились на вільному виході в п'яти районах Гвагвалада (Абуджа, Нігерія, Африка) з вересня по листопад (спекотний сезон дощів) 2014 року хворими на ектопаразитози виявились 250 (75,85 %). Зокрема, 232 (92,74 %) були інвазовані 4 видами пухо-пір'яїдів та блохами, а 18 (7,26 %) – кліщами виду *Knemidocoptes mutans* (Odeni et al., 2016).

З 384 курей досліджених з жовтня 2022 року по вересень 2023 року, які утримувались на вільному виході в зоні Східного Годжама регіону Амхара (Ефіопія, Африка) у 184 (47,9 %) було виявлено ектопаразитів. Крім пухо-пір'яїдів та бліх у 2,7 % курей було ідентифіковано кліщів виду *Knemidocoptes mutans*. Частіше інвазованими були саме самки (57,8 %) (Berihun et al., 2024).

З 384 курей з міста Джимма (Ефіопія, Африка) та його околиць з листопада 2014 року по травень 2015 року у 42,71 % було зібрано чотири види пухо-пір'яїдів, у 16,15 % – один вид бліх, а у 8,85 % – два види кліщів, серед останніх були й кнемідокоптеси (*Knemidocoptes mutans*). Поширеність кліщів у присадибних господарствах становила 2,34 %, а у господарствах інтенсивного птахівництва – 6,51 %. В цілому ектопаразитози частіше реєстрували у: дорослих курей, ніж у молодняка; у самок ніж у самців; птахів місцевих порід, ніж у екзотичних; присадибних господарствах, ніж у господарствах інтенсивного птахівництва (Kebede et al., 2017).

З 50-ти курей, що утримувались на вільному виході у сільській місцевості Східнокапської провінції (Африка) ектопаразитів було виявлено у 96 %. На курях паразитували блохи, пухо-пір'яїди, а у 0,57 % птахів було виявлено кліщів *Knemidocoptes mutans*, що спричиняли клінічні ознаки «лускатої ноги» (Mojo et al., 2015).

Отже, на Африканському континенті кнемідокоптоз є поширеною інвазією саме серед курей та індиків за різних систем утримання. Реєструють інвазію у курей і у Південній

Америці, зокрема у Бразилії (Souza et al., 2024), Венесуелі (Perfetti & Moreno, 2016) та Парагваї (Martínez-López et al., 2022), де кліматичні умови схожі до африканських.

В Бразилії (Південна Америка) вирощуванням курей на вільному вигулі займаються скрізь. Одна із птахівниць з муніципалітету Барра, що утримувала 80 курей на вільному вигулі, повідомила що після того, як вона на іншій фермі придбала півня, у 6-ти її курок (7,5 %) було виявлено лускаті деформації на лусочках та кірки на дистальних відділах кінцівок. Кури утримувались у задовільних умовах, птахи мали доступ до пасовища та вигулу, їх добре годували, а територію прибирали кожні 15 днів. Основними причинами, що сприяли поширенню інвазії власниця вважала: відсутність належного курника та санітарного менеджменту, а також незбалансовану годівлю та інбридинг, що призвели до зниження продуктивності та появи паразитарних хвороб (Souza et al., 2024).

Креольських курей, завдяки своїм особливостям до адаптації вирощування у відкритих системах в умовах субтропічного клімату Парагваю (Південна Америка) та невибагливого утримання, давно розглядали як альтернативу у виробництві м'яса та отриманні від них яєць. З огляду на це з червня по вересень 2018 року було досліджено популяцію птахів з ферми у Сан-Лоренцо на наявність ектопаразитів. З 47 птахів (6 півнів і 41 курка) пухо-пір'яїдів було виявлено у всіх (100 %), а кліщів виду *Knemidocoptes mutans* у 35,08 % (Martínez-López et al., 2022).

Реєструють інвазію й у країнах Азії, де клімат також доволі теплий. Поширені ектопаразити серед птахів у Індії (Sreedevi et al., 2016; Patel et al., 2022; Vijayakaran et al., 2024). У бійцівських півнів азиль, що вирощувались у присадибному господарстві в Індії (Південна Азія), у зскрібках з уражених ділянок шкіри було виявлено різні стадії розвитку кліщів *Knemidocoptes mutans*. Інвазія спричинювала економічні збитків для багатьох власників сільської громади. Перебіг кнемідокоптозу у хворого птаха супроводжувався гіперкератозом з білуватим шаром плівок на гомілці та скакальному суглобі ніг, а на гомілках виявляли вогнищеві ділянки злушення шкіри з виділенням крові (Sreedevi et al., 2016). Також, описано випадок, коли «луската нога» у 4 півнів і курки породи азиль, спричинена кліщами *Knemidocoptes mutans* перебігала з ускладненням бактеріальною (стафілококовою) інфекцією, що значно ускладнювало перебіг інвазії (Vijayakaran et al., 2024).

У Індійському штаті Гуджарат більшість індійських птахів заборонено тримати вдома, тому в якості домашніх компаньйонів, найчастіше з екзотичних птахів власники тримають хвилястих папуг. Разом з ендо- та ектопаразитами у хвилястих папуг було діагностовано й кнемідокоптоз. З 173 досліджених птахів останній було виявлено у 13,29 %, в тому числі у 16,41 % (22 із 134), що утримувались власниками і у 2,56 % (1 із 39) папуг, що продавались у зоомагазинах (Patel et al., 2022).

В провінції Багдад (Ірак) з грудня 2020 року по січень 2021 року кнемідокоптоз було діагностовано у 16 (з 37) домашніх курей, що були придбані на місцевих ринках і утримувались у присадибних господарствах (Ali et al., 2021).

Реєструється кнемідокоптоз й на Північноамериканському континенті, зокрема, у штаті Каліфорнія (США) (Murillo & Mullens, 2016; Burriss et al., 2022).

У південній Каліфорнії було досліджено по 5 курей з 20 приватних домогосподарств, так лише кури чотирьох господарств (20 %) були повністю вільними від ектопаразитів. Серед ідентифікованих постійних ектопаразитів було шість видів курячих пухо-пір'яїдів, один вид бліх та три види паразитичних кліщів. Кліщів виду *Knemidocoptes mutans* було виявлено у 10 % курей, причому у 2-ох господарствах інтенсивність інвазування була високою. Науковці констатують, що видовий склад ектопаразитів у курей, що утримувались у присадибних господарствах, значно перевищував за чисельністю у тих, що утримувались у промислових умовах (Murillo & Mullens, 2016).

Смертельно небезпечною кнемідокоптозна інвазія є для диких птахів. Це захворювання негативно впливає на їх життєдіяльність, зокрема, на здатність диких птахів сідати та захоплювати лапами гілки дерев. Аналіз бази даних стеллерової сойки (*Cyanocitta*

stelleri) з району Арката (Каліфорнія), проведений науковцями з лютого 2019 року по березень 2020 року довів, що інвазованими кнемідокоптесами було 27 % птахів. Але інвазію спричинювали кліщі іншого виду – *Knemidocoptes jamaicensis* (ідентифікацію здійснювали молекулярно-генетичними методами шляхом секвенування) (Burriss et al., 2022).

Є ряд повідомлень про виявлення кнемідокоптесів у птахів в європейських країнах. Так, у 2018 році на ендо- та ектопаразитози було досліджено 17 курей і 1 півень із дев'яти зграй, що випасались на вільних вигулах сільської місцевості у Ісландії (Європа). Крім найпростіших і нематод у птахів було виявлено чотири види маллофаг та три – кліщів. Всього було ідентифіковано 22 види паразитів. Кліщів *Knemidocoptes mutans* було виявлено у 7-ми (38,9 %) курей (Skírnisson & Pálsdóttir, 2020).

Молдавськими вченими підтверджена висока ймовірність передачі різних стадій збудників ектопаразитозів від диких птахів – домашнім. Крім пухо-пір'яїдів та бліх у птахів ідентифікували й кліщів, що спричиняли «лускату ногу» (*Knemidocoptes mutans*) (Zamornea et al., 2018).

В Україні кнемідокоптоз є також доволі поширеною інвазією як серед домашніх, так і екзотичних птахів. У 2006–2017 роках при обстеженні 38 птахофабрик з клітковим утриманням птиці, 18 пташників з підлоговим утриманням, які спеціалізуються на виробництві яєць, і понад 150 пташників на присадибних ділянках у 16 областях України та Криму у курей-несучок (від 5 % до 7 %) старше двох років, що утримувались у темних брудних приміщеннях саме на присадибних ділянках було виявлено кліщів. Зміни виявляли на кінцівках нижче скакального суглоба у вигляді потовщень, що нагадували «лускату ногу» (Paliy et al., 2018).

Результати інших досліджень українських науковців також доводять, що кліщів виду *Knemidocoptes mutans* було виявлено у 10,2 % курей-несучок, що утримувались в особистих підсобних господарствах, а у промисловому секторі – на птахових підприємствах, уражених птахів не виявляли. До 36,7 % зростала кількість уражених курей у тих господарствах, де поголів'я не змінювали протягом 3–5 років. Крім кнемідокоптесів у курей виявляли інших кліщів та пухо-пір'яїдів (Nagorna & Proskurina, 2019).

Для лікування кнемідокоптозу виробниками ветеринарних препаратів запропонована велика кількість засобів, проте тривалість їх застосування і ефективність – різні.

Для лікування двох півнів з міста Коро, штат Фалькон (Венесуела) з хронічною формою уражень шкіри ніг кнемідокоптозною коростою було застосовано доступну і недорого суміш осадженої сірки з вазеліном (10 %). Місцеве лікування здійснювали кожні 3 дні протягом 1 місяця внаслідок чого обидва птахи повністю відновились без побічних ефектів (Perfetti & Moreno, 2016).

Лікування кнемідокоптозу у курей з Бразилії власниця здійснювала системно і місцево екологічними препаратами, шляхом нанесення на уражені ділянки пасти на основі сірки (2 рази на день 15 діб). Боротьбу із кнемідокоптесами здійснювали комплексно: щоденно очищали сідала, підлогу та обробляли хлором, обприскували за чітко визначеною схемою інсектоакарицидами (тричі з інтервалом в 1 тиждень) з дотриманням рекомендованих концентрацій, за рахунок комплексних заходів за 15 діб вдалося повністю знищити збудників, а стан уражених кінцівок у курей покращився (Souza et al., 2024).

Кінцівки 16-ти уражених кнемідокоптесами іракських домашніх курей протягом 21 дня обробляли водними екстрактами (100, 75 і 50 %) олеандру нерієвого, що росте в місцевих садах і громадських парках. За результатами лікування у 75 % курей було отримано гарні результати, щодо акарицидної активності засобів (Ali et al., 2021).

В Нігерії індиків з «лускатою ногою» ускладненою грибковим дерматитом, лікували підшкірними ін'єкціями 1 % івермектином по 0,5 мл/кг одноразово у поєднанні з протимікозною терапією, що дало високий лікувальний ефект (Ameji et al., 2020). Шляхом внутрішньом'язового введення івермектину лікували й бійцівських півнів азиль в Індії (Sreedevi et al., 2016). А у 4 півнів і курки цієї ж породи інші індійські дослідники вилікували

ускладнений кнемідокоптоз дельтаметрином та протимікробними засобами. Комплексний підхід до лікування забезпечив одужання птахів без появи рецидивів інвазії (Vijayakaran et al., 2024).

Лікування хвилястих папуг є не простим завданням, з огляду на те, що вони є надто чутливими до хімічних речовин. У м. Біла Церква (Україна) на папугах досліджували дві схеми лікування кнемідокоптозу спричиненого кліщами виду *Knemidocoptes pilae*, що паразитують на тілі. При застосуванні двох схем зовнішнього застосування препаратів: краплі іверміколу з хлоргексидином та аверсектинової мазі з хлоргексидином у поєднанні із згодовуванням папугам обох дослідних груп (n=6) мультивітамінізованої зернової суміші Perlen, екстенсефективність 1 схеми на 6-у добу досліді складала 0 %, на 22-у – 33,3 %, а на 36-у – 100 %, 2 схеми – 0 %, 16,7 %, 66 % відповідно. Івермікол, який одноразово наносили по 1 краплі на неушкоджену шкіру спини, між крилами, показав максимальну (100 %) акарицидну ефективність. Ефективність аверсектинової мазі виявилась недостатньою (лише 66 %), до того ще й наносити її необхідно було на уражені ділянки тіла 4 рази з інтервалом у 5 діб (Kozii et al., 2021). Слід відмітити, що дослідники почали реєструвати зниження інтенсивності інвазування починаючи з 22 доби, що свідчить про стійкість певних стадій розвитку кліщів до акарицидних препаратів.

Отже, кнемідокоптоз є доволі поширеною інвазією серед домашніх і декоративних птахів у різних природничих зонах, а до його лікування слід підходити обережно, з урахування токсичної дії препаратів на організм птахів.

Таким чином, лікувати кнемідокоптоз не лише потрібно, але й необхідно у зв'язку з тим, що збудник передається від хворих до клінічно здорових птахів контактним шляхом – безпосереднім (прямим) або опосередкованим (через предмети догляду тощо). Висока ймовірність інвазування сприйнятливих птахів спостерігається під час перебування їх на сідалах та у гніздах. Важливими, у боротьбі із даним акарозом, є відокремлення хворої птиці з зграї та обробка всіх сприйнятливих птахів з профілактичною метою. Довгожителами у пташиній зграї вважаються півні і, часто, саме вони є основним джерелом інвазування курей кнемідокоптесами. Кнемідокоптоз майже не реєструється в умовах промислових птахогосподарств, що пов'язано з особливостями утримання (індивідуальні кліткові системи з сітчастою підлогою) птиці. У приватних домогосподарствах курей утримують у курниках з вигульними майданчиками, а то й взагалі на вільному вигулі, що часто і є основним фактором передачі збудників.

Висновки.

1. Коросту ніг виявлено у 9 декоративних курей (7 півнів і 2 курочки) у зоокуточку ХДЗВА (EI=100 %). Легку папульозну стадію хвороби діагностовано у п'яти птахів (55,6 %), тяжку папульозну – у двох (22,2 %), крустозну – також у двох (22,2 %). Тяжку папульозну і крустозну стадії кнемідокоптозу зареєстровано у півнів. Найвищу ступінь інтенсивності інвазії зафіксовано за крустозної стадії хвороби.

2. На 14 добу після першої зовнішньої обробки кінцівок хворих курей дьогтем березовим (другу обробку проводили на 7 добу) екстенсефективність препарату складала 100 %. Лікування птахів тривало протягом одного місяця, в окремих випадках – довше.

3. Швидкість повного відновлення шкіряного покриву на кінцівках курей після застосування дьогтю березового залежала від стадії хвороби і тривала від 6 місяців до 1 року. Найшвидше шкіра кінцівок відновлювалась за легкої папульозної та крустозної стадій.

4. Дьоготь березовий є високоефективним і низькотоксичним природним акарицидом, а його кератопластичні, кератолітичні, антисептичні та протизапальні властивості сприяють прискоренню відновлення ураженого шкіряного покриву за кнемідокоптозу у декоративних курей.

З огляду на отримані нами результати досліджень, а також дані науковців інших країн, в перспективі необхідно продовжувати вивчення поширення кнемідокоптозу серед

домашніх, диких та екзотичних птахів, вивчати механізми передачі збудників, їх стійкість до дії акарицидних препаратів з метою удосконалення та актуалізації існуючих схем профілактичних заходів.

References

1. Ali, A. El-M. H., Hasan, A. A., Abdulmaged, S. H., & Humadi, A. A. (2021). Effects of Nerium oleander extract on scaly leg mites (*Knemidocoptes mutans*) in back yard chickens. *Biochemical and cellular archives*, 21, 1961–1964. Retrieved from: <https://connectjournals.com/03896.2021.21.1961>
2. Ameji, N. O., Oladele, O. O., Jambalang, A. R., Oshadu, D. O., & Lombin, L. H. (2020). Scaly leg mites infestation and mycotic dermatitis in a turkey flock in Jos, Nigeria. *Vom Journal of Veterinary Science*, 15(1), 67–75. Retrieved from:
3. Berihun, A. M., Yekoye, Y. D., & Alemayehu, M. M. (2024). Prevalence of domestic chicken ectoparasites in the east Goejam, Amhara, Ethiopia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 56: 101144. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2024.101144>
4. Burris, W. M., Kinziger, A. P., Black, J. M., & Brown, R. N. (2022). Knemidokoptes mites and their effects on the gripping position of the feet of steller's jays (*Cyanocitta stelleri*). *Journal of Wildlife Diseases*, 58(4), 859–868. <https://doi.org/10.7589/JWD-D-22-00016>
5. Fedorova, O. V., Mazanniy, O. V., Nikiforova, O. V., Liulin, P. V., & Zyhina, O. Yu. (2022). Epizootychnyi monitorynh endoparazytoziv sered dykykh ptakhiv u Kharkivskomu rehioni. *Visnyk PDAA*, 4, 198–206. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.24> [In Ukrainian].
6. Firaol, T., Dagmawit, A., Askale, G., Solomon, S., Morka, D., & Waktole, T. (2014). Prevalence of ectoparasite infestation in chicken in and around Ambo town, Ethiopia. *Journal of Veterinary Science & Technology*, 5(4): 189. <https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000189>
7. Kebede, A., Abebe, B., & Zewdie, T. (2017). Study on prevalence of ectoparasites of poultry in and around Jimma town. *European Journal of Biological Sciences*, 9(1), 18–26. <https://doi.org/10.5829/idosi.ejbs.2017.18.26>
8. Kozii, N. V., Shahanenko, V. S., Shahanenko, R. V., Rublenko, S. V., & Avramenko N. V. (2021). Farmakoterapiia khvyliastykh papuh za knemidokoptozu. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 2, 89–96. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2021-168-2-89-96> [In Ukrainian].
9. Lawal, J. R., Mustapha, M., Adamu, L., Dauda, J., & Biu, A. A. (2019). Ectoparasitosis in domesticated turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Jere area, Borno state, Nigeria. *International Journal of Veterinary Sciences Research*, 5(1), 11–22. <https://doi.org/10.18488/journal.110.2019.51.11.22>
10. Liulin, P. V., Fedorova, O. V., Prykhodko, Yu. O., Nikiforova, O. V., & Mazanniy, O. V. (2019). Tsestodozy kurei v umovakh osobystykh selianskykh hospodarstv pivdenno-skhidnoho rehionu Ukrainy. *Veterynariia, tekhnologii tvarynnystva ta pryrodokorystuvannia*, 4, 110–113. <https://doi.org/10.31890/vttp.2019.04.21> [In Ukrainian].
11. Martínez-López, R., Sosa, P. A., & Centurión-Insaurralde L. M. (2022). Infestación por ectoparásitos en aves criollas de Paraguay. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 32. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e32134>
12. Moyo, S., Masika, P. J., & Moyo, B. (2015). A diagnostic survey of external parasites of free-range chickens, in therural areas of eastern cape, South Africa. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, 3(2). Retrieved from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=670278d04d724a029c149664819e4bb500f2e4ee>
13. Murillo, A. C., & Mullens B. A. (2016). Diversity and prevalence of ectoparasites on backyard chicken flocks in California. *Journal of Medical Entomology*, 53(3), 707–711. <https://doi.org/10.1093/jme/tjv243>
14. Nagorna, L., & Proskurina, I. (2019). Chicken mite: epidemiological aspects of distribution. *Proceedings International Scientific Conference Scientific Development of New Eastern Europe, Part II (6 April 2019)*. (pp. 50–53). Riga, Latvia: Baltija Publishing. https://doi.org/10.30525/978-9934-571-89-3_88

15. Odeno, R. A., Mohammed, B. R., Simon, M. K., & Agbede, R. I. S. (2016). Ecto-parasites of domestic chickens (*Gallus gallus domesticus*) in Gwagwalada Area Council, Abuja, Nigeria-West Africa. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 51(1), 140–146. <https://doi.org/10.5455/ajvs.220654>
16. Paliy, A. P., Mashkey, A. M., Sumakova, N. V., & Paliy, A. P. (2018). Distribution of poultry ectoparasites in industrial farms, farms, and private plots with different rearing technologies. *Biosystems Diversity*, 26(2), 153–159. <https://doi.org/10.15421/011824>
17. Patel, V. A., Bhadesiya, C. M., Gajjar, P. J., Anikar, M. J., Dadawala, A. I., Makwana, P. P., & Lende, S. R. (2022). Prevalence of endoparasites and ectoparasites in pet budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) of Gujarat, India. *Ecology Environment and Conservation*, 28, 233–239. <https://doi.org/10.53550/EEC.2022.v28i06s.039>
18. Perfetti, D. C., & Moreno, P. M. (2016). Use of precipitated sulphur in pretrolatum for the topical treatment of knemidocoptic mange (*Knemidocoptes* sp) in two roosters. *Journal article: Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVEP)*, 27(2), 397–402. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11655>
19. Prykhodko, Yu. O., Byrka, V. I., Fedorova, O. V., Ponomarenko, V. Ya., Mazannyi, O. V., Ponomarenko, A. M., & Nikiforova, O. V. (2017). *Laboratorna diahnozyka invazyynykh khvorob tvaryn (metodychni rekomendatsii)*. Kharkiv. [In Ukrainian].
20. Prykhodko, Yu. O., Ponomarenko, V. Ya., & Nikiforova, O. V. (2011). *Osnovy akarolohii i entomolohii, akarozy ta entomozy tvaryn: navchalnyi posibnyk*. Kharkiv. [In Ukrainian].
21. Skírnisson, K., & Pálsdóttir, G. R. (2020). Past and present status of poultry parasites in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences*, 33, 3–14. <https://doi.org/10.16886/IAS.2020.01>
22. Souza, I. P. de O., De Oliveira, D. C., Santos, M. W. da C., Conceição, M. dos S., Albuquerque, M. O., Parazzi, L. J., & dos Santos, F. (2024). Mange caused by *Knemidocoptes mutans* – outbreak in free-range chickens. *Acta Scientiae Veterinariae*, 52(1): 951. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.135517>
23. Sreedevi, C., Ramesh, P., Mala Kondaiah, P., Lakshmi Rani, N., & Abhishek M. (2016). Occurrence of *Knemidokoptes mutans* and *Laminosioptes cysticola* in backyard poultry in India. *Journal of Parasitic Diseases*, 40, 1627–1630. <https://doi.org/10.1007/s12639-015-0673-1>
24. Tertychna, O. V. (2016). Formuvannia populiatsii klishchiv u vyrobnytstvi ptakhivnychoi produktsii. *Bioloheia tvaryn*, 1(4), 93–97. <http://dx.doi.org/10.15407/animbiol18.04.093> [In Ukrainian].
25. Vijayakaran, K., Velusamy, R., Latchumikanthan, A., Sumitha, P., Abimanyu, G., & Vijayarajan, A. (2024). Co-occurrence of scaly leg and bumble foot in backyard poultry and its clinical management. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 9(3), 131–134. Retrieved from: <https://www.veterinarypaper.com/pdf/2024/vol9issue3/PartB/9-3-29-162.pdf>
26. Zamornea, M., Erhan, D., Rusu, Ș., Chihai, O., Bondari, L., Coadă, V., & Botnaru, N. (2018). Specii de ectoparaziți specifici și comuni la păsările domestice și sălbatice din Republica Moldova. In: *Functional Ecology of Animals: 70th anniversary from the birth of academician I. Toderaș* (21 septembrie 2018). (pp. 367–374). Chișinău, Republica Moldova: Institutul de Zoologie. <https://doi.org/10.53937/9789975315975.68>



2025. Номер 11, С 115 – 127

Отримано: 07.04.2025 Прийнято: 24.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.11

UDC 636.8.09:612.6

CURRENT PROBLEMS OF DOMESTIC FELINE REPRODUCTION AND PROSPECTS OF THEIR SOLUTION (review)

**S.V. Naumenko, V.I. Koshevoy, N.O. Chaus, O.S. Chuikova, V.Yu. Bublichenko,
I.O. Gulevich, M.S. Yevlakhova, V.V. Zemko**
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,
E-mail: frolka001@gmail.com

Annotation. Physiology and pathology of domestic feline reproduction is a current research area in veterinary reproductology. On the one hand, the peculiarities of the reproductive ability of queens contribute to the excessive spread of this species due to uncontrolled reproduction and the appearance of individuals with year-round sexual cyclicity. On the other hand, there are a large number of problems caused by the appearance of pathological processes in various stages of reproduction. Diagnostics of the reproductive system of female cats allows you to establish the phase of the reproductive cycle or pregnancy, assess its course, the condition of the fetuses, determine their age and viability potential, timely detect pathological conditions and differentiate them. Dystocia (pathological births) and metropathies are the main factors of feline, their treatment and prevention require further research, because preserving the life of the queen and kittens during childbirth, as well as sick females, does not always allow preserving their reproductive ability. Improving the reproductive ability of the domestic feline and programs for the reproduction of wild cats should include modern biotechnological achievements – embryotransfer. Promising methods of oocyte collection under ultrasound control. Thus, the reproductive ability of domestic feline is a complex, multifaceted field with a large number of current problems.

Key words: *cat, reproduction, pregnancy, diagnostics, treatment.*

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РЕПРОДУКЦІЇ СВІЙСЬКИХ КІШОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

(огляд літератури)

С.В. Науменко, В.І. Кошевой, Н.О. Чаус, О.С. Чуйкова, В.Ю. Бубліченко,

І.О. Гулевич, М.С. Євлахова, В.В. Земко

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: frolka001@gmail.com

Анотація. Фізіологія і патологія відтворення свійських кішок – актуальний напрям досліджень у ветеринарній репродуктології. З одного боку, особливості репродуктивної здатності кішок сприяють надмірному поширенню даного виду за рахунок безконтрольного відтворення і появи особин з цілорічною статевою циклічністю. Напроти, існує велика кількість проблем, обумовлених появою патологічних станів на різних етапах процесу відтворення. Діагностика статеві системи кішок дозволяє встановити фазу статевого циклу або вагітності, оцінити її перебіг, стан плодів, визначити їх вік і потенціал життєздатності, своєчасно виявити патологічні стани і диференціювати їх. Дистоції (патологічні роди) і метропатії – основні фактори кішок, їх лікування і профілактика потребують подальших досліджень, адже збереження життя кішки і кошенят в процесі родів, а також хворих самиць не завжди дозволяє зберегти їх відтворну здатність. Покращення відтворної здатності домашньої кішки і програми репродукції диких котятчих мають включати біотехнологічні досягнення сучасності – ембріотрансфер. Перспективними є методи забору яйцеклітин під ультразвуковим контролем. Таким чином, репродуктивна здатність свійських кішок – складна, багатогранна галузь з великою кількістю актуальних проблем.

Ключові слова: кішка, репродукція, вагітність, діагностика, лікування.

Вступ. Репродуктологія свійських кішок досліджена набагато менше, ніж собак, і досить довго в цій галузі, кішку вважали «маленькою собакою» та підходили до терапії проблем фертильності подібним чином (Fontbonne et al, 2022). Вважається, що домашня кішка (*Felis silvestris catus* (Linnaeus, 1758) є важливою моделлю для вивчення репродуктивної морфофізіології котятчих (Santos & Silva, 2023). Показано актуальність дослідження відтворення свійських кішок для обґрунтування допоміжних репродуктивних технологій для їх диких родичів (Thongphakdee et al., 2020). Крім того, збільшення популяції котів у містах стало проблемою громадського здоров'я. Таким чином, знання їх репродуктивної фізіології служить основою для встановлення нових стратегій контролю популяції (Romagnoli & Ferre-Dolcet, 2022). Видові особливості статевого циклу, перебігу вагітності, родів і післяродового періоду визначають можливі шляхи проявів неплідності у кішок (Fontbonne et al., 2020; Niewiadomska et al., 2023). Крім того, враховуючи їх багатоплідність, появу великої кількості нових порід різного розміру все частіше у них реєструють появу дистоцій і післяродових патологій (Sendag et al., 2025). Для вирішення цих проблем необхідно використовувати досягнення пропедевтики – ультразвукову (УЗ) діагностику, оцінку гормональних і біохімічних змін в різні фізіологічні періоди та сучасні наукові досягнення в галузі біотехнології відтворення (Fulton, 2021; Bigliardi et al., 2022; Priego-González et al., 2024).

Метою даного огляду було узагальнення сучасних даних щодо особливостей репродукції свійських кішок. Для цього вирішено ряд **завдань**: охарактеризувати прояв репродуктивної функції у свійської кішки; проаналізувати морфофункціональні особливості плацентадії у домашньої кішки та визначити гормональні й біохімічні особливості навколоплідних рідин залежно від терміну вагітності; встановити можливості оцінки терміну вагітності, кількості і життєздатності плодів; визначити поширеність,

перебіг і засоби лікування дистогій у кішок; встановити поширеність метропатій як провідного чинника неплідності кішок; оцінити перспективи застосування ембріотрансферу у кішок із забором яйцеклітин під ультразвуковим контролем як перспективного методу відтворення домашньої кішки і новітньої репродуктивної технології для порятунку багатьох видів диких котятчих.

Матеріали і методи дослідження. Досягнення поставленої мети і завдань дослідження було здійснено з використанням методів пошуку, обробки, аналізу та узагальнення даних фахової наукової літератури щодо особливостей репродукції свійських кішок. Для дослідження були використані наукові статті з міжнародних наукометричних баз даних Scopus, Pubmed та Google Scholar.

Результати дослідження і їх обговорення. Відомо, що свійські кішки можуть виявляти овуляцію, як спричинену коїтусом, так і спонтанну, що може відбуватися навіть за відсутності генітальних стимулів принаймні у третини маток (Lawler et al., 1993; Binder et al., 2019). Ці цикли можуть бути овуляторними або ні, і в цілому залежать від репродуктивної сезонності, оскільки кішки є поліестральним видом (Malandain et al., 2011). Однак, хоча цей вид демонструє більшу циклічність у довгі дні, як це спостерігається навесні та влітку, кішки можуть циклічно рухатися протягом року і не мати сезонних періодів анеструсу через модифікації фотоперіодів у помірному та майже тропічному кліматі (Faya et al., 2011).

У домашньої кішки естральний цикл поділяється на п'ять фаз: проеструс, тічка, діеструс і анеструс – фазу репродуктивного спокою (Bristol-Gould & Woodruff, 2006; Santos & Silva, 2023). Діагностика фази циклу може бути за допомогою вагінального мазка, хоча не всі фази можна легко диференціювати у кішки цитологічно (Kanca et al., 2014; Andrews et al., 2020). Зокрема, проеструс і тічка схожі в плані гістології яєчника і матки, і їх диференціюють за клінічними і поведінковими особливостями тварини. Таким чином, для рутинної гістологічної характеристики зазвичай розглядають лише анеструс, проеструс/еструс та діеструс (Santos et al., 2021).

Коли у кішки відбувається овуляція без запліднення цикл зміщується в фазу діеструса (лютеїнову фазу) із середньою тривалістю 35-45 днів. Коли відбувається запліднення, настає вагітність, що триває в середньому 65 днів від копуляції (Holst, 2022).

Плацентація – процес, що має важливе значення під час вагітності у кішок (Pereira et al., 2023; Soltero-Rivera et al., 2024). Відомо, що імплантація у кішок відбувається приблизно на 12,5 добу після спарювання, після чого починається формування дефінітивних зон плаценти (14-15 доба) (Leiser & Koob, 1993). Проникнення хоріальної частини відбувається через ендометріальні крипти – цей процес зберігає материнські структури, які разом із проліферацією трофобласту утворюють остаточні плацентарні ламели (пластини) до 20 доби (Wooding & Burton, 2008). У домашньої кішки плацента відноситься до ендотеліохоріального типу. Це означає, що синцитіотрофобласт, найбільш внутрішній шар трофобласта, знаходиться у тісному контакті з материнським ендотелієм. Даному типу плаценти властива відсутність чіткого поділу між материнською та фетальною частинами, як в епітеліохоріальній плаценті, наприклад, у коней та свиней (King, 1992; Carter & Enders, 2004; Enders & Carter, 2012). В ендотеліохоріальній плаценті і, більш виражено, у гемохоріальній (наприклад, у гризунів) відбувається глибше вторгнення трофобласту (Diessler et al., 2023). Це часто викликає розрив деяких кровоносних судин, що призводить до кровотечі при відшаруванні плацентарної тканини під час родів у кішки (Leiser & Kaufmann, 1994).

Згідно прийнятих класифікацій, плацента домашньої кішки має характеристики, загальні для більшості м'ясоїдних тварин (Leiser & Koob, 1993; Leiser & Kaufmann, 1994; Kwon et al., 2025). Макроскопічна будова плаценти кішки характеризується наявністю пояса навколо хоріонічного мішка, тому її називають зонарною кільцеподібною або циркулярною. Пластини (ламелі) простягаються паралельно від основи ендометрія, де вони утворюються, до його поверхні, по якій розподілені великі кровоносні судини і тканини

плода. Ці ламелі є матковими виступами, які ростуть до ембріона у вигляді тонких складок з материнськими компонентами (Leiser & Kohler, 1984; Banchi et al., 2025).

Плацента кішок з пластинчастою структурою утворена залозистою, сполучною і пластинчастою зонами (Dempsey & Wislocki, 1956). Залозиста зона формується поверхнею ендометрія і маткових залоз. Потім зона з'єднання функціонує як сполучна ланка між ендометрієм і плацентою. Саме в цьому шарі клітини цитотрофобласта проникають в ендометрій, зберігають материнські капіляри і деякі стромальні клітини. Стромальні клітини, оточені нетрансформованим позаклітинним матриксом, можуть бути індивідуалізовані або згруповані в пластинки. У цьому шарі вони називаються децидуальними клітинами, оскільки походять з фіброblastів слизової оболонки матки. Зона з'єднання приводить до утворення остаточних плацентарних ламел за рахунок асоціації між децидуальними клітинами і материнськими капілярами з проліферуючими трофобластами (Wislocki & Dempsey, 1946; Dempsey & Wislocki, 1956; Kwon et al., 2025).

Структурно ламелі вистелені трофобластами, хоча материнські капіляри і клітини розташовані в центрі. У цій області ці клітини відомі як гігантські клітини. Однак вони морфологічно і функціонально схожі з децидуальними клітинами в зоні з'єднання. Зовні від пластинчастої зони клітини хоріона вкривають всю її протяжність, а посередині цього хоріонічного шару кровоносні судини плода тісно асоціюються з трофобластами. Вся ця структура, що включає ламелі, клітини хоріона та судини плода, має тенденцію до збільшення складності будови протягом всієї вагітності або за рахунок збільшення кількості клітин, або за рахунок високого розгалуження пластин та васкуляризації (Leiser & Koob, 1993; Gudenschwager-Basso et al., 2024). Також існують особливості плаценти кішок, що стосуються розташування кровоносних судин матері і плода – спостерігається просте протиточне розташування судин, тобто кровотік відбувається перпендикулярно (Leiser & Kaufmann, 1994).

Навколоплідні рідини, що оточують плід під час вагітності, забезпечують оптимальні умови для його росту та розвитку (Veronesi et al., 2018; Farsetti et al., 2024). У кішок ці рідини виконують не лише захисну функцію, але й беруть участь у транспортуванні поживних речовин, регуляції температури та амортизації механічних впливів (Banchi et al., 2023). Гормональні й біохімічні зміни у складі навколоплідних рідин пов'язані з динамікою розвитку плода та адаптаційними змінами в організмі матері (Sahraei et al., 2024b). Вивчення цих процесів є важливим для розуміння фізіології вагітності, визначення критичних періодів розвитку плода та діагностики можливих ускладнень.

Різні терміни вагітності характеризуються специфічними змінами у складі амніотичної та алантоїсної рідин, які відображають як потреби плода, так і стан материнського організму (Fresno et al., 2012). Аналіз цих характеристик дозволяє глибше зрозуміти регуляторні механізми вагітності, а також сприяє вдосконаленню методів ветеринарного спостереження та лікування (Sarkar et al., 2008). У сучасній ветеринарній науці важливість таких досліджень пов'язана з необхідністю покращення репродуктивного здоров'я тварин, зокрема кішок, що мають високу репродуктивну активність (Iacono et al., 2012).

Нами було проведено детальний аналіз гормонального та біохімічного складу навколоплідних рідин на різних стадіях вагітності кішок. На початкових етапах вагітності відзначається високий рівень прогестерону, який згодом поступово знижується, тоді як рівень естрогенів зростає, досягаючи піку перед родами (Bigliardi et al., 2022). Це вказує на критичну роль гормонального балансу у регуляції перебігу вагітності (Sarkar et al., 2008).

Біохімічний аналіз показав, що концентрація білків у навколоплідних рідинах підвищується з розвитком вагітності, що сприяє забезпеченню плода необхідними амінокислотами. Зокрема, амніотична рідина містить вищі рівні глобулінів і альбумінів, тоді як алантоїсна рідина характеризується більшим вмістом сечовини та креатиніну, що свідчить про її роль у виведенні метаболічних продуктів (Fresno et al., 2012).

Значні зміни спостерігаються у складі електролітів: рівень натрію та хлоридів зменшується, тоді як концентрація калію зростає в пізніх стадіях вагітності. Це може бути пов'язано з посиленням транспортуванням електролітів до плода через плаценту (Bigliardi et al., 2022). Крім того, на пізніх стадіях вагітності відбувається підвищення рівня глюкози та лактату, що відображає посилення енергетичного обміну (Sahraei et al., 2024a). Важливим компонентом навколоплідних рідин є глікозаміноглікани, зокрема гіалуронова кислота та хондроїтинсульфат, які сприяють підтримці еластичності тканин і створенню амортизаційного середовища для плода. Ці компоненти також можуть відігравати роль у процесах підготовки до родів (Veronesi & Fusi, 2023).

Гормональні, біохімічні та електролітні зміни складу навколоплідних рідин на різних стадіях вагітності у кішок забезпечують фізіологічні потреби плода, адаптаційні процеси організму матері та підготовку до родів. Отримані дані є основою для вдосконалення методів ветеринарного нагляду, що сприятиме зниженню ризику ускладнень та забезпеченню здорового розвитку потомства.

Одним з методів діагностики вагітності у кішки є ультразвукове дослідження, що широко використовується в акушерській практиці з метою визначення вагітності, життєздатності, етапів розвитку плодів, прогнозування дати пологів. Отже, метою роботи було з'ясування ролі УЗД в оцінці терміну вагітності, кількості і життєдіяльності плодів. За допомогою УЗД наявність вагітності кішки визначається вже на 14 день після запліднення тварини. Оптимальним, буде зробити тварині діагностику на 21 день, коли вже можна розпізнати плодові оболонки. Термін вагітності можна передбачити продіагностувавши внутрішньоутробні структури (Holst, 2022).

Підтвердженням вагітності тварини є візуалізація гестаційного мішка на 11-14 день. Спочатку на 4-14 день спостерігається збільшення матки, за яким на 11-14 день можна діагностувати утворення плодового мішка, визначити полюс плода, його щільність (15-15 день після зачаття). Вже на 16-18 день можна спостерігати візуалізацію і серцеву діяльність плода, яка проявляється як тріпотіння в тканинах ембріона (Kutzler et al., 2003). Частота серцевих скорочень плоду вдвічі перевищує частоту серцевих скорочень матері і зазвичай становить від 200 до 220 ударів за хвилину (Lopate, 2018).

Морфологію плода можна визначити з 30 дня. На 28-30 день після зачаття плід починає рухатись, це проявляється в таких діях як ковтання, рухи тіла та кінцівок. На 38-43 дні можна діагностувати стать плоду (Zambelli & Prati, 2006). Кількість плодів визначити за допомогою УЗД важко, в зв'язку з невеликою ділянкою репродуктивного тракту зображення за один раз та можливої резорбції плоду (Fulton, 2021). Для цього рекомендується рентенографія, яку можна проводити на 36-45 день вагітності тварини.

Для ще більш точного діагностування терміну вагітності ($87\% \pm 2$ дні), використовують метод обрахунку гестаційного віку (Lopate, 2018). Для цього, під час другої половини вагітності, проводять вимірювання анехогенного простору діаметру плодового мішка (GSD). На 26-29 день вимірюється загальна довжина верхівки (CRL) плодового мішка та діаметр тіла (BD) плода, а після 30 дня – найбільша ростральна корона до основи хвоста плодового мішка та зовнішній край діаметра голови плода (HD). Для отримання мірок слід використовувати не менше двох плодів. Далі на підставі результатів УЗД вимірювання використовують формулу обрахунку гестаційного віку. Якщо термін вагітності за прогнозом менше 30 днів, вимірювання проводиться в міліметрах для чого беруться результати виміру GSD та CRL, а якщо більше 40 днів, вимірювання проводиться в сантиметрах і використовуються результати вимірювання BD та HD (Zambelli et al., 2002; Mattoon & Berry, 2021).

Термін вагітності кішок становить 61 ± 1 день. Шляхом різниці терміну вагітності і гестаційного віку визначається кількість днів до родів. Застосування методу УЗД для визначення вагітності кішок є ефективним і дозволяє своєчасно виявляти вагітність, прогнозувати термін пологів та надати корисну інформацію про життєдіяльність плоду. Він

має чимало переваг: абсолютна нешкідливість, швидкість у виконанні та добра переносимість твариною.

Часто в період вагітності у кішок і плодів виникають певні аномалії, що призводять до патологічних родів – дистоцій. Дистоція є ускладненням родів або нездатністю до виходу плодів через родовий канал самки. Нажаль, дана патологія може призвести до серйозних наслідків, якщо вчасно не надати допомогу тварині (Holst, 2022; Koca et al., 2023). Дистоція у кішок частіше зустрічається у чистопорідних тварин. Зазвичай дистоцію вважають наслідком патології матері чи плода. Частота дистоцій серед породистих кішок зазвичай становить менше 10%, але існує значна варіація між породами, що вказує на генетичний компонент. Більш високі показники захворюваності були описані у декількох порід, серед них бірманська. Дистоції були пов'язані як з маленькими, так і з великими розмірами посліду (Sparkes et al., 2006; Vapalahti et al., 2016; Holst et al., 2017).

Найбільш частою причиною дистоції у кішок є атонія матки, на частку якої припадає приблизно дві третини випадків. Повна первинна атонія матки діагностується при відсутності ознак другої стадії родів після закінчення їх терміну, тоді як часткова первинна атонія матки діагностується коли скорочення матки слабкі і народження одного або декількох плодів не вдається (Bailin et al., 2022; Sendag et al., 2025). Щоб уникнути внутрішньоутробної смертності, кесарів розтин рекомендується проводити через 71 день після спарювання, якщо передвісники родів відсутні. Вади передлежання плода були другою за частотою причиною дистоції, за нею йдуть вади розвитку, загибель плода, вузькі родові шляхи і великі розміри плода (Bailin et al., 2022; Axné et al., 2025).

Повна або часткова слабкість родових сил (коли міометрій матки не виробляє достатніх скорочень, щоб виштовхнути кошенят через родовий канал) або вузькість родового каналу є найбільш поширеними проявами дистоцій у кішок (Pretzer, 2008). Серед патологій плодів може бути: неправильне положення плода та його розмір, вади розвитку та крупнопліддя (Černá et al., 2024). Також слід відмітити, що патологія родів частіше діагностується у тварин старше 6-ти років, виснажених чи тих, що мають зайву вагу, хронічні захворювання (Pecchia et al., 2023).

Основні симптоми, на які слід звернути увагу: вагітність, що затягнулась (більше 67 днів), без початку родової діяльності; коли другий період родів затягується більше ніж на добу, без появи першого плода; великий проміжок між появою кошенят; аномальні виділення з піхви: кров'яні, темно-зелені до народження плодів (можуть свідчити про відшарування плаценти); коли частина кошеняти (або плодова оболонка) стирчить з піхви більше 15 хвилин без повної появи плода, а при цьому самка активно тужиться та відчуває біль. Головне, вчасно помітити проблему на ранній стадії та оперативно прийняти рішення задля її вирішення та зменшення ризиків смертності самки та плодів (Holst, 2022).

Зазвичай дистоція лікується трьома основними методами – медикаментозним лікуванням, нехірургічними маніпуляціями та кесаревим розтином. Медикаментозне лікування, наприклад введення окситоцину для посилення скорочень матки та розчину глюкози чи кальцію при виявленні їх дефіциту. Нажаль не завжди може призвести до позитивного результату. Також важливо зазначити, що медикаментозне лікування можливе лише коли стан матки і плодів стабільний, є правильне положення та передлежання кошенят. Нехірургічні маніпуляції включають повний фізичний огляд, УЗ-дослідження та пальпаторне вагінальне дослідження і ручне доставання кошенят. І нарешті, при відсутності ефективності перших двох здійснюють хірургічне втручання шляхом проведення кесаревого розтину (Lambertini et al., 2024; Meyer & Berg, 2024).

Патологічні роди часто призводять до неплідності кішок. Неплідність визначається як нездатність завагітніти та народити життєздатне потомство, у кішок вона має багато потенційних факторів, але існує гіпотеза, що провідною причиною є різноманітні метропатії (Fontbonne et al., 2020). Рівень неплідності у племінних чистокровних кішок в розплідниках в різних країнах світу щонайменше складає 20% (Niewiadomska et al., 2023).

Багато потенційних причин неплідності у самиць класифікуються як збої в часі або фізичному акті спаровування (включаючи відсутність індукованої овуляції), захворювання матки, інфекційні захворювання (бактеріальні, вірусні або паразитарні), ендокринні порушення, неадекватне харчування, хромосомні або генетичні аномалії та анеструс. Відносна частота, з якою будь-який із цих факторів сприяє безпліддю та неплідності у маток, невідома, але існує гіпотеза, що захворювання матки є недооціненою причиною безпліддя у маток (Fontbonne et al., 2020; Koshevoy et al., 2021; Dyshkant et al., 2024).

Патологія матки, потенційно пов'язана з неплідністю, включає кістозну гіперплазію ендометрія, піометру, ендометрит, гідрометру, мукометру (Johnson, 2022). Існує дуже мало опублікованих даних про неплідності котятих пов'язану з патологіями матки. Було діагностовано патологію матки у 4 з 7 кішок з неплідністю в анамнезі, і в одному дослідницькому розпліднику було помічено, що приблизно 75 % неплідних маток мали гістологічне свідчення кістозної гіперплазії ендометрію (Johnson, 2022). Однак у кішок, які звертаються до планової овариогістеректомії та не мають клінічних ознак захворювання, патології матки не є рідкістю. Дослідженнями мікроморфології тканин видаленої матки виявило, що у 21 зі 106 (19,8 %) кішок виявили кістозну гіперплазію матки і у 6 зі 106 (5,7 %) ендометрит (Binder et al., 2020).

Правильна діагностика субклінічного захворювання матки та, крім того, визначення захворювання матки як причини неплідності може бути складною у дрібних тварин. Кістозна гіперплазія ендометрію за відсутності інфекції зазвичай не пов'язана з клінічними ознаками у кішок, але її часто можна діагностувати за допомогою УЗД (Fontbonne, 2022). Для гістологічної оцінки біопсії матки також потрібен патологоанатом, який має досвід інтерпретації гістопрепаратів ендометрію (Fontaine, 2021). Також можливим варіантом виявлення ендометриту є трансцервікальна катетеризація під ендоскопічним контролем, промивання стерильним розчином NaCl 0,9% або фосфатно-сольового буферу (або взяття мазку) та цитологічне дослідження отриманого матеріалу. Обидві методики відбору зразків зібрали достатню кількість клітин ендометрію, щоб вважати їх діагностичними. Отримані результати демонструють, що мазки з ендометрію, отримані шляхом промивання матки, є більш надійними для встановлення стану котячого ендометрію (Martí et al., 2021).

У дослідженні Niewiadomska et al. (2023), в якому брали участь 9 неплідних кішок гістологічна оцінка біопсії матки повної товщини виявила одну нормальну матку, шість маток з гіперплазією, п'ять з яких були субклінічними, і дві матки з епітеліальною дисплазією. У цьому типі дослідження не вдалося встановити причинно-наслідковий зв'язок між цими аномаліями та репродуктивними розладами, але критерії включення та концентрації прогестерону виключали нематкові причини неплідності. Таким чином, краще розуміння патофізіології неплідності у котятих має важливе значення для покращення його діагностики та терапії, а також для інформування заводчиків про найкращі методи лікування та профілактики репродуктивних патологій кішок.

Вирішення проблем неплідності свійських кішок і особливо, порятунок відтворення диких котятих на сьогодні є можливим завдяки застосуванню технологій ембріотрансферу, в тому числі із забором яйцеклітин під ультразвуковим контролем. Розмноження домашніх кішок зазвичай не викликало проблем, хіба що, коли це стосувалося високопородних тварин, чого не скажеш про диких котятих. Через зміни у кліматі чи територіальні проблеми з людьми, багато диких котятих опинилися під загрозою вимирання (Heimbuch, 2020). За даними Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи, більшість видів котятих в даний час знаходяться під загрозою зникнення (Yoshida et al., 2022). У диких кішок посмертно, шляхом виконання овариогістеректомії, збирають яєчники, які згодом транспортують до центрів допоміжних репродуктивних технологій (ДРТ) для досліджень та виробництва ембріонів (Fernandez-Gonzalez et al., 2015). Однак стрес, викликаний тривалими термінами транспортування, призводить до дегенерації ооцитів (Arayatham et al., 2017). Тому вченими були запропоновані новітні методики вирощування ембріонів *in vitro*, з подальшим перенесенням у тіло тварини.

Серед домашніх кішок ця методика також має успіх. Хоча варто зазначити, що у кішок, яким застосовували у контрацептивних цілях препарат деслорелін ацетату, значно зменшилися кількість ооцитів, що негативно вплинуло на можливість отримання ембріонів *in vitro* (Ackermann et al., 2017). Сама процедура забору яйцеклітин досить популярна, особливо серед ВРХ та кобил, бо це малоінвазивна процедура для отримання ооцитів, що включає в себе пункцію фолікулів яєчників під УЗД контролем. Дана методика є безпечною для багаторазового використання у однієї і тієї ж самки, не впливаючи на її репродуктивне здоров'я, що дозволяє отримувати ооцити у тварин незалежно від їх репродуктивного статусу (Priego-González et al., 2024).

Для позитивного результату за ембріотрансферу дуже важливим є гормональна стимуляція яєчників самки. Ми розглянемо три варіанти: використання свинячих гонадотропінів (підходить для сибірських тигрів), добавок релаксину або хоріонічного гонадотропіну. Порівняння амінокислотних послідовностей показало, що гонадотропіни сибірського тигра більш гомологічні до гонадотропінів свині, ніж будь-який інший комерційно доступний препарат (Crichton et al., 2003).

Релаксин – член сімейства інсуліноподібних гормонів, який стимулює ріст ряду репродуктивних тканин, включаючи клітини гранульози і тека. Ооцити котів, зібрані з яєчників, що зберігалися в холоді, залишаються здатними до дозрівання *in vitro*, але здатність до розвитку ооцитів знижується після 24 годин зберігання в холоді. Додавання 10 нг/мл релаксину до середовища дозрівання може покращити утворення бластоцист з ооцитів котів після запліднення *in vitro* (Luu et al., 2013). Використання ХГ покращує розвиток бластоцист, а отже і розвиток ембріонів *in vitro*, що дозволяє отримувати здорове потомство (Veraguas et al., 2020).

Значною частиною ембріогенезу *in vitro* є ембріотрансфер та правильне зберігання отриманих ембріонів. Потрібно правильно підібрати, для певних видів котячих пору року, час та день естрального циклу для відбору ооцит. Перенесення запліднених ембріонів в яйцепровід потрібно робити за ранньої стадії дроблення, для покращення виживаності (Pore et al., 2006; Pore, 2014).

Також важливу роль відіграє у здатності дозрівання та розвитку правильне зберігання. Оптимальною є температура 4 градуси за Цельсієм 24-48 годин, іноді можна і до 72 годин, але через це може знизитися швидкість дозрівання ооцитів (Piras et al., 2020). Як консервуюче середовище підійде розчин ЕТ-Кіото (Yoshida et al., 2022). Підсумовуючи викладений вище матеріал, можна зазначити, що УЗД контроль є важливою складовою при заборі яйцеклітин, але також не менш вагомими є правильно підібраний час, підготовка та зберігання цих клітин для подальшого ембріотрансферу та отриманню здорового потомства.

Висновки.

Відтворення свійської кішки є актуальним об'єктом для досліджень, а особливості їх репродуктивної фізіології потребують детального вивчення. На даний час відбувається надмірне поширення даного виду за рахунок безконтрольного відтворення і появи особин з цілорічною статевую циклічністю. Крім того, існує велика кількість проблем, обумовлених патологічними процесами органів відтворної системи від запліднення до родів і післяродового періоду. Діагностика статевої системи кішок дозволяє встановити вагітність, оцінити її перебіг, стан плодів, визначити їх вік і потенціал життєздатності, своєчасно виявити патологічні стани і диференціювати їх. Дистоції і метропатії мають провідне значення у нозологічному профілі репродуктивних патологій кішок, їх лікування і профілактика потребують подальших досліджень. Регуляція відтворної здатності домашньої кішки і програми репродукції диких котячих мають включати біотехнологічне досягнення репродуктології – ембріотрансфер.

References

1. Ackermann, C. L., Trevisol, E., Crocomo, L. F., Rascado, T. D. S., Volpato, R., Guaitolini, C. R. F., Lopes, C., Costa, T. A., & Lopes, M. D. (2017). Effect of deslorelin acetate treatment in oocyte recovery and in vitro embryo production in domestic cats. *Journal of feline medicine and surgery*, 19(10), 1091–1095. <https://doi.org/10.1177/1098612X16680697>
2. Andrews, C. J., Thomas, D. G., Welch, M. V., Yapura, J., & Potter, M. A. (2020). Monitoring ovarian function and detecting pregnancy in felids: A review. *Theriogenology*, 157, 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.06.036>
3. Arayatham, S., Tiptanavattana, N., & Tharasanit, T. (2017). Effects of vitrification and a Rho-associated coiled-coil containing protein kinase 1 inhibitor on the meiotic and developmental competence of feline oocytes. *The Journal of reproduction and development*, 63(5), 511–517. <https://doi.org/10.1262/jrd.2017-004>
4. Axné, E., Jakobsson, J., Vermelin, T., & Hermansson, U. (2025). A retrospective study on dystocia in the cat, evaluation of 111 cases. *Acta veterinaria Scandinavica*, 67(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13028-025-00805-w>
5. Bailin, H. G., Thomas, L., & Levy, N. A. (2022). Retrospective evaluation of feline dystocia: clinicopathologic findings and neonatal outcomes in 35 cases (2009–2020). *Journal of feline medicine and surgery*, 24(4), 344–350. <https://doi.org/10.1177/1098612X211024154>
6. Banchi, P., Bertero, A., Corró, M., Colitti, B., Maniscalco, L., Van Soom, A., & Rota, A. (2025). Approaching the sterile womb theory in dogs and cats: A multi-technique investigation. *Theriogenology*, 233, 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.11.011>
7. Banchi, P., Colitti, B., Del Carro, A., Corró, M., Bertero, A., Ala, U., Del Carro, A., Van Soom, A., Bertolotti, L., & Rota, A. (2023). Challenging the Hypothesis of in Utero Microbiota Acquisition in Healthy Canine and Feline Pregnancies at Term: Preliminary Data. *Veterinary sciences*, 10(5), 331. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050331>
8. Bigliardi, E., Rizzi, M., Bertocchi, M., Denti, L., Bresciani, C., Vetere, A., & Di Ianni, F. (2022). Evaluation of Biochemical Composition of Amniotic and Allantoic Fluids at Different Stages of Pregnancy in Queens. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12(11), 1414. <https://doi.org/10.3390/ani12111414>
9. Binder, C., Aurich, C., Reifinger, M., & Aurich, J. (2019). Spontaneous ovulation in cats-Uterine findings and correlations with animal weight and age. *Animal reproduction science*, 209, 106167. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106167>
10. Binder, C., Reifinger, M., Aurich, J., & Aurich, C. (2020). Histopathological findings in the uteri and ovaries of clinically healthy cats presented for routine spaying. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 1098612X2097537. <https://doi.org/10.1177/1098612x20975376>
11. Bristol-Gould, S., & Woodruff, T. K. (2006). Folliculogenesis in the domestic cat (*Felis catus*). *Theriogenology*, 66(1), 5–13. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.03.019>
12. Carter, A. M., & Enders, A. C. (2004). Comparative aspects of trophoblast development and placentation. *Reproductive biology and endocrinology : RB&E*, 2, 46. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-2-46>
13. Černá, P., Pugalendhi, S. J., Shaw, D. J., & Gunn-Moore, D. A. (2024). Feline dystocia and kitten mortality up to 12 weeks in pedigree cats. *Journal of feline medicine and surgery*, 26(12), 1098612X241284766. <https://doi.org/10.1177/1098612X241284766>
14. Crichton, E. G., Bedows, E., Miller-Lindholm, A. K., Baldwin, D. M., Armstrong, D. L., Graham, L. H., Ford, J. J., Gjourret, J. O., Hyttel, P., Pope, C. E., Vajta, G., & Loskutoff, N. M. (2003). Efficacy of porcine gonadotropins for repeated stimulation of ovarian activity for oocyte retrieval and in vitro embryo production and cryopreservation in Siberian tigers (*Panthera tigris altaica*). *Biology of reproduction*, 68(1), 105–113. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.101.002204>
15. Dempsey, E. W., & Wislocki, G. B. (1956). Electron microscopic observations on the placenta of the cat. *The Journal of biophysical and biochemical cytology*, 2(6), 743–754. <https://doi.org/10.1083/jcb.2.6.743>
16. Diessler, M. E., Hernández, R., Gomez Castro, G., & Barbeito, C. G. (2023). Decidual cells and decidualization in the carnivoran endotheliochorial placenta. *Frontiers in cell and developmental biology*, 11, 1134874. <https://doi.org/10.3389/fcell.2023.1134874>

17. Dyshkant, O. V., Radzyhovskyi, M. L., Sokulskyi, I. M., Dunaievsk, O. F., Ukhovskyi, V. V., Ihnatovska, M. V., Koshevoy, V. I., Kulishenko, O. M., Davydenko, P. O., & Androshchuk, O. A. (2024). Macroscopic changes in dogs for coronavirus enteritis. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 25(1), 37-42. <https://doi.org/10.36359/scivp.2024-25-1.05>
18. Enders, A. C., & Carter, A. M. (2012). The evolving placenta: convergent evolution of variations in the endotheliochorial relationship. *Placenta*, 33(5), 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2012.02.008>
19. Farsetti, D., Pometti, F., Vasapollo, B., Novelli, G. P., Nardini, S., Lupoli, B., Lees, C., & Valensise, H. (2024). Nitric oxide donor increases umbilical vein blood flow and fetal oxygenation in fetal growth restriction. A pilot study. *Placenta*, 151, 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2024.04.014>
20. Faya, M., Carranza, A., Priotto, M., Abeya, M., Diaz, J. D., & Gobello, C. (2011). Domestic queens under natural temperate photoperiod do not manifest seasonal anestrus. *Animal reproduction science*, 129(1-2), 78–81. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.10.007>
21. Fernandez-Gonzalez, L., Hribal, R., Stagegaard, J., Zahmel, J., & Jewgenow, K. (2015). Production of lion (*Panthera leo*) blastocysts after in vitro maturation of oocytes and intracytoplasmic sperm injection. *Theriogenology*, 83(6), 995–999. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.11.037>
22. Fontaine, E. (2021). Diagnosis of endometritis in the bitch. V Anais do XXIV congresso brasileiro de reprodução animal (CBRA-2021) e VIII international symposium on animal biology of reproduction – joint meeting, belo horizonte, MG, 19 a 22 de outubro de 2021.
23. Fontbonne, A. (2022). Infertility In Queens: Clinical approach, experiences and challenges. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(9), 825–836. <https://doi.org/10.1177/1098612x221118752>
24. Fontbonne, A., Prochowska, S., & Niewiadomska, Z. (2020). Infertility in purebred cats – A review of the potential causes. *Theriogenology*, 158, 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.09.032>
25. Fresno, L., Rodriguez-Gil, J. E., Rigau, T., Pastor, J., & Rivera del Alamo, M. M. (2012). Modulation of the biochemical composition of amniotic and allantoic fluids as a control mechanism of feline foetal development. *Placenta*, 33(6), 522–527. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2012.03.002>
26. Fulton, R. M. (2021). Focused Ultrasound of the Fetus, Female and Male Reproductive Tracts, Pregnancy, and Dystocia in Dogs and Cats. The Veterinary clinics of North America. *Small animal practice*, 51(6), 1249–1265. <https://doi.org/10.1016/j.cvs.2021.07.008>
27. Gudenschwager-Basso, E. K., Frydman, G., Weerakoon, S., Andargachew, H., Piltaver, C. M., & Huckle, W. R. (2024). Morphological evaluation of the feline placenta correlates with gene expression of vascular growth factors and receptors. *Biology of reproduction*, 110(3), 569–582. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioad167>
28. Heimbuch, J. (2020). Cats Are Going Extinct: 12 Most Endangered Feline Species. *Animals*, 2020. Available at: <https://www.treehugger.com/cats-are-going-extinct-most-endangered-feline-species-4859263>
29. Holst, B. S. (2022). Feline breeding and pregnancy management: What is normal and when to intervene. *Journal of feline medicine and surgery*, 24(3), 221–231. <https://www.doi.org/10.1177/1098612X221079708>
30. Holst, B. S., Axné, E., Öhlund, M., Möller, L., & Egenvall, A. (2017). Dystocia in the cat evaluated using an insurance database. *Journal of feline medicine and surgery*, 19(1), 42–47. <https://doi.org/10.1177/1098612X15600482>
31. Iacono, E., Cunto, M., Zambelli, D., Ricci, F., Tazzari, P. L., & Merlo, B. (2012). Could fetal fluid and membranes be an alternative source for mesenchymal stem cells (MSCs) in the feline species? A preliminary study. *Veterinary research communications*, 36(2), 107–118. <https://doi.org/10.1007/s11259-012-9520-3>
32. Johnson, A. (2022). Clinical approach to infertility in the cat. *Clinical Theriogenology*, 14(3), 146–150.
33. Kanca, H., Karakas, K., Dalgic, M. A., Salar, S., & Izgur, H. (2014). Vaginal cytology after induction of ovulation in the queen: comparison of postestrus and dioestrus. *Australian veterinary journal*, 92(3), 65–70. <https://doi.org/10.1111/avj.12146>
34. King, B. F. (1992). Comparative studies of structure and function in mammalian placentas with special reference to maternal-fetal transfer of iron. *American Zoologist*, 32(2), 331-342. <https://doi.org/10.1093/icb/32.2.331>

35. Koca, D., Yilmaz, O., & Avcilar, T. (2023). Radiographic measures of the pelvis differ in British shorthair cats with dystocia and eutocia. *Veterinary radiology & ultrasound*, 64(5), 798–805. <https://doi.org/10.1111/vru.13265>
36. Koshevoy, V., Naumenko, S., Skliarov, P., Fedorenko, S., & Kostyshyn, L. (2021). Male infertility: Pathogenetic significance of oxidative stress and antioxidant defence (review). *Scientific Horizons*, 24(6), 107–116. [https://www.doi.org/10.48077/scihor.24\(6\).2021.107-116](https://www.doi.org/10.48077/scihor.24(6).2021.107-116)
37. Kutzler, M. A., Yeager, A. E., Mohammed, H. O., & Meyers-Wallen, V. N. (2003). Accuracy of canine parturition date prediction using fetal measurements obtained by ultrasonography. *Theriogenology*, 60(7), 1309–1317. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(03\)00146-8](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00146-8)
38. Kwon, D. H., Lim, B., Lee, S. Y., Won, S. H., & Jang, G. (2025). Establishment and characterization of endometrial organoids from different placental types. *BMB reports*, 58(2), 95–103. <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2024-0141>
39. Lambertini, C., Ballotta, G., Cunto, M., Iovine, I. C., Spaccini, F., Joechler, M., Zambelli, D., & Romagnoli, N. (2024). Retrospective evaluation of the induction of anaesthesia with alfaxalone or propofol in cats undergoing caesarean section. *Journal of feline medicine and surgery*, 26(11), 1098612X241275270. <https://doi.org/10.1177/1098612X241275270>
40. Lawler, D. F., Johnston, S. D., Hegstad, R. L., Keltner, D. G., & Owens, S. F. (1993). Ovulation without cervical stimulation in domestic cats. *Journal of reproduction and fertility*, 47, 57–61.
41. Leiser, R., & Kaufmann, P. (1994). Placental structure: in a comparative aspect. *Experimental and clinical endocrinology*, 102(3), 122–134. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1211275>
42. Leiser, R., & Kohler, T. (1984). The blood vessels of the cat girdle placenta. Observations on corrosion casts, scanning electron microscopical and histological studies. II. Fetal vasculature. *Anatomy and embryology*, 170(2), 209–216. <https://doi.org/10.1007/BF00319006>
43. Leiser, R., & Koob, B. (1993). Development and characteristics of placentation in a carnivore, the domestic cat. *The Journal of experimental zoology*, 266(6), 642–656. <https://doi.org/10.1002/jez.1402660612>
44. Lopate, C. (2018). Gestational Aging and Determination of Parturition Date in the Bitch and Queen Using Ultrasonography and Radiography. The Veterinary clinics of North America. *Small animal practice*, 48(4), 617–638. <https://www.doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.02.008>
45. Luu, V. V., Hanatate, K., Tanihara, F., Sato, Y., Do, L. T., Taniguchi, M., & Otoi, T. (2013). The effect of relaxin supplementation of in vitro maturation medium on the development of cat oocytes obtained from ovaries stored at 4°C. *Reproductive biology*, 13(2), 122–126. <https://doi.org/10.1016/j.repbio.2013.04.002>
46. Malandain, E., Rault, D., Froment, E., Baudon, S., Desquilbet, L., Begon, D., & Chastant-Maillard, S. (2011). Follicular growth monitoring in the female cat during estrus. *Theriogenology*, 76(7), 1337–1346. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.06.002>
47. Martí, A., Serrano, A., Pastor, J., Rigau, T., Petkevičiūtė, U., Calvo, M. À., Arosemena, E. L., Yuste, A., Prandi, D., Aguilar, A., & Rivera del Alamo, M. M. (2021). Endometrial status in queens evaluated by histopathology findings and two cytological techniques: Low-volume uterine lavage and uterine swabbing. *Animals*, 11(1), 88. <https://doi.org/10.3390/ani11010088>
48. Mattoon, J. S., & Berry, C. R. (2021). Fundamentals of diagnostic ultrasound. In *Small Animal Diagnostic Ultrasound (Fourth Edition)*, 1-48. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-53337-9.00010-1>
49. Meyer, S., & Berg, A. (2024). Successful medical management of a vaginal wall tear in feline dystocia. *JFMS open reports*, 10(1), 20551169241243016. <https://doi.org/10.1177/20551169241243016>
50. Niewiadomska, Z., Adib-Lesaux, A., Reyes-Gomez, E., Gandoin, C., Bouillin, C., Gaillard, V., & Fontbonne, A. (2023). Uterine issues in infertile queens: Nine cases. *Animal Reproduction Science*, 251, 107225. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2023.107225>
51. Pecchia, F., Di Giorgio, S., Sfacteria, A., Monti, S., Vullo, C., Catone, G., & Marino, G. (2023). Prenatal Diagnosis of Canine and Feline Twins Using Ultrasound: A Retrospective Study. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(21), 3309. <https://doi.org/10.3390/ani13213309>
52. Pereira, K. H. N. P., Fuchs, K. D. M., Mendonça, J. C., Xavier, G. M., Knupp, F. C., & Lourenço, M. L. G. (2023). Topics on maternal, fetal and neonatal immunology of dogs and cats. *Veterinary immunology and immunopathology*, 266, 110678. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2023.110678>

53. Piras, A. R., Ariu, F., Falchi, L., Zedda, M. T., Pau, S., Schianchi, E., Paramio, M., & Bogliolo, L. (2020). Resveratrol treatment during maturation enhances developmental competence of oocytes after prolonged ovary storage at 4 °C in the domestic cat model. *Theriogenology*, 144, 152–157. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.009>
54. Piras, A. R., Burrai, G. P., Ariu, F., Falchi, L., Zedda, M. T., Pau, S., Gadau, S. D., Antuofermo, E., Bebbere, D., Ledda, S., & Bogliolo, L. (2018). Structure of preantral follicles, oxidative status and developmental competence of in vitro matured oocytes after ovary storage at 4 °C in the domestic cat model. *Reproductive biology and endocrinology : RB&E*, 16(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0395-1>
55. Pope, C. E. (2014). Aspects of in vivo oocyte production, blastocyst development, and embryo transfer in the cat. *Theriogenology*, 81(1), 126–137. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.006>
56. Pope, C. E., Gomez, M. C., & Dresser, B. L. (2006). In vitro embryo production and embryo transfer in domestic and non-domestic cats. *Theriogenology*, 66(6-7), 1518–1524. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.01.026>
57. Pretzer, S. D. (2008). Medical management of canine and feline dystocia. *Theriogenology*, 70(3), 332–336. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.031>
58. Priego-González, A., Munoz-Maceda, A., Cerdeira-Lozano, J., Fominaya, H., Fuertes-Recuero, M., Ortiz-Díez, G., Arias, M. G., Roldan, E. R. S., & Sánchez-Calabuig, M. J. (2024). Successful ultrasound-guided ovum pick-up (OPU) and subsequent in vitro embryo production in a domestic cat. *Theriogenology*, 229, 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.08.017>
59. 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>
60. Sahraei, H., Mogheiseh, A., Doudmani, F., Kazemipour, N., & Nazifi, S. (2024a). Acute phase proteins in canine and feline fetal fluids during the second half of gestation. *Veterinary and animal science*, 27, 100415. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2024.100415>
61. Sahraei, H., Mogheiseh, A., Nazifi, S., Divar, M. R., & Iraj, F. (2024b). Canine and feline foetal fluids: Volume, hormonal and biochemical characterization during pregnancy. *Veterinary medicine and science*, 10(3), e1452. <https://doi.org/10.1002/vms3.1452>
62. Santos, L. C., & Silva, J. F. (2023). Molecular Factors Involved in the Reproductive Morphophysiology of Female Domestic Cat (*Felis catus*). *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(19), 3153. <https://doi.org/10.3390/ani13193153>
63. Santos, L. C., Dos Anjos Cordeiro, J. M., da Silva Santana, L., Santana, L. R., Santos, B. R., Barbosa, E. M., da Silva, T. Q. M., Corrêa, J. M. X., Lavor, M. S. L., da Silva, E. B., de Melo Ocarino, N., Serakides, R., & Silva, J. F. (2021). Pyometra and estrous cycle modulate the uterine expression of the kisspeptin system and angiogenic and immune factors in cats. *Biology of reproduction*, 104(3), 548–561. <https://doi.org/10.1093/biolre/iaaa229>
64. Sarkar, P., Bergman, K., O'Connor, T. G., & Glover, V. (2008). Maternal antenatal anxiety and amniotic fluid cortisol and testosterone: possible implications for foetal programming. *Journal of neuroendocrinology*, 20(4), 489–496. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2826.2008.01659.x>
65. Sendag, S., Hardegen, D., Koca, D., & Wehrend, A. (2025). Investigation of maternal mortality and stillbirth in feline dystocia after emergency obstetric care interventions: a retrospective analysis. *Journal of feline medicine and surgery*, 27(2), 1098612X241297898. <https://doi.org/10.1177/1098612X241297898>
66. Soltero-Rivera, M., Arzi, B., Bourebaba, L., & Marycz, K. (2024). Distinctive characteristics of extracellular vesicles from feline adipose and placenta stromal cells unveil potential for regenerative medicine in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 262(S1), S31–S39. <https://doi.org/10.2460/javma.23.11.0662>
67. Sparkes, A. H., Rogers, K., Henley, W. E., Gunn-Moore, D. A., May, J. M., Gruffydd-Jones, T. J., & Bessant, C. (2006). A questionnaire-based study of gestation, parturition and neonatal mortality in pedigree breeding cats in the UK. *Journal of feline medicine and surgery*, 8(3), 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2005.10.003>
68. Thongphakdee, A., Sukparangsi, W., Comizzoli, P., & Chatdarong, K. (2020). Reproductive biology and biotechnologies in wild felids. *Theriogenology*, 150, 360–373. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.004>

69. Vapalahti, K., Virtala, A. M., Joensuu, T. A., Tiira, K., Tähtinen, J., & Lohi, H. (2016). Health and Behavioral Survey of over 8000 Finnish Cats. *Frontiers in veterinary science*, 3, 70. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00070>
70. Veraguas, D., Saez, S., Aguilera, C., Echeverry, D., Gallegos, P. F., Saez-Ruiz, D., Castro, F. O., & Rodriguez-Alvarez, L. (2020). In vitro and in vivo development of domestic cat embryos generated by in vitro fertilization after eCG priming and oocyte in vitro maturation. *Theriogenology*, 146, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.012>
71. Veronesi, M. C., & Fusi, J. (2023). Biochemical factors affecting newborn survival in dogs and cats. *Theriogenology*, 197, 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.11.040>
72. Veronesi, M. C., Bolis, B., Faustini, M., Rota, A., & Mollo, A. (2018). Biochemical composition of fetal fluids in at term, normal developed, healthy, viable dogs and preliminary data from pathologic littermates. *Theriogenology*, 108, 277–283. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.12.029>
73. Wislocki, G. B., & Dempsey, E. W. (1946). Histochemical reactions in the placenta of the cat. *The American journal of anatomy*, 78, 1–45. <https://doi.org/10.1002/aja.1000780102>
74. Wooding, P., & Burton, G. (2008). Endotheliochorial Placentation: Cat, Dog, Bat. In: *Comparative placentation: structures, functions and evolution*. Springer; Berlin/Heidelberg, Germany. 169–183.
75. Yoshida, T., Alam, M. E., Hanafusa, K., Tsujimoto, Y., Tsukamoto, M., Kanegi, R., Inaba, T., Sugiura, K., & Hatoya, S. (2022). Effects of the preservation medium and storage duration of domestic cat ovaries on the maturational and developmental competence of oocytes in vitro. *The Journal of reproduction and development*, 68(2), 160–164. <https://doi.org/10.1262/jrd.2021-084>
76. Zambelli, D., & Prati, F. (2006). Ultrasonography for pregnancy diagnosis and evaluation in queens. *Theriogenology*, 66(1), 135–144. <https://www.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.04.004>
77. Zambelli, D., Castagnetti, C., Belluzzi, S., & Bassi, S. (2002). Correlation between the age of the conceptus and various ultrasonographic measurements during the first 30 days of pregnancy in domestic cats (*Felis catus*). *Theriogenology*, 57(8), 1981–1987. [https://www.doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00686-0](https://www.doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00686-0)



2025. Номер 11, С 128 – 134

Отримано: 18.03.2025 Прийнято: 17.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.12

UDC 614.443:615.28:636:631.22

ORGANIZATION OF DISINFECTION BARRIERS AND SOIL DISINFECTION IN LIVESTOCK FARMING

A.P. Paliy¹, L.V. Kovalenko¹ O.V. Pavlichenko² S.V. Yatsenko³ N.V. Paliy⁴

¹*National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine",
Kharkiv, Ukraine,*

²*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,*

³*National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine,*

⁴*Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,
Kharkiv, Ukraine,*

E-mail: paliy.dok@gmail.com

Annotation. The main objective of agricultural production is to produce high-quality and safe animal products. Given the current challenges and threats to livestock production, preserving productive livestock and monitoring their health is necessary. A set of sanitary and hygienic measures in livestock farming plays a leading role in ensuring the sustainability and profitability of production. For this purpose, several antimicrobial compounds are used, but not all are effective and cost-effective. This article presents the results of testing two disinfectants. The work was carried out at the production base of the National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine". The effectiveness of the disinfectants was determined following the existing regulatory documents. Based on the research results, the modes and methods of application of two aldehyde disinfectants were scientifically substantiated. A novel method of soil disinfection involving a formulation containing glutaraldehyde, glyoxal aldehyde, quaternary ammonium compounds, polyhexamethylene guanidine hydrochloride, excipients, and water at an exposure time of 24 hours and a consumption rate of 10 liters per square meter was developed. A method for filling disinfection barriers and disinfection mats is proposed using a preparation containing didecyl dimethyl ammonium chloride, didecyl dimethyl benzyl ammonium chloride, glutaraldehyde, isopropanol, and water. The proposed innovative methods meet modern biosafety and biosecurity requirements, are easy to use, environmentally friendly, highly efficient, and cost-effective. The presented results complement the existing protocols for sanitary and hygienic measures in animal production. The prospect of further research is to develop an integrated system of sanitary and hygienic measures in dairy farming.

Key words: *disinfection, method, preparation, solution, disinfection barrier, soil.*

ОРГАНІЗАЦІЯ ДЕЗБАР'ЄРІВ ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ҐРУНТУ В ТВАРИННИЦТВІ

А.П. Палій¹, Л.В. Коваленко¹ О.В. Павліченко² С.В. Яценко³ Н.В. Палій⁴¹Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», Харків, Україна,²Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна,³Національна академія аграрних наук України, Київ, Україна,⁴Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук України, Харків, УкраїнаE-mail: paliy.dok@gmail.com

Анотація. Основною задачею аграрного виробництва є отримання високоякісної і безпечної продукції тваринного походження. Враховуючи існуючі виклики та загрози для тваринництва на сьогодні виникає необхідність у збереженні продуктивного поголів'я та контролі його здоров'я. Комплекс санітарно-гігієнічних заходів у тваринництві відіграє провідну роль у забезпеченні сталого благополуччя та рентабельності виробництва. З цією метою застосовується ціла низка протимікробних сполук, проте не всі вони є ефективними та економічно вигідними. У статті наведено результати з апробації двох дезінфікуючих препаратів. Роботу виконували на виробничій базі Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини». Визначення ефективності застосування дезінфікуючих засобів проводили відповідно до існуючих чинних нормативних документів. За результатами проведених досліджень науково обґрунтовано режими та способи застосування двох альдегідних дезінфектантів. Розроблено спосіб знезараження ґрунту, що передбачає застосування препарату який містить глутаровий альдегід, гліоксалевий альдегід, четвертинні амонієві сполуки, полігексаметиленгуанідин гідрохлорид, допоміжні компоненти та воду за експозиції 24 години та нормі витрати 10 л/м². Запропоновано спосіб заповнення дезбар'єрів та дезкилимків, який передбачає застосування препарату, що вміщує дидецилдиметиламонію хлорид, дидецилдиметилбензиламонію хлорид, глутаровий альдегід, ізопропанол та воду. Запропоновані інноваційні способи відповідають сучасним вимогам біобезпеки та біозахисту, є простими при застосуванні, екологічними, високоефективними та економічно вигідними. Представлені результати доповнюють існуючі на сьогодні протоколи проведення санітарно-гігієнічних заходів у тваринництві. Перспектива подальших досліджень полягає у розробці інтегрованої системи санітарно-гігієнічних заходів у молочному скотарстві.

Ключові слова: дезінфекція, спосіб, препарат, розчин, дезбар'єр, ґрунт.

Вступ. *Актуальність теми.* Технологія виробництва продукції тваринництва містить цілу низку складових процесів, які необхідно контролювати відповідно до існуючих вимог та регламентів (Wang & Gu, 2024). Неякісне або неправильне виконання будь-якого виробничого процесу може зумовити порушення всієї технологічної лінії і в кінцевому результаті мати негативний вплив як на благополуччя тварин, так і на отримувему продукцію (Вое et al., 2023). Існуючі на сьогодні технології утримання та експлуатації сільськогосподарських тварин передбачають суворе виконання санітарних та гігієнічних вимог з дотриманням їх ефективності, екологічності та безпечності (Kukhtyn et al., 2017; Aliiev et al., 2022; Makovska et al., 2024).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підтримання високих стандартів санітарно-гігієнічних вимог у тваринництві не можливе без застосування дезінфікуючих засобів, використання яких повинно бути науково-обґрунтованим у кожному випадку окремо

(Zhukorskyi & Kryvokhyzha, 2016; Liasota et al., 2022). Багато протимікробних сполук, розроблених останнім часом, є високоефективними у гуманній медицині та повсякденному побуті населення, проте більшість з них суттєво знижують або втрачають свою активність при застосуванні в умовах тваринницьких підприємств. Це пояснюється досить високим мікробіологічним різноманіттям та суттєвим забрудненням об'єктів тваринницького виробництва (Davies & Wales, 2019). У зв'язку з цим широкомасштабне впровадження будь якого знезаражуючого засобу неможливе без вивчення його властивостей і характеристик у лабораторних умовах та підтвердження ефективності при виробничій апробації (Kim et al., 2020; Ponomarenko et al., 2021; Wales et al., 2021).

З метою контролю за благополуччям продуктивного поголів'я при будівництві та експлуатації тваринницьких будівель обов'язковим є організація санітарних пропускників з обладнанням дезбар'єрів та дезкилимків (Hinrichs et al., 2020). Відомо про різні їх технічні конструкції та особливості експлуатації. При цьому застосування хімічних засобів знезараження зумовлює їх кінцеву ефективність функціонування (Hartmann et al., 2013). З цією метою застосовують різні хімічні сполуки та їх з'єднання, проте кількість дієвих засобів доволі обмежена (Bernstein et al., 2016).

При плануванні загальногосподарських санітарних заходів щороку необхідно передбачати знезараження ґрунту, що в свою чергу мінімізує ризика погіршення епізоотичної ситуації (Rokunuzzaman et al., 2016; Yun et al., 2020).

Враховуючи вищезазначене, розробка інноваційних протоколів знезараження об'єктів у тваринництві на сьогодні є актуальним завданням аграрної науки.

Метою роботи було розробити способи знезараження ґрунту та заповнення дезбар'єрів у тваринництві шляхом застосування інноваційних деззасобів.

Завдання дослідження. Шляхом консалтингово-пошукових та експериментальних досліджень:

1. розробити спосіб знезараження ґрунту,
2. розробити спосіб заповнення дезбар'єрів та дезкилимків.

Матеріали і методи досліджень. Пошуково-кон'юнктуру базу проведених досліджень становили вітчизняні і зарубіжні патенти на винаходи та корисні моделі, свідоцтва, наукові праці та інтернет-ресурси. Методологічною основою дослідження стали методи порівняльного аналізу існуючих аналогів і прототипів з досліджуваної проблематики, систематизації та узагальнення результатів експериментів. Роботу виконували на виробничій базі Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини» (м. Харків). Визначення ефективності застосування дезінфікуючих засобів проводили відповідно до чинних нормативних документів (Frota et al., 2020; Kotsyumbas et al., 2020).

Результати досліджень та їх обговорення. У межах запланованих досліджень було проведено оцінку ефективності застосування інноваційних дезінфікуючих засобів з метою їх використання у тваринництві. За результатами проведеної роботи визначено ефективні режими застосування дезінфектантів та розроблено відповідні способи.

В основу першої корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб знезараження ґрунту з урахуванням екологічної безпеки, що включає механічну очистку оброблюваних поверхонь, їх санітарну обробку препаратом шляхом використання у якості дезінфікуючого препарату який містить глутаровий альдегід, гліоксалевий альдегід, четвертинні амонієві сполуки, полігексаметиленгуанідин гідрохлорид, допоміжні компоненти та воду за експозиції 24 години та нормі витрати 10 л/м².

За цим способом проводять ретельну механічну очистку оброблюваного ґрунту від гною, сміття, іншого технічного та органічного забруднень. Потім проводять вологу дезінфекцію препаратом:

Спосіб 1: глутаровий альдегід – 0,40 %, гліоксалевий альдегід – 0,32 %, четвертинні амонієві сполуки – 0,80 %, полігексаметиленгуанідин гідрохлорид – 0,20 %, допоміжні компоненти – 1,0 %, вода – 97,28 %.

Спосіб 2: глутаровий альдегід – 0,50 %, гліоксалевий альдегід – 0,40 %, четвертинні амонієві сполуки – 1,0 %, полігексаметиленгуанідин гідрохлорид – 0,25 %, допоміжні компоненти – 1,25 %, вода – 96,60 %.

Спосіб 3: глутаровий альдегід – 0,60 %, гліоксалевий альдегід – 0,48 %, четвертинні амонієві сполуки – 1,20 %, полігексаметиленгуанідин гідрохлорид – 0,30 %, допоміжні компоненти – 1,50 %, вода – 95,92 %.

Результати ефективності запропонованого способу наведені в табл. 1. Згідно одержаним даним, дезінфікуючий препарат може бути застосований для проведення знезараження ґрунту на тваринницьких фермах і комплексах при застосуванні згідно способу 2 і 3 за експозиції 24 години та нормі витрати 10 л/м² сумарної площі оброблюваних поверхонь. За результатами проведених досліджень отримано патент України на корисну модель № 93419.

У ході проведення досліджень попередньо нами проводилась ретельна очистка об'єктів знезараження, що рекомендовано і іншими дослідниками (Sloan et al., 2022). Це, в свою чергу, підвищує ефективність застосування деззасобів за меншої концентрації та експозиції. Даний факт також висвітлено в публікації (Makovska et al., 2024).

Знезараження взуття обслуговуючого персоналу на тваринницьких фермах та комплексах є загально обов'язковою та щоденною процедурою. З цією метою використовують спеціальні дезбар'єри та дезкилимки. Використання дезінфікуючих килимків може суттєво зменшити бактеріальне навантаження на підлогу тваринницьких приміщень (Allen et al., 2010).

Таблиця 1.

Спосіб знезараження ґрунту

Запропонований препарат		Ріст мікрофлори	
склад препарату	%	до дезінфекції	після дезінфекції
глутаровий альдегід	0,40	+	+
гліоксалевий альдегід	0,32		
четвертинні амонієві сполуки	0,80		
полігексаметиленгуанідин гідрохлорид	0,20		
допоміжні компоненти	1,0		
вода	97,28		
глутаровий альдегід	0,50	+	–
гліоксалевий альдегід	0,40		
четвертинні амонієві сполуки	1,0		
полігексаметиленгуанідин гідрохлорид	0,25		
допоміжні компоненти	1,25		
вода	96,60		
глутаровий альдегід	0,60	+	–
гліоксалевий альдегід	0,48		
четвертинні амонієві сполуки	1,20		
полігексаметиленгуанідин гідрохлорид	0,30		
допоміжні компоненти	1,50		
вода	95,92		

Примітка: «+» – наявність росту мікроорганізмів; «–» – відсутність росту мікроорганізмів.

Так, в основу наступної корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб заповнення дезбар'єрів та дезкилимків у тваринництві, що включає монтування дезінфекційних бар'єрів та дезкилимків, заповнення їх розчином дезінфікуючого препарату шляхом використання у якості дезінфікуючого препарату, який містить дидецилдиметиламонію хлорид, дидецилдиметилбензиламонію хлорид, глутаровий альдегід, ізопропанол та воду. Для цього застосовують дезінфекційні килимки або

дезінфекційні ванночки які, відповідно, просочують або заповнюють на глибину 10 см розчином дезінфікуючого препарату:

Спосіб 1: дидецилдиметиламонію хлорид – 0,004 %, дидецилдиметилбензиламонію хлорид – 0,0085 %, глутаровий альдегід – 0,005 %, ізопропанол – 0,015 %, вода – 99,97 %.

Спосіб 2: дидецилдиметиламонію хлорид – 0,02 %, дидецилдиметилбензиламонію хлорид – 0,0425 %, глутаровий альдегід – 0,025 %, ізопропанол – 0,075 %, вода – 99,84 %.

Спосіб 3: дидецилдиметиламонію хлорид – 0,04 %, дидецилдиметилбензиламонію хлорид – 0,085 %, глутаровий альдегід – 0,05 %, ізопропанол – 0,15 %, вода – 99,68 %.

Результати ефективності запропонованого способу наведені в табл. 2. Згідно одержаним даним, дезінфікуючий препарат за способом 1 та 2 не знезаражує оброблювані об'єкти. Поряд з цим встановлено, що деззасіб за способом 3 повністю знезаражує об'єкти дезінфекції, виготовлені із різного матеріалу. За їх огляду після контакту з дезінфікуючим засобом змін структури та кольору не спостерігали. За результатами проведених досліджень отримано патент України на корисну модель № 103332.

Зазначається, що дослідження з пошуку ефективних деззасобів для заповнення дезкилимів та дезбар'єрів потребує подальшого розвитку та наукового обґрунтування (Hartmann et al., 2013).

Таблиця 2.

Спосіб заповнення дезбар'єрів та дезкилимів

Запропонований препарат		Ріст мікрофлори	
склад	%	до дезінфекції	після дезінфекції
дидецилдиметиламонію хлорид	0,004	+	+
дидецилдиметилбензиламонію хлорид	0,0085		
глутаровий альдегід	0,005		
ізопропанол	0,015		
вода	99,97		
дидецилдиметиламонію хлорид	0,02	+	+
дидецилдиметилбензиламонію хлорид	0,0425		
глутаровий альдегід	0,025		
ізопропанол	0,075		
вода	99,84		
дидецилдиметиламонію хлорид	0,04	+	–
дидецилдиметилбензиламонію хлорид	0,085		
глутаровий альдегід	0,05		
ізопропанол	0,15		
вода	99,68		

Примітка: «+» – наявність росту мікроорганізмів; «–» – відсутність росту мікроорганізмів.

Результати наших досліджень узгоджуються з твердженням (Gosling, 2018), що дезінфікуючі засоби на основі альдегідів є найбільш ефективними та конкурентно спроможними.

Очищення та дезінфекція в тваринництві відіграють ключову роль у контролі захворювань, але їх необхідно поєднувати з високим рівнем біозахисту ферми в цілому (Gosling, 2018).

Висновки

1. Комплекс науково-обґрунтованих санітарно-гігієнічних заходів на тваринницьких комплексах є запорукою збереження здоров'я продуктивного поголів'я та отримання безпечної продукції тваринного походження.

2. Розроблено режими застосування альдегідвмісних дезінфікуючих засобів для знезараження ґрунту та використання у дезбар'єрах і дезкилимках, які можна

використовувати на тваринницьких комплексах.

3. Запропоновані способи санітарної обробки в тваринництві відповідають вимогам захисту навколишнього середовища та отримання безпечної і високоякісної продукції тваринного походження, є простими при застосуванні, високоефективними та економічно вигідними.

4. Одержані результати щодо реалізації розроблених способів на практиці дадуть змогу запропонувати нові дієві протоколи проведення дезінфекції.

Подяка. Стаття присвячується світлій пам'яті відомого вченого, талановитого організатора освітнього і наукового процесу, доктора сільськогосподарських наук, професора Палія Андрія.

References

1. Aliiev, E., Paliy, A., Kis, V., Paliy, A., Petrov, R., Plyuta, L., Chekan, O., Musiienko, O., Ukhovskiy, V., & Korniienko, L. (2022). Establishment of the influence of technical and technological parameters of dairy and milking equipment on the efficiency of machining. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(1(115)), 44–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251172>
2. Allen, K. P., Csida, T., Leming, J., Murray, K., & Thulin, J. (2010). Efficacy of footwear disinfection and shoe cover use in an animal research facility. *Lab Anim (NY)*, 39(4), 107–111. <https://doi.org/10.1038/labani0410-107>
3. Bernstein, D. A., Salsgiver, E., Simon, M. S., Greendyke, W., Eiras, D. P., Ito, M., Caruso, D. A., Woodward, T. M., Perriel, O. T., Saiman, L., Furuya, E. Y., & Calfee, D. P. (2016). Understanding barriers to optimal cleaning and disinfection in hospitals: a knowledge, attitudes, and practices survey of environmental services workers. *Infect Control Hosp Epidemiol.*, 37(12), 1492–1495. <https://doi.org/10.1017/ice.2016.206>
4. Boe, T., Calfee, W., Lemieux, P., Serre, S., Abdel-Hady, A., Monge, M., Aslett, D., Akers, B., & Howard, J. (2023). Evaluation of cleaning and disinfection protocols for commercial farm equipment following a foreign animal disease outbreak. *Remediation*, 33(4), 379–387. <https://doi.org/10.1002/rem.21762>
5. Davies, R., & Wales, A. (2019). Antimicrobial resistance on farms: A review including biosecurity and the potential role of disinfectants in resistance selection. *Compr Rev Food Sci Food Saf.*, 18(3), 753–774. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12438>
6. Frota, O. P., Ferreira, A. M., Rigotti, M. A., Andrade, D., Borges, N. M. A., & Ferreira Júnior, M. A. (2020). Effectiveness of clinical surface cleaning and disinfection: evaluation methods. *Rev Bras Enferm.*, 73(1), e20180623. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0623>
7. Gosling, B. (2018). A review of cleaning and disinfection studies in farming environments. *Livestock*, 23(5), 232–237. <https://doi.org/10.12968/live.2018.23.5.232>
8. Hartmann, F. A., Dusick, A. F., & Young, K. M. (2013). Impact of disinfectant-filled foot mats on mechanical transmission of bacteria in a veterinary teaching hospital. *J Am Vet Med Assoc.*, 242(5), 682–688. <https://doi.org/10.2460/javma.242.5.682>
9. Hinrichs, N., Horbas, T., Devine, M., Ramirez, B., Anderson, M., & Koziel, J. A. (2020). Design and testing of a cleaning and disinfection system for farm equipment and vehicles at livestock farms. Iowa State University, Digital Repository, TSM 416 Technology Capstone Project – Final Report – April 2020.
10. Kim, S., Chung, H., Lee, H., Myung, D., Choi, K., Kim, S., Htet, S. L., Jeong, W., & Choe, N. (2020). Evaluation of the disinfectant concentration used on livestock facilities in Korea during dual outbreak of foot and mouth disease and high pathogenic avian influenza. *J Vet Sci.*, 21(3), e34. <https://doi.org/10.4142/jvs.2020.21.e34>
11. Kotsyumbas, I., Brezvyin, O. M., Rudyk, H. V., & Ivashkiv, Y. A. (2020). Efficiency of Indez disinfectant application in production conditions. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 21(2), 64–70. <https://doi.org/10.36359/scivp.2020-21-2.08>

12. Kukhtyn, M., Berhilevych, O., Kravcheniuk, K., Shynkaruk, O., Horyuk, Y., & Semaniuk, N. (2017). Formation of biofilms on dairy equipment and the influence of disinfectants on them. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(11(89)), 26–33. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110488>
13. Liasota, V., Bohatko, N., Tkachuk, S., Bukalova, N., & Khitska, O. (2022). Effectiveness of detergents and disinfectants in the production of cow's milk. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 13(3), 25–33. [https://doi.org/10.31548/ujvs.13\(3\).2022.25-33](https://doi.org/10.31548/ujvs.13(3).2022.25-33)
14. Makovska, I., Chantziaras, I., Caekebeke, N., Dhaka, P., & Dewulf, J. (2024). Assessment of cleaning and disinfection practices on pig farms across ten european countries. *Animals*, 14(4), 593. <https://doi.org/10.3390/ani14040593>
15. Ponomarenko, G. V., Kovalenko, V. L., Balatskiy, Y. O., Ponomarenko, O. V., Paliy, A. P., & Shulyak, S. V. (2021). Bactericidal efficiency of preparation based on essential oils used in aerosol disinfection in the presence of poultry. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(4), 635–641. <https://doi.org/10.15421/022187>
16. Rokunuzzaman, M., Hayakawa, A., Yamane, S., Tanaka, S., & Ohnishi, K. (2016). Effect of soil disinfection with chemical and biological methods on bacterial communities. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2), 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2016.01.003>
17. Sloan, A., Kasloff, S. B., & Cutts, T. (2022). Mechanical wiping increases the efficacy of liquid disinfectants on SARS-CoV-2. *Front Microbiol.*, 13, 847313. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.847313>.
18. Wales, A. D., Gosling, R. J., Bare, H. L., & Davies, R. H. (2021). Disinfectant testing for veterinary and agricultural applications: A review. *Zoonoses Public Health*, 68, 361–375. <https://doi.org/10.1111/zph.12830>
19. Wang, X., & Gu, Y. (2024). Design and research of intelligent washing and disinfection integrated system for pigsties. *Processes*, 12(12), 2705. <https://doi.org/10.3390/pr12122705>
20. Yun, C., Liu, E., Rippa, M., Mormile, P., Sun, D., Yan, C., & Liu, Q. (2020). Effects of chemical and solar soil-disinfection methods on soil bacterial communities. *Sustainability*, 12(23), 9833. <https://doi.org/10.3390/su12239833>
21. Zhukorskyi, O., & Kryvokhyzha, Y. (2016). Ecological risks of using chemical sanitizing agents for milking machines and milk containers. *Agricultural Science and Practice*, 3(3), 12–16. <https://doi.org/10.15407/agrisp3.03.012>



2025. Номер 11, С 135 – 146

Отримано: 04.04.2025 Прийнято: 17.04.2024 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.13

UDC 636:608.1:608.3

ANIMAL WELFARE IN THE CONTEXT OF BIOETHICAL PRINCIPLES AND BIOSAFETY

V.O. Prykhodchenko, N.I. Hladka, O.M. Denysova,

Yu.O. Moiseienko, I.O. Zhukova, S.S. Soroka

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,

E-mail: vita.prihodchenko@ukr.net

Annotation. The article discusses modern approaches to understanding animal welfare as an interdisciplinary phenomenon that encompasses physiological, behavioral and ethical aspects of human-animal interaction. It is noted that animal welfare has gained wide recognition as a separate scientific discipline, and its importance goes far beyond veterinary medicine, covering environmental, social and bioethical dimensions. The article examines international legal approaches to regulating animal welfare, with a particular focus on European models, where animal protection is often integrated into basic legislation. Particular attention is paid to the role of education in shaping a humane attitude towards animals: the potential of educational programs and courses on animal welfare is revealed, as well as the impact of content and teaching approaches on the formation of values in future professionals. The author emphasizes the need to develop scientific research aimed at creating objective, scientifically based methods for assessing the condition of animals. Promising areas in the study of animal welfare are methods based on the analysis of biochemical parameters, in particular the concentration of cortisol, adrenaline, glucose, lactic acid, etc. Such markers allow us to detect physiological signs of stress even before clinical manifestations appear. Equally important are ethological approaches that study the behavioral reactions of animals in response to their living conditions, interaction with people, and the presence of discomfort or aggression. This ensures a comprehensive assessment of welfare, both physical and psycho-emotional. Studies of the endocrine system are also important, as they allow us to monitor chronic stress on the body. In particular, measuring the level of stress hormones has become an important tool for determining the impact of exogenous factors or transportation conditions on the condition of animals. As a result, animal welfare is seen as an important element of bioethics, which is closely related to biosafety and human health in the context of the One Health concept.

Keywords: *animal welfare, biomarkers, stress hormones, ethology, veterinary medicine, animal protection.*

БЛАГОПОЛУЧЧЯ ТВАРИН В КОНТЕКСТІ БІОЕТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ І БІОБЕЗПЕКИ

В.О. Приходченко, Н.І. Гладка, О.М. Денисова,

Ю.О. Моїсєнко, І.О. Жукова, Сорока С.С.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,

E-mail: vita.prihodchenko@ukr.net

Анотація. У статті розглянуто сучасні підходи до розуміння благополуччя тварин як міждисциплінарного явища, що охоплює фізіологічні, поведінкові та етичні аспекти взаємодії людини з тваринами. Зазначено, що благополуччя тварин набуло широкого визнання як окрема наукова дисципліна, а його значення виходить далеко за межі ветеринарної медицини – охоплюючи екологічні, соціальні й біоетичні виміри. У статті розглянуто міжнародні правові підходи до регулювання сфери благополуччя тварин, зокрема акцент зроблено на європейські моделі, де захист тварин часто інтегровано в базові законодавчі акти. Окрему увагу приділено ролі освіти в формуванні гуманного ставлення до тварин: розкрито потенціал освітніх програм і курсів щодо благополуччя тварин, а також вплив змісту та підходів до навчання на формування цінностей у майбутніх фахівців. Наголошено на необхідності розвитку наукових досліджень, спрямованих на створення об'єктивних, науково обґрунтованих методик оцінювання стану тварин. Перспективними напрямками у дослідженні благополуччя тварин є методики, що спираються на аналіз біохімічних показників, зокрема концентрації кортизолу, адреналіну, глюкози, молочної кислоти тощо. Такі маркери дозволяють виявляти фізіологічні ознаки стресу ще до появи клінічних проявів. Не менш важливими є етологічні підходи, які досліджують поведінкові реакції тварин у відповідь на умови утримання, взаємодію з людьми, а також наявність проявів дискомфорту чи агресії. Завдяки цьому забезпечується всебічна оцінка добробуту – як фізичного, так і психоемоційного. Значущими також є дослідження ендокринної системи, які дають змогу відстежувати хронічні навантаження на організм. Зокрема, вимірювання рівня гормонів стресу, стало важливим інструментом для визначення впливу екзогенних чинників чи умов транспортування на стан тварин. У підсумку, благополуччя тварин розглядається як важливий елемент біоетики, що тісно пов'язаний із біобезпекою та здоров'ям людини в контексті концепції «Єдине здоров'я» (One Health).

Ключові слова: добробут тварин, біомаркери, гормони стресу, етологія, ветеринарна медицина, зоозахист.

Introduction. Animal welfare is defined as their physical and mental state, which depends on their living conditions (OIE, 2021). An animal is considered to be in a state of well-being if it is in good health, has comfortable living conditions, is adequately fed, and is protected from dangers. Although there is no universal definition of this concept, welfare is generally understood as the ability of an animal to adapt to environmental challenges and its response to them (Broom, 2007). Despite the close connection between the concepts of welfare and ethics, they are not identical. Ethics refers to society's moral beliefs about the proper treatment of animals (Grigg & Kogan, 2019). Animal welfare is a multifaceted phenomenon that reflects the physical, mental, and natural state of an animal at a given time. It helps to assess the extent to which an animal is able to cope with environmental conditions, whether its basic needs are met, and what possible consequences this will have on its health and behavior in the future.

The leading EU regulations define the concept of animal welfare in accordance with the approach proposed by the World Organization for Animal Health in 2008.

Ensuring animal welfare involves disease prevention, veterinary care, creating appropriate living conditions, providing quality food, humane treatment and an ethical approach to slaughter (Smulders & Algers, 2009; Yatsenko & Bulavina, 2020).

From the theoretical point of view, animal welfare is considered as their subjective state, which can range from severe suffering to complete comfort. There are many definitions of this concept, covering a wide range of factors – from physical injuries, diseases, physiological and behavioral disorders to psychological discomfort, negative experiences and positive emotions (Koziy, 2012). Since in real life conditions animals can experience both positive and negative impacts at the same time, the level of their welfare should be assessed as a balance between these two aspects (Dawkins, 2017).

Today, there are four main approaches to defining animal welfare, each of which is directly related to animal bioethics (Nedosiekov et al., 2021).

1. The ethical approach emphasizes the need to provide conditions that allow animals to live in accordance with their nature and exercise natural behavior. This is closely related to bioethics, as it defines the moral obligations of humans to animals, including respect for their natural needs.

2. The veterinary approach, which is based on the concept of the five freedoms, directly addresses both animal welfare and bioethical principles that provide for humane treatment, prevention of suffering and ensuring proper conditions for animal health.

3. The legal approach, which considers animals as subjects of law, is the legal embodiment of bioethical norms and aims to enshrine human responsibility for animal welfare at the legislative level.

4. The psychological approach, which considers well-being as a combination of the physical and emotional state of animals, is also reflected in bioethics, as humane treatment of animals involves not only the absence of physical suffering but also the provision of psychological comfort.

Thus, animal bioethics is a conceptual framework that integrates all these approaches, forming a comprehensive approach to ensuring animal welfare. It covers the responsible treatment of animals in agriculture, research, medicine, breeding, and keeping in conditions that minimize suffering and ensure proper living conditions (Rioja-Lang et al., 2020). Animal bioethics is closely related to animal welfare, as it sets moral boundaries for the acceptable treatment of animals, emphasizing the need to reduce pain, fear and stress, and to ensure that their natural needs are met. At the same time, bioethics is related to biosafety, as proper treatment of animals, humane conditions and stress reduction help reduce the risk of spreading zoonotic diseases, epidemics and biological threats that can have negative consequences for both animals and humans (Toschi Maciel & Bock, 2013). Thus, animal bioethics, welfare and biosafety form a single set of principles aimed at creating a balanced and safe system of interaction between humans and animals.

Purpose of the work. To analyze the concept of animal welfare in the context of bioethical principles and biosafety, to determine the relationship between these categories and to justify their role in ensuring humane treatment of animals and preventing biological threats. The article discusses the main approaches to the interpretation of animal welfare, their relationship with bioethics and their impact on biosafety. Particular attention is paid to the analysis of modern approaches to the regulation of animal welfare, as well as to the practical aspects of the implementation of bioethical norms and biosafety measures in various areas of human-animal interaction.

Research results and discussion. Today, the OIE's animal welfare guidelines are based on the Five Freedoms concept:

- Freedom from hunger and thirst – animals should receive a balanced diet and have constant access to clean water.
- Freedom from discomfort – providing comfortable conditions of detention, including a comfortable place to rest and the possibility of walking.

- Freedom from pain, injury, and disease – regular veterinary care, including vaccinations, deworming, vitaminization, and periodic medical examinations.
- Freedom from fear and stress – creating conditions that minimize animal suffering, as fear and stress can cause aggressive behavior or injuries to both animals and others.
- Freedom of natural behavior – providing sufficient space and necessary objects (e.g., toys or exercise equipment) to allow animals to display natural behavioral characteristics.

Broom (2005) noted that the first three freedoms are mainly concerned with preserving the physiological state and integrity of the animal's body, while the last two freedoms are more related to ensuring the quality of life.

Over time, scientific research and practical observations in the field of animal welfare have led to the addition of the Five Freedoms concept (Brambell's provisions). A set of 12 criteria for assessing animal welfare was developed that focuses on the animals themselves and aims to analyze their experience in their own environment.

Animals have always had a certain level of well-being, but people's perceptions of it have changed over time. Important and effective strategies, especially for animals living in stable social groups, are to support and help others rather than to cause harm. This has contributed to the formation of certain moral systems in both animals and humans, as reflected in the research of Professor Broome (Broom, 2005).

One of the important ethical issues is that NGOs have drawn attention to the moral aspects of slaughtering animals for food, clothing, research, or as unnecessary objects (Eurobarometer, 2016; Fraser et al., 2013). In real life, moral issues of animal welfare arise in connection with what happens before an animal dies. In particular, this concerns the attitude of people to the animal in the last period of its life, especially before slaughter, as well as the methods of killing it. In most European universities, veterinary and zootechnical courses on animal welfare pay special attention to animal welfare issues.

A scientific approach to animal welfare is important because it requires interdisciplinary cooperation between researchers from different fields. These include agricultural engineering, animal husbandry, biology, physiology, veterinary medicine, ethology, animal psychology, and bioethics (Bessei, 2018; Hewson et al., 2005; Toates et al., 1991).

The analysis (Eurobarometer, 2016) showed that the majority of EU respondents view animal welfare as “a duty to respect all animals” (46%) or “caring for farm animals and improving their conditions” (40%). An overwhelming majority (94%) believe it is important to protect the welfare of productive animals. 89% Support the adoption of a law requiring all those who use animals for commercial purposes to provide them with proper care. Almost half (49%) believe that this law should be adopted jointly by the EU and national governments, while only 19% support its adoption by the EU alone.

The majority of Europeans (59%) are willing to pay more for products produced with animal welfare in mind: 35% of them agree to a price increase of up to 5%, while only 3% are willing to pay more than 20%. At the same time, 35% are not ready for additional costs. More than half of EU citizens (52%) pay attention to animal welfare labeling when buying food. In addition, 47% of respondents believe that the selection of such products in stores is insufficient, which is 9% more than in the 2006 Eurobarometer. Thus, these data emphasize the importance of discussing our attitude towards animals and animal products through the prism of their welfare.

Animal welfare as a scientific discipline studies the condition of animals and their ability to adapt to environmental conditions. When life conditions change, the animal body uses various mechanisms to maintain homeostasis. On the one hand, sympathoadrenal regulatory mechanisms are activated, which help mobilize energy resources and reduce energy consumption for routine processes. On the other hand, adaptation can occur through ethological mechanisms – behavioral reactions aimed at reducing pain or fear. Biochemical changes in the body and behavioral features serve as objective indicators of animal welfare (Prykhodchenko et al., 2024).

The degree of adaptation of an animal can be assessed both qualitatively and quantitatively at any given time. A qualitative assessment of welfare is defined as good (if homeostatic indicators

are in line with physiological norms) or poor. The assessment of well-being should be based on a scientific approach, without the influence of moral and ethical factors. The term “welfare” refers only to the condition of a particular animal, not to human attitudes toward it. At the same time, subjectivity in this matter remains due to the limited assessment methodology.

Animal welfare can be seen as a balance between the satisfaction of its needs and health. Only experts – ethologists, animal breeders and veterinarians – can provide an objective assessment. From a practical point of view, it is important to determine the minimum acceptable level of welfare. However, no objective criteria for this threshold have been established yet, so decisions on thresholds are often based on the knowledge and moral and ethical views of experts. When assessing animal welfare, the most objective information can be obtained by analyzing their behavior and physiology. Animals have effective adaptation mechanisms, but if they fail to restore homeostasis, their condition is considered unsatisfactory. Deviations in homeostatic parameters serve as indicators of well-being (Ferrante et al., 2015).

Pain is one of the main indicators of discomfort, but there are currently no accurate methods for quantifying its level in animals. It is also not well understood whether animals can anticipate death and experience fear of it. If they are not aware of it, their condition remains stable until the last moment. However, neglecting their welfare before slaughter causes significant stress and suffering. Thus, animal welfare is a condition determined by the level of satisfaction of their needs and the absence of discomfort (Chmelíková et al., 2020).

The methods used by scientists to assess the level of animal welfare take into account both external and internal indicators of their condition. In addition, animal welfare is related to their subjective feelings and covers morphological, physiological, behavioral and mental aspects (Broom & Fraser, 2007).

Five main categories are proposed for assessing animal welfare: health, productivity, morphological, physiological and behavioral parameters.

Health is a key indicator of welfare, as it is directly related to the physical and psychological state of animals. Despite the fact that health is interrelated with other criteria, it is distinguished into a separate category due to its significant impact on the general condition of the animal. Determining the level of well-being involves identifying diseases, assessing their course, and predicting their consequences. The duration of suffering depends on the nature of the disease, treatment methods and veterinary care. Direct and indirect indicators, such as changes in feed and water consumption, can serve as early warning signs (Bessei & Kjaer, 2015). The key criteria for health assessment are stress level and mortality of animals.

Stress is one of the most common manifestations of poor animal welfare, which is reflected in their behavior. An objective assessment of stress can be obtained through blood tests, measuring glucose, catecholamines, cortisol, and changes in the leukocyte count. A decrease in glucose, an increase in cortisol and catecholamines, and an increase in granulocytes indicate a stressful state and require further study (Markovszky et al., 2020; Mahboub et al., 2004).

Animal mortality is often the result of severe stress caused by production conditions. For example, high broiler density leads to their deaths, and losses can reach 10% during transportation of pigs to the slaughterhouse. In dairy calves, mortality rates reach 30% (Broom, 2000), indicating a critically low level of welfare.

In animal husbandry, productivity (egg, meat, wool production), feed consumption, feed conversion, morbidity and mortality are key indicators. High egg production in chickens indicates normal reproductive tract function and the absence of stressors that reduce it (heat stress, overcrowding, social conflicts). Similar patterns are observed in broilers in terms of growth and feed conversion. Short-term stress may not affect productivity, but long-term stress has negative consequences. At the same time, reduced productivity does not always mean low welfare. For example, low-protein diets or reduced daylight hours can reduce productivity without compromising health. On the contrary, reducing the growth rate of broilers can even improve their condition by reducing leg problems (Botreau et al., 2007). Thus, in productive animals, the level of welfare directly affects product quality, and its deterioration leads to a decrease in product

quality. The above facts show that the assessment of animal welfare requires in-depth analysis and expert experience.

Various morphological changes can indicate a deterioration in animal welfare. For example, limb lesions in poultry, cannibalism and pecking are direct indicators of the health status and housing conditions of layers and broilers (Cronin et al., 2012; Baxter, 1994). Bone fragility in laying hens increases the risk of fractures. In cage housing systems, lack of physical activity reduces bone strength, leading to fractures, especially of the humerus, during mishandling (Fleming et al., 2006; Hartcher & Jones, 2017). In alternative systems, bone strength is higher, but fractures still occur when moving to the perch or nest (Bessei, 2018).

Under normal conditions of homeostasis, the body adapts to the environment. However, prolonged exposure to stress leads to elevated levels of corticosterone, which indicates a disruption of adaptation and is an indicator of decreased well-being (Bessei, 2006).

Given the similarities between the anatomical and physiological systems of animals and humans, it is recognized that “higher” animals are capable of experiencing emotions. The most acute suffering is caused by the failure to meet their basic needs for water, food, space, or social interaction. Many animal welfare problems arise from ignoring their ethological characteristics, such as the lack of dust baths and perches for chickens, eye contact between calves, or social bonding for pigs. Such conditions cause stress and discomfort, which negatively affects their condition (Bashchenko et al., 2017).

Thus, animal welfare is determined by the level of their health, productivity, physiological and behavioral characteristics. Its assessment is based on certain measurable indicators that can be determined using modern methods and tests. At the same time, according to scientists (Whiting, 2011), people are able to intuitively recognize the state of well-being or unhealthiness of animals by simply observing.

Determination of the negative state of animal welfare is more objective and studied in detail, as its signs are easier to detect than manifestations of positive emotions. Tests for frustration, fear, and contact avoidance have proven to be particularly effective in the study of low welfare (Nedosekov et al., 2021).

Assessing positive animal welfare is a complex task, as it depends on the needs of animals and often reflects their level of motivation (Harley & Clark, 2019; Duncan et al., 2019). Despite scientific advances in this area, all tests should be used with caution, as their results may vary depending on the conditions of detention and characteristics of different groups of animals.

The animal welfare assessment system is constantly improving and requires further research to improve its accuracy and objectivity. Since welfare is determined by the interaction of morphological, physiological, behavioral and psychological factors, an important area of research is the development of new assessment methods. In particular, the use of modern technologies, such as tomography to analyze morphological and physiological aspects and study psychosomatic reactions of animals, will help to create effective criteria for assessing their welfare.

One of the most controversial aspects of animal welfare research is the attempt to present it in the form of a quantitative assessment that allows to classify the animal's condition into one of two categories: high (good) or low (unsatisfactory) level of welfare (Broom, 2006).

Despite the availability of a large number of clinical, physiological, and biochemical indicators, not all of them are suitable for a comprehensive assessment of the animal's general condition. Therefore, specialists need to have a set of indicators that reflect both positive and negative aspects of well-being, which can be presented in numerical form with subsequent ranking. It should be emphasized that while signs of poor health are usually easy to detect, a high level of well-being often does not have pronounced, obvious manifestations. Thus, when assessing the level of welfare of an individual animal, one should take into account not only the current condition, but also the possible short-term and long-term consequences of this condition for its health and general well-being.

Poor animal welfare occurs when an animal is unable to adapt to the effects of a negative factor, remaining at the stage of stress exhaustion. This is manifested externally through behavioral

disorders, reproductive disorders, reduced growth of young animals, and in males, loss of sexual activity and memory impairment. Internal signs are changes in blood composition. Both types of manifestations can be both short-term and long-term. Despite the fact that the assessment of the psychological state of animals in different environmental conditions is important, its practical application in livestock production remains difficult and does not always allow for a clear link between the results and the actual level of well-being (Moesta et al., 2008; Nedosekov et al., 2020). In this context, behavioral indicators act as a realistic tool for assessing the mental state of animals. In particular, Bessei (2018) proposed a system for assessing the behavior of poultry, based on a scale from general suffering to complete well-being.

Physiological and biochemical signs of low well-being are manifested by both activation of some processes (e.g., brain activity, respiration, blood circulation) and inhibition of others (digestion, urination). Broom (2007) emphasizes the importance of accurate determination of basic physiological parameters, which is complicated by direct contact with the animal. Therefore, it is advisable to use only remote monitoring methods.

The animal's condition can be assessed by a simple method – counting the respiratory rate, which reflects the activity of the sympathoadrenal system and the increase in oxygen demand. Respiratory rate is also related to heart rate and can be recorded remotely – in real time or via video. You can also notice muscle tremors from a distance, which occurs when you are very frightened. External signs of stress include frequent urination, defecation, excessive salivation, and foaming at the mouth (Amat et al., 2016; Nagaraja et al., 2016). Nausea, vomiting, and diarrhea that occur in response to negative environmental factors can be signs of reduced welfare in animals. The cardiovascular system usually shows tachycardia, although sometimes the opposite reaction is possible – a slowing of the heart rate (bradycardia). The level of hunger in an animal can be assessed by a number of blood parameters, including glucose, β -oxybutyrate, and plasma proteins (Yan et al., 2014; Rom & Reznick, 2016).

One of the most important indicators of animal well-being or welfare during transportation is the sympathoadrenal system response. The adrenal glands have two main parts – cortical and cerebral, each of which performs separate functions and produces different hormones.

The medulla synthesizes catecholamines – adrenaline and noradrenaline, which are activated during stress. The cortical layer produces glucocorticoids (cortisol, corticosterone), which increase blood glucose levels and suppress inflammatory processes, as well as mineralocorticoids (aldosterone), which regulate water-salt balance by retaining sodium and excreting potassium. Unlike glucocorticoids, mineralocorticoids can enhance inflammatory reactions.

To assess the stress state, especially in large ungulates, the level of cortisol in saliva is often analyzed, since it is the free form of this hormone that is biologically active and easily penetrates saliva through cell membranes. The content of cortisol in saliva correlates well with the level of its free form in blood plasma (Broom, 2007; Brennan et al., 2016).

Cortisol levels in saliva are about ten times lower than in blood, but changes in adrenal activity are still clearly reflected in its concentration in saliva. That is why this indicator is widely used to assess the stress response of the sympathoadrenal system in various species of animals – cattle, pigs, sheep, and humans. It should be borne in mind that the increase in salivary cortisol levels occurs with a delay of several minutes compared to the increase in blood cortisol concentration. The reaction to stressful influences, in particular during manipulation or transportation, varies between species and even breeds of animals. For example, animals that have a more pronounced corticosteroid response often experience an increase in body temperature of about 1 °C.

Parrott et al. (1999) used a remote method to measure body temperature in sheep during transportation. After 2,5 hours in transport, the temperature increased by 1 °C and remained elevated by another 0,5 °C for several hours after the transportation was completed. This was not due to active movement, as physical activity caused a 2 °C increase in temperature, but it quickly

returned to normal after stopping the activity. Thus, an increase in temperature during transportation may indicate a decrease in well-being.

Blood enzyme values can serve as indicators of low animal welfare. Broom (2000) notes that in case of injury or excessive physical activity, the activity of creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes increases in animals. An objective assessment of the condition is also provided by the biochemical triad: the level of corticosterone, glucose, and lactic acid in the blood plasma, as well as a general hematological analysis. For example, with short-term stress, the number of red blood cells increases (Parrott et al., 1998), while prolonged stress, on the contrary, leads to a decrease in their number, as confirmed by the following studies (Prykhodchenko et al., 2024).

Animal health is closely linked to human health, which is emphasized by the concept of One Health, which combines the welfare of animals, humans and the environment (Simonin et al., 2019; Rodionova et al., 2020). According to the WHO, more than 75% of new diseases that occur in humans are of zoonotic origin (WHO, 2011; Klestova, 2016). Viruses such as avian and swine flu pose serious risks to human health and the economy (Beach et al., 2007). Bacterial (*Campylobacter*, *Salmonella*) and parasitic (toxoplasmosis, cysticercosis) infections also pose a global threat (Zinsstag, 2007; Torgerson, 2011; Platts-Mills et al., 2014).

Improving animal welfare is closely linked to the control of zoonoses (Singer et al., 2007) and thus to human health. De Passillé and others believe that this link is a key argument in favor of a high priority for animal welfare certified products in the human diet (de Passillé et al., 2005; Dawkins, 2016).

Most European countries have animal welfare legislation in place. Some states, such as Switzerland (1992), Germany (2002), Luxembourg (2007), and Austria (2013), have included these norms in their supreme legislative documents. For example, the Constitution of Luxembourg explicitly states that the state shall promote the protection and welfare of animals (Falaise, 2019). At the same time, a comparison of laws shows significant differences in penalties for animal cruelty. In addition, some legally permitted practices (such as bullfighting, cockfighting) are still legalized under the pretext of cultural heritage. Other painful procedures are also allowed, such as the use of electronic collars, castration, and cutting of horns or beaks.

The legislative framework for animal welfare in Ukraine began to take shape with the adoption of the updated law on veterinary medicine. An important milestone was the adoption of Law of Ukraine № 3318 “On Veterinary Medicine and Animal Welfare” in 2021. This document was created to comprehensively regulate issues related to the protection of animal health, animal welfare, veterinary practice, and the production and use of veterinary drugs. The law takes into account Ukraine's international obligations, in particular the requirements of the Association Agreement with the EU (Yatsenko et al., 2020).

European universities are increasingly paying attention to training courses on the welfare of productive animals. For this purpose, various educational tools are actively used, including free online courses. Research in this area focuses on how and why animal welfare should be taught (Lord & Walker, 2009; Main, 2010; Abood et al., 2012), as this science is closely related to values (Fraser, 1995). The content and approach to teaching can have a significant impact on the further perception of the topic (Paul et al., 2000; Clark, 2010).

Despite its interdisciplinary nature (ethology, veterinary medicine, economics, biology), there are still not enough publications on the educational aspects of the topic (MacKay, 2020). It is worth remembering that the fundamentals of welfare, including health, have long been part of veterinary education (Broom, 2005). Public and international organizations expect veterinarians to become leaders in animal welfare, which emphasizes the importance of including the following courses in the curriculum.

Conclusions.

Animal welfare is an interdisciplinary category that combines physiological, behavioral, legal and ethical aspects and has gained the status of a separate scientific discipline with a significant impact on veterinary medicine, education, ecology and bioethics.

European countries demonstrate high standards of legislative regulation of animal protection, including constitutional provisions. In Ukraine, an important step in this direction was the adoption of the Law “On Veterinary Medicine and Animal Welfare” (2021), which facilitates the adaptation of national legislation to European standards.

Education is a key tool in fostering humane treatment of animals. The introduction of animal welfare courses and programs in veterinary schools contributes to the development of professional ethics and responsible animal handling.

Objective assessment of animal welfare requires the development of scientific research, in particular in the field of analyzing biomarkers of stress, behavioral reactions and hormonal levels, which allows us to accurately determine the level of animal welfare and timely identify threats to their health and safety.

References

1. Alarcon, P., Wieland, B., Mateus, A. L., & Dewberry, C. (2014). Pig farmers' perceptions, attitudes, influences and management of information in the decision-making process for disease control. *Preventive veterinary medicine*, 116(3), 223–242. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.08.004>
2. Amat, M., Camps, T., & Manteca, X. (2016). Stress in owned cats: behavioural changes and welfare implications. *Journal of feline medicine and surgery*, 18(8), 577–586. <https://doi.org/10.1177/1098612X15590867>
3. Attoui, H., & Mohd Jaafar, F. (2015). Zoonotic and emerging orbivirus infections. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 34(2), 353–361. <https://doi.org/10.20506/rst.34.2.2362>
4. Backhans, A., Sjölund, M., Lindberg, A., & Emanuelson, U. (2016). Antimicrobial use in Swedish farrow-to-finish pig herds is related to farmer characteristics. *Porcine health management*, 2, 18. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0035-0>
5. Banhazi, T. & Santhanam, B. (2013). Practical evaluation of cleaning methods that could be implemented in livestock buildings. *Livestock housing*, pp.355-376. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-771-4_18
6. Bashchenko, M. I., Stehni, B. T., Herilovych, A. P., & Baranovskyi, D. I. (2017). Problemy i perspektyvy rozvytku standartiv biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu u veterynarii medytsyni ta biotekhnolohii. *Veterynarna medytsyna. Kharkiv*, 103, 8–12. URL: <https://www.jvm.kharkov.ua/sbornik/103/1-1.pdf> (in Ukrainian).
7. Baxter, M. R. (1994). The welfare problems of laying hens in battery cages. *The Veterinary record*, 134(24), 614–619. <https://doi.org/10.1136/vr.134.24.614>
8. Bessei, W. (2018). Impact of animal welfare on worldwide poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 74 (2), 211-224. <http://dx.doi.org/10.1017/S0043933918000028>
9. Bessei, W., & Kjaer, J. (2015). Feather pecking in layers - State of research and implications. *26th Annual Australian Poultry Science Symposium*, 26 (1), 214-221.
10. Botreau, R., Veissier, I., Butterworth, A., Bracke, M.B.M. & Keeling, L. (2007). Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare*, 16 (2), 225-228.
11. Brennan, M., Wright, N., Wapenaar, W., Jarratt, S., Hobson-West, P., Richens, I., & Kaler, J. (2016). Exploring attitudes and beliefs towards implementing cattle disease prevention and control measures: a qualitative study with dairy farmers in Great Britain. *Animals*, 6(10), 61. <https://doi.org/10.3390/ani6100061>
12. Broom, D. M. (2005). Animal welfare education: development and prospects. *Journal of veterinary medical education*, 32(4), 438–441. <https://doi.org/10.3138/jvme.32.4.438>
13. Broom, D.M. (2006). The evolution of morality. *Applied Animal Behaviour Science*, 100 (1), 20-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2006.04.008>
14. Broom, D.M. (2007). Quality of life means welfare: how is it related to other concepts and assessed? *Animal Welfare*, 16 (1), 45-53. <http://dx.doi.org/10.1017/S0962728600031729>

15. Broom, D.M., & Fraser, A.F. (2007). *Domestic Animal Behaviour and Welfare*, Wallingford: C.A.B.I., 4th edn., 437.
16. Chmeliková, E., Bolechová, P., Chaloupková, H., Svobodová, I., Jovičić, M., & Sedmíková, M. (2020). Salivary cortisol as a marker of acute stress in dogs: a review. *Domestic animal endocrinology*, 72, 106428. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.106428>
17. Cronin, G.M., Barnett, J.L., & Hemsworth, P.H. (2012). The importance of pre-laying behaviour and nest boxes for laying hen welfare: a review. *Animal Production Science*, 52 (7), 398-405.
18. Cowled, C., & Wang, L. F. (2016). Animal genomics in natural reservoirs of infectious diseases. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 35(1), 159–174. <https://doi.org/10.20506/rst.35.1.2425>
19. Dawkins, M., (2017). Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable. *Animal Production Science*, 57(1), 201–208. <http://dx.doi.org/10.1071/AN15383>
20. Duncan I.J.H., Hild S., & Schweitzer L. (2019). “Animal Welfare: A Brief History”. *Animal Welfare: From Science to Law*, 13-19.
21. Eurobarometr, (2016). Attitudes of Europeans towards Animal Welfare. *Report*. 86.
22. Ferrante, V., Estevez, I., & Marchewka, J. (2015). Animal Welfare Indicators. AWIN Welfare Assessment Protocol for Turkeys; AWIN: Berlin, Germany. http://dx.doi.org/10.13130/AWIN_TURKEYS_2015
23. Fleming, R. H., McCormack, H. A., McTeir, L., & Whitehead, C. C. (2006). Relationships between genetic, environmental and nutritional factors influencing osteoporosis in laying hens. *British poultry science*, 47(6), 742–755. <https://doi.org/10.1080/00071660601077949>
24. Fraser, D., Duncan, I. J., Edwards, S. A., Grandin, T., Gregory, N. G., Guyonnet, V., Hemsworth, P. H., Huertas, S. M., Huzzey, J. M., Mellor, D. J., Mench, J. A., Spinka, M., & Whay, H. R. (2013). General Principles for the welfare of animals in production systems: the underlying science and its application. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 198(1), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.028>
25. Grigg, E. K., & Kogan, L. R. (2019). Owners' Attitudes, Knowledge, and Care Practices: Exploring the Implications for Domestic Cat Behavior and Welfare in the Home. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9(11), 978. <https://doi.org/10.3390/ani9110978>
26. Harley, J., Clark, F. E. (2019). Animal Welfare Toolkit. *London. BIAZA*, 1 (1). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://strapi.eaza.net/uploads/BIAZA_ANIMAL_WELFARE_TOOLKIT_9789f6a1d8.pdf
27. Hartcher, K., & Jones, B. (2017). The welfare of layer hens in cage and cage-free housing systems. *World's Poultry Science Journal*, 73 (1), 767-782. <http://dx.doi.org/10.1017/S0043933917000812>
28. Herbut, E. (2018). Modern Animal Production and Animal Welfare. *Agricultural Engineering*, 22(3), 5-10. <https://doi.org/10.1515/agriceng-2018-0021>
29. Hewson, C. J., Baranyiová, E., Broom, D. M., Cockram, M. S., Galindo, F., Hanlon, A. J., Hanninen, L., Hewson, C., Lexer, D., Mellor, D. J., Molento, C. F., Odberg, F. O., Serpell, J. A., Maria Sisto, A., Stafford, K. J., Stookey, J. M., & Waldau, P. (2005). Approaches to teaching animal welfare at 13 veterinary schools worldwide. *Journal of veterinary medical education*, 32(4), 422–437. <https://doi.org/10.3138/jvme.32.4.422>
30. Klestova, Z. S. (2016). Emerdzhentni virusni zakhvoriuvannia tvaryn ta prohnozuvannia bioryzykiv Veterynarna biotekhnolohiia, 29, 117–131. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2016_29_15 (in Ukrainian).
31. Koziy, V., (2012). Animal welfare (historical, scientific and regulatory aspects) [Text]: a textbook / V. Koziy; Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. – Bila Tserkva: Bilotserkivdruk LLC. Bibliography: p. 298-317. - ISBN 978-966-2635-19-5
32. Law of Ukraine (2006). On the Protection of Animals from Cruelty, № 27, Art. 230. *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text>
33. Mahboub, H. D., Müller, J., & von Borell, E. (2004). Outdoor use, tonic immobility, heterophil/lymphocyte ratio and feather condition in free-range laying hens of different genotype. *British poultry science*, 45(6), 738–744. <https://doi.org/10.1080/00071660400014267>
34. Markovszky, A. K., Weber, C., Biksi, O., Danes, M., Dumitrescu, E., Muselin, F., Tufarelli, V., Puvača, N., & Cristina, R. T. (2020). Is ECLIA Serum Cortisol Concentration Measurement, an Accurate Indicator of Pain Severity in Dogs with Locomotor Pain? *Animals: an open access journal from MDPI*, 10(11), 2036. <https://doi.org/10.3390/ani10112036>

35. Moesta, A., Briesse, A., Knierim, U., & Hartung, J. (2008). Verhalten von Legehennen in der Volierenhaltung--Review. Teil 2: Zum Nahrungserwerbsverhalten, Fortpflanzungsverhalten und Staub- badeverhalten von Hühnern [Behaviour of laying hens in aviaries--review. Part 2: Feeding behaviour, reproductive and dust bathing behaviour of chickens]. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 115(1), 4–14. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18265752/>
36. Nagaraja, A. S., Sadaoui, N. C., Dorniak, P. L., Lutgendorf, S. K., & Sood, A. K. (2016). SnapShot: Stress and Disease. *Cell metabolism*, 23(2), 388–388.e1. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.01.015>
37. Nedosiekov, V. V., Blakha, T., Sytiuk, M. P., Martyniuk, O. H., Melnyk, V. V. & Yustyniuk, V. Ye. (2021) Basics of Biosecurity and Animal Welfare [Osnovy biobezpeky ta blahopoluchchia tvaryn]. Nizhyn; Kyiv: Lysenko M. M. ISBN 9786176405238. [in Ukrainian].
38. Nedosekov, V. V., Kravchenko, A. G., Kleymenov, I. S., & Kleymenova, N. V. (2020). Welfare of laying hens in the industrial production. *Bulletin of Agrarian Science*, 4(85), 66–77. <http://dx.doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.4.66>
39. Order (2021). On Approval of the Requirements for the Welfare of Farm Animals during their Keeping" № 224 (2021, February 08). *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0206-21#Text>
40. Prykhodchenko, V. O., Hladka, N. I., Denysova, O. M., Moiseienko, Yu. O., Yakymenko, T. I., Zhukova, I. O. & Zhegunov, G. F. (2024). Analysis of key indicators of chronic stress in cats and dogs. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 10(3), pp. 17-21. DOI: [10.36016/JVMBBS-2024-10-3-3](https://doi.org/10.36016/JVMBBS-2024-10-3-3)
41. Rioja-Lang, F. C., Connor, M., Bacon, H. J., Lawrence, A. B. Dwyer, C. M. (2020). Prioritization of Farm Animal Welfare Issues Using Expert Consensus. *Front. Vet. Sci.*, 6 (495). <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2019.00495>
42. Rodionova, K. O., Nigmatova, O. S., Khimych, M. S., Steshenko, V. M., Broshkov, M. M., Paliy, A. P., & Yatsenko, I. V. (2020). Comparative and legal analysis of the legislation of Ukraine and the European Union in the field of organic production of livestock. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 280–290. https://doi.org/10.15421/2020_294
43. Rom, O., & Reznick, A. Z. (2016). The Stress Reaction: A Historical Perspective. *Advances in experimental medicine and biology*, 905, 1–4. https://doi.org/10.1007/5584_2015_195
44. Simonin, D. & Gavinelli, A., Hild, S., Schweitzer, L. (2019). The European Union legislation on animal welfare: state of play, enforcement and future activities. *Animal Welfare: From Science to Law*, 59-70.
45. Smulders, F. J. M., & Algers, B. (Eds.). (2009). Welfare of production animals: assessment and management of risks. *ECVPH Food Safety Assurance*, 339–352. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-690-8>
46. Stella, J. L., & Croney, C. C. (2016). Environmental Aspects of Domestic Cat Care and Management: Implications for Cat Welfare. *TheScientificWorldJournal*, 2016, 6296315. <https://doi.org/10.1155/2016/6296315>
47. Toates, F., & Jensen, P. (1991). Ethological and psychological models of motivation. In: Meyer, J-A. and Wilson, S. W. eds. *From Animals to Animats Proceedings of the First International Conference on Simulation of Adaptive Behavior*. Complex Adaptive Systems. Cambridge: MIT Press, pp. 194-205.
48. Toschi Maciel, C., & Bock, B. (2013) “Modern Politics in Animal Welfare: the Changing Character of Governance of Animal Welfare and the Role of Private Standards”, *The International Journal of Sociology of Agriculture and Food*. Paris, France, 20(2), pp. 219–235. <https://doi.org/10.48416/ij saf.v20i2.193>
49. Tremolada, C., Bielińska, H., Minero, M., Ferrante, V., Canali, E., & Barbieri, S. (2020). Animal-Based Measures for the On-Farm Welfare Assessment of Geese. *Animals: an open access journal from MDPI*, 10(5), 890. <https://doi.org/10.3390/ani10050890>
50. Vysotskyi, A. O., Gutyj, B. V., Kozenko, O. V., Krempa, N. Yu., Dvyliuk, I. V., Magrelo, N. V., Klym, H. V., Martyshuk, T. V., & Vus, U. M. (2025). Biosafety and biosecurity problems in Ukraine that arise during emergent infections. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 26(117), 74–79. <http://dx.doi.org/10.32718/nvlvet-e10108>
51. Wei, R., Han, C., Deng, D., Ye, F., Gan, X., Liu, H., Li, L., Xu, H., & Wei, S. (2021). Research progress into the physiological changes in metabolic pathways in waterfowl with hepatic steatosis. *British poultry science*, 62(1), 118–124. <https://doi.org/10.1080/00071668.2020.1812527>

52. Whiting T. (2011). Understanding Animal Welfare: The Science in its Cultural Context. *The Canadian Veterinary Journal*, 52(6), 662.
53. World Organisation for Animal Health (OIE) (2012). – Terrestrial Animal Health Code, 21st Ed. OIE, Paris.
54. Yan, F. F., Hester, P. Y., & Cheng, H. W. (2014). The effect of perch access during pullet rearing and egg laying on physiological measures of stress in White Leghorns at 71 weeks of age. *Poultry science*, 93(6), 1318–1326. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03572>
55. Yatsenko, I. V., Klyuev, O. M., Derecha, L. M., Simakova-Efremian, E. B., & Bulavina, V. S. (2020). Ensuring the welfare of domestic and farm animals and their protection from cruelty in the legal framework of the European Union. Perspectives of world science and education. In *CPN Publishing Group (Ed.), Abstracts of the 5th International scientific and practical conference* (pp. 869-881) <http://sci-conf.com.ua>
56. Yatsenko, I. V., & Parilovskyi, O. I. (2020). Recent advances in forensic veterinary examination of animals affected by violent attitude. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 22(97), 95–105. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9716>
57. Yatsenko, I. V., Zapara, S. I., Zon, G. A., Ivanovskaya, L. B., & Klochko, A. M. (2020). Animal Rights and Protection against Cruelty in Ukraine. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 11(1), 91–103. [https://doi.org/10.14505/jemt.11.1\(41\).11](https://doi.org/10.14505/jemt.11.1(41).11)



2025. Номер 11, С 147 – 157

Отримано: **05.02.2025** Прийнято: **17.04.2025** Опубліковано: **29.05.2025**

DOI: **10.31890/vttp.2025.11.14**

UDC 636.09:616.993(477.87)

FEATURES OF THE EPIZOOTIC SITUATION OF ANIMAL RABIES IN THE TRANSCARPATHIAN REGION IN 2021-2023

**M.M. Savenko¹, R.V. Severin¹, A.M. Gontar¹, G.I. Garagulya¹, D.M. Grinchenko¹,
G.M. Shtager¹, O.M. Savenko¹, M.M. Kushch¹, I.D. Gulezda², Y.Y. Shimon²**

¹*State Biotechnological University, Kharkov, Ukraine*

²*State Food and Consumer Service of the Transcarpathian region.*

E-mail: msavenko@ukr.net

Annotation. The article presents the results of a detailed study of the epizootological features of rabies in the Transcarpathian region. The study materials were veterinary reporting documents, laboratory test results, information on rabies control measures in the Transcarpathian region in 2021-2023. The statistical analysis and epizootic methods were used in the work. For a general characterization of the epizootic situation, the geography of rabies spread, the dynamics of rabies cases in the region in 2021-2023 were considered. The incidence of rabies in different species of animals, the seasonality of rabies, and species-specific features of the disease were analyzed. It was found that from 2021 to 2023, there was a rapid increase in the number of rabies cases among carnivores in the Transcarpathian region. Thus, in 2021, the number of rabies cases was the lowest and amounted to 4 cases (12.9%). In 2022, rabies was already found in 11 animals (35.5%), and in 2023, the incidence increased rapidly by more than 50% and amounted to 16 cases. Rabies in Transcarpathia has been mostly registered as anthrooorrhagic rabies for three years. Rabies was detected in animals in close contact with humans, with 12.9% of cats diagnosed, 54.9% of dogs, and 3.2% of cattle. The autumn seasonality of rabies in Transcarpathia has been established. In October-November, rabies registration increased to 4 cases per month (38.7%). Most cases of rabies were registered in Mukachevo district, accounting for 38.7% of all animals in the region. It is followed by Uzhhorod district – 22.6% and Khust district – 19.4%. These districts are located in the north of Transcarpathia and border the Lviv region, where 93 cases of rabies in animals were recorded in 2023. To encourage dog and cat owners to vaccinate their pets against rabies, it is necessary to conduct active public awareness campaigns about the danger of the disease to humans and animals and the importance of preventive and control measures. To improve the epizootic situation with rabies, capture stray dogs for vaccination against the disease. To equip officially registered shelters for stray dogs and cats with mandatory rabies vaccination.

Key words: *zooanthroponoses, rabies of carnivores, oral immunization, vaccines, red fox, seasonality of the disease.*

ОСОБЛИВОСТІ ЕПІЗООТИЧНОЇ СИТУАЦІЇ ЩОДО СКАЗУ ТВАРИН У ЗАКАРПАТСЬКІЙ ОБЛАСТІ УКРАЇНИ ВПРОДОВЖ 2021-2023 РОКІВ

М.М. Савенко¹, Р.В. Северин¹, А.М. Гонтар¹, Г.І. Гарагуля¹, Д.М. Грінченко¹,
Г.М. Штагер¹, О.М. Савенко¹, М.М. Куш¹, І.Д. Гулезда², Ю.Ю. Шимон²

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

²Держспродспоживслужба Закарпатської області

E-mail: msavenko@ukr.net

Анотація. У статті наведено результати детального вивчення епізоотологічних особливостей сказу тварин у Закарпатській області. Матеріалами дослідження служили документи ветеринарної звітності, результати лабораторних досліджень, інформація про проведення заходів проти сказу в Закарпатській області в 2021-2023 рр. У роботі використовували епізоотологічний і метод статистичного аналізу. Для загальної характеристики епізоотичної ситуації розглядали географію поширення сказу, динаміку випадків сказу по області за 2021-2023 рр. Аналізували захворюваність різних видів тварин на сказ, його сезонність, вивчали видові особливості захворювання. Встановлено, що впродовж 2021-2023 рр. у Закарпатській області відбувалось зростання кількості випадків сказу серед м'ясоїдних тварин. Так, у 2021 р. кількість захворювань на сказ була найменшою і становила 4 випадки. У 2022 р. сказ тварин було виявлено вже в 11 голів, а у 2023 р. захворюваність стрімко зросла більше ніж на 50 % і становила 16 випадків. Сказ у Закарпатті упродовж трьох років здебільшого реєстрували як хворобу антропоургічного типу. Сказ виявлено у тварин, які близько контактують з людиною. Серед усіх випадків у котів позитивний діагноз встановлено в 12,9 %, серед собак – у 54,9 %, у рогатої худоби – у 3,2 %. Встановлено осінню сезонність сказу на теренах Закарпаття. У жовтні-листопаді реєстрація сказу підвищилась до 4 випадків за місяць. Найбільше випадків сказу зареєстровано у Мукачівському районі, частка якого становила 38,7 % від всіх випадків, виявлених в області. Меншу кількість захворювань виявлено в Ужгородському і Хустському районах, відповідно 22,6 і 19,4 %. Ці райони розташовані на півночі Закарпаття і межують з Львівською областю, в якій у 2023 р. зафіксували 93 випадки сказу тварин. Найменше випадків сказу виявлено у Берегівському і Тячівському районі, відповідно, 12,9 і 6,5 %, які межують з Угорщиною, яка є вільною від цього захворювання. Для спонукання власників собак і котів вакцинувати їх проти сказу необхідно проводити активну роз'яснювальну роботу серед населення, пояснювати смертельну небезпечність цього захворювання для людей і тварин та про важливість профілактичних заходів. Враховуючи особливості епізоотичної ситуації щодо сказу тварин у Закарпатській області необхідно проводити щеплення безпритульних собак.

Ключові слова: зооантропоноз, епізоотія, сказ, пероральна імунізація, вакцини, лисиця звичайна, сезонність захворювання.

Вступ. *Актуальність теми.* Сказ тварин – це особливо небезпечна гостра вірусна хвороба тварин та людини, що характеризується ознаками поліенцефаломієліту, паралічами і абсолютною смертністю. У відповідності до оцінки ВООЗ, сказ входить до п'ятірки найбільш небезпечних зооантропонозів, які завдають значних соціально-економічних збитків. Сказ є одним із найпоширеніших, якщо не найпоширеніших та найстрашніших зоонозних захворювань у світі, і Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) оцінює, що від цієї хвороби щороку помирає 55 000 людей. Більшість цих смертей трапляється в Азії та Африці та, зазвичай, є наслідком сказу, спричиненого собаками (Freuling et al., 2012; Regassa et al., 2025). Сказ викликають нейротропні віруси роду *Lyssavirus* родини *Rhabdoviridae* ряду *Mononegavirales* і передається всім ссавцям. Сказ людей рідше

зустрічається в багатих країнах, є серйозною проблемою для охорони здоров'я в регіонах з обмеженими фінансовими ресурсами (Samsonia et al., 2025; Swinkels et al., 2025).

Як відомо, концепція One Health спрямована на досягнення спільної безпеки здоров'я людей, тварин і навколишнього середовища через міждисциплінарну, міжсекторну та міжгалузеву співпрацю (Li et al., 2025). Багатогалузевий підхід One Health до боротьби зі сказом ґрунтується на положенні щодо обов'язковості вакцинації як домашніх, так і диких тварин (Madzingira et al., 2025). У всьому світі масова вакцинація собак економічно є найбільш ефективною стратегією запобігання сказу людини. У своєму глобальному стратегічному плані «Нуль до 30» коаліція «Об'єднані проти сказу» у співпраці з ВООЗ прагне ліквідувати сказ серед людей до 2030 р. (Swinkels et al., 2025).

Військова агресія Російської Федерації викликала запровадження нових правил полювання та відстрілу диких тварин в Україні, зокрема лисиці звичайної, яка є головним переносником збудника цієї хвороби. Внаслідок цього епідеміологічний стан щодо сказу в Україні значно погіршився. Враховуючи такі зміни, актуальним є дослідження епізоотичної ситуації щодо сказу в окремих регіонах країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зважаючи на природні (географічні, кліматичні тощо) особливості, в різних країнах сказ підтримується в основному декількома видами диких м'ясоїдних тварин. Так, у Південній Африці це захворювання виявляють переважно у 6 видів диких і свійських тварин: у лисиці червоної (*Vulpes vulpes*), лисиці вухатої (*Otocyon megalotis*), шакала чорноспинного (*Canis mesomelas*), мангуста жовтого (*Cynictis penicillata*), вовка земляного (*Proteles cristatus*), а також собаки свійського (*Canis lupus familiaris*). Як вказують Vilijoen et al. (2025), такі епізоотологічні особливості мають вирішальне значення для стратегічного планування програм контролю та ліквідації сказу, і, особливо, для розуміння характеру транскордонного поширення сказу.

Основними господарями вірусу сказу (RABV) є види *Carnivora* (м'ясоїдні) та *Chiroptera* (рукокрилі), але сказ вражає як домашніх, так і диких тварин. Європейський бюлетень ВООЗ з питань сказу – Rabies-Bulletin-Europe, який представляє собою веб-платформу для отримання інформації про сказ (включаючи онлайн-базу даних), яку в середньому відвідує понад 60 000 осіб щороку, повідомляє, що найбільша кількість випадків сказу в Європі реєструється в Україні, Російській Федерації та Білорусі (рис. 1). В останні роки в Україні до епізоотичного процесу сказу більш інтенсивно почали залучатись свійські та синантропні тварини. Крім того, аналіз ситуації засвідчує, що під час виконання загальних антирабійних заходів не має достатньої міжвідомчої координації відповідних виконавчих органів (Palii et al., 2024).

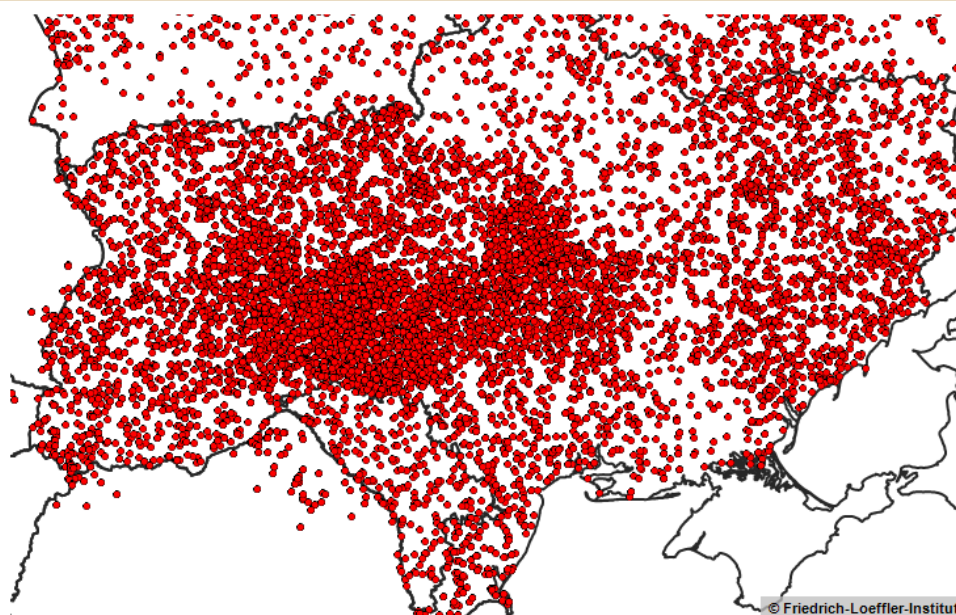


Рисунок 1. Реєстрація випадків сказу тварин в Україні та суміжних країнах у 2023 р. (без окупованої території Криму, за даними Rabies-Bulletin-Europe).

Кількість випадків сказу серед тварин в Україні за даними Rabies-Bulletin-Europe наведено у табл. 1. Дані таблиці свідчать про поступове і значне зниження кількості випадків сказу тварин в Україні з 2018 по 2022 рік включно. Так, порівняно з попереднім роком, у 2019 р. кількість випадків сказу була меншою на 25,6 %, у 2020 р. – на 10,5 %, у 2021 р. – на 44,9 %, у 2022 р. – на 14,9 %. Це засвідчило ефективність профілактичної роботи ветеринарної служби країни, яка відбувалась шляхом вакцинації диких хижих тварин пероральною вакциною та домашніх тварин шляхом підшкірної ін'єкції вакцин проти сказу. У той же час, порівняно з попереднім, у 2023 р. спостерігали збільшення кількості випадків сказу серед тварин на 19,0 %, що, ймовірно, можна пояснити воєнними діями на території країни і неможливістю якісно виконувати відповідну профілактичну роботу. Отже, в останні роки відбулась позитивна динаміка щодо контролю захворювань через активне впровадження оральної вакцинації проти сказу диких тварин. При цьому слід зазначити, що запроваджені в європейських країнах програми оральної антирабічної імунізації диких тварин сприяли зменшенню кількості випадків сказу і в Україні.

Таблиця 1.

Динаміка випадків сказу тварин в Україні впродовж 2018-2023 рр. за даними Rabies – Bulletin – Europe

Роки	Абсолютна кількість випадків	Відносна кількість, %
2018	1919	28,9
2019	1427	21,5
2020	1277	19,2
2021	704	10,6
2022	599	9,0
2023	713	10,7
Разом	6636	100

Вірус сказу (RABV) представляє таксономічний прототип виду *Rabies lyssavirus* роду *Lyssavirus*, який включає інші генетичні та антигенно пов'язані його види (Eblé et al., 2025). Наразі лісавіруси розділені щонайменше на три філогрупи, яким чітко притаманні різні патогенність та імуногенність. У зв'язку з цим, існуючі вакцини проти вірусу сказу можуть не забезпечити адекватний перехресний захист проти всіх генетичних варіантів лісавірусів (Carneiro, et al., 2025). У той же час адаптивна еволюція в поєднанні зі

збереженою функцією генів покращує стійкість до вірусів. Цей факт дозволяє краще зрозуміти молекулярну та функціональну еволюцію механізмів противірусного захисту ссавців (Liu et al., 2023). Із зростанням глобальної температури повітря на землі у найближчі роки стадні хижі тварини та немігруючі копитні є більш уразливими до високої серопревалентності небезпечних вірусів, у т.ч. сказу, ніж інші види. Зграйні м'ясоїдні тварини потенційно можуть зіткнутися з високим ризиком зараження цим вірусом, які передаються безпосередньо (Gao et al., 2025).

Проблему поширення сказу сучасна наука намагається вирішити шляхом пошуку нових вакцин як для людей, так і для тварин. Вакцинація тварин, включаючи доконтактну та постконтактну, є ефективною стратегією профілактики сказу людей. Розробка нової вакцини проти сказу для людини в основному зосереджена на вакцинах на основі очищеної ліофілізованої вакцини проти сказу (PVRV), культивованої на клітинах Vero. Крім того, доведено, що вакцини на основі мРНК мають потенціал для підвищення безпеки та ефективності як для тварин, так і для людей (Chen et al., 2025). Deng et al. (2025) повідомляють про розробку гідрогелевої вакцини на основі металофенольної мережі (MPN) з використанням марганцю для стимуляції сильного гуморального імунітету проти сказу шляхом одноразової імунізації. Глобальне викорінення сказу людини, викликаного собаками, залишається постійним пріоритетом служби охорони здоров'я. Наразі rVSVΔG-ERA-G визначено як кандидата на ORV (Oral Rabies Vaccine) з підвищеною біобезпекою та міжвидовою імуногенністю (Wang et al., 2025). У Китаї розроблено рекомбінантний штам RABV штам SAD-tOG, який, як повідомляють Wu et al. (2025), є безпечним і ефективним кандидатом на вакцину для профілактики сказу собак і котів.

Собачий сказ становить значну глобальну загрозу громадському здоров'ю в усіх країнах (Mshelbwala et al., 2025; Wada, et al., 2025). У зв'язку з цим виникає необхідність комплексних заходів контролю і профілактики, включаючи боротьбу з бродячими собаками та інформаційну кампанію серед власників собак щодо необхідності вакцинації домашніх тварин (Khoubfekar et al., 2025; Wada et al., 2025). Потрібні більш ефективні заходи контролю, нагляду, звітування та розширені програми поінформованості, щоби подолати цю небезпечну хворобу та виконати глобальний стратегічний план щодо припинення смертності людей від сказу, викликаного собаками, до 2030 р. (Bilaide et al., 2024; Kadam et al., 2025). Програма ліквідації сказу досягла мети ліквідації інфекції сказу серед людей у Китаї та продемонструвала, що ліквідація сказу, опосередкована собаками, цілком досяжна (Yu et al., 2025). Позитивне ставлення до обов'язкової вакцинації повинно змінитись позитивною суб'єктивною нормою, є важливим для стимуляції наміру власників вакцинувати собак. Субсидування вакцини проти сказу збільшує участь власників собак у кампанії вакцинації (Mengie et al., 2025). Як вказують Hochedez et al. (2025), міжнародні мандрівники повинні бути проконсультовані щодо важливості уникання контакту з тваринами, тривалої користі вакцинації проти сказу перед подорожжю та необхідності адекватної постконтактної профілактики. Заходи боротьби зі сказом повинні базуватись на розумінні стану його поширення як на певних територіях, так і в часі. Отже, враховуючи заборону на полювання тварин через воєнні дії, більш активну пероральну вакцинацію хижаків, приграничне розташування Закарпатської області з країнами Євросоюзу, в яких досягнуто суттєвих успіхів в боротьбі зі сказом, актуальним і важливим з наукової і практичної точки зору є визначення його поширення в цьому регіоні України.

Метою роботи було дати аналіз особливостей епізоотії сказу тварин у Закарпатській області впродовж 2021-2023 рр. з метою вдосконалення профілактики цього небезпечного захворювання.

Завдання дослідження: на основі документів ветеринарної звітності виявити епізоотологічні особливості сказу тварин у Закарпатській області впродовж 2021-2023 рр.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом дослідження були документи ветеринарної звітності, інформація про проведення заходів проти сказу в Закарпатській області в період 2021-2023 рр., а також результати лабораторних досліджень. Лабораторний

діагноз на сказ встановлювався в Закарпатській регіональній державній лабораторії держпродспоживслужби. Для його діагностики в лабораторії використовують мікроскопічний та серологічний методи діагностики, імунохімічний тест, постановку біологічної проби. У роботі використовували методи статистичного аналізу, а також епізоотологічний метод. Динаміку епізоотичного процесу в Закарпатській області вивчали шляхом аналізу усіх випадків сказу з лабораторним підтвердженням діагнозу впродовж 2021-2023 рр. Аналізували захворюваність різних видів тварин на сказ, його сезонність, видові особливості.

Результати досліджень та їх обговорення. Як відомо, сказ поширений як серед диких, так і серед свійських тварин (Gao et al., 2025). Результати визначення випадків сказу серед різних видів диких і свійських тварин упродовж 2021-2023 рр. у Закарпатській області наведено у табл. 2.

Таблиця 2.

Видова динаміка випадків сказу тварин у Закарпатській області в період 2021-2023 рр.

Вид тварини	Рік			2021-2023 рр.
	2021	2022	2023	
Собака свійський	2	5	10	17
Кіт свійський	1	1	2	4
Лисиця звичайна	-	5	3	8
Велика рогата худоба	1	-	-	1
Борсук європейський	-	-	1	1
Разом	4	11	16	31
%	12,9	35,5	51,6	100

Досліджуючи динаміку епізоотії сказу серед тварин, нами встановлено збільшення поступове збільшення випадків сказу. Так у 2021 р. кількість захворювань на сказ була найменшою і становила 4 випадки. У 2022 р. сказ було зареєстровано вже в 11 тварин, що було більше на 175,0 %, а у 2023 р. таких випадків було більше на 45,5 %, їх кількість становила 16. Причому, всі ці види тварин були м'ясоїдними. Таким чином, у Закарпатті спостерігали підйом захворюваності тварин на сказ у 2023 році за рахунок включення в епізоотичний процес молодих лисиць. Наші результати відповідають даним RBE щодо зниження кількості захворювань на сказ у 2021 та 2022 рр. та про збільшення випадків сказу в 2023 р. в Україні (Rabies-Bulletin-Europe).

Звертаючи увагу на видовий склад тварин, які загинули від сказу, слід відмітити, що його реєстрували здебільшого у домашніх тварин. Так, серед загальної кількості тварин, що загинули від сказу в області за 3 роки, випадки серед свійських собак становили 54,9 % (17 голів), свійських котів – 12,9 % (4 голови), великої рогатої худоби – 3,2 % (1 голова). Загалом 71,0 % зареєстрованих випадків займала частка домашніх тварин, які мали контакт з людиною. У той же час, у ці роки у значній кількості почали реєструвати сказ і серед диких тварин. Якщо у 2021 р. загибелі диких тварин від сказу встановлено не було, то в 2022 і 2023 рр. таких випадків було вже 5 і 4, що становило 45,5 і 25,0 % відповідно. Важливо звернути увагу на те, що впродовж 2021-2023 рр. сказ було виявлено лише у 1 голови великої рогатої худоби. Крім того, слід відмітити, що сказ виявлено в основному серед домашніх м'ясоїдних тварин (табл. 3).

Таблиця 3.

Кількість випадків сказу у різних видів тварин у Закарпатській області впродовж 2021-2023 рр.

Вид тварини	Випадків, гол.	Випадків, %
Велика рогата худоба	1	3,2
Собака свійський	17	54,9
Кіт свійський	4	12,9

Лисиця звичайна	8	25,8
Борсук європейський	1	3,2
Разом	31	100

Кількість підтверджених діагнозів серед свійських котів становила 12,9 %, свійських собак – 54,9 %, звичайних лисиць – 25,8 %, європейських борсуків – 3,2 %. Таким чином, у хижих тварин сказ зустрічався у 96,8 %. Серед диких хижаків такий діагноз встановлено у 29,0 %, домашніх хижаків – у 67,7 %. Загалом у домашніх тварин захворюваність сказом становила 71,0 %. Тож, дане захворювання у Закарпатті за вказаний період реєстрували, здебільшого, як сказ антропоургічного типу. У той же час, зменшення кількості випадків захворювання сказом серед звичайних лисиць з 5 до 3 за рік можна пояснити більш ефективною профілактичною роботою з пероральної вакцинації диких тварин.

Таким чином, аналіз випадків сказу вказує на необхідність антирабічної вакцинації тварин, які близько контактують з людиною, або є синантропними. Так, серед свійських котів діагноз на сказ встановлено в 12,9 %, серед свійських собак у 54,9 %, у рогатої худоби – 3,2 % випадків. Це вказує про зростання ризику зараження людей і підтверджує висновки Yu et al., (2025) про необхідність вакцинації свійських собак. У додаток до такого твердження, враховуючи відносно велику відносну кількість випадків сказу у свійських котів, вважаємо, що також необхідно активізувати роботу з профілактики сказу і серед їх власників.

Отже, результати дослідження динаміки кількості хворих тварин упродовж 2021-2023 рр. вказує на тенденцію до зменшення захворюваності на сказ сільськогосподарських тварин і збільшення захворюваності собак.

Як відомо, міжвидові взаємодії серед хижаків впливають на розподіл трофічних ресурсів, динаміку їх спільноти, що впливає на характер і сезонність епізоотій сказу (Veals et al., 2021; Mogano et al., 2024). Результати визначення кількості тварин, що загинули від сказу кожного місяця на території Закарпаття упродовж періоду спостереження наведено в табл. 4.

Одержані нами дані свідчать, що впродовж 2021-2023 рр. майже кожного місяця виявляли по 2-3 випадки сказу, крім серпня і вересня. У той же час, у жовтні-грудні кількість таких випадків збільшилась до 4 на місяць, через що можна стверджувати про сезонність сказу на теренах Закарпаття.

Таблиця 4.

**Середньомісячна динаміка випадків сказу тварин в Закарпатській області
впродовж 2021-2023 рр.**

Місяць року	Кількість випадків, гол.	Кількість випадків, %
Січень	3	9,7
Лютий	3	9,7
Березень	2	6,4
Квітень	2	6,5
Травень	3	9,7
Червень	2	6,5
Липень	3	9,7
Серпень	1	3,2
Вересень	-	-
Жовтень	4	12,9
Листопад	4	12,9
Грудень	4	12,9
Разом	31	100

Загальновідомо про два підйоми захворюваності тварин на сказ упродовж року, а саме – перший підйом відбувається у лютому-квітні (у період парування лисиць), другий –

у вересні-грудні (через збільшення кількості молодих тварин). За нашими даними збільшення сказу відбувалось у жовтні – грудні за рахунок молодих лисиць.

Для з'ясування цього питання нами визначено видовий склад хворих тварин за порою року (табл. 5).

Таблиця 5.

**Видовий аналіз захворюваності тварин сказом за місяцем року в
Закарпатській області впродовж 2021-2023 рр.**

Місяць року	Рік			Кількість випадків
	2021	2022	2023	
Січень	-	собака	собака, кіт	3
Лютий	собака	собака	лис	3
Березень	ВРХ	-	собака	2
Квітень	-	лис	борсук	2
Травень	-	Лис, собака	собака	3
Червень	собака	лис	-	2
Липень	кіт	-	собака, собака	3
Серпень	-	лис	-	1
Вересень	-	-	-	-
Жовтень	-	собака	собака, собака, кіт	4
Листопад	-	собака, лис	лис, лис	4
Грудень	-	кіт	собака, собака, собака	4
Разом	4	11	16	31

Згідно даним табл. 5, у листопаді з 4 тварин сказ діагностовано у 3 лисиць, що становило 75,0 % від загальної кількості тварин за місяць, що можна пояснити підвищенням кількості і активності молодняка лисиці звичайної. Але значну кількість хворих на сказ встановлено також і серед свійських собак: у жовтні і грудні вона становила по 3 випадки. На нашу думку, це пов'язане з тим, що собаки контактують з лисами і заражаються від них сказом. Дані табл. 5 свідчать, що значну роль у розповсюдженні сказу відіграють свійські собаки і коти, що узгоджується з даними Palii et al. (2024) щодо того, що в Україні в епізоотичний процес сказу активно залучені свійські та синантропні тварини.

Цей факт є надзвичайно небезпечним для жителів та гостей області і співпадає з рекомендаціями Hochedez et al. (2025) щодо необхідності попередження мандрівників про уникання контакту з тваринами. У той же час, прослідковується значне зменшення кількості випадків сказу серед лисиць, що можна пояснити ефективністю оральної вакцинації диких хижаків, що проводиться в Україні.

Результати визначення кількості випадків сказу серед тварин по районах Закарпатської області (рис. 2) впродовж 2021-2023 рр. наведено у табл. 6.



Рисунок 2. Адміністративна карта Закарпатської області.

Таблиця 6.

Кількість випадків сказу тварин у районах Закарпатської області впродовж 2021-2023 рр.

2021-2023 рр.

Райони	Абсолютна кількість, випадків				Відносна кількість, %
	рік			2021-2023 рр.	
	2021	2022	2023		
Ужгородський	0	0	7	7	22,6
Мукачівський	1	8	3	12	38,7
Хустський	1	1	4	6	19,4
Тячівський	0	1	1	2	6,5
Берегівський	2	1	1	4	12,9
Разом	4	11	16	31	100,0

Згідно отриманим нами даним, серед 5 районів області найбільшу кількість хворих тварин – 12 було виявлено в Мукачівському районі, що становило 38,7 % від всіх випадків. Меншу кількість хворих встановлено в Ужгородському та Хустському районі, відповідно 22,6 і 19,4 %, і найменшу – у Берегівському і Тячівському районі, відповідно, 12,9 і 6,5 %. Згідно даним карти Закарпатської обл., саме Берегівський і Тячівський райони розташовані на сході Закарпаття і межують з Угорщиною, яка є вільною від сказу.

Отже, отримані нами дані підтверджують інформацією Mshelbwala et al. (2025), Wada et al. (2025) щодо значної ролі свійських собак і котів в епізоотичному процесі сказу тварин.

Висновки.

1. У 2022 і 2023 рр. у Закарпатській області відбувалось стрімке зростання кількості випадків сказу серед м'ясоїдних тварин. у 2021 р. кількість захворювань на сказ була найменшою і становила 4 випадки. У 2022 р. сказ тварин виявлено вже у 11 голів, а у 2023 р. захворюваність стрімко зросла більше ніж на 50 % і становила 16 випадків.

2. Сказ у Закарпатті упродовж трьох років реєстрували здебільшого як сказ антропоургічного типу, його виявлено у тварин, які близько контактують з людиною. Так, серед загальної кількості тварин, що загинули від сказу, свійські коти становили 12,9 %, свійські собаки – 54,9 %, велика рогата худоба – 3,2%, що вказує про небезпеку зараження людини.

3. На теренах Закарпаття встановлено осінню сезонність сказу серед тварин. У жовтні-листопаді-грудні щомісяця реєстрували по 4 випадки сказу.

4. Найбільшу кількість хворих на сказ тварин зареєстровано у Мукачівському районі, кількість яких становила 38,7 % від усіх випадків, виявлених в області. Найменшу кількість випадків виявлено в Берегівському і Тячівському районах, що межують з країною Євросоюзу – Угорщиною, яка є вільною від сказу.

5. Для спонукання власників собак і котів вакцинувати їх проти сказу, необхідно проводити активну роз'яснювальну роботу серед населення про його небезпечність для людей і тварин та про важливість заходів щодо профілактики.

6. Для покращення епізоотичної ситуації щодо сказу необхідно проводити відлов безпритульних собак і проводити їх щеплення.

References

1. Bilaide, S., Nicolau, Q., Mapaco, L., Rodrigues, F., Pondja Júnior, A., Deve, J., Sabeta, C., Bauhofer, A., Chilundo, A., Fafetine, J., Abernethy, D., & Mapatse, M. (2024). Animal rabies in Mozambique: a retrospective study with focus on dog rabies and vaccination coverage. *Journal of the South African Veterinary Association*, 95(2), 42-49. <https://doi.org/10.36303/jsava.639>
2. Carneiro, A. J. B., Ungar de Sá, J. E., Drexler, J. F., Stöcker, A., Santos, F. D., Gonçalves, R. S., Becerra, D. R. D., Cunha, R. M., Moraes-Silva, E., Santana, P., Zeppelini, C. G., Lustosa, R., & Franke, C. R. (2025). Epidemiological and molecular analysis of a rabies outbreak in the state of Bahia, Brazil. *Acta Tropica*, 265: 107617. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2025.107617>
3. Chen, S. J., Rai, C. I., Wang, S. C., & Chen, Y. C. (2025) Infection and prevention of rabies viruses. *Microorganisms*, 13(2): 380. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13020380>
4. Deng, J., Wang, Z., Wu, L., Song, Z., Bahlol, H. S., Li, X., Zhao, L., & Han, H. (2025). Metal-phenolic network hydrogel vaccine platform for enhanced humoral immunity against lethal rabies virus. *ACS Nano*, 19(9), 9042-9052. <https://doi.org/10.1021/acsnano.4c17759>
5. Eblé, P., Dekker, A., van den End, S., Visser, V., Engelsma, M., Harders, F., van Keulen, L., van Weezep, E., & Holwerda, M. (2025) A case report of a cat infected with European bat lyssavirus type 1, the Netherlands, October 2024. *Eurosurveillance*, 30(10): 2500154. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.es.2025.30.10.2500154>
6. Freuling, C.M., Klöss, D., Schröder, R., Kliemt, A., & Müller, T. (2012). The WHO Rabies Bulletin Europe: a key source of information on rabies and a pivotal tool for surveillance and epidemiology. *Revue Scientifique et Technique*, 31(3), 799-807. <https://doi.org/10.20506/rst.31.3.2152>
7. Gao, H., Li, Y., Zhang, C., Wang, H., & Nie, Y. (2025). Effects of climate, virus, and host characteristics on the seroprevalence of pathogenic viruses in terrestrial mammals. *Conservation Biology*, 28: e70021. <https://doi.org/10.1111/cobi.70021>
8. Hochedez, P., Jidar, K., Taieb, F., Itani, O., Benabdelmoumen, G., Parize, P., Bourhy, H., Consigny, P. H., & Poujol, P. (2025). Rabies exposure in international travellers: Experience from a single travel clinic in Paris, France, 2018-2022. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 64:102821. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2025.102821>
9. Kadam, R. G., Karikalan, M., Varshney, R., Mohan, S. C., Chander, V., Singh, K. P., & Sharma, A. K. (2025). Immuno-pathological and molecular screening of rabies virus in Indian Wild Felids: Unravelling sylvatic to urban spillover. *Veterinaria Italiana*, 61(2). <https://doi.org/10.12834/vetit.3579.31177.2>
10. Khoubfekr, H., Rahmanian, V., Jokar, M., Balouchi, A., & Pourvahed, A. (2025) Epidemiological analysis of cases of animal bite injuries at Rabies Prevention Centers Affiliated with Iranshahr University of Medical Sciences. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 65(4): E491-E498. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2024.65.4.3246>
11. Li, C., Chen, F., & Lü, S. (2025). [Current status and challenges of zoonosis prevention and control: a One Health perspective]. *Zhongguo xue xi chong bing fang zhi za zhi*, 37(1), 98-103. Chinese. <https://doi.org/10.16250/j.32.1915.2024105>
12. Liu, G., Wu, X., Shang, Y., Wang, X., Zhou, S., & Zhang, H. (2023). Adaptive evolution of the OAS gene family provides new insights into the antiviral ability of laurasiatherian mammals. *Animals (Basel)*. 6;13(2):209. <https://doi.org/10.3390/ani13020209>

13. Madzingira, O., Hikufe, E. H., Byaruhanga, C., Lukubwe, M.S., Chinyoka, S., Mwenda, E. N., & Muradzikwa, E. M. (2025). Epidemiology of wild animal rabies in Namibia from 2001 to 2019: implications for controlling the infection in domestic animals. *BMC Veterinary Research*, 21(1): 227. <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04692-1>
14. Mengie, F., Jemberu, W. T., Mulugeta, Y., Molla, W., & Mekonnen, S. A. (2025) Dog owners' intention to control rabies and their willingness to pay for rabies vaccine in Northwestern Ethiopia. *PLOS Glob Public Health*, 5(3): e0003974. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003974>
15. Mogano, K., Sabeta, C. T., Suzuki, T., Makita, K., & Chirima, G. J. (2024). Patterns of animal rabies prevalence in Northern South Africa between 1998 and 2022. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 9(1): 27. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed9010027>
16. Mshelbwala, P. P., Wangdi, K., Idris, J., Hassan, M. M., Adamu, A.M., Rupprecht, C. E., & Clark, N. J. (2025) Traditional practices versus modern healthcare: Determinants of traditional medicine use after potential dog bites among dog-owning households in Nigeria. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 19(3): e0012910. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012910>
17. Palii, D. V., Mohnii, H. O., & Voinalovych, O. O. (2024). Rabies clinical perspective: case description and care strategies, *Family Medicine. European Practices*, 2-s2.0-85188923828. <https://doi.org/10.30841/2786-720x.1.2024.300457>
18. Rabies-Bulletin-Europe «Rabies Information System of the WHO Collaboration Centre for Rabies Surveillance and Research»
19. Regassa, B. T., Tosisa, W., Eshetu, D., Mulu, A., & Hundie, G. B. (2025) Incidence, risk factors, and control of rabies in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 19(3): e0012874. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012874>
20. Samsonia, M., Kandelaki, M., & Giorgadze, T. (2025). Transmission of rabies virus through a contact lens contaminated with saliva from an infected dog (case report). *Georgian Medical News*, 358, 22-25.
21. Swinkels, H. M., Koury, R., & Warrington, S. J. (2025). Rabies. 28. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Jan. Bookshelf ID <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448076/>
22. Veals, A. M., Koprowski, J. L., Bergman, D. L., VerCauteren, K. C., & Wester, D. B. (2021). Occurrence of mesocarnivores in montane sky islands: How spatial and temporal overlap informs rabies management in a regional hotspot. *PLoS One*, 16(11): e0259260. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259260>
23. Viljoen, N., Sabeta, C., Markotter, W., & Weyer, J. (2025). Temporal and spatial analysis of rabies virus lineages in South Africa. *Viruses*, 17(3): 340. <https://doi.org/10.3390/v17030340>
24. Wada, Y. A., Mazlan, M., Noordin, M. M., Mohd-Lila, M. A., Fong, L. S., Ramanoon, S. Z., & Zahli, N. I. U. (2025). Free-roaming dog population and density in Klang Valley, Peninsular Malaysia: A comparative enumeration method for improved management and rabies control. *Preventive Veterinary Medicine*, 240: 106536. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2025.106536>
25. Wada, Y.A., Noordin, M. M., Mazlan, M., Ramanoon, S. Z., Izzati, U. Z., Lau, S. F., & Mohd-Lila, M. A. (2025). Spatiotemporal mapping of canine rabies transmission dynamics in Sarawak, East Malaysia from 2017 to 2023. *Tropical Biomedicine*, 42(1), 36-43. <https://doi.org/10.47665/tb.42.1.006>
26. Wang, S., Wang, Z., Wang, W., Sun, H., Feng, N., Zhao, Y., Wang, J., Wang, T., Xia, X., & Yan, F. (2025). A VSV-based oral rabies vaccine was sentineled by Peyer's patches and induced a timely and durable immune response. *Molecular Therapy*, 33(4), 1701-1719. <https://doi.org/10.1016/j.ymthe.2025.02.038>
27. Wu, Y., Li, H., Wang, Z., Pei, T., Shang, Q., Zhao, J., Zhou, M., Fu, Z. F., Zhang, C., & Zhao, L. (2025). Construction and evaluation of recombinant rabies virus encoding three copies codon-optimized G genes as inactivated rabies vaccine in dogs and cats. *Veterinary Microbiology*. 304: 110481. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2025.110481>
28. Yu, Q., Liu, J., Zhao, H., Chen, H., Xiang, Y., Liu, Q., Mei, L., Zhang, W., Cheng, M., Li, Z., Bai, R., Zhu, L., Zhang, L., & Li, S. (2025). Canine rabies vaccination, surveillance and public awareness programme in Beijing, China, 2014-2024. *Bulletin of the World Health Organization*, 103(4), 247-254. <https://doi.org/10.2471/blt.24.291497>



2025. Номер 11, С 158 – 167

Отримано: 31.03.2025 Прийнято: 24.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.15

UDC 636.2.09:617.51

CHARACTERISTICS OF OSTEOMYELITIS OF THE JAWS IN CATTLE

K.A. Syniahovska, D.V. Sarbash, D.V. Sliusarenko,

O.O. Tsymerman, A.S. Kochevenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: max_milos@ukr.net

Annotation. The article presents the results of a comprehensive study of jaw osteomyelitis in cattle, conducted from 2014 to 2024, based on the examination of 1,447 slaughtered cows aged 2 to 14 years and 586 dairy cattle aged 2 to 4 years. Jaw osteomyelitis was diagnosed in 12 animals (0,6 %): in 3 cows (25 %), the lesions were localized in the upper jaw, and in 9 (75 %), in the lower jaw. Among the affected animals 7 (58,3 %) were diagnosed with bacterial odontogenic osteomyelitis 4 (33,3 %) with actinomycotic osteomyelitis, and one case (8,4 %) was associated with a traumatic fracture. All cases were recorded in the 3–4-year age group. The study of etiological factors identified the primary microorganisms causing bacterial osteomyelitis: *Ps. aeruginosa*, *Strep. pyogenes*, *Corynebacterium*, *Staph. aureus*, *Bacteroides*, *Bac. subtilis*, *Bac. cereus*, *E. coli*, *Pr. vulgaris*. Histological analysis revealed characteristic changes: diffuse phlegmonous inflammation, purulent exudate, necrosis, osteolysis, and deformation of bone tissue. The actinomycotic type was characterized by granuloma formation, jaw bone necrosis, purulent exudate with fungal drusen, periodontal involvement, and tooth loss. Traumatic osteomyelitis associated with a jaw fracture was accompanied by diffuse purulent processes, lymphadenitis, and systemic intoxication. Clinically, jaw osteomyelitis manifested as painful palpation, bone deformation, salivation, and a putrid odor from the oral cavity. Affected teeth were mobile with defects, and the gums were hyperemic and ulcerated. Radiologically, areas of sequestration, osteolysis, necrosis, and disruption of alveolar structure integrity were observed. In addition to these local consequences, systemic effects were noted, including reduced appetite, loss of chewing function, ruminal dystonia and atony, weight loss, general exhaustion, systemic intoxication, and, consequently, the need for forced slaughter of affected animals.

Key words: *cattle, jaw osteomyelitis, actinomycosis, bacteriological studies, radiological studies, periodontium, periodontal ligament, alveolus.*

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСТЕОМІЄЛІТУ ЩЕЛЕП У ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ**К.А. Синяговська, Д.В. Сарбаш, Д.В. Слюсаренко,****О.О. Цимерман, А.С. Кочевенко***Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна**E-mail: max_milos@ukr.net*

Анотація. Представлено результати комплексного дослідження випадків остеомієліту щелеп великої рогатої худоби, проведеного впродовж 2014–2024 рр. на підставі клінічного огляду 1447 забійних корів віком від 2 до 14 рр. і 586 гол. великої рогатої худоби молочних комплексів віком від 2 до 4 рр. Остеомієліт щелеп було виявлено у 12 тварин (0,6 %): у 3 корів (25 %) ураження локалізувалося на верхній щелепі, у 9 (75 %) – на нижній. Серед уражених тварин у 7 (58,3 %) було діагностовано бактеріальний одонтогенний остеомієліт, у 4 (33,3 %) – актиномікозний, і в одному випадку (8,4 %) – після травматичного перелому кістки нижньої щелепи. Усі випадки зареєстровані у віковій групі 3–4 роки. Дослідження етіологічних чинників виявили основні мікроорганізми, що спричиняли бактеріальний остеомієліт: *Ps. aeruginosa*, *Strep. pyogenes*, *Corynebacterium*, *Staph. aureus*, *Bacteroides*, *Bac. subtilis*, *Bac. cereus*, *E. coli*, *Pr. vulgaris*. Гістологічно виявлено дифузне запалення за типом флегмони, гнійний ексудат, некроз, остеолізис, а також порушення структур кісткової тканини. Актиномікозний тип остеомієліту характеризувався формуванням гранульом, некрозом кісток щелепи та утворенням гнійного ексудату з друзами грибів, ураженням пародонту та втратою зубів. Травматичний остеомієліт у поєднанні з переломом щелепи супроводжувався дифузним гнійним процесом, лімфаденітом і загальною інтоксикацією. Клінічно остеомієліт щелеп проявлялися болісністю при пальпації, деформацією кісток, слинотечею, гнильним запахом з ротової порожнини. Уражені зуби були рухливі, з дефектами, ясна – гіперемійовані та з виразками. Рентгенологічно виявлено ділянки секвестрації, остеолізу, некрозу, порушення цілісності альвеолярних структур. Крім ознак місцевої патології остеомієліту спостерігали загальні зміни організму – зниження апетиту, втрата жувальної функції, дистонія та атонія передшлунку, зменшення продуктивності та загальне виснаження тварин, системна інтоксикація, і як наслідок, потреба у вимушеному забої хворих тварин.

Ключові слова: велика рогата худоба, остеомієліт щелепи, актиномікоз, бактеріологічні і рентгенологічні дослідження, пародонт, періодонтальна зв'язка, альвеола.

Вступ: *Актуальність теми.* Втілення у тваринництво сучасних методів збільшення молочної продуктивності корів змінило технології їх утримання, годівлі, привело до скорочування віку їх експлуатації та технології ветеринарного обслуговування. У фахівців ветеринарної медицини обмежився контроль щоденного клінічного дослідження і, відповідно, виявлення хворих тварин на ранньому етапі захворювань. Все це призвело до виникнення різних хвороб у тому числі зубощелепового апарату серед яких є і остеомієліт щелеп. Це захворювання характеризується тяжким гнійно-некротичним запаленням щелеп негативно впливає на продуктивність корів і стає причиною дострокового вибракування хворих тварин.

Особливо актуальним є вивчення остеомієліту щелеп у корів, що утримуються в умовах молочних комплексів, а також тих, що потрапляють на м'ясокомбінати, оскільки саме в цих категоріях тварин захворювання може залишатися нерозпізнаним на ранніх

стадіях. Недостатнє вивчення поширеності, клінічного перебігу, патоморфологічних змін та етіологія виникнення остеомієліту щелеп у великої рогатої худоби обмежує можливості ефективної профілактики та ранньої діагностики. Тому проведення комплексного дослідження корів з цією хворобою є необхідним для профілактики, покращення ветеринарного обслуговування запобігання збитків у тваринництві. Отже, глибоке вивчення етіології, клінічних проявів та патолого-морфологічних змін є важливим для підвищення ефективності діагностики, лікування і профілактики цього захворювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В джерелах літератури свідчення, що характеризують остеомієліти щелеп у корів дуже обмежені та суперечливі. Маються обривкові та короткі посилання, що деякі гнійно-некротичні ураження зубів та тканини пародонту можуть ускладнитися остеомієлітом (Gaetti-Jardim et al., 2010; Hajishengallis et al., 2015; Borsanelli et al., 2021; Grzeczka et al., 2023). Більшість літературних джерел зосереджена на описі саме травматичних пошкоджень щелеп у великої рогатої худоби, основною причиною яких є випадкові травматичні пошкодження, що за даними (Reif et al., 2000; Zimmermann et al., 2022) становить 48,1 % від усіх випадків, тоді як супутні захворювання виявляються у 69 % тварин з переломами. Є окремі вкрай обмежені відомості щодо розвитку остеомієліту під'язикових кісток у телят. Зазвичай такі патології супроводжуються значним погіршенням загального стану тварин і часто завершуються передчасним забоєм (Nuss et al., 2015).

Бактеріальна мікрофлора ротової порожнини відіграє ключову роль у патогенезі запальних захворювань зубів та кісткових структур щелеп, сприяючи виникненню таких захворювань, як періодонтит, пародонтит та остеомієліт (Sela 2001; Borsanelli et al., 2015; Borsanelli et al., 2017). Щодо поширеності захворювань щелеп інфекційної етіології серед великої рогатої худоби, згідно з даними окремих авторів, актиномікоз діагностується від 5,12 до 15,83 %, що свідчить про варіативність поширення хвороби залежно від регіону, умов утримання та діагностичних підходів (Borsanelli et al., 2018; Tedla & Gebreselassie 2018a; Tedla et al., 2018b). У той же час, Kohei et al. (2015), González-Martín et al. (2022) вказують, що *Staphylococcus aureus* досі вважається основним етіологічним агентом остеомієліту, а сучасні молекулярно-діагностичні методи вимагають переоцінки поширеності цього збудника. Вивчення складу бактерій у пробах на здорових і уражених ділянках ясен і зубів дозволяє краще зрозуміти, патогенез гнійно-запальних процесів у великої рогатої худоби та відкриває нові можливості для досліджень цієї хвороби. Тож, існує потреба у проведенні якісних, комплексних досліджень та у розробці методики діагностики остеомієліту у великої рогатої худоби, що в подальшому впливатиме на формування терапевтичної тактики у тварин (Jaramillo et al., 2005; Hajishengallis, 2015; Kennedy et al., 2016; Borsanelli et al., 2021; Borsanelli et al., 2022; Borsanelli et al., 2023).

Метою роботи було: встановити поширеність, клінічні та патолого-морфологічні особливості перебігу, а також етіологічні чинники остеомієліту щелеп у великої рогатої худоби різного віку в умовах молочних комплексів і м'ясокомбінатів з метою удосконалення діагностики та профілактики цього захворювання.

Завданнями дослідження було:

1. Визначити частоту ураження щелеп остеомієлітом у корів в молочних комплексах та тих, що потрапили для забою на м'ясокомбінати, з урахуванням віку тварин.
2. Дослідити основні клінічні та патолого-морфологічні зміни при ураженні щелеп у корів остеомієлітом.
3. Визначити можливі етіологічні фактори у виникненні та розвитку остеомієліту щелеп корів.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводилися протягом 2014-2024 рр. З цією метою було досліджено 1447 корів віком від 2 до 14 років, що потрапили до забою на

Харківський м'ясокомбінат. І 586 корів в молочних комплексах (спецхоз по виробництву молока «Україна» Олександрівського району, Донецької області) віком від двох до чотирьох років та НПЦ ДБТУ (раніше – ХДЗВА).

Дослідження корів в молочному комплексі проводили згідно методики розробленої на кафедрі хірургії імені професора І.О. Калашника ДБТУ (2014 р.). Рентгенографію здійснювали апаратом *Simens-S* за експозиції 15-25 МА/сек на відстані 15-20 см.

Клінічне дослідження проводили поетапно починаючи зі збору анамнестичних даних з урахуванням показників інтенсивності прийому корму хворими коровами по відношенню до здорових тварин, активності жуйки, яку визначали шляхом підрахунку кількості жувальних рухів за 5 хв., через 30-40 хв. після прийому корму та проводили вимірювання температури, пульсу та дихання. Шляхом огляду та методом глибокої пальпації, досліджували жувальну групу м'язів з метою виявлення в них запальних процесів, наявності болу, визначення конфігурації щелеп. Після чого приступали до другого дослідження, яке проводили за допомогою інструментів: різних зевників, носових щипців, налобних освітлювачів та зондів. Для забезпечення безпеки та доступу до уражених ділянок щелеп тваринам внутрішньо м'язово вводили 2% розчин рометару в дозі 0,5 мл на 100 кг маси тіла.

Для морфологічних досліджень від вимушено забитих тварин було відібрано фрагменти щелеп, що містили уражені фрагменти кісток, альвеоли, зуби та оточуючі тканини. Відбір фрагментів здійснювали шляхом випилювання окремих ділянок щелеп. Макроскопічне дослідження кісткової структури уражених щелеп проводили візуально після термічної обробки (відварювання). Після відділення м'яких тканин від здорових та уражених щелеп, вивчали стан альвеолярних лунок, зубів, конфігурацію щелеп, наявність в них відкладень або порізність, колір та щільність.

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 досліджуваних тварин у 12 (0,6 %) корів виявили ураження щелеп остеомієлітом. Аналіз локалізації патологічного процесу засвідчив переважне ураження нижньої щелепи. Зокрема, у 75 % (9 голів) досліджених випадків остеомієліт був локалізований саме в нижній щелепі, тоді як ураження верхньої щелепи спостерігалось лише у 25 % тварин (3 гол.). Таким чином, ураження нижньої щелепи діагностували втричі частіше порівняно з верхньою щелепою, що може бути зумовлено механічним навантаженням під час жування, що узгоджується з даними Reif et al. (2000), Gaetti-Jardim et al. (2010), Zimmermann et al. (2022). У молочних комплексах виявлено 4 випадки, а в умовах м'ясокомбінату – 8, що відповідно становило 33,3 і 66,7 % від всіх уражених корів з остеомієлітом щелеп. З уражених остеомієлітом тварин у 7 гол. (58,3 %) було діагностовано бактеріальний одонтогенний остеомієліт, у чотирьох (33,3 %) актиномікозний і у 1 (8,4 %) – після перелому кістки нижньої щелепи. Зазначені форми остеомієліту згадуються у роботах Reif et al. (2000), Borsanelli et al. (2018), Zimmermann et al. (2022), що свідчить про їх поширеність серед іншої ветеринарної патології. Усі виявлені

випадки остеомієліту були зареєстровані у великої рогатої худоби віком від трьох до п'яти років, у той час, як захворювання дистрофічного характеру більш притаманне тваринам старше 7,5 р., про що вказують Borsanelli et al. (2021). Дана тенденція може свідчити про схильність великої рогатої худоби саме до запальних процесів у період активного росту та зміни зубів.

Етіологія. Бактеріальний одонтогенний остеомієліт щелепи у корів проявився на тлі порушення процесів зміни молочних зубів на постійні, ураження зубів гнійним пульпітом, та ураження тканин пародонту гнійним періодонтитом і пародонтитом (рис. 1). Згідно даним 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.

На початку розвитку одонтогенного остеомієліту було виявлено такі асоціації мікроорганізмів: *Ps. aeruginosa* (++) ; *Strep. pyogenes* (++) ; *Corynebacterium* (++) ; *Staph. aureus* (+) ; *Bacteroides* (+) ; *Bac. subtilis* (±) ; *Bac. cereus* (±) ; *E. coli* (±) – у двох випадках; *Pr. vulgaris* (±) – один випадок. Де «++» – значна кількість; «+» – помірна кількість; «±» – не значна кількість.

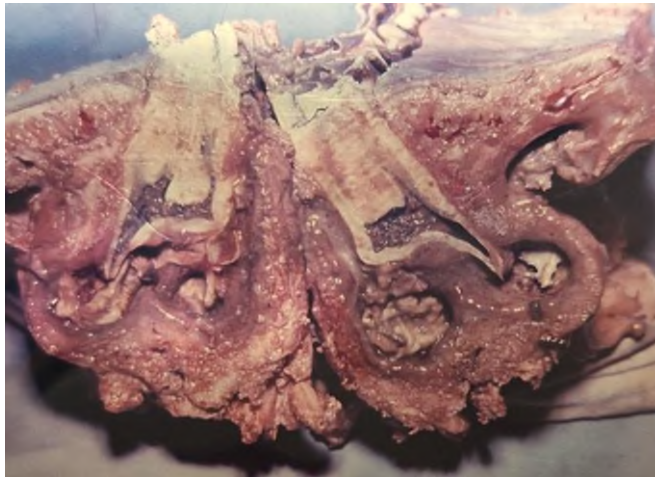


Рисунок 1. Розпил зуба великої рогатої худоби. Бактеріальний остеомієліт і пародонтит. Накопичення гнійного ексудату під коренем зуба у товщі кістки. Макропрепарат з бойнського матеріалу.

Отриманні результати знаходять підтвердження в дослідженнях Gaetti-Jardim et al. (2010), Borsanelli et al. (2015), Hajishengallis (2015), Kohei et al. (2015), González-Martín et al. (2022) щодо розвитку процесів запалення тканин пародонту, зокрема остеомієліту за впливу мікробних факторів.

За нашими даними, травматичний остеомієліт кісток черепа великої рогатої худоби виникав на після механічного впливу, що порушував структуру щелеп з наступним нашаруванням і ускладненням процесу патогенною мікрофлорою. Актиномікозний остеомієліт розвивався внаслідок потрапляння збудника актиномікозу через каріозні зуби або інші дефекти у пародонті, нориці, зубо-ясневі кишені або жувальну групу м'язів.

Патогенез і патолого-морфологічні зміни. За результатами гістологічних досліджень при мікробному одонтогенному остеомієліті виявили гіперемію та запальний набряк кістково-мозкового простору щелепи, лізис та некроз кісткової тканини з утворенням секвестрів навколо уражених зубів. Запальні процеси мали дифузний характер і перебігали за типом флегмони. Уражені щелепи внаслідок остеодистрофічних процесів та процесів, що супроводжувались новоутвореною кістковою тканиною, деформувались, їх поверхня

ставала шорсткою (рис. 2, 3). Речовина кістки набувала сотоподібного губчатого вигляду, просочувалась гноєм і продуктами розпаду кісткової тканини. Серед клітин у полі зору мікроскопу переважали остеокласти, у тканинах щелеп домінували явища цитолізису та остеолізису.



Рисунок 2, 3. Деформація щелеп великої рогатої худоби в ділянці 2 премоляру – 1 моляру. Лізис альвеол нижньощелепової кістки. Макропрепарат.

За актиномікозного остеомієліту в тканинах щелеп виявляли щільні проліферати – гранульоми (рис. 4), які утворювались через проліферацію сполучної тканини навколо колоній грибів.



Рисунок 4. Гранульоми із залученням м'язів та кістки нижньої щелепи корови, ураженої актиномікозом.

Останні виявляли в пародонті і періодонтальній зв'язці. На фоні дистрофії уражених тканин щелепи в інфільтраті виявляли вогнища некрозу з незначною кількістю гною, який містив друзи. Внаслідок порушення структури тканин пародонту і самої кістки щелепи, зуби випадали.

Клінічні ознаки. За ураження щелеп одонтогенним остеомієлітом було виражене пригнічення тварин, які більший час лежали. Показники температури, пульсу і дихання знаходилися вище норми. Процес прийому корму був ускладнений, здійснювався дрібними порціями і в невеликій кількості, з частими, тривалими і раптовими зупинками. Часто спостерігали викидання корму із ротової порожнини. Кількість жувальних рухів за 5 хв. вимірювання була на 170-200 меншою за норму. Корови втрачали вгодованість, у них були виражені явища дистонії та атонії камер передшлунку.

Після пальпації уражених щелеп, крім виявлення екзостозних та гіперостозних явищ, було встановлено порушення їх конфігурації; щелепи, особливо нижня, були викривлені. У хворих тварин виявлено виражену болючість щелеп, слинотечу, зловонний запах із ротової

порожнини, відсутність деяких зубів. Зуби, що залишилися в аркадах, були зрушені відносно один одного, вкриті смердючим нальотом чорного кольору та рухливими. Їх коронка була шорсткою, часто з дефектами у вигляді відламів. Шийка і частково корінь зубів були оголеними (рис. 5, 6). Вільний край ясен був лізований, міжзубні сосочки – не виражені. За ходом зубних аркад виявляли нориці глибиною до 2-2,5 см. Ясна були гіперміювані, набряклі, місцями містили виразки (рис. 7).

За актиномікозного остеомієліту клінічні ознаки розвивалися більш повільно. Якщо збудник актиномікозу проникав через дефекти в зубах і пародонт, зміни спочатку виявляли у самій кістці щелепи, яка поступово деформувалась. Надалі, у місці ураження, найбільш часто в ділянці корінних зубів (молярів), утворювалася зубо-яснева нориця або кишень, з якої виділявся скудний гнійний екссудат. В ураженій ділянці зуби гинули і випадали.

За результатами спостереження виявлено, що крім кісткової і сполучної тканин, у патологічний процес залучалася і м'язова тканина жувальної мускулатури. Рухливість нижньої щелепи при цьому була обмеженою.

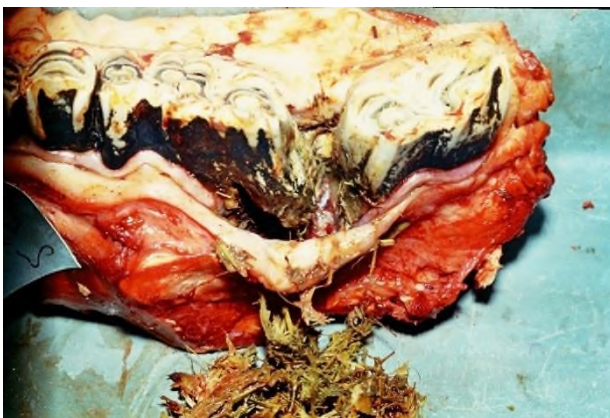


Рисунок 5. Остеомієліт в ділянці молярів верхньої щелепи великої рогатої худоби. Накопичення кормових мас в зубо-ясневих кишнях. Макропрепарат.

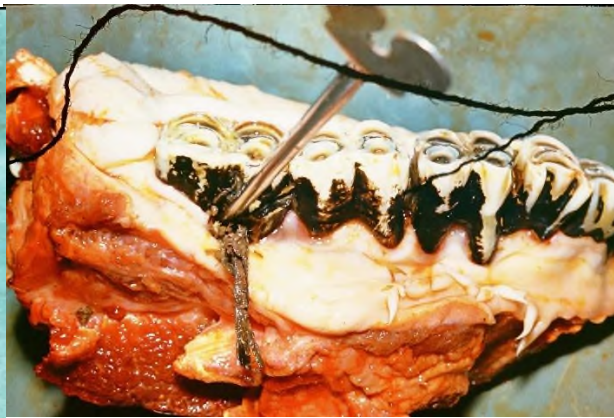


Рисунок 6. Остеомієліт в ділянці молярів верхньої щелепи великої рогатої худоби. Утворення нориці, оголення коренів зубів. Макропрепарат.

Захворювання при цьому перебігало за гіпоергічним типом, ознаки больової реакції уражених щелеп актиномікозом проявлялися, коли до патологічного процесу долучалися здорові зуби та тканини пародонту. Процес прийому корму був порушений. Жуйка була в'яла, коротка і здійснювалась в основному здоровою аркадою щелеп. Жива маса тіла у хворих корів була меншою.

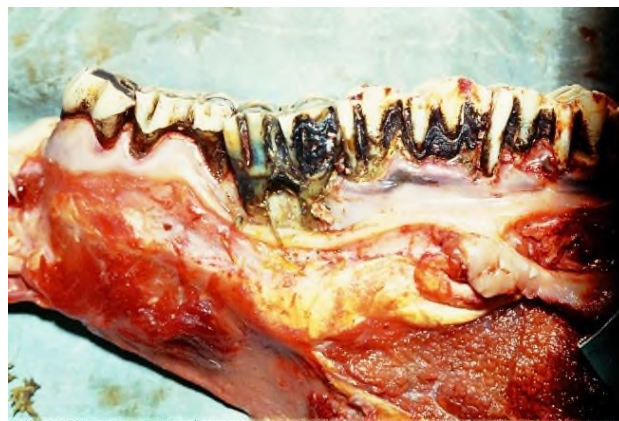


Рисунок 7. Остеомієліт щелепи великої рогатої худоби. Лізис кісткових альвеол у ділянці 3-4 премолярів. Макропрепарат.

Виявлений випадок травматичного остеомієліту в корови НПЦ ДБТУ проявився на фоні перелому правої і лівої гілок кістки нижньої щелепи на рівні 2-3 премоларів. На день дослідження (третя доба після травми) виявили наступні клінічні ознаки: ротова порожнина дещо відкрита, з неї виступає кінчик язика, з ротової порожнини тече слина з домішками крові. Показники температури, пульсу, дихання знаходилися у верхніх межах фізіологічної норми ($T=39,4^{\circ}\text{C}$; $P=84$ уд./хв; $D=36$ дих. рух/хв). Загальний стан тварин був пригнічений, процес прийому корму був відсутній. Шляхом пальпації кістки щелепи виявлений сильний біль, її неприродна рухливість; за місцем локалізації перелому встановлено крепітацію та ущільнення тканин. За результатами огляду органів ротової порожнини після застосування 2% розчину рометару встановлено, що її слизова оболонка гіперміювана, місцями з синюшним відтінком і вкрита жовто-геморагічним нальотом неприємного гнильного запаху. Зуби за місцем локалізації перелому зрушені, рухливі і легко екстрагуються. При цьому із альвеол відбувалась незначна кровотеча, а надалі – виділення гнійно-геморагічного зловонного ексудату, що свідчило про формування гнійного ранового субстрату. Власне запальний процес мав дифузний характер, його клінічні ознаки добре були виражені, а підщелепові лімфатичні вузли були збільшені. Корова на п'ятий день після травми була здана на м'ясокомбінат (примусовий забій) з явищами загального інтоксикації.

Під час дослідження рентгенограм щелеп з остеомієлітом за ступенем прояву темних та сірих тіней в кістковій тканині щелеп, альвеол, а також у періодонті було виявлено ділянки секвестрації і вогнищ розрідження (рис. 8).



Рисунок 8. Фрагмент нижньої щелепи великої рогатої худоби, враженої одонтогенним остеомієлітом. Рентгенограма.

Міжзубні і кореневі перетинки були некротизовані, корені зубів в альвеолах часто зрушені, усічені, з нашаруваннями. Секвестри добре проявлялися у вигляді світлих тіней різних форм на тлі вогнищ некрозу і розрідження кісткової тканини.

Висновки.

1. Остеомієліт щелеп виявлено у 12 з 2033 голів великої рогатої худоби (0,6 %). З цього поголів'я кількість тварин молочних комплексів становила 33,3 %, примусово забитих – 66,7 %. Ураження були виявлені виключно у тварин вікової групи 3-5 років. Нижнещелепові ураження становили 75 % випадків, верхнещелепові – 25 %.

2. У великої рогатої худоби, залежно від етіології, було діагностовано три види остеомієліту: бактеріальний (58,3 %), актиномікозний (33,3 %) і травматичний (8,4 %). Бактеріальний одонтогенний остеомієліт був викликаний такими збудниками, як: *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium*, *Staphylococcus aureus*, *Bacteroides*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*. Актиномікозний остеомієліт був викликаний потраплянням актиноміцетів через уражені

зуби або пародонтальні порожнини. Травматичний остеомієліт щелеп розвивався на фоні переломів кісток щелеп.

3. Остомієліт щелеп у великої рогатої худоби, незалежно від походження, клінічно проявлявся пригніченням, вираженою слинотечею, погіршенням апетиту та жуйки, ускладненням прийому корму, втратою маси тіла, гіперемією ясен, утворенням виразок, рухливістю та втратою зубів, деформацією щелеп, біллю та зловонним запахом з ротової порожнини.

4. Серед специфічних патоморфологічних змін за бактеріального одонтогенного остеомієліту було виявлено остеолізис, секвестрацію, некроз, гнійний екссудат. Для актиномікозного остеомієліту були характерні утворення гранульом, наявність друзів грибів, випадіння зубів; за травматичного остеомієліту – гнійне запалення, лімфаденіт, загальна інтоксикація. Рентгенологічно, за будь якої форми остеомієліту, визначали зони секвестрації, остеолізісу, порушення цілісності альвеол.

5. Діагностика остеомієліту щелеп потребує глибокого та комплексного дослідження з урахуванням умов утримання, клініко-рентгенологічних, морфологічних і мікробіологічних досліджень.

References

1. Borsanelli, A.C., Gaetti-Jardim, Jr.E., Schweitzer, C.M., Viora, L., Busin, V., Riggio, M.P., & Dutra, I.S. (2015). Presence of *Porphyromonas* and *Prevotella* species in the oral microflora of cattle with periodontitis. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 35(10), 829–834. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015001000002>
2. Borsanelli, A.C., Gaetti-Jardim, Jr. E., Schweitzer, C.M., Viora, L., Busin, V., Riggio, M.P., & Dutra, I.S. (2017). Black-pigmented anaerobic bacteria associated with ovine periodontitis. *Veterinary Microbiology*, 203, 271–274. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.03.032>
3. Borsanelli, A.C., Athayde, F.R.F., Saraiva, J.R., Riggio, M.P., & Dutra, I.S. (2023). Dysbiosis and predicted functions of the dental biofilm of dairy goats with periodontitis. *Host Microbe Interactions*, 86, 687–698. <https://doi.org/10.1007/s00248-022-02062-0>
4. 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>
5. 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>
6. Borsanelli, A.C., Viora, L., Parkin, T., Lappin, D.F., Bennett, D., King, G., Dutra, I.S., & Riggio, M.P. (2021). Risk factors for bovine periodontal disease – a preliminary study. *Animal*, 15(2). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100121>
7. 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>
8. 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>
9. Hajishengallis, G. (2015). Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nature Reviews Immunology*, 15, 30–44. <https://doi.org/10.1038/nri3785>
10. Hajishengallis, G., Lamont, R.J., & Graves, D.T. (2015). The enduring importance of animals models in understanding periodontal disease. *Virulence*, 6(3), 229–235. <https://doi.org/10.4161/21505594.2014.990806>
11. Jaramillo, A., Arce, R.M., Herrera, D., Betancourth, M., Botero, E.J., & Contreras, A. (2005). Clinical and microbiological characterization of periodontal abscesses. *Journal of Clinical Periodontology*, 32, 1213–1218. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.2005.00839.x>

12. Kohei, N., Beck, C.A., Rosenberg, A.F., Kates, S.L., Schwarz, E.M., & Daiss, J.L. (2015). A diagnostic serum antibody test for patients with *Staphylococcus aureus* osteomyelitis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 473(9), 2735-2749. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4354-2>
13. González-Martín, M. Silva, V., Poeta, P., Corbera, J.A., & Tejedor-Junco, M.T. (2022). Microbiological aspects of osteomyelitis in veterinary medicine: drawing parallels to the infection in human medicine. *Veterinary quarterly*, 42(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/01652176.2021.2022244>
14. Nuss, K. Malbon, A. J., Braun, U., Ringer, S., Muggli, E., Kircher, P., & Willmitzer, F. (2015). Osteomyelitis of the hyoid bones in two calves. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57(52). <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0147-6>
15. Kennedy, R., Lappin, D.F., Dixon, P.M., Buijs, M.J., Zaura, E., Crielaard, W., O'Donnell, L., Bennett, D., Brandt, B.W., & Riggio, M.P. (2016). The microbiome associated with equine periodontitis and oral health. *Veterinary Research*, 47(49). <https://doi.org/10.1186/s13567-016-0333-1>
16. Reif, U., Lischer, C. J., Steiner, A., Flückiger, M.A., & Auer, J.A. (2000). Long-term results of bovine mandibular fractures involving the molar teeth. *Affiliations Expand*, 29(4), 335-40. <https://doi.org/10.1053/jvet.2000.5603>
17. Sela, M.N. (2001). Role of *Treponema denticola* in periodontal diseases. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 12(5), 399-413. <https://doi.org/10.1177/10454411010120050301>
18. Tedla, M., Mehari, F., & Kebede, H. (2018). A cross-sectional survey and follow up study on major dairy health problems in large and small scale urban farms in Mekelle, Tigray, Ethiopia. *BMC Research Notes*, 11, 236. <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3347-0>
19. Tedla, M., & Gebreselassie, M. (2018). Estimating the proportion of clinically diagnosed infectious and non-infectious animal diseases in Ganta Afeshum woreda, Eastern Tigray zone, Ethiopia. *BMC Research Notes*, 11, 29. <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3158-3>
20. Zimmermann, I., Hässig, M., & Nuss, K. (2022). Mandibular fractures in cattle – a review of 108 cases. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 164(9), 609-622. <https://doi.org/10.17236/sat00364>



DETERMINING THE CAUSES OF DISORDERS OF THE REPRODUCTIVE FUNCTION OF NUTRIAS

**P.M. Skliarov, V.V. Vakulyk, R.V. Mylostyvyi, L.V. Koreyba,
V.V. Samoiliuk, N.I. Suslova, O.V. Semionov**

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

E-mail: skliarov.p.m@dsau.dp.ua

Annotation. The purpose of the work was to determine the causes of impaired reproductive function in nutria. The object of the study was female nutria and the nutria obtained from them, the subject was indicators of the state of reproduction and the causes of impaired reproductive function in nutria. Anamnestic data were studied, general clinical and other studies were conducted within the framework of obstetric and gynecological dispensary. The content of vitamin A in blood serum was determined. It was determined that the leading cause of reduced reproductive function in nutria is the nutritional factor and in particular the reduced quality of feed and the inferiority of rations: the organoleptic indicators of winter ration feed were not always properly assessed (in some places moldy, frozen or rotten) and at the end of winter - beginning of spring they already acquired a changed color (not green or greenish, but yellowish or brownish shades). The identified deficiencies of deficient feeding indicate a decrease in the content of carotene (provitamin A) and are confirmed by the presence of clinical manifestations of hypovitaminosis A in some animals – growth retardation and development with manifesting signs of dullness of the hair, loss of skin elasticity, pronounced pathology in the form of hyperkeratosis, eczematous lesions, alopecia, xerophthalmia. Infertility is diagnosed in repair females from among those admitted to reproduction (within 3 months of being in a family with a male, they do not come to hunt and are not inseminated), the birth of non-viable offspring). A pronounced seasonality of vitamin A deficiency has been established with a peak incidence in February-March, when the content of vitamin A is more than 2.5 times lower compared to the summer-autumn period (August-September). The described etiopathogenetic mechanism of perinatal pathology in vitamin A deficiency consists in the development of fetoplacental insufficiency in hypoestrogenemia, which is manifested by a violation of the morphological structure of the placenta with its subsequent dysfunction and, accordingly, a violation of intrauterine development, as well as the course of the intra- and postnatal periods.

Key words: *nutria, reproductive function, reproductive ability, causes of the disorder.*

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН ПОРУШЕННЯ РЕПРОДУКТИВНОЇ ФУНКЦІЇ НУТРІЙ**П.М. Склярів, В.В. Вакулик, Р.В. Милостивий, Л.В. Корейба,****В.В. Самойлюк, Н.І. Суслова, О.В. Семьонов***Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна**E-mail: skliarov.p.m@dsau.dp.ua*

Анотація. Мета роботи полягала у визначенні причин порушення репродуктивної функції нутрій. Об'єктом дослідження був стан відтворення і причини порушення репродуктивної функції нутрій. Вивчали анамнестичні дані, проводили загальне клінічне та інші дослідження в межах акушерсько-гінекологічної диспансеризації. Визначали вміст вітаміну А у сироватці крові. Визначено, що провідною причиною зниження репродуктивної функції у нутрій є аліментарний фактор і, зокрема, знижена якість кормів та неповноцінність раціонів: органолептичні показники кормів зимового раціону мали не завжди належну оцінку (подекуди цвілі, промерзлі чи підгнилі) і наприкінці зими – початку весни набували зміненого кольору (не зелений чи зеленуватий, а жовтуватих чи коричнюватих відтінків). Виявлені недоліки дефіцитної годівлі вказували на зниження вмісту каротину (провітаміну А) і підтверджувались клінічними проявами гіповітамінозу А у деяких тварин – затримкою росту і розвитку з маніфестуючими ознаками тьмяності волосяного покриву, втратою еластичності шкіри, вираженою патологією у вигляді гіперкератозу, екзематозних уражень, алопецій, ксерофтальмії. У ремонтних самок з допущених до відтворення діагностували неплідність (протягом 3 міс. перебування в родині з самцем не приходили в охоту і не осіменялись), а також народження нежиттєздатного приплоду. Встановлено яскраво виражену сезонність А-вітамінної недостатності з піком захворюваності у лютому-березні, коли вміст вітаміну А більше ніж у 2,5 рази був меншим порівняно з літньо-осіннім періодом (серпень-вересень). Описаний етіопатогенетичний механізм виникнення перинатальної патології за дефіциту вітаміну А виявлявся в розвитку фетоплацентарної недостатності за гіпоестрогенемії, що проявлялось порушенням морфологічної структури плаценти з подальшою її дисфункцією й, відповідно, порушенням внутрішньоутробного розвитку, а також перебігу інтра- та постнатального періодів.

Ключові слова: нутрії, репродуктивна функція, відтворена здатність, причини порушення.

Вступ. *Актуальність теми.* У вирішенні проблеми підвищення економічної ефективності галузі тваринництва першочергове значення має відтворення, бо є одним із найбільш значущих факторів, що забезпечують рентабельність галузі (Kucher, 2016; Mironova et al., 2021; Levchenko, 2023).

Основним призначенням репродуктивної функції тварин є здійснення здатності організму до самовідтворення та забезпечення існування виду. Відтворення стада є процесом відновлення поголів'я за рахунок отримання приплоду, вирощування молодняку та заміни тварин, що вибули (Mesropov, 1986; Sheffels and Sytsma, 2007; Mironova et al., 2021).

Відповідно перешкодою прояву оптимальних показників репродуктивної здатності є причини негативного впливу на неї, а порушення відтворної функції становить одну з основних проблем подальшого підвищення продуктивності тварин (Amann, 1982; Kholodkova, 2010; Skliarov et al., 2021). Короткий термін господарського використання високопродуктивних тварин і високий рівень неплідності вимагають щорічного введення

до основного стада додаткової кількості ремонтних самок, що стає неможливим за отримання низького виходу приплоду і поганої збереженості новонароджених і молодняку (Halushko and Halushko, 2015; Katsemba and Skliarov, 2017; Ivanitskyi, 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Причин порушення відтворної функції може бути багато і на плодючість впливають безліч факторів, з яких найбільше значення мають паратипові фактори, що включають умови годівлі, утримання, догляду, технологію відтворення тощо (Ho et al., 2017; Boni, 2019; Yang et al., 2020).

Як головну безпосередню причину незадовільного стану відтворення поголів'я слід розглядати неплідність та малоплідність. Термін «неплідність» широко вживається у спеціальній літературі, проте трактують його неоднозначно. Так, деякі фахівці розглядають її як симптом хвороби, тоді як інші автори характеризують неплідність як нездатність тварини відтворювати потомство. Однак неплідність – це лише ознака чи наслідок будь-якого стану (зокрема хвороби), у результаті чого порушується відтворення стад. Це порушення відтворення маткового стада та ремонтного молодняку як результат впливу стрес-факторів (аліментарного, кліматичного та ін.), огріхів у штучному чи природному осіменінні, хвороб репродуктивних органів (Hudson et al., 2012; Berezovskyi and Kharenko, 2017; Yilmaz and Çam, 2025). Але інформація щодо прояву репродуктивної функції нутрій, у тому числі й за впливу чинників, не просто обмежена, а відсутня взагалі (Sheffels and Sytsma, 2007; Courtalon et al., 2015).

Тож *мета* нашої роботи полягала у визначенні причин порушення репродуктивної функції нутрій.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили в умовах кафедри ветеринарної хірургії і репродуктології Дніпровського державного аграрно-економічного університету та присадибних господарств приватної власності Новомосковської міської громади та м. Самар Дніпропетровської області в період зимового утримання тварин.

Об'єктом дослідження був стан відтворення і причини порушення репродуктивної функції нутрій. Вивчали анамнестичні дані, проводили загальне клінічне та інші дослідження в межах акушерсько-гінекологічної диспансеризації. Визначали вміст вітаміну А у сироватці крові. З цією метою кров відбирали з підшкірної вени передпліччя, латеральної вени сафена, а за їх поганої вираженості – з яремної вени. Дослідження сироватки крові на вміст вітаміну А проводили методом обернено-фазової ВЕРХ з використанням рідинного хроматографа Agilent Technologies 1260 Infinity фірми «Agilent Technologies» (США) із спектрофотометричним детектуванням та реагентів виробництва «Sigma» (Німеччина) в умовах науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК «Biosafety-Center» (м. Дніпро).

Отримані дані експериментальних досліджень піддавали статистичній обробці з використанням пакету прикладних програм Excel, розраховуючи: M – середню статистичну; $\pm m$ – її середню помилку; P – вірогідність різниці двох порівнюваних рядів за критерієм Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення. Приступаючи до безпосередньо виконання завдання досліджень нами проведено аналіз доступної літератури, який показав її обмеженість з питань не лише визначення причин порушення репродуктивної функції нутрій, а й їх відтворної здатності. Тож ми зосередилися на виявленій у наших попередніх дослідженнях найпоширенішій патології – перинатальній (Katsemba, 2017). За основу було взято відомі дослідження з даного напрямку, проведені на інших видах тварин (Koshovyi et al., 2008; 2011). З них відомо, що одним з провідних факторів виникнення перинатальної патології є порушення умов утримання та годівлі вагітних самок. Більшість водорозчинних вітамінів (групи В та С) синтезуються у нутрій у товстому відділі кишечника, тому їх

дефіцит майже не реєструється. А найбільш поширеними є аліментарно-дефіцитні фактори (Bindari et al., 2013; Skliarov et al., 2021; 2023), зумовлені, зокрема, недостатком вітаміну А (Skliarov et al., 2020).

Відповідальні періоди в годівлі нутрій – це парування, вагітність, лактація, вирощування молодняка. У цей час треба особливо стежити за тим, щоб корми були повноцінними, задовольняли фізіологічні потреби тварин в поживних речовинах. У нутрій помітних фізіологічних потреб в період розмноження не відзначається: під час лактації самка може паруватися або бути вагітною. У період парування племінних самців годують за тими ж раціонам, що й самок, з тією лише різницею, що їм дають кормів на 20-30 % більше, так як вони більші за самок і більш активні (Mesropov, 1986; Honchar et al., 2010; Harlinska (Leichenko) et al., 2017).

На час злучки як дорослі, так і молоді самки не повинні бути загодованими, що спостерігається за перегодовування або малої рухливості тварин. Зайве вгодовані самці малоактивні, а самки погано паруються і запліднюються.

Потреба в поживних речовинах і енергії для нутрій за сезонами року не диференційована. Це обумовлено тим, що хоча в осінньо-зимовий період обмін речовин і енергії у нутрій і вищий на 10-15 %, ніж влітку, але приблизно на стільки ж у цей час краще і використання кормових раціонів за рахунок включення до них значної кількості коренеплодів. Крім того, взимку у нутрій дещо знижується активність і споживання кормів. У кормових нормах для нутрій передбачена потреба в обмінній енергії, протеїні, клітковині, фосфорі, кальції, кухонній солі і вітамінів А (або каротину), Д, Е і В₁₂ (Kuzmenko, 2016; Berezovskyi and Kharenko, 2017).

Нутрії погано перетравлюють грубі корми з високим вмістом клітковини і тому сіно і траву в їх раціон можна включати лише в обмежених кількостях. Як зелені корми разом з сіяними травами можна використовувати різні дикорослі рослини. Найбільш охоче нутрії поїдають буркун, кульбабу, конюшину, капустиане листя, морквяне бадилля. Суріпицю і люцерну їдять неохоче. Улюбленим кормом для нутрій є кореневища рогози та очерету, яким в основному харчуються на волі. У зимовий час можна згодовувати облістяні гілки верби, дубу, тополі, берези. Гілки осики, вільхи, клена та горобини поїдають погано, а від гілок липи, ясеня і черемхи зовсім відмовляються (Abbas, 1991; Bilay, 2015; Kuz'menko, 2015).

За кліткового утримання основу раціону складають концентровані корми, до складу яких включають зерно злакових і бобових культур, комбікорм, макуха, шрот, дріжджі, корми тваринного походження (Berezovskyi and Kharenko, 2017). За змішаного типу годівлі до раціону нутрій включають (по обмінній енергії): концентрованих кормів – від 70 до 85%, молодої трави влітку – до 15-20%, коренеплодів (буряка) – до 20-30%, трав'яного борошна або хорошого бобового сіна – до 3-15% (Ibatullin et al., 2003).

За організації годівлі нутрій і визначення річної потреби в кормах зручно користуватися зразковими раціонами. При цьому на рік на одну дорослу нутрію потрібно 60 кг комбікорму чи зерна злакових, 5 кг зерна бобових, макухи і дріжджів (в сукупності), 4 кг рибної або м'ясо-кісткового борошна, 100 кг коренеплодів, 50 кг трави, 10 кг трав'яної чи сінної муки або сіна і 0,6 кг кухонної солі (Ibatullin et al., 2003).

У складі концентрованих кормів найкраще використовувати спеціальний комбікорм, що виготовляється за рецептом К-91-1 (у% по масі): ячмінь мелений – 45, кукурудза подрібнена – 40, шрот соняшниковий – 8, рибне борошно – 6, крейда кормова – 0,5, сіль кухонна – 0,5. За відсутності спеціального комбікорму для нутрій можна використовувати комбікорми, що виготовляються для свиней і телят, в яких мало сиров'язкової клітковини (Mesropov, 1986; Honchar et al., 2010; Harlinska (Leichenko) et al., 2017).

У наших дослідженнях в літній період раціон годівлі нутрій дослідного господарства складався з трави, гілок дерев, коренеплодів (буряка, моркви), зібраного при прополюванні городу бур'яну, в сезон овочів – кабачки, огірки, помідори, кавуни, капуста, відходи від переробки овочів, фруктів і ягід (огірків, кабачків, капусти); сіна і сушених віників з листям. У зимовий період раціон складався із сухих і соковитих кормів. Це переважно заготовлені влітку віники з висушених гілок з листям та сіно. Як соковиті корми використовують кормові буряки і моркву. Нутрії їх їдять дуже охоче і можуть з'їдати до 1 кг на особину, однак не слід перевищувати 400 г на одного звіра на добу, так як коренеплоди не можуть забезпечити повноцінної годівлі і задовольнити потребу в вітамінах (Ibatullin et al., 2016).

Нажаль, проблемою взимку є зниження якості корму. Так, гілки та сіно, особливо в наприкінці зими – початку весни вже мали змінений колір (не зелений чи зеленуватий, а жовтуватих чи коричнюватих відтінків), що свідчить, зокрема, про зниження вмісту каротину (провітаміну А). До того ж, і інші органолептичні показники кормів зимового раціону мали не завжди належну оцінку – подекуди цвілі, промерзлі чи підгнилі.

Таким чином, раціон в літній в принципі задовольняє потреби нутрій кількісно, а неякісних кормів майже не буває. Натомість у зимовий період з цим створюються певні труднощі. Зокрема органолептичні показники вказують на підґрунтя для розвитку гіповітамінозу А (Koshovyi et al., 2008). Підтвердженням цьому є клінічні прояви гіповітамінозу А у деяких тварин: затримка росту і розвитку з маніфестуючими ознаками тьмяності волоссяного покриву, втрата еластичності шкіри, виражена патологія у вигляді гіперкератозу, екзематозних уражень, алопецій, ксерофтальмії.

У ремонтних самок з числа допущених до відтворення діагностували неплідність (протягом 3 міс. перебування в родині з самцем не приходять в охоту і не осіменяються), народження нежиттєздатного приплоду. Щенята відставали в рості і розвитку, мали тьмянний кострубатий волоссяний покрив, ділянки облісіння і надмірного лущення; на одному або обох очах рогівка була каламутною, що супроводжувалося частковою або повною втратою зору; зерниста дистрофія печінки, нирок, міокарду.

За гіповітамінозу А реєстрували зниження плідності у маточного поголів'я на 21-43 %, народження слабкого нежиттєздатного потомства, малопліддя. У 29,8 % тварин виявлено клінічні ознаки гіповітамінозу А, який є однією з основних причин загибелі молодих тварин в нутріївницьких господарствах (41,0 %). Встановлено яскраво виражену сезонність з піком захворюваності у лютому-березні (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст вітаміну А у сироватці крові самок нутрій у різні періоди утримання, мкг/г

№ з/п	Кличка	літньо-осінній період (серпень-вересень)	зимово-весняний період (січень-березень)
1.	Бежка	6,11	17,44
2.	Лимонка	4,30	19,21
3.	Машка	8,15	16,44
4.	Нора	7,36	15,81
5.	Белка	5,36	14,53
6.	Кусачка	7,21	16,50
7.	Люська	6,22	18,85
8.	Шоколадка	7,90	15,64
9.	Марта	6,25	15,36
10.	Дашка	6,33	17,83
У середньому		6,52±0,37	16,76±0,49*

* $P < 0,01$ – критерій середньої вірогідності

Згідно даним табл. 2, вміст вітаміну А в зимово-весняний період (січень-березень) більше ніж у 2,5 рази нижче порівняно з літньо-осіннім періодом (серпень-вересень).

Виявлені в даному випадку зміни були подібними до тих, що були встановлені в роботі Koshovyi et al. (2008), і які були пояснені ними за результатами відповідних досліджень розвитком фетоплацентарної недостатності через порушення морфологічної структури плаценти.

Перспектива подальших досліджень пов'язана з розробленням методів етіотропної та заміної терапії і превентивних заходів з урахуванням визначених причин порушення репродуктивної здатності нутрій.

Висновки.

1. Визначено, що провідною причиною зниження репродуктивної функції у нутрій є аліментарний фактор і зокрема знижена якість кормів та неповноцінність раціонів: органолептичні показники кормів зимового раціону мали не завжди належну оцінку (подекуди цвілі, промерзлі чи підгнилі) і наприкінці зими – початку весни вже набували зміненого кольору (не зелений чи зеленуватий, а жовтуватих чи коричнюватих відтінків).

2. Виявлені недоліки дефіцитної годівлі вказують на зниження вмісту каротину (провітаміну А) і підтверджуються наявністю клінічних проявів гіповітамінозу А у деяких тварин:

- затримка росту і розвитку з маніфестуючими ознаками тьмяності волосяного покриву, втрата еластичності шкіри, виражена патологія у вигляді гіперкератозу, екзематозних уражень, алопецій, ксерофтальмії;

- у ремонтних самок з числа допущених до відтворення діагностується неплідність (протягом 3 міс. перебування в родині з самцем не приходять в охоту і не осіменяються), народження нежиттєздатного приплоду);

- нутрята відставали в рості і розвитку, мали тьмянний кострубатий волосяний покрив, ділянки облісіння і надмірного лущення; на одному або обох очах рогівка була каламутною, що супроводжувалося частковою або повною втратою зору; зерниста дистрофія печінки, нирок, міокарду.

3. Встановлено яскраво виражену сезонність А-вітамінної недостатності з піком захворюваності у лютому-березні, коли вміст вітаміну А більше ніж у 2,5 рази нижчим порівняно з літньо-осіннім періодом (серпень-вересень).

References

1. Abbas, A. (1991). Feeding strategy of coypu (*Myocastor coypus*) in central western France. *Journal of Zoology*, 224(3), 385-401. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1991.tb06033.x>.
2. Amann, R.P. (1982). Use of animal models for detecting specific alterations in reproduction. *Fundamental and Applied Toxicology*, 2(1), 13-26. [https://doi.org/10.1016/S0272-0590\(82\)80059-6](https://doi.org/10.1016/S0272-0590(82)80059-6).
3. Berezovskyi, A.V., & Kharenko, M.I. (Eds.). (2017). *Fiziolohiia ta patolohiia rozmnozhenia dribnykh tvaryn* [Physiology and pathology of reproduction in small animals] (2nd ed.). Polissia (in Ukrainian).
4. Bilay, D.V. (2015). Hodivlya v nutriy u prysadybnomu hospodarstvi [Feeding nutria in a homestead farm]. *Dim, sad, misto*, 8, 22-24 (in Ukrainian).
5. Bindari, Y.R., Shrestha, S., Shrestha, N., & Gaire, T.N. (2013). Effects of nutrition on reproduction – A review. *Advances in Applied Science Research*, 4(1), 421-429. <https://www.topsoils.co.nz/wp-content/uploads/2014/09/Effects-of-nutrition-on-reproduction-Himalayan-College-of-Agricultural-Sciences-and-Technology.pdf>.

6. Boni, R. (2019). Heat stress, a serious threat to reproductive function in animals and humans. *Molecular Reproduction and Development*, 86(10), 1307-1323. <https://doi.org/10.1002/mrd.23123>.
7. Courtalon, P., Bó, R. F., Spina, F., Jiménez, N., Cantil, L., Fernández, R., & Porini, G. (2015). Reproductive ecology of coypu (*Myocastor coypus* Molina, 1782) in the Middle Delta of the Paraná River, Argentina. *Brazilian Journal of Biology*, 75(1), 30-38. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.06813>.
8. Halushko, I.A., & Halushko, Y.A. (2015). *Henetyka i selektsiia vidtvorennia ta rezystentnosti tvaryn* [Genetics and breeding of animal reproduction and resistance]. Mykolaiv National Agrarian University (in Ukrainian). https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2662/1/Galushko_I.Genet_i_selek_vidtv_KL.pdf.
9. Harlinska (Leichenko), A.M., Romaniuk, N.S., Alpatova, O.M., & Vlasenko, R.P. (2017). Osoblyvosti rozmnozhenia ta zhyvlennia nutrii (*Myocastor coypus*) na Zhytomyrshchyni [Peculiarities of reproduction and nutrition of nutria (*Myocastor coypus*) in the Zhytomyr region.]. *Naukovyi visnyk Shkhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 7(356), 150-153 (in Ukrainian). <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/13260>.
10. Ho, S.M., Cheong, A., Adgent, M.A., Veevers, J., Suen, A.A., Tam, N.N., ... & Williams, C. (2017). Environmental factors, epigenetics, and developmental origin of reproductive disorders. *Reproductive Toxicology*, 68, 85-104. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2016.07.011>.
11. Honchar, O.F., Havrysh, O.M., & Vakulenko, I.S. (2010). *Metodychni rekomendatsii po tekhnolohii vyroshchuvannia ta pidvyshchenniu vidtvoriuvalnoi zdatsnosti nutria* [Methodological recommendations on growing technology and increasing the reproductive excellence of nutrition]. FOP Bedenko V.P. (in Ukrainian).
12. Hudson, C., Kerby, M., Statham, J., & Wapenaar, W. (2012). Managing herd reproduction. In *Dairy herd health* (pp. 73-116). Wallingford UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845939977.0073>.
13. Ibatullin, I.I., Panasenko, YU.O., Chumachenko, I.P., & Kryvenok, M.YA. (2003). Hodivlya sil's'kohospodars'kykh tvaryn [Feeding of farm animals] (in Ukrainian).
14. Ibatullin, I.I., Bashchenko, M.I., Zhukors'kyi, O.M., Kandyba, V.M., Rudenko, YE.V., Ionov, I.A., ... & Boyarchuk, S.V. (2016). *Dovidnyk z povnotsinnoyi hodivli sil's'kohospodars'kykh tvaryn* [Handbook on complete feeding of farm animals]. Ahrarna nauka (in Ukrainian). <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/804>.
15. Ivanitskyi, V.M. (2020). Vidtvorennia nutrii v pryvatnomu hospodarstvi «Ivanitskyi» Bashtanskoho raionu, Mykolaivskoi oblasti [Reproduction of nutria in the private farm "Ivanitskyi" of Bashtansky district, Mykolaiv region]. *Studentskyi naukovi visnyk*, 1(14), 88-93 (in Ukrainian). <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9315/1/88-93.pdf>.
16. Katsemba, N.V. (2017). Osoblyvosti vidtvornoï zdatsnosti nutrii v umovakh prysadybnoho utrymannia [Features of the reproductive ability of nutria in homestead conditions]. In *Aktualni aspekty biolohii tvaryn, veterynarnoi medytsyny ta veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy* (pp. 27-28) (in Ukrainian). Dnipro State Agrarian and Economic University.
17. Katsemba, N.V., & Skliarov, P.M. (2017) *Pidvyshchennia reproduktyvnoi zdatsnosti nutrii* [Increasing the reproductive capacity of nutria: scientific and practical recommendations]. Dnipro State Agrarian and Economic University (in Ukrainian).
18. Katsemba, N.V., Zhuravlov, Ye.A., & Skliarov, P.M. (2019). Reproduktyvna zdatsnist ta osoblyvosti vidtvorennia nutrii [Reproductive prominence and nutritional reproduction features]. In *Vynakhidnytstvo ta ratsionalizatorstvo u medytsyni, biolohii ta ekolohii* (pp. 10-12). Dnipro State Agrarian and Economic University (in Ukrainian).
19. Kholodkova, O. (2010). *Osoblyvosti patohenezu porushen morfofunktsionalnoho stanu reproduktyvnoi systemy samtsiv ta samok eksperymentalnykh tvaryn ta yikh korektsiia za dopomohoiu reheneratyvnykh tekhnolohii* [Features of the pathogenesis of disorders of the morphofunctional state of the reproductive system of male and female experimental animals and their correction using regenerative technologies] [Dissertation of Doctor of Medical Sciences, Odessa State Medical University]. V.I. Vernadsky National Library of Ukraine (in Ukrainian).

20. Koshevoi, V.P., Skiaron, P.M., & Naumenko, S.V. (2011). *Problemy vidtvorennia ovets i kiz ta shliakhy yikh vyrishennia* [Problems of reproduction of sheep and goats and ways to solve them]. Hamaliia (in Ukrainian).
21. Koshovyi, V.P., Ivanchenko, M.M., Skliarov, P.M., Tsymerman, O.O., & Naumenko, S.V. (2008). *Veterynarna perynatolohiia* [Veterinary perinatology]. Vydavnytstvo Sheininoi O.V. (in Ukrainian).
22. Kucher, L. (2016, March 11). *Rozvedennia nutrii – prybutkovo* [Breeding nutria is profitable]. Ahrobiznes s'ohodni (in Ukrainian). <http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/8110-rozvedennia-nutrii-prybutkovo.html>.
23. Kuz'menko, O.O. (2015). Analiz hodivli nutriy u suchasnykh sil's'kohospodars'kykh pidpryyemstvakh Ukrayiny [Analysis of internal affairs in current agricultural enterprises of Ukraine]. *Naukovyy visnyk NUBiP*, 205(1), 302-307 (in Ukrainian). <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/455>.
24. Kuzmenko, O. (2016). Hodivlia nutrii u rizni periody fiziologichnoho rozvytku [Feeding nutria during different periods of physiological development]. In *Innovatsiini tekhnolohii hodivli na suchasnomu etapi rozvytku tvarynnytstva v Ukraini* (pp. 56-57). Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University (in Ukrainian).
25. Levchenko, M. (2023). Suchasni vektory rozvytku i perspektyvy vedennia nutriivnytstva v selianskykh hospodarstvakh Ukrainy [Modern vectors of development and prospects of nutria breeding in Ukrainian farms]. In *Yakist ta bezpechnist produktsii u vnutrishnii i zovnishnii torhivli y torhovelne pidpryyemnytstvo: suchasni vektory rozvytku i perspektyvy* (pp. 139-142). Poltava State Agrarian University (in Ukrainian). http://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/9116/plan_scientific_1.pdf?sequence=1.
26. Mesropov, G. (1986). *Pryusadebnoe krolykovodstvo y nutryevodstvo* [Backyard rabbit and nutria breeding]. Karta Moldoveniaska (in Russian).
27. Mironova, L., Pavlenko, O., Bashkatova, N., Burov, S., & Ortyakova, I. (2021). Physiological Features of the Reproductive System of Female Nutria. *KnE Life Sciences*, 6(3), 5210532. <https://doi.org/10.18502/cls.v0i0.8986>.
28. Sheffels, T., & Sytsma, M. (2007). *Report on nutria management and research in the Pacific Northwest*. Portland State University. <https://doi.org/10.15760/mem.32>. <http://archives.pdx.edu/ds/psu/4799>.
29. Skliarov, P., Fedorenko, S., Naumenko, S., Onyshchenko, O., Pasternak, A., Roman, L., ... & Bobrytska, O. (2021). Reviewing effective factors of alimentary deficiency in animals reproductive functions. *World's Veterinary Journal*, (2), 157-169. <https://dx.doi.org/10.54203/scil.2021.wvj21>.
30. Skliarov, P., Fedorenko, S., Naumenko, S., Stefanyk, V., Kostyshyn, Ye., Stadnytska, O., ... & Bezalychna O. (2023). Alimentarna neplidnist koriv ta telyts [Alimentary infertility of cows and heifers]. *Zhurfond* (in Ukrainian).
31. Skliarov, P.M., Fedorenko, S.Y., Naumenko, S.V., Onischenko, O.V., & Holda, K.O. (2020). Retinol deficiency in animals: Etiopathogenesis and consequences. *Regulatory mechanisms in biosystems*, 11(2), 162-169. <https://doi.org/10.15421/022024>.
32. Yang, C., Song, G., & Lim, W. (2020). Effects of mycotoxin-contaminated feed on farm animals. *Journal of Hazardous Materials*, 389, 122087. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122087>.
33. Yilmaz, Ö.F., & Çam, M.A. (2025). Some Reproductive Defects in Farm Animals. *Black Sea Journal of Agriculture*, 8(1), 118-123. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bsagriculture/issue/88938/1593697>.



2025. Номер 11, С 176 – 182

Отримано: 04.04.2025 Прийнято: 17.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.17

UDC 636.09:616–089.5:615

MODERN ASPECTS OF THE APPLICATION OF CONDUCTIVE ANESTHESIA IN DOGS

D.V. Sliusarenko¹, D.D. Bilyi², O.O. Tsymerman¹, D.V. Sarbash¹,
K.A. Sinyagovska¹, P.O. Zaika¹, A.S. Kochevenko¹

¹State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine.

²Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

E-mail: slusarenkodmitriy@gmail.com

Annotation. Local anesthesia is valuable because it has the least impact on the homeostasis of the animal's body, so its use reduces the risk of complications during and after surgery. The areas of the animal's body in which the most effective performance of conduction blockades are the limbs, as well as the head, since these areas innervate a number of large nerves. The article describes the determination of the effectiveness of neurostimulation during conduction blockades in the head area of the maxillary nerve, and in the thoracic limb area of the radial, ulnar, median and musculocutaneous nerves in dogs during surgical interventions in the area of innervation by the corresponding nerves. The study was conducted on 10 dogs with pathological processes in the head and thoracic limb areas that were admitted to the Department of Veterinary Surgery and Reproductive Medicine of the BTU in the period 2020-2023. All conduction blockades were performed using the *Stimuplex NHS 12* electroneurostimulator and insulated needles, which allow determining the position of the nerve, and the introduction of a local anesthetic. The indications for surgical interventions were fractures, wounds, neoplasms in the area of the upper jaw and thoracic limb distal to the wrist. Before performing local anesthesia, the animals were premedicated with neuroleptics, followed by the introduction of *thiopentate* intravenously in the minimum dose that ensured the animal's loss of consciousness. A 2% solution of *lidocaine hydrochloride* (Brovapharma) was used as a local anesthetic. As a result of the studies, the high efficiency of neurostimulation for performing conduction blockade of the maxillary nerve in the head area, as well as the radial, musculocutaneous, median and ulnar nerves in the thoracic limb area, which makes it possible to perform surgical intervention. The recommended parameters of neurostimulation using the “*Stimuplex HNS 12*” device are as follows: pulse length – 0.3 ms, frequency – 1 Hz, current strength during maxillary nerve blockade was from 0.28 to 0.32 mA, during limb nerve blockade – 0.4 mA. The use of conductive blockades allows to achieve complete loss of sensitivity of the operated area of the body in most animals, which significantly reduces the need for additional anesthetics. The procedure is safe, since the vital signs of the animals remained stable during the operations, and recovery from anesthesia was without complications.

Key words: dogs, local anesthesia, nerve block anesthesia, modification of nerve block techniques, neurostimulation.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОВІДНИКОВОЇ АНЕСТЕЗІЇ У СОБАК

Д.В. Слюсаренко¹, Д.Д. Білий², О.О. Цимерман¹, Д.В. Сарбаш¹,
К.А. Синяговська¹, П.О. Заїка¹, А.С. Кочевенко¹

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.

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

E-mail: slusarenkodmitriy@gmail.com

Анотація. Місцева анестезія цінна тим, що чинить найменший вплив на гомеостаз організму тварини, тому її використання знижує ризики ускладнень під час операції та після її виконання. Ділянками тіла тварини, в яких найбільш ефективно виконання провідникових блокад, є кінцівки, а також голова, оскільки саме ці зони іннервують ряд крупних нервів. Описано визначення ефективності нейростимуляції під час проведення провідникових блокад у ділянці голови верхньощелепового, а в ділянці грудної кінцівки – променевого, ліктьового, серединного та шкірно-м'язового нервів у собак за оперативних втручань. Дослідження проводили на 10 собаках із патологічними процесами в ділянці голови та грудної кінцівки, які поступали на кафедру ветеринарної хірургії та репродуктології ДБТУ у період 2020-2023 рр. Усі провідникові блокади виконували із застосуванням електронейростимулятора «*Stimuplex NHS 12*» та ізольованих голок, які дозволяють проводити визначення положення нерва, і введення місцевого анестетика. Показаннями для проведення оперативних втручань були переломи, рани, новоутворення в ділянці верхньої щелепи та грудної кінцівки дистальніше зап'ястка. Перед виконанням місцевої анестезії собакам виконували премедикацію нейролептиками, з подальшим введенням *тіопенату* (Бровафарма, Україна). внутрішньовенно в мінімальній дозі, яка забезпечувала виключення свідомості тварини. В якості місцевого анестетика застосовували 2% розчин *лідокайну гідрохлориду* (Бровафарма, Україна). В результаті проведених досліджень визначено високу ефективність нейростимуляції за виконання провідникової блокади верхньощелепового нерва в ділянці голови, а також променевого, шкірно-м'язового, серединного та ліктьового нервів в ділянці грудної кінцівки, що дає можливість виконувати оперативне втручання. Рекомендовані параметри нейростимуляції з використанням приладу «*Stimuplex HNS 12*» наступні: довжина імпульсу – 0,3 мс, частота – 1 Гц, сила струму за блокади верхньощелепового нерва становила від 0,28 до 0,32 мА, за блокади нервів кінцівок – 0,4 мА. Застосування провідникових блокад дозволяє досягти повної втрати чутливості оперованої ділянки тіла у більшості тварин, що значно знижує необхідність у додаткових анестетиках. Процедура є безпечною, оскільки життєво важливі показники собак залишалися стабільними впродовж операцій, а відновлення після анестезії проходило без ускладнень.

Ключові слова: собаки, місцева анестезія, провідникова анестезія, модифікація технік провідникових блокад, нейростимуляція.

Вступ. Анестезіологічна підтримка є ключовим елементом, що впливає на організм тварини під час хірургічного втручання та суттєво визначає загальний перебіг захворювання. Серед методів знеболювання місцева анестезія має найменший вплив на гомеостаз організму, тому, якщо це допустимо, саме цей метод рекомендується використовувати, щоб знизити потенційні ризики для пацієнта. У випадку застосування потенційованої місцевої анестезії зменшується загальний негативний вплив на центральну нервову, серцево-судинну та дихальну систему організму тварини. Також застосування місцевої анестезії скорочує час відновлення тварини в післяопераційний період (Lantz, 2003).

Провідникова анестезія, в свою чергу, як метод місцевого знеболювання володіє унікальними властивостями, оскільки одна ін'єкція забезпечує блокаду проведення імпульсів в достатньо обширній ділянці. Разом з цим, інтравертебральна (спинномозкова), інфільтраційна та поверхнева анестезія мають свої позитивні сторони і показання до виконання (Власенко & Тихонюк, 2000). Один із принципів, який ілюструє порівняльну характеристику видів місцевої анестезії можна виразити так: чим проксимальніше – тим ефективніше, але чим дистальніше – тим безпечніше. Ділянками тіла, в яких найбільш ефективно виконання провідникових блокад, є кінцівки (Ільницький & Слюсаренко, 2014; Mosing et al., 2010), а також голова (Aguiar, 2014; Beckman & Legendre 2002; Beckman, 2006), оскільки саме ці зони іннервують ряд крупних нервів.

Раніше провідникову анестезію у зоні голови застосовували переважно для великих тварин, але сьогодні її все частіше використовують і для дрібних домашніх улюбленців, таких як собаки, а іноді й коти, оскільки лікування тварин патологічними процесами в цій ділянці, і зокрема із зубощелеповою патологією потребує особливих підходів (Gracis & Harvey, 1998; Gracis, 1999; (Pascoe, 2016). Крім того, набуває актуальності цілеспрямоване знеболювання окремих невеликих ділянок тіла тварин (Lenin et al., 2009; Reuss-Lamky, 2007), що зменшує навантаження на організм і мінімізує ризики анестезіологічних процедур. Також з метою мінімізації болю за хвороб зубощелепового апарату у тварин тривають пошуки мультимодального підходу до проведення аналгезії із застосуванням препаратів різних фармакологічних груп (Gross et al. 2000; Rochette J., 2005). Для екзотичних видів тварин через мініатюрність елементів периферичної нервової системи проведення нервових блокад часто неможливе або надто складне, тому для них основним методом знеболювання є наркоз.

Ділянка грудної кінцівки з одного боку легко доступна для виконання провідникових блокад (як центральних, так і периферичних), з іншого – є частим об'єктом оперативних втручань. Спектр показань до хірургії грудної кінцівки широкий – хвороби кісток, суглобів, м'яких тканин, неопластичні процеси. Прикладом центральної провідникової блокади ділянки грудної кінцівки є блокада плечового сплетення (Гомон, 2012), яка дозволяє досягти втрати чутливості дистальніше від середини плеча. У той же час, за високої ефективності центральні провідникові блокади можуть мати ряд ускладнень (травматизація нерва і судин), і застосування цілеспрямованого впливу на обмежену ділянку кінцівки з використанням периферичних провідникових блокад є актуальним в плані профілактики ускладнень.

Для знеболювання ділянки грудної кінцівки дистальніше зап'ястка з успіхом може застосовуватись периферична провідникова блокада променевого, ліктьового, серединного та шкірно-м'язового нервів (Lamont, & Lemke, 2008; Trumpatori et al., 2010). Також місцева анестезія за відповідного технічного забезпечення може використовуватися в якості позаопераційної аналгезії (Слюсаренко, 2018), хоча така практика не набула широкого практичного розповсюдження (Weber et al., 2012) за причин необхідності застосування спеціального обладнання. Застосування нейростимуляції, як методу візуалізації розташування нервів відносно голок під час проведення блокад нервів дозволяє підвищити якість виконання цих технік в порівнянні з традиційними методиками, що застосовуються у ветеринарній медицині.

Метою досліджень було визначення ефективності нейростимуляції під час проведення провідникових блокад в ділянці голови верхньощелепового, а в ділянці грудної кінцівки променевого, ліктьового, серединного та шкірно-м'язового нервів у собак за оперативних втручань в ділянці іннервації відповідними нервами.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на 10 собаках із патологічними процесами в ділянці голови та грудної кінцівки, які поступали на кафедру ветеринарної хірургії та репродуктології ДБТУ у період 2020-2023 рр. Блокаду верхньощелепного нерва виконували у 5 собак віком від 4 до 9 років масою 8-17 кг за методикою, описаною Самроу (2013). Блокади променевого, ліктьового, серединного та

шкірно-м'язового нервів виконували у 5 собак за методиками, описаними Lamont & Lemke (2002), Trumpatori et al. (2010).

Усі провідникові блокади виконували із застосуванням електростимулятора “Stimuplex NHS 12” та ізольованих голків.

Показаннями для проведення оперативних втручань були переломи, рани, новоутворення в ділянці верхньої щелепи та грудної кінцівки дистальніше зап'ястка. Перед виконанням місцевої анестезії тваринам виконували премедикацію нейролептиками з подальшим введенням *тіопенату (Бровафарма)* внутрішньовенно в мінімальній дозі, яка забезпечувала виключення свідомості тварини. В якості місцевого анестетика застосовували 2% розчин *лідокайну гідрохлориду (Бровафарма)*. Доза препарату за блокади верхньощелепного нерва становила 1-2 мл залежно від розмірів тварини (Самроу, 2013), променевого нерва в дозі 0,1 мл/кг (Trumpatori et al., 2010), за блокади шкірно-м'язового, серединного та ліктьового нервів – 0,15 мл/кг маси тіла (Trumpatori et al., 2010).

Для виконання блоkad застосовували ізольовані голки “Stimuplex A” 21G×1”(0,8×50 мм), які дозволяють проводити визначення положення нерва, і введення місцевого анестетика. Катод приладу фіксували до стимулюючої голки, а анод закріплювали до неподалік стимулюючої голки. Коли стимулююча голка наближалася до нерва, заданий електричний імпульс викликав м'язові скорочення відповідної ділянки голови або кінцівки. Слід відмітити, що скорочення м'язів і рухова реакція проявляються за меншої амплітуди струму, ніж неприємні відчуття парестезії. Відсутність неприємних відчуттів при виконанні блокади є позитивним фактором застосування стимулятора для тварин, яким виконують блокаду. Ефективність блокади виявляли за втратою чутливості відповідного відділу тіла перед і під час виконання оперативного втручання.

Результати досліджень та їх обговорення. Враховуючи особливості іннервації ділянки голови, за оперативних втручань на тканинах верхньої щелепи виконують блокади підчонаймкового нерва, або верхньощелепного. Верхньощелепний нерв (*n. maxillaris*) – це чутлива гілка трійчастого нерва (*n. trigeminus*), яка забезпечує іннервацію шкіри та слизової оболонки носа, щік, верхньої губи, повік та деяких зубів. Він відходить від трійчастого нерва, що розташовується в глибині черепа, виходить з нього через овальний отвір (*foramen ovale*), проходить через підскроневу ямку (*fossa temporalis*) і крилоподібну ямку (*fossa pterygopalatina*). Далі нерв спускається в підвиличну ямку (*fossa infraorbitalis*) через подвійний крилоподібний отвір (*foramen pterygoideum*). В підвиличній ямці нерв проходить в каналі верхньої щелепи (*canalis infraorbitalis*) вздовж дна орбіти. Виходячи з каналу, нерв розгалужується на декілька кінцевих гілок: підблокову (*r. infraorbitalis*), яка іннервує шкіру щік, верхньої губи, бічної стінки носа та повік, зубні (*rr. dentales*), які іннервують зуби верхньої щелепи, слизові (*rr. nasales*, *rr. ethmoidales*), які іннервують слизову оболонку носа. У деяких собак верхньощелепний нерв може ділитися на два стовбури вже біля основи черепа. Можливі незначні варіації в розгалуженні кінцевих гілок. Верхньощелепний нерв відповідає за чутливість шкіри та слизової оболонки носа, щік, верхньої губи, повік, чутливість зубів верхньої щелепи, секрецію слізної залози (Самроу, 2013).

За маніпуляцій в ділянці голови нами була застосована екстраоральна техніка блокади верхньощелепного нерва (Самроу, 2013). Під час виконання даної техніки голку розташовували ззовні овального отвору. Для визначення місцеположення нерва параметри струму характеризуються довжиною імпульсу – 0,3 мс, частотою – 1 Гц, сила струму, що свідчили про оптимальне положення голки відносно нерва, становили від 0,28 до 0,32 мА. Це дозволило точно визначити місцеположення нерва і підтвердити правильність розташування голки для проведення блокади. Такий підхід дозволив досягти оптимальної ефективності блокади, забезпечивши високу точність та безпечність процедури.

За блоkad нервів кінцівок (Lamont & Lemke, 2002; Trumpatori et al., 2010) параметри нейростимуляції становили: довжина імпульсу – 0,3 мс, частота – 1 гц, сила струму – 0,4 мА. У 3 з 5 тварин відмічали повну втрату чутливості оперованої ділянки, у двох тварин додатково застосовували лінійну інфільтраційну анестезію з використанням 2% лідокайну

гідрохлориду вище ділянки оперативного доступу. Тривалість оперативних втручань становила від 25 до 90 хв, і у всіх випадках однократного введення місцевого анестетика було достатньо для отримання аналгезії.

У всіх 10 описаних випадках проведення оперативного втручання із застосуванням провідникових блокад життєво важливі показники організму тварин залишалися стабільними впродовж усієї операції, і жодного разу не було необхідності в допоміжних анестезувальних або реанімаційних процедурах. Відновлення після анестезії проходило без ускладнень. Післяопераційний період протікав без ускладнень, неврологічних явищ в ділянці оперованої кінцівки не виявляли.

Отримані результати свідчать про високу ефективність та безпечність застосування провідникових блокад верхньощелепного нерва та нервів кінцівок у ветеринарній практиці для забезпечення анестезії під час оперативних втручань.

Використання нейростимуляції за вказаних параметрів дозволило точно визначити місцеположення нерва та забезпечити оптимальне розташування голки. Такий підхід підтверджує можливість досягнення високої точності та безпеки процедури, що є критично важливим для мінімізації ризику пошкодження навколишніх тканин та забезпечення якісної аналгезії. Варіативність параметрів нейростимуляції в межах 0,28–0,32 мА вказує на чутливість методики до анатомічних особливостей розташування верхньощелепного нерва, що може варіювати у різних тварин, як зазначено у варіаціях розгалуження кінцевих гілок у деяких собак.

Порівняно з блокадою верхньощелепного нерва, блокади нервів кінцівок вимагали дещо вищої сили струму (0,4 мА), що може бути пов'язано з анатомічними особливостями периферичних нервів кінцівок, такими як більший діаметр нервових стовбурів або глибше їх розташування у тканинах. У 60 % випадків (3 з 5 тварин) блокади нервів кінцівок забезпечували повну втрату чутливості, що засвідчило високу ефективність методики. У двох випадках необхідність додаткової лінійної інфільтраційної анестезії з 2% лідокаїном гідрохлоридом можливо була зумовлена індивідуальними особливостями іннервації або недостатньою блокадою всіх гілок нерва, що потребує подальшого вивчення.

Тривалість оперативних втручань та достатність однократного введення місцевого анестетика для забезпечення аналгезії вказують на адекватну тривалість дії провідникових блокад, що є важливим для практичного застосування. Стабільність життєво важливих показників організму тварин протягом операцій підтверджує безпечність методики та відсутність системних ускладнень, пов'язаних із застосуванням місцевих анестетиків. Відсутність неврологічних явищ у післяопераційний період свідчить про точність виконання блокад та мінімальний ризик ушкодження нервів під час процедури.

Отримані дані узгоджуються з даними (Сапроу, 2013), які підкреслюють переваги провідникової анестезії, такі як висока ефективність, безпечність та швидке відновлення після операції. Водночас, варіації в анатомії верхньощелепного нерва, зокрема можливість його поділу на два стовбури у деяких собак, вказують на необхідність індивідуального підходу та ретельного планування процедури. У майбутніх дослідженнях доцільно зосередитися на вивченні оптимальних доз місцевих анестетиків, вдосконаленні технік нейростимуляції та оцінці довгострокових ефектів провідникових блокад у тварин із різними анатомічними особливостями.

Висновки.

1. Визначено високу ефективність нейростимуляції за виконання провідникової блокади верхньощелепного нерва в ділянці голови, а також променевого, шкірно-м'язового, серединного та ліктьового нервів в ділянці грудної кінцівки, що дає можливість виконати оперативне втручання.

2. Рекомендовані параметри нейростимуляції з використанням приладу “Stimuplex HNS 12” наступні: довжина імпульсу – 0,3 мс, частота – 1 Гц, сила струму за блокади верхньощелепного нерва – від 0,28 до 0,32 мА, за блокади нервів кінцівок – 0,4 мА.

3. Застосування провідникових блокад дозволяє досягти повної втрати чутливості оперованої ділянки тіла у більшості тварин, що значно знижує необхідність у додаткових анестетиках. Процедура є безпечною, оскільки життєво важливі показники тварин залишалися стабільними впродовж операцій, а відновлення після анестезії проходило без ускладнень.

References

1. Власенко, В.М., & Тихонюк, В.М. (2000). Ветеринарна анестезіологія. Біла Церква, 336.
2. Гомон, М.Л. (2012). Оптимізація блокади плечевого сплетіння як методики анестезії-аналгезії [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://anaesthesiaconference.kiev.ua/materials/2012/0006.pdf>
3. Ільніцький, М.Г., & Слюсаренко, Д.В. (2014). Катетеризація периневрального простору як метод усунення больового синдрому після оперативних втручань на грудній кінцівці у собак. Науковий вісник ветеринарної медицини, 13(108). 96–99.
4. Слюсаренко Д.В. Клініко-експериментальне обґрунтування диференціальних блокад місцевими анестетиками у тварин. Дисертація на здобуття наукового ступеня д.вет.н. 16.00.05 – Ветеринарна хірургія. БНАУ, Біла Церква, 2018. 365 с. https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/specradi/disert_slusarenko.pdf
5. Aguiar, J., Chebroux, A., Martinez-Taboada, F., & Leece, E.A. (2014). Analgesic effects of maxillary and inferior alveolar nerve blocks in cats undergoing dental extractions. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 17(2). 110–116. <https://doi.org/10.1177/1098612X14533551>
6. Beckman, B.W. (2006). Pathophysiology and management of surgical and chronic oral pain in dogs and cats. *Journal of Veterinary Dentistry*, 23(1), 50–60. <https://doi.org/10.1177/089875640602300110>
7. Beckman, B.W., & Legendre, L. (2002) Regional nerve blocks for oral surgery in companion animals. *Compendium on Continuing Education Small Animals*, 24, 439–442. https://www.researchgate.net/publication/287933989_Regional_nerve_blocks_for_oral_surgery_in_companion_animals
8. Campoy, L., & Read M.R. (2013). Small animal regional anaesthesia and analgesia. Wiley-Blackwell, 288 p.
9. Gracis, M. (1999). Radiographic study of the maxillary canine tooth of four mesaticephalic cats. *Journal of Veterinary Dentistry*, 16(3), 115–28. <https://doi.org/10.1177/089875649901600303>
10. Gracis, M., & Harvey, C.E. (1998). Radiographic study of the maxillary canine tooth in mesaticephalic dogs. *Journal of Veterinary Dentistry*, 15(2), 73–8. <https://doi.org/10.1177/089875649801500202>
11. Gross, M.E., Pope, E.R., Jarboe, J.M., O'Brien, D.P., & Dodam, J.R. (2000). Regional anesthesia of the infraorbital and inferior alveolar nerves during noninvasive tooth pulp stimulation in halothane-anesthetized cats. *American Journal of Veterinary Research*, 61(10), 1245–7. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2000.61.1245>
12. Lamont, L & Lemke, K. (2008). The effects of medetomidine on radial nerve blockade with mepivacaine in dogs. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 35, 62–8.
13. Lantz, G.C. (2003). Regional anesthesia for dentistry and oral surgery. *Journal of Veterinary Dentistry*, 20(3), 181–186. <https://doi.org/10.1177/089875640302000306>
14. Lenin, A.V., Gioso, M., & Brandão, A.C. (2009). Localization of the mandibular canal in brachycephalic dogs using computed tomography. *Journal of veterinary dentistry*, 26, 156–63. <https://doi.org/10.1177/089875640902600302>
15. Mosing M., Reich H., & Moens Y. (2010). Clinical evaluation of the anaesthetic sparing effect of brachial plexus block in cats. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 37(2), 154–61.
16. Pascoe, P. (2016). The effects of lidocaine or a lidocaine-bupivacaine mixture administered into the infraorbital canal in dogs. *American journal of veterinary research*, 77, 682–687. <https://doi.org/10.2460/ajvr.77.7.682>
17. Reuss-Lamky, H. (2007). Administering dental nerve blocks. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 43, 298–305. <https://doi.org/10.5326/0430298>

18. Rochette, J. (2005). Regional anesthesia and analgesia for oral and dental procedures. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 35(4), 1041–58. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2005.02.004>
19. Trumpatori, B., Carter, J., Hash, J. & Davidson, G. (2010). Evaluation of a midhumeral block of the radial, ulnar, musculocutaneous and median (rumm block) nerves for analgesia of the distal aspect of the thoracic limb in dogs. *Veterinary Surgery*, 39, 785–796.
20. Weber, G., Morton, J., & Keates, H. (2012). Postoperative pain and perioperative analgesic administration in dogs: Practices, attitudes and beliefs of Queensland veterinarians. *Australian veterinary journal*, 90, 186–93. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2012.00901.x>



2025. Номер 11, С 183 – 190

Отримано: 18.03.2025 Прийнято: 17.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.18

UDC 636.2.09:636.1.09:616-007:612.176:612.461.25

URIC ACID AS AN INFORMATIVE TEST IN THE DIAGNOSIS OF LIVER DISEASE IN COWS AND STRESS REACTION IN COMPETITION HORSES

**O.P. Tymoshenko, O.V. Matsenko, Yu.V. Sobakar,
V.M. Mogilyovskyy, N.O. Kravchenko,**
State University of Biotechnology, Kharkiv, Ukraine,
E-mail: Zemlanoy1980@gmail.com

Annotation. For liver diseases in cows and for emotional stress in horses, along with the biochemical tests used traditionally, parameters of the residual nitrogen system such as urea, creatinine and uric acid were investigated. Uric acid content is practically not determined as a diagnostic indicator during the examination of cattle and quite rarely used in horses in farm conditions. The aim of this study was to establish the diagnostic informativeness of uric acid in the complex of indicators of the residual nitrogen system for hepatitis and hepatic dystrophy in cows and in showjumping horses under emotional stress in comparison with traditional biochemical tests. Materials of the study were cows with clinical symptoms of liver disease (n=24) and clinically healthy horses of the Ukrainian equestrian show jumping sport breed at the age of 6-10 years (n=10). Blood samples were taken in a state of relative rest and 15 minutes after an entertainment performance (stress factors). The following biochemical parameters were determined in the blood serum of animals: activity of ALAT, AsAT, GGTP, alkaline phosphatase, urea, creatinine, uric acid. The high diagnostic informativeness of uric acid was established (in 100% of cases of an increase in the level of this indicator beyond the normal range) in cows with hepatitis and hepatic dystrophy, which allows recommending uric acid in combination with other diagnostic indicators as an informative test for liver diseases in cows. During the examination of horses, high diagnostic informativeness of uric acid was established: in 100% of cases, its level increased beyond the upper limit of the norm by 2.0 times compared to the state of relative rest. This must be taken into account during training in order to maximally facilitate the adaptation of the animal to the action of any stress factors, to adequately and timely adjust its physiological state.

Key words: cows, liver diseases, horses, stress, urea, creatinine, uric acid

СЕЧОВА КИСЛОТА ЯК ІНФОРМАТИВНИЙ ТЕСТ У ДІАГНОСТИЦІ ЗАХВОРЮВАНЬ ПЕЧІНКИ КОРІВ ТА СТРЕСОВОЇ РЕАКЦІЇ В КОНЕЙ СПОРТИВНОГО НАПРЯМУ КОНКУР

О.П. Тимошенко, О.В. Маценко, Ю.В. Собакар,

В.М. Могільовський, Н.О. Кравченко

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: Zemlanoy1980@gmail.com

Анотація. За захворювань печінки в корів та за емоційного стресу в коней були досліджені такі показники системи залишкового азоту, як сечовина, креатинін та сечова кислота. Останню практично не визначають як діагностичний індикатор під час обстеження великої рогатої худоби та досить рідко – в коней. Метою досліджень було встановлення діагностичної інформативності показника сечової кислоти за гепатиту та гепатодистрофії корів та в коней спортивного напрямку конкур за емоційного стресу в порівнянні з традиційними біохімічними тестами. Матеріалом для досліджень були корови з клінічними симптомами захворювань печінки (n=24) та клінічно здорові коні спортивного напрямку конкур у віці 6-10 років (n=10). Проби крові брали у стані відносного спокою та через 15 хв виступу (стрес-фактор). У сироватці крові тварин визначали активність АлАТ, АсАТ, ГГТП, лужної фосфатази, вміст сечовини, креатиніну і сечової кислоти. Встановлено високу діагностичну інформативність показника сечової кислоти (у 100 % випадків підвищення рівня даного показника за межі норми) у корів за гепатиту та гепатодистрофії. Це дозволяє рекомендувати сечову кислоту в комплексі з іншими діагностичними показниками як інформативний тест за хвороб печінки корів. Під час обстеження коней також встановлено високу діагностичну інформативність сечової кислоти: у 100 % випадків підвищення її більше за верхню межу норми у 2.0 рази порівняно зі станом відносного спокою. Це необхідно враховувати під час тренувань, щоб максимально сприяти адаптації тварини до дії будь-яких стресових факторів, адекватно та своєчасно коригувати її фізіологічний стан.

Ключові слова: корови, хвороби печінки, коні, стрес, сечовина, креатинін, сечова кислота

Вступ. *Актуальність теми.* В умовах ведення воєнних дій на території України спостерігається різке погіршення стану здоров'я як людей, так і тварин, у тому числі великої рогатої худоби і коней, внаслідок негативного впливу гострого і хронічного стресів. Це спонукає дослідників шукати нові підходи до покращення діагностики найбільш поширених хвороб тварин і патологічних наслідків впливу стресу на організм (Garcia et al., 2015; Міц та ін., 2016; Предко & Сомова, 2022). Визначення діагностичної інформативності сечової кислоти в комплексі показників, що традиційно визначаються в сироватці крові тварин за внутрішньої патології доповнить знання про патогенез цих хвороб (Hill et al., 2011, Щепетільников та ін., 2020, Тимошенко та ін., 2024).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідники відзначають, що сечова кислота може бути маркером оксидативного стресу (Muraoka & Miura, 2003; Nathalie et al., 2008; Sautin et al., 2008). З іншого боку, як і інші сильні відновлювальні речовини, такі як аскорбат, сечова кислота також може діяти як пероксидант. Отже, доцільним є вивчення вмісту сечової кислоти за захворювань, пов'язаних з оксидативним стресом. Деякі дослідники припускають, що окислювальний стрес, викликаний гіперурикемією, є причиною метаболічного синдрому (Castejon et al., 2006). Hikmah et al. (2018) повідомляють, що концентрація сечової кислоти у крові корів після транспортування, яке є стресом для тварин, зменшувалась. З іншого боку, вміст сечової кислоти у плазмі крові

корелює з тривалістю життя приматів та інших ссавців. Концентрація уратоксидази в плазмі крові ссавців вища порівняно з людиною (Cutler et al., 2018).

У спортивному конярстві особлива увага приділяється здатності коней відновлювати сили після фізичного та емоційного навантаження (Kedzierski et al., 2009; Cottin et al., 2010; Ebge-Nwiyi et al., 2012; Bartolome & Cockram, 2016). Тому під час підготовки коней до змагань необхідно проводити їх комплексне клінічне обстеження для попередження та виявлення ранніх ознак їх перевтоми (Adamu et al., 2012; Mamun et al., 2013). Тренування і випробування спортивних коней, ускладнення умов змагань потребують пошуку та розробки об'єктивних методів оцінки їх підготовленості до фізичних навантажень. Недостатня тренуваність коней може призводити до розвитку захворювань, зокрема серцево-судинної і дихальної систем, пошкодження м'язів (Слівінська & Максимович, 2016). Баєва & Жегунов (2016) було встановлено, що концентрація біомаркеру оксидативного стресу – сечової кислоти підвищилась як за фізичного так і за емоційного навантаження коней, що свідчило про недостатню їх адаптованість до показових виступів.

Мета роботи. Встановити діагностичну інформативність сечової кислоти в комплексі показників системи залишкового азоту за гепатиту та гепатодистрофії корів та в коней спортивного напрямку конкур за емоційного стресу в порівнянні з традиційними біохімічними тестами.

Завдання дослідження. Визначити показники системи залишкового азоту та активності ферментів у сироватці крові здорових корів, корів за гепатиту та корів за гепатодистрофії. Визначити показники системи залишкового азоту та активність ферментів в сироватці здорових коней у стані відносного спокою та після виступу.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень були корови Голштинської породи віком 5–10 років з клінічними симптомами ураження печінки, зокрема гепатиту (n=9) та гепатодистрофії (n=15). Симптомами гепатиту в корів були підвищення температури тіла, іктеричність кон'юнктиви, збільшення та болючість печінки при пальпації. Симптоми гепатодистрофії – межі печінки виходили за останнє ребро справа, болючості органа не відзначали. Контрольною групою були корови тієї ж вікової групи без клінічно-виражених ознак патології (n=10). Крім того, матеріалом для досліджень були клінічно здорові спортивні коні конкурного напрямку, обох статей, віком 6-10 років. Для виконання цієї роботи було відібрано 10 особин української верхової породи. Проби крові брали у стані відносного спокою та через 15 хв після розважально-показового виступу.

Біохімічні дослідження проводили на базі відділу лабораторної діагностики та імунології Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків. У тварин обох видів проводили відбір крові з яремної вени для отримання сироватки та подальшого її біохімічного дослідження. Активність АлАТ та АсАТ визначали динітрофенілгідразиним методом, активність лужної фосфатази – кінетичним методом, активність ГГТП – кінетичним колориметричним методом, концентрацію сечовини – реакцією з диацетилмонооксидом, концентрацію креатиніну – реакцією Яффе, концентрацію сечової кислоти – колориметричним фотометричним методом з фосфорновольфрамним реактивом за методикою наведеною в посібнику В.І. Левченка зі співавторами (Левченко та ін., 2010).

Обробку отриманих даних проводили за допомогою програми *Microsoft Excel 2010* із визначенням середньоарифметичного (M), помилки середньої (m), лімітів (Lim) та довірчих інтервалів (ДІ).

Результати досліджень та їх обговорення. Результати аналізів сироватки крові здорових корів та хворих на гепатит і гепатодистрофію наведені в табл. 1 і 2.

Таблиця 1.

Активність ферментів сироватки крові здорових корів, за гепатиту та за гепатодистрофії

Групи тварин		АлАТ, ммоль/(г×л)	АсАТ, ммоль/(г×л)	ГГТП, Од/л	Лужна фосфатаза, Од/л
Здорові тварини (n=10)	Lim	0,45-1,04	0,76-1,27	7,70-15,20	36,8-77,40
	M±m	0,70±0,06	0,98±0,05	11,57±0,77	49,30±3,97
Гепатит (n=9)	Lim	0,08-1,99	1,63-3,95	1,2- 111,90	25,4-111,90
	M±m	1,06±0,28	2,37±0,23***	43,94±15,2**	47,73±12,99
	Інф-ть	↑56;N 0;↓44	↑100;N0;↓0	↑75;N13;↓12	↑17;N67;↓16
Гепато дистрофія (n=15)	Lim	0,31-1,52	1,56-3,10	3,5-99,40	28,9-246,00
	M±m	0,98±0,11	2,27±0,13***	33,75±9,25*	104,29±30,20**
	Інф-ть	↑53;N27;↓20	↑100;N0;↓0	↑50;N42;↓8	↑50;N25;↓25

Примітка: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ різниця вірогідна між здоровими коровами та хворими на гепатит і на гепатодистрофію.

За результатами досліджень було відзначено тенденцію до підвищення активності АлАТ – внутрішньоклітинного ферменту, який бере участь в утворенні деяких замінних амінокислот, у 56 % корів за гепатиту та у 53 % корів за гепатодистрофії. Активність АсАТ – мітохондріального ферменту гепатоцитів, виявилася більш інформативною. Показник підвищувався у 100% корів як за гепатиту так і за гепатодистрофії, в 2,4 та 2,3 рази, відповідно. Це свідчить про глибокі альтеративні зміни гепатоцитів, що характерно для хронічного перебігу хвороб печінки у великої рогатої худоби.

Активність ГГТП – ферменту, локалізованого, головним чином, на мембранах клітин, які вистилають протоки органів, зокрема печінки, була підвищена у 75 % корів за гепатиту в 3,8 рази. За гепатодистрофії встановлено підвищення активності ГГТП у 50 % тварин у 2,9 рази. Це вказує на наявність холестазу. Активність лужної фосфатази – фермента, неспецифічного для оцінки функцій печінки, що утворюється в кістковій тканині, печінці, слизовій оболонці кишечника, плаценті та легенях, знаходилася на різному рівні у сироватці крові тварин обох груп. Так, за гепатиту показник збільшився на 17 %, був у нормі у 67 % і знижувався у 16 % тварин. За гепатодистрофії активність лужної фосфатази була підвищена у 50 % тварин, в решті випадків вона була або в нормі, або зниженою. Такі результати не дозволяють однозначно трактувати зміни активності даного фермента за гепатодистрофії. Проте, порівняно з гепатитом, зростання активності лужної фосфатази в сироватці крові корів спостерігали частіше за гепатодистрофії.

У табл. 2 наведено дані про інформативність показників системи залишкового азоту за тих самих варіантів патології.

Таблиця 2.

Показники системи залишкового азоту в сироватці крові здорових корів, за гепатиту та за гепатодистрофії

Групи тварин		Сечовина, ммоль/л	Креатинін, мкмоль/л	Сечова кислота, мкмоль/л
Здорові тварини (n=10)	Lim	3,40-6,20	69,20-131,80	40,00-66,30
	M±m	4,79±0,31	97,02±6,99	52,00±2,53
Гепатит (n=9)	Lim	3,93-7,01	89,20-111,4	72,80-110,2
	M±m	5,72±0,31	99,00±6,54	98,82±4,30***
	Інф-ть	↑12;N 88;↓0	↑0;N100;↓0	↑100;N 0;↓0
Гепато дистрофія (n=15)	Lim	3,13-8,75	82,5-109,4	115,9-282,5
	M±m	6,12±0,50	98,93±3,64	137,39±10,62***
	Інф-ть	↑50;N42;↓8	↑0;N100;↓0	↑100;N 0;↓0

Примітка: *** – $p \leq 0,001$ різниця вірогідна між здоровими коровами та хворими на гепатит; різниця вірогідна між здоровими коровами та хворими на гепатодистрофію.

Концентрація креатиніну – ангідриду амінокислоти креатину в усіх тварин в обох групах знаходилась у межах довірчих інтервалів та референтної норми для великої рогатої худоби. Отже, дані види патології печінки не супроводжувалися суттєвими порушеннями структури і функції нирок.

Уміст сечової кислоти в сироватці крові здорових корів становив $52,00 \pm 2,53$ мкмоль/л. За гепатиту вміст сечової кислоти був збільшеним у всіх корів у 1,9 рази, а за гепатодистрофії в 2,6 рази, відповідно. Уміст сечової кислоти в сироватці крові корів за гепатодистрофії був на 39,1 % більшим порівняно таким за гепатиту. Отже, цей показник можна використовувати в комплексі з іншими біохімічними тестами для диференційної діагностики гепатопатій.

Таким чином, найбільш інформативними тестами, які у 100 % корів достовірно відрізнялися від значень норми за хронічного гепатиту та гепатодистрофії, виявились вміст АсАТ та сечової кислоти. Крім того, сечова кислота, за результатами наших досліджень, виявилася єдиним тестом, який в усіх корів дозволив диференціювати хронічний гепатит та гепатодистрофію, що доводить доцільність його застосування під час діагностики захворювань печінки.

Результати досліджень сироватки крові коней у стані відносного спокою та після фізичного навантаження наведені в табл. 3 і 4.

Таблиця 3.

Активність ферментів у сироватці крові коней спортивного напрямку конкур у стані відносного спокою та після фізичного навантаження (n=10)

Групи тварин		АлАТ, Од/л	АсАТ, Од/л	Лужна фосфатаза, Од/л	ГГТП, Од/л
Відносний спокій	Lim	14,50 – 19,51	217,5 – 346,7	106,8 – 211,7	18,4 – 26,3
	M±m	16,90±0,55	303,60±13,1	161,90±12,90	23,50±0,91
	Інф-ть	↑0;N100;↓0	↑0; N90; ↓10	↑0;N100;↓0	↑0; N90; ↓10
Після фіз навантаження	Lim	11,20 – 15,40	368,10 – 395,30	183,30 – 219,50	20,20 – 24,70
	M±m	13,70±0,34	382,70±2,60	200,10±3,45	22,00±0,53
	Інф-ть	↑0;N20;↓80	↑100; N0; ↓0	↑0; N100; ↓0	↑0;N100;↓80

Згідно з отриманим даним, за відносного спокою активність досліджуваних ферментів у сироватці крові коней була в межах норми, що свідчить про стабільний стан обмінних процесів в організмі і про те, що обрана група тварин була однорідною.

Згідно з даними табл. 4, показники системи залишкового азоту в сироватці крові коней змінювалися неоднозначно. Зокрема, вміст креатиніну після виступу достовірно не змінився та був у межах довірчих інтервалів у стані спокою. Оскільки креатинін вважається індикатором функціонального стану нирок і те, що концентрація сечовини у сироватці крові

тварин також не виходила за межі верхнього значення референтної норми для коней, можна стверджувати, що цей стресовий стан не мав істотного впливу на нирки. Проте вміст сечовини на тлі впливу стресових факторів, навпаки, знизився у 50 % коней на 13,4 %, що свідчить про зниження інтенсивності білкового синтезу в печінці коней.

Таблиця 4.

Показники системи залишкового азоту в сироватці крові коней спортивного напряму конкур у стані відносного спокою та після фізичного навантаження (n=10)

Групи тварин		Сечовина, ммоль/л	Креатинін, мкмоль/л	Сечова кислота, мкмоль/л
Відносний спокій	Lim	5,40 – 7,50	113,30 – 148,20	29,10 – 49,30
	M±m	6,70±0,21	125,30±3,87	40,40±2,21
	Інф-ть	↑0; N90; ↓10	↑20; N80; ↓0	↑0; N90; ↓10
Після фіз навантаження	Lim	5,10 – 6,70	108,20 – 122,80	70,90 – 94,50
	M±m	5,80±0,17*	116,00±1,45	80,00±2,53***
	Інф-ть	↑0; N50; ↓50	↑0; N100; ↓0	↑100; N0; ↓0

Примітка: * – $p \leq 0,05$; *** – $p \leq 0,001$ різниця вірогідна між показниками в сироватці крові коней у стані відносного спокою і такими тварин після фізичного навантаження.

Уміст сечової кислоти був більшим, ніж верхнє значення, у всіх коней, і більшим, ніж у стані спокою, в 2,0 рази. Відомо, що сечова кислота має антиоксидантні та проокиснюючі властивості (Piccione et al., 2008; Sautin et al., 2008). Окиснені ліпіди можуть перетворити сечову кислоту на оксидант. Також відома сильна позитивна кореляція між вмістом сечової кислоти та тригліцеридів, кількість яких у коней за фізичного навантаження завжди підвищується (Muraoka & Miura, 2003). Ця кореляція може бути обумовлена оксидативним стресом, пов'язаним з накопиченням сечової кислоти за стресового стану тварин.

Слід зазначити, що в організмі коня в стресовій ситуації через знижену реакційну здатність урикази – ферменту, що розщеплює сечову кислоту, її кількість збільшується в геометричній прогресії. Під час стресу АТФ інтенсивно розщеплюється до АДФ і АМФ; останній постійно розпадається до гіпоксантину, що перетворюється на ксантин і сечову кислоту за допомогою ксантиноксидази (Castejon et al., 2006; Whiting, 2009). Стресовий стан формує середовище, що сприяє активації даного ферменту. У результаті інтенсивних м'язових скорочень під час фізичних навантажень (конкур) на тлі емоційного стресу накопичується гіпоксантин і концентрація сечової кислоти зростає як у м'язах, що скорочуються, так і в сироватці крові.

Таким чином, результати наших досліджень засвідчили, що сечову кислоту можна використовувати для об'єктивної оцінки стану здоров'я коней під час тренувань та виступів, що супроводжуються стресовими ситуаціями.

Висновки.

1. Встановлено високу діагностичну інформативність вмісту сечової кислоти у сироватці крові (підвищення даного показника за межі норми у всіх тварин) корів за гепатиту та гепатодистрофії, що дозволяє рекомендувати цей параметр в комплексі з іншими діагностичними показниками як інформативний тест за хвороб печінки корів.

2. Встановлено високу діагностичну інформативність сечової кислоти у складі комплексу біохімічних тестів під час обстеження коней спортивного напряму конкур. У 100 % випадків її вміст зростає за верхню межу норми під час фізичного та емоційного навантаження і був у 2,0 рази більше, ніж у стані спокою. Це необхідно враховувати під час тренувань, щоб максимально сприяти адаптації коня до будь-яких стресових факторів і здійснювати адекватну та своєчасну корекцію.

3. Результати досліджень дозволяють рекомендувати показник вмісту сечової кислоти в сироватці крові в комплексі з іншими діагностичними показниками як інформативний тест, що не потребує значних витрат на його визначення, входить у

програми біохімічних аналізаторів і може бути застосованим для диференційної діагностики хвороб печінки великої рогатої худоби та оцінки стану здоров'я коней в умовах фізичного та емоційного навантаження.

References

1. Баєва, Т. І., & Жегунов Г. Ф. (2016). Вплив фізичного та емоційного навантаження на метаболічний профіль сироватки крові спортивних коней. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*, 24(2), 484–488. https://www.dnu.dp.ua/docs/visnik/fbem/program_5e56a4083c7cc.pdf
2. Левченко, В. І., Головаха, В. І., & Кондрахін, І. П. (2010). *Методи лабораторної клінічної діагностики хвороб тварин*. Київ, Аграрна освіта, 437 с.
3. Міц, І. Р., Денефіль, О. В., & Андрішшин, О. П. (2016). Морфологічні зміни внутрішніх органів у тварин різної статі, які зазнали хронічного стресу. *Вісник наукових досліджень*, 3, 107. <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/visnyk-nauk-dos/article/view/6994>
4. Предко, В. В., & Сомова, О. О. (2022). Вплив війни на зміну рівня стресу та стратегій збереження життєстійкості українців. *Психологія національної безпеки та безпеки життєдіяльності*, 33(72), 4, 89–98. <https://doi.org/10.32782/2709-3093/2022.4/16>
5. Слівінська, Л. Г., & Максимович, І. А. (2016). Біохімічний профіль крові спортивних коней. *Біологія тварин*, 18(2), 105–112. <https://aminbiol.com.ua/index.php/108-archive/bt-18-2-2016/1334-biochemical-profile-of-sport-horses-blood>
6. Тимошенко, О. П., Маценко, О. В., Собакарь, Ю. В., Кравченко, Н. О., & Цвірко П. А. (2024). Показники системи залишкового азоту за цукрового діабету та гіперадренокортицизму собак. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*, 9, 213–221. <http://ojs.hdzva.edu.ua/index.php/journal/article/view/356/317>
7. Щепетільников, Ю. О., Маслак, Ю. В., Маценко, О. В., Пасічник, В. А., & Могільовський В. М. (2020). Білковий та вуглеводно-ліпідний обмін у корів при прив'язному утриманні за результатами диспансеризації. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*, 6, 118–122. <https://doi.org/10.31890/vtpp.2020.06.21>
8. Adamu, L., Noraniza, M. A., Rasedee, A. & Bashir, A. (2012) Metabolic responses in endurance horses during racing in relation to uric acid profile, leucocytes, heart rate and plasma biochemical parameters, *Veterinary Medicine – Czech*, 57(11), 591–596. https://vetmed.agriculturejournals.cz/artkey/vet-201211-0004_metabolic-responses-in-endurance-horses-during-racing-in-relation-to-uric-acid-profile-leucocytes-heart-rate.php
9. Bartolome, E., & Cockram, M. S. (2016). Potential Effects of Stress on the Performance of Sport Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 40(1), 84–93. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0737080615300721?via%3Dihub>
10. Castejon, F., Trigo, P., Munoz, A. & Riber, C. (2006): Uric acid responses to endurance racing and relationships with performance, plasma biochemistry and metabolic alterations. *Equine exercise physiology. Equine Veterinary Journal*, 36, 70–73. <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05516.x>
11. Cottin, F., Metayer, N., Goachet A. G., Julliand, V., J. Slawinsk, J., Billat V., & Barrey, E. (2010). Oxygen consumption and gait variables of Arabian endurance horses measured during a field exercise test. *Equine Veterinary Journal*, 42, 1–5. <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042-3306.2010.00184.x>
12. Cutler, R. G., Camandola, S., Feldman, N. H., Yoon, J. S., Haran, J. B., Arguelles, S. & Mattson, M. P. (2018). Uric acid enhances longevity and endurance and protects the brain against ischemia. *Neurobiology of Aging*. 12(75), 159–168. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019745801830438X?via%3Dihub>
13. Ebge-Nwiyi, T.N., Kalu, N.A. & Naphtali C. (2012). Preliminary studies on some haematological and serum biochemical parameters of apparently healthy adult horses in Maiduguri, Nigeria. *African Journal of Biomedical Research*, 15(1), 49–53. <https://doi.org/10.4314/>
14. Garcia, A.B., Angeli, N., Machado, L., de Cardoso, F.C., & Gonzalez F. (2015). Relationships between heat stress and metabolic and milk parameters in dairy cows in southern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 889–894. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-015-0804-9>

15. Hikmah, H., Abustam, E., Asja, M. A., & Nahariah, N. (2018). The blood plasma profile of Bali Cattle with different resting statuses before slaughter. *1st International Conference of Animal Science and Technology (ICAST)*, 1–6. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/247/1/012042/pdf>
16. Hill, J. M., Leisewitz, A. L., & Goddard, A. (2011). The utility of uric acid assay in dogs as an indicator of functional hepatic mass. *Journal of the South African Veterinary Association*, 82(2), 86–93. <https://journals.jsava.aosis.co.za/index.php/jsava/article/view/40>
17. Kedzierski, W., Bergero, D. & Assenza A. (2009). Trends of hematological and biochemical values in the blood of young race horses during standardized field exercise tests. *Acta Veterinaria (Beograd)* 59, 457–466. <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0567-83150906457K>
18. Mamun, M. A., Hassan, M. M., Shaikat, A. H., Islam, S. K. M. A., Hoque, M. A., Uddin, M., & Hossain, M. B. (2013). Biochemical analysis of blood of native cattle in the hilly area of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 11(1), 51–56. <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=bioche>
19. Muraoka, S., & Miura, T. (2003): Inhibition by uric acid of free radicals that damage biological molecules. *Pharmacology and Toxicology*, 93, 284–289. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0773.2003.pto930606.x>
20. Nathalie, K., Briec, de M. & Pierre, L. (2008). The oxidant/antioxidant equilibrium in horses. *Veterinary Journal*, 177(2), 178–191. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17897849/>
21. Piccione, G., Vazzana, I., Giannetto, C., Ganesella, M. & Ferrantelli, V. (2008). Modification of some hematological and hematochemical parameters in horse during long distance rides. *Research Journal of Veterinary Sciences*, 1, 37–43. <https://scialert.net/abstract/?doi=rjvs.2008.37>
22. Sautin, Y. Y., & Richard, J. J. (2008). Uric Acid: The oxidant-antioxidant paradox. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*, 27, 608–619. <http://dx.doi.org/10.1080/15257770802138558>
23. Whiting J. (2009): The exhausted horse. In: *Current Therapy in Equine Medicine*. 6th ed. Saunders Elsevier, St. Louis, MO, USA. 926–929.



2025. Номер 11, С 191 – 199

Отримано: 31.03.2025 Прийнято: 24.04.2025 Опубліковано: 29.05.2025

DOI: 10.31890/vttp.2025.11.19

UDC 636.7.09:616.992

EPIZOOTOLOGICAL FEATURES OF ASSOCIATED FORMS OF MYCOSIS IN DOGS IN THE CITY OF TERNOPIL AND THE CITY OF ZAPORIZHZHIA

M.I. Chupryna

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: nickchupryna@gmail.com

Annotation. The article presents the results of a substantiated study of the spread of associated forms of mycosis among dogs and analyzes the identified factors leading to the development of the disease. The study and analysis of the data obtained were conducted on the basis of a private veterinary clinic in the cities of Ternopil and Zaporizhzhia for the period 2022 - 2024. Sick dogs with clinical signs of dermatopathologies were studied. During the specified period, 1067 sick animals with signs of skin lesions were examined. The main methods of detecting pathogens in laboratory confirmation of the diagnosis of dermatomycosis were cytological and cultural. Samples for diagnosis were obtained from the affected areas of the skin. Cytological method was used to examine prints on adhesive tape of cells of the stratum corneum and associated microorganisms. Later, adhesive strips with biomaterial were stained with modified dye "Leukodif", fixed on a slide and subjected to light microscopic examination. The culture method was used to examine the germinated cultures on the nutrient medium "Dermakit", previously material scraped from the affected areas of the skin was added to the medium. The obtained data were calculated statistically. The associated form of mycosis was detected in 44% of cases among animals with dermatomycoses. According to the microbial composition, the largest number of cases was caused by diseases caused in association by *Malassesia* and *Alternaria* (70.4%). The largest number of patients was found among animals of such breeds as Yorkshire Terriers (18.5%), English Cocker Spaniels (15.9%), Dachshunds (13.7%) and Shih Tzus (11.6%); the disease is found only in isolated cases in Basset Hounds and Cane Corso (1.3% each) and German Shepherds (0.9%). The largest number of patients was registered among dogs aged 3-7 years (45.9%), the smallest among puppies up to 1 year old (11.2%). 22.3% of patients were among animals aged 1-3 years, 20.0% - among 7-12 years old. In 60.9% of cases, the animals had previously undergone therapy for skin disease. The sex of the dogs did not significantly affect the incidence, females were slightly more often affected than males (57.9% vs. 42.1%, respectively). The disease had a pronounced seasonality with a peak in the warm season from April (9.4%) and May (9%) to September (10.3%) with a peak in June and July (13.7% and 12%, respectively).

Key words: *associated form of mycosis, alternariosis, malassezia, dogs, epizootological diagnostic method.*

ЕПІЗООТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АСОЦІЙОВАНИХ ФОРМ МІКОЗУ СОБАК У М. ТЕРНОПІЛЬ І М. ЗАПОРІЖЖІ

М.І. Чуприна

Науковий керівник кандидат біологічних наук, доцент **Іванченко І.М.**

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: nickchuprina@gmail.com

Анотація. У статті наведено результати вивчення поширення асоційованих форм мікозу серед собак та проаналізовано виявлені фактори, що призводять до розвитку захворювання. Дослідження та аналіз отриманих даних проведено на базі приватних амбулаторій ветеринарної медицини в м. Тернопіль і м. Запоріжжі за період 2022-2024 рр. Досліджували хворих собак з клінічними ознаками дерматопатологій. У зазначений період досліджено 1067 хворих тварини з ознаками ураження шкіри. Основними методами виявлення збудників при лабораторному підтвердженні діагнозу на дерматомікоз були цитологічний і культуральний. Зразки для діагностики отримували з уражених ділянок шкіри. Цитологічним методом досліджували відбитки на клейкій стрічці клітин рогового шару та супутніх мікроорганізмів. Надалі клейкі смужки з біоматеріалом фарбували модифікованою фарбою «Лейкодіф», фіксували на предметному склі і проводили світлове мікроскопічне дослідження. Культуральним методом досліджували пророшені культури на поживному середовищі «Dermakit», попередньо на середовище вносили матеріал зішкрібів з уражених ділянок шкіри. Отримані дані було обчислено статистично. Асоційовану форму мікозу було встановлено у 44 % випадків серед тварин, хворих на дерматомікози. За мікробним складом найбільшу кількість випадків складала захворювання, що викликали в асоціації *Malassezia* і *Alternaria* (70,4 %). Найбільшу кількість хворих виявлено серед тварин таких порід, як йоркширські тер'єри (18,5 %), англійські кокер спанієлі (15,9 %), такси (13,7 %) і ши-тцу (11,6 %); захворювання зустрічається лише в поодиноких випадках у басет хаундів і кане-корсо (по 1,3 %) і німецьких вівчарок (0,9 %). Найбільшу кількість хворих зареєстровано серед собак у віці 3-7 років (45,9 %), найменшу у цуценят до 1 року (11,2 %). 22,3 % хворих було серед тварин віком 1-3 роки, 20,0 % - серед 7-12 річних. У 60,9 % випадків тварини раніше проходили терапію з приводу захворювання шкіри. Стать собак не впливала суттєво на захворюваність, самки хворіли дещо частіше, ніж самці (57,9 % проти 42,1 % відповідно). Захворювання мало виражену сезонність з піком у теплу пору року з квітня (9,4 %) і травня (9 %) по вересень (10,3 %) з піком в червні і липні (13,7 % і 12 % відповідно).

Ключові слова: асоційована форма мікозу, альтернаріоз, маласезіоз, собаки, епізоотологічний метод діагностики.

Вступ. *Актуальність теми.* За даними досліджень проведеними у Великобританії, було встановлено, що на сьогодні найбільш частою причиною звернень власників тварин до ветеринарних клінік є хвороби з дермальним синдромом. Так, проаналізували 3707 звернень до ветеринара і серед них частка дерматопатологій складала 21,6 % (Hill et al., 2006). Така поширеність обумовлена тим, що багато дерматофітів, що раніше вважалися непатогенними, перейшли до розряду умовно-патогенних, спричиняючи все більшу кількість самостійних інфекцій, або ускладнюючи перебіг основних захворювань (Theelen et al., 2018). До таких збудників належать представники родів *Malassezia* і *Alternaria*. Вони як самостійно, так і в асоційованій формі викликають десимінований дерматит (Guillot & Bond, 2020). Розвиток захворювання відбувається за зниження опірності організму і порушення балансу сталої мікробіоти шкіри внаслідок дії екзогенних та ендогенних чинників (Sparber & Leibundgut-Landmann, 2017; Fernandes et al., 2023). Асоційовані форми

мікозів протікають в хронічній формі, що спричиняє погіршення не тільки екстер'єрних і службових якостей собак, а і суттєво зменшує цілісність шкірного бар'єру, що в свою чергу може призвести до розвитку піодермії.

Поширення альтернаріозу і маласезіозу є небезпечним і для людей. Установлено, що гриби роду *Alternaria* утворюють одну з найпоширеніших груп повітряно-крапельних алергенів та часто асоціюються з іншими патогенами, що спричиняють мультифакторні алергічні стани з респіраторними компонентами у людей (Choudhury & Marte, 2014; Roman et al., 2016; Lee et al., 2019). У свою чергу, маласезії викликають дерматопатологічні стани у людей, що схильні до алергічних станів чи з ослабленим імунітетом (Bond et al., 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні роки все більше приділяється уваги до ролі вторинних дерматомікозів в патогенезі шкірних захворювань. До порід, які мають значну схильність та ризик розвитку дерматитів, спричинених *Malassezia*, на думку авторів (Hill et al., 2006), необхідно віднести вест-хайленд-уайт-тер'єрів, англійських спанієлів, ши-тцу, бассет-хаундів, американських кокер-спанієлів, такс, пуделів та австралійських шовкових тер'єрів. За результатами досліджень вітчизняних науковців з м. Одеса (Іовенко та ін., 2022, 2023), найбільше хворих було серед мопсів, французьких бульдогів, пекінесів, бультер'єрів, джек-расел тер'єрів та чихуахуа.

В інформаційних джерелах відомості, що висвітлюють епізоотологічні особливості асоційованих форм мікозу у собак не описані, що дає підстави для проведення власних досліджень.

Мета роботи. Вивчити епізоотологічні особливості асоційованих форм мікозу собак, що перебігали з клінічними ознаками дисемінованого дерматиту в умовах м. Тернопіль і Запоріжжя.

Завдання дослідження. Шляхом застосування клінічного огляду пацієнтів, цитологічного і культурального методів досліджень встановити методом статистичного аналізу епізоотологічні особливості асоційованих форм мікозу собак.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведено на базі приватних амбулаторій ветеринарної медицини в м. Запоріжжі і Тернополі. Матеріалом слугували 1067 собак віком від 6 міс. до 12 р. з клінічними ознаками дерматиту. Діагноз на альтернаріоз, маласезіоз, мікроспорию і трихофітію було підтверджено на підставі традиційних для інфекційних хвороб методів – збір епізоотологічного анамнезу та клінічне обстеження. Також використовували результати цитологічного (дослідження відбитків з уражених ділянок шкіри на клейкій стрічці) і бактеріологічно-культурального дослідження уражених ділянок тіла собак – вирощування збудників на селективному середовищі *DSM Dermakit* (Choi et al., 2018; Lorch et al., 2018; Puig et al., 2019). Після вирощування колоній дерматофітів на живильному середовищі досліджували їх відбитки на клейкій плівці методом звичайної мікроскопії. Для кращого контрасту мазки-відбитки підфарбовували фарбою *Leucodif 200* (Bond et al., 2010; Alvarez-Perez et al., 2019; Moraru et al., 2019).

Після встановлення діагнозу за принципом аналогів розподіляли хворих собак на групи для вивчення методом статистичного аналізу мікробного складу грибків; схильності до захворювань в залежності від статі, віку, породи; наявності рецидивуючого прояву в анамнезі; сезонності.

Результати досліджень та їх обговорення. На базі амбулаторій ветеринарної медицини в м. Тернопіль і м. Запоріжжі під нашим спостереженням у 2022-2024 рр. перебувало 1067 хворих собаки з дермальним проявом хвороб. Першочергово клінікоепізоотологічними і лабораторними методами диференційної діагностики ми відокремили хворих тварин саме з дерматомікозами, рис. 1.

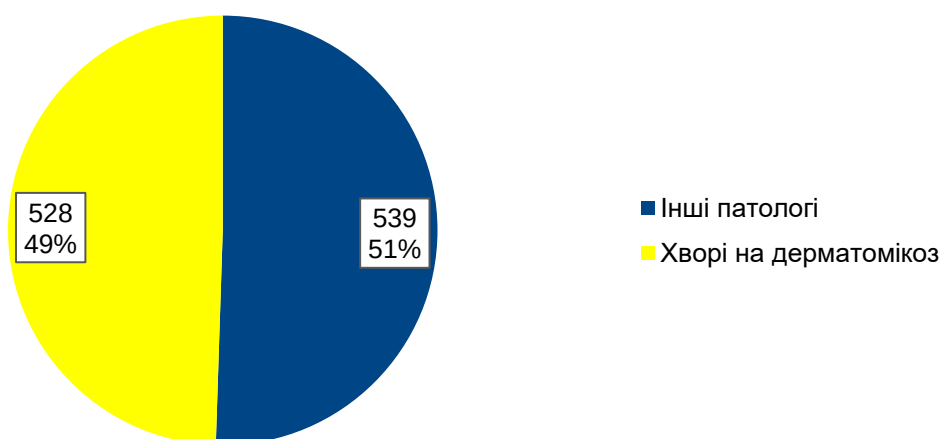


Рисунок 1. Частка хворих собак на дерматомікоз серед хворих собак на дерматопатології.

За нашими спостереженнями частка хворих собак на дерматомікоз складала 49%. Надалі проаналізувавши отримані результати ми встановили кількість хворих собак саме на асоційовану форму дерматомікозів, рис. 2.

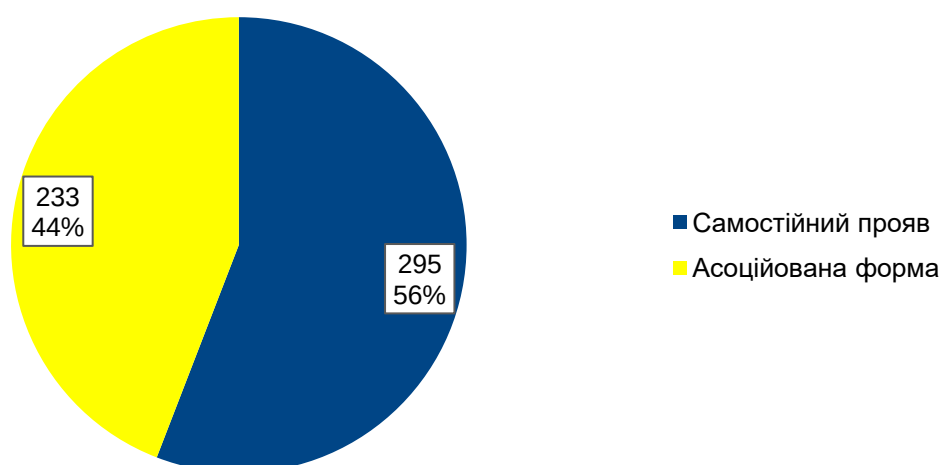


Рисунок 2. Частка хворих собак на асоційовану форму дерматомікозу серед хворих собак на дерматомікози.

У більшості піддослідних собак (56 %) захворювання проходило в самостійній формі, як моноінфекція, водночас у 44 % пацієнтів встановлювали асоційовану форму причиною якою були різні збудники дерматомікозів (табл. 1).

Таблиця 1.

Мікробний склад грибків у хворих собак з асоційованою формою мікозу

Збудники	Кількість хворих за містом дослідження					
	м. Запоріжжя		м. Тернопіль		Разом	
	голів	%	голів	%	голів	%
<i>Malassezia spp.</i> + <i>Alternaria spp.</i>	79	71,8±0,1	85	69,1±0,1	164	70,4±0,1
<i>M. canis</i> + <i>Malassezia spp.</i>	20	18,2±0,1	18	14,6±0,1	38	16,3±0,1
<i>M. canis</i> + <i>Malassezia spp.</i> + <i>Alternaria spp.</i>	11	10±0,1	16	13±0,1	27	11,6±0,1
<i>Trichophyton spp.</i> + <i>Malassezia spp.</i>	-	-	4	3,3±0,1	4	1,3±0,1
Разом	110	100	123	100	233	100

Згідно даним табл. 1 нам вдалося виявити захворювання, що спричинені як класичними дерматофітами, що викликають самостійні захворювання (мікроспорію і трихофітію) в асоціації з умовно-патогенними організмами родів *Malassezia* і *Alternaria*, так і захворювання, що були спричинені патологічною контамінацією лише умовно-патогенних грибків. Представники *Malassezia spp.* і *Alternaria spp.* в асоціації викликали найбільшу кількість захворювань — 70,4 %. Значно менше реєстрували *M. canis* разом з *Malassezia spp.* – в 16,3 % випадків і *M. canis* разом з *Malassezia spp.* і *Alternaria spp.* – в 11,6 % випадків. Найменше хворих собак було на трихофітію в асоціації з маласезіозом (1,3 %) і реєстрували таких собак лише в м. Тернопіль.

Стать тварин не мала суттєвого впливу на захворюваність собак з асоційованою формою мікозу. Хворіли як самці, так і самки. Дані наведено у табл. 2.

Таблиця 2.

Схильність до асоційованих форм мікозу собак в залежності від статі

Збудники	Стать пацієнтів					
	Самці		Самки		Разом	
	голів	%	голів	%	голів	%
<i>Malassezia spp.</i> + <i>Alternaria spp.</i>	72	32,2±0,1	92	39,5±0,1	164	70,4±0,1
<i>M. canis</i> + <i>Malassezia spp.</i>	12	5,2±0,1	26	11,2±0,1	38	16,3±0,1
<i>M. canis</i> + <i>Malassezia spp.</i> + <i>Alternaria spp.</i>	11	4,7±0,1	16	6,9±0,1	27	11,6±0,1
<i>Trichophyton spp.</i> + <i>Malassezia spp.</i>	3	1,3±0,1	1	0,4±0,1	4	1,7±0,1
Разом	98	42,1±0,1	135	57,9±0,1	233	100

Серед обстежених тварин хворих на асоційовані форми мікозів самки хворіли частіше самців — 57,9 % і 42,1 % відповідно. Визначення вікової сприйнятливості собак до асоційованих форм мікозів мало прогностичне значення та дозволяло визначити, які тварини можуть входити до групи ризику та потребують ретельного дослідження на контамінацію грибковою флорою у разі звернення до клініки з патологією шкірних покривів. Дані наведено у табл. 3.

Таблиця 3.

Схильність до асоційованих форм мікозу собак в залежності від віку

Вік пацієнтів	Кількість хворих собак	
	голів	%
до 1 року	26	11,2±0,1
1-3 роки	52	22,3±0,1
3-7 років	107	45,9±0,1
7-12 років	48	20,6±0,1
Разом:	233	100

Як видно за даними табл. 3, найбільше схильними до проявів асоційованої грибкової інфекції були собаки у віці від 3 до 7 р., що складало 45,9 % від усього досліджених тварин. У меншій мірі схильні молодші собаки у віці від 1 до 3 р. (22,3 %) і старші собаки у віці 7-12 років (20,6 %). Лише цуценят до року ми могли розглядати як мало схильних до асоційованого мікозу (11,2 %).

Породна схильність собак до захворювання на асоційовані форми мікозу також мала суттєве прогностичне значення, але й мала, на нашу думку, багатофакторний характер. Серед породних ознак собак на схильність до захворювань ймовірно впливали деякі

відмінності тілобудови, будови складок шкіри, довжина лап, довжина та жорсткість шерсті та інші фізіологічні породні особливості, а також і резистентність породи взагалі, умови утримання та догляду за твариною (порода призначена для кімнатного чи для подвірного утримання тощо). Дані наведено у табл. 4.

Таблиця 4.

Схильність до асоційованих форм мікозу собак в залежності від породи

Порода	Кількість хворих собак	
	голів	%
Йоркширський тер'єр	43	18,5±0,1
Померанський шпіц	14	6±0,1
Той пудель	15	6,4±0,1
Ши-тцу	27	11,6±0,1
Французький бульдог	19	8,2±0,1
Англійський кокер спаніель	37	15,9±0,1
Бігль	8	3,4±0,1
Мопс	7	3±0,1
Лабрадор	9	3,9±0,1
Німецька вівчарка	2	0,9±0,1
Кане-корсо	3	1,3±0,1
Такса	32	13,7±0,1
Басет хаунд	3	1,3±0,1
Безпородні	14	6±0,1
Разом:	233	100

Як видно за наведеними даними (табл. 4), найбільш схильними до асоційованих форм мікозу були собаки довгошерстих порід з ніжним типом конституції. Так, найбільше хворих було зареєстровано серед йоркширських тер'єрів (18,5 %), ши-тцу (11,6 %). Собаки породи англійський кокер-спаніель також хворіли досить часто, імовірно у зв'язку з особливостями росту довгої шерсті, особливо між пальцями (15,9 %). Хвороби у такс реєстрували доволі часто (13,7 %). Французькі бульдоги у зв'язку зі своєю будовою хворіли у 8,2 % випадках. Серед собак малих порід з неналежним доглядом, що спровокував захворювання також реєстрували асоційовану форму мікозу доволі часто – той пудель (6,4 %), померанський шпіц (6 %), безпородні (6 %). Слід зазначити, що до безпородних ми відносили мальтіпу, оскільки вони не зареєстровані, як окрема порода. В майже рівній кількості захворювання реєстрували серед таких порід, як лабрадор (3,9 %), бігль (3,4%), мопс (3%). Більш стійкими виявилися собаки середніх та великих порід — басетхаунд (1,3 %), кане-корсо (1,3 %), німецька вівчарка (0,9 %).

Пацієнти амбулаторій ветеринарної медицини, яким було лабораторно підтверджено діагноз на асоційовану форму мікозу, мали переважно хронічний перебіг. З анамнезу встановлено, що частина тварин мала раніше перенесені шкірні хвороби і дерматомікоз мав рецидивуючий прояв (табл. 5).

Собаки, які раніше проходили терапію з приводу захворювання шкіри, але ідентифікація збудників у них не була підтверджена з тих, чи інших причин, у 60,9 % випадків знову надходили до клініки з симптомами дерматопатологій.

Серед інших епізоотологічних особливостей асоційованої форми мікозу собак, виявляли також певну сезонність захворювання (табл. 6), характерну для м. Запоріжжя і м. Тернопіль.

Таблиця 5.

Рецидивуючий прояв серед собак хворих на асоційовані форму мікозу

Пацієнти з хронічними та первинними отитами	Кількість хворих собак	
	голів	%
Раніше хворіли на дерматомікоз	142	60,9±0,1
Раніше не хворіли на дерматомікоз	91	39,1±0,1
Разом:	233	100

Таблиця 6.

Сезонність асоційованих форм мікозу у собак у м. Тернопіль і м. Запоріжжі

Місяці	Кількість хворих собак	
	голів	%
Січень	11	4,7±0,1
Лютий	14	6±0,1
Березень	15	6,4±0,1
Квітень	22	9,4±0,1
Травень	21	9±0,1
Червень	32	13,7±0,1
Липень	28	12±0,1
Серпень	22	9,4±0,1
Вересень	24	10,3±0,1
Жовтень	12	5,2±0,1
Листопад	19	8,2±0,1
Грудень	13	5,6±0,1
Протягом року:	233	100

Найчастіше реєстрували випадки асоційованої форми мікозу в теплу пору року – з квітня по вересень з піком у червні – липні (13,7-12 % відповідно).

Висновки.

1. У мм. Запоріжжі і Тернопіль у 2022-2024 рр. серед хворих собак з дермальними захворюваннями різного генезу було підтверджено лабораторними методами в 49 % дерматомікоз. З них 44 % протікало саме в асоційованій формі. Представники *Malassezia spp.* і *Alternaria spp.* в асоціації викликали найбільшу кількість захворювань — 70,4 %, а найменше хворих собак було на трихофітію в асоціації з маласезіозом (1,3 %) і реєстрували таких собак лише в м. Тернопіль.

2. Частіше хворих собак на асоційовану форму мікозу реєстрували серед самок (57,9 %), ніж серед самців (42,1 %).

3. Найбільш схильними до асоційованих форм мікозу були собаки у віці 3-7 років (45,9 %), і, в значно меншій кількості, від 1 до 3 років (22,3 %) і від 7 до 12 років (20,6 %).

4. Встановлено певну породну схильність до асоційованої форми мікозу у хворих собак таких порід, як йоркширські тер'єри (18,5 %), англійські кокер спаніелі (15,9 %), такси (13,7 %).

5. Встановлено певну сезонність захворювань на асоційовану форми мікозу серед собак. Найбільшу кількість хворих визначено в теплу пору року, з піковими значеннями у червні-липні (13,7-20 %).

6. Важливе значення має рецидивуючий характер захворювання. Так 60,9 % хворих собак на асоційовані форми мікозу раніше мали в анамнезі перенесені дермальні патології грибкової природи.

References

1. Іовенко, А., Лумедзе, І., Кот С., & Найдіч, О. (2023). Поширення маласезійного дерматиту у тварин різних видів. Аграрний вісник Причорномор'я, (107). <https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.107.06>
2. Іовенко А., Юрченко М., & Коваль Г. (2022). Поширення отиту собак в м. Одесі. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій, 24(107), 40–43. [doi:10.32718/nvlvet10707](https://doi.org/10.32718/nvlvet10707).
3. Alvarez-Perez, S., Garcia, M. E., & Blanco, J. L. (2019). In vitro activity of amphotericin B-azole combinations against *Malassezia pachydermatis* strains, *Medical Mycology*, 57, 196–203. <https://academic.oup.com/mmy/article/57/2/196/4925227>
4. Bond, R., Guillot, J., & Cabanes, F. J. (2010). "Malassezia yeasts in animal disease," in *Malassezia and the skin*, eds T. Boekhout, E. Guého-Kellermann, P. Mayser, and A. Velegraki. *Heidelberg: Springer-Verlag*, 1, 271–299. [doi: 10.1007/978-3-642-03616-3_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03616-3_10)
5. Bond, R., Morris, D. O., Guillot, J., Bensignor, E., Robson, D., Mason, K. V., Kano, R., & Hill, P. (2020). Biology, diagnosis and treatment of *Malassezia* dermatitis in dogs and cats. clinical consensus guidelines of the world association for veterinary dermatology. *Veterinary Dermatology*, 731(1), 73–77. [doi: 10.1111/vde.12834](https://doi.org/10.1111/vde.12834)
6. Chan, W. Y., Hickey, E. E., Khazandi, M., Page, S. W., Trott, D. J., & Hill, P. B. (2018). In vitro antimicrobial activity of monensin against common clinical isolates associated with canine otitis externa. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 57, 34–38. [doi: 10.1016/j.cimid.2018.05.001](https://doi.org/10.1016/j.cimid.2018.05.001)
7. Choi, N., Edginton, H. D., Griffin, C. E., & Angus, J. C. (2018). Comparison of two ear cytological collection techniques in dogs with otitis externa. *Veterinary Dermatology*, 29, 413–e136. [doi: 10.1111/vde.12664](https://doi.org/10.1111/vde.12664)
8. Choudhury, S., & Marte, R. L. (2014). *Malassezia pachydermatis* fungaemia in an adult on posaconazole prophylaxis for acute myeloid leukaemia. *Pathology*, 46, 466–467. [doi: 10.1097/PAT.0000000000000139](https://doi.org/10.1097/PAT.0000000000000139)
9. Fernandes, C., Casadevall, A., & Gonçalves, T. (2023) Mechanisms of *Alternaria* pathogenesis in animals and plants. *FEMS Microbiology Reviews*, 47(6), 1–25. [doi: 10.1093/femsre/fuad061](https://doi.org/10.1093/femsre/fuad061).
10. Guillot J., & Bond R. (2020). *Malassezia* yeasts in veterinary dermatology: an updated overview. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10(79), 1–11. [doi:10.3389/fcimb.2020.00079](https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00079)
11. Hill, P., Lo, A., Eden, C., Huntley, S., Morey, V., Ramsey, S., Richardson, C., Smith, D., Sutton, C., Taylor, M., Thorpe, E., Tidmarsh, R., & Williams, V. (2006). Survey of the prevalence, diagnosis and treatment of dermatological conditions in small animals in general practice. *Veterinary Record*, 158(16), 533–539. [doi: 10.1136/vr.158.16.533](https://doi.org/10.1136/vr.158.16.533).
12. Lee, J., Cho, Y. G., Kim, D. S., Choi, S. I., & Lee, H. S. (2019). First case of catheter-related *Malassezia pachydermatis* fungemia in an adult. *Annals of Laboratory Medicine*, 39, 99–101. [doi: 10.3343/alm.2019.39.1.99](https://doi.org/10.3343/alm.2019.39.1.99)
13. Lorch, J. M., Palmer, J. M., Vanderwolf, K. J., Schmidt, K. Z., Verant, M. L., Weller, T. J., & Blehert, D. (2018). *Malassezia vespertilionis* sp nov.: a new cold-tolerant species of yeast isolated from bats. *Persoonia*, 41, 56–70. [doi: 10.3767/persoonia.2018.41.04](https://doi.org/10.3767/persoonia.2018.41.04)
14. Manion, C. R., & Widder, R. M. (2017). Essentials of essential oils. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 74, 153–162. [doi: 10.2146/ajhp151043](https://doi.org/10.2146/ajhp151043)

15. Moraru, R., Chermette, R., & Guillot, J. (2019). "Superficial mycoses in dogs and cats," in Recent Trends in Human and Animal Mycology, eds K. Singh and N. Srivastava, 27–45. [doi: 10.1007/978-981-13-9435-5_2](https://doi.org/10.1007/978-981-13-9435-5_2)
16. Puig, L., Castella, G., & Cabanes, F. J. (2019). Quantification of *Malassezia pachydermatis* by real-time PCR in swabs from the external ear canal of dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 31, 440–447. [doi: 10.1177/1040638719840686](https://doi.org/10.1177/1040638719840686)
17. Roman, J., Bagla, P., Ren, P., Blanton, L. S., & Berman, M. A. (2016). *Malassezia pachydermatis* fungemia in an adult with multibacillary leprosy. *Medicine Mycology Case*, 12, 1–3. [doi: 10.1016/j.mmcr.2016.05.002](https://doi.org/10.1016/j.mmcr.2016.05.002)
18. Schlemmer, K. B., De Jesus, F. P. K., Loreto, E. S., Farias, J. B., Alves, S. H., Ferreiro, L., & Santurio, J. (2019). In vitro combination of antifungal agents against *Malassezia pachydermatis*. *Medicine Mycology*, 57(3), 324–327. [doi: 10.1093/mmy/myy043](https://doi.org/10.1093/mmy/myy043)
19. Sparber, F., & Leibundgut-Landmann, S. (2017). Host responses to *Malassezia* spp. in the mammalian skin. *Frontiers in Immunology*, 8(1614), 1–7. [doi: 10.3389/fimmu.2017.01614](https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01614)
20. Theelen, B., Cafarchia, C., Gaitanis, G., Bassukas, I. D., Boekhout, T., & Dawson, T. L. Jr. (2018). *Malassezia* ecology, pathophysiology, and treatment. *Medicine Mycology*, 56, 10–25. [doi: 10.1093/mmy/myx134](https://doi.org/10.1093/mmy/myx134)



ON THE ISSUE OF INTRODUCING VIRTUAL MICROSCOPY TECHNOLOGY INTO THE EDUCATIONAL PROCESS OF MORPHOLOGICAL DISCIPLINES

O.V. Byrka, M.M. Kushch, L.M. Lyakhovych, A.V. Zakhar'iev

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: histology@ukr.net

Annotation. Light microscopy, which inaugurated the era of histological research in the XIX century, remains a classic method for determining the structure of cells, tissues and organs of animals in the teaching of a series of morphological disciplines. The study of histological specimens under the light microscope always involves aspects related to the student's ability to identify, correctly diagnose and interpret a microscopic image. The teaching of “Cytology, Histology, Embryology” follows a classical approach: during practical training in the lecture hall of the department, histological preparations are visualised using individual light microscopes. During the training, students analyse the images at the light-optical level under the supervision of the teachers. In order to facilitate the students' learning of educational material, the department has developed educational resources in the form of collections of microphotographs of histological specimens, which are arranged in atlases, methodological instructions, electronograms, thematic diagrams, multimedia presentations, models of early stages of embryonic development and wet specimens. These activities help students to acquire skills in working with a microscope, differentiating histological specimens, understanding the microscopic structure of cells, tissues and organs and determining their physiological purpose, but require considerable amount of teacher's time spent on individual work with students and solving technical problems of microscopy.

Meanwhile, quarantine measures during the COVID-19 pandemic and the prolonged martial law in Ukraine have led to an urgent need to change the classroom-based training to distance or blended learning, to find and use appropriate online platforms. The remote virtual technology created and applied by introducing the method of digital visualisation of histological specimens into the educational process corresponds to the current level of technical possibilities, contributes to the improvement of the quality of the educational process, and is therefore relevant and promising.

Key words: *educational process, histological specimens, light microscope, distance learning, digital visualization.*

ДО ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛЬНОЇ МІКРОСКОПІЇ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС МОРФОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

О.В. Бирка, М.М. Куш, Л.М. Ляхович, А.В. Захар'єв

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: histology@ukr.net

Анотація. Світлова мікроскопія, відкривши епоху гістологічних досліджень у ХІХ столітті, лишається і сьогодні класичним методом встановлення структури клітин, тканин та органів тварин при викладанні комплексу морфологічних дисциплін. Вивчення гістологічних препаратів за використання світлового мікроскопу завжди містить особливості, які пов'язані зі здатністю студента визначити, правильно його діагностувати та інтерпретувати мікроскопічне зображення. При викладанні «Цитології, гістології, ембріології» застосовується класичний підхід: на практичних заняттях в аудиторії кафедри відбувається візуалізація гістологічних препаратів з використанням індивідуальних світлових мікроскопів. В ході занять студенти аналізують зображення на світлооптичному рівні під контролем викладачів. Для кращого засвоєння студентами навчального матеріалу, на кафедрі сформовані освітні ресурси у вигляді колекцій мікрофотографій гістологічних препаратів, які оформлені в атласи, методичних вказівок, електоніграм, тематичних схем-стендів, мультимедійних презентацій, муляжів ранніх етапів ембріонального розвитку та вологих препаратів. Ці заходи сприяють набуттю студентами умінь та навичок роботи з мікроскопом, диференціації гістопрепаратів, розумінню мікроскопічної будови клітин, тканин і органів з визначенням їх фізіологічного призначення, але потребують значних витрат часу викладачів на індивідуальну роботу зі студентом та на вирішення технічних проблем мікроскопії.

Між тим, карантинні заходи за пандемії COVID-19 та тривалий воєнний стан в Україні обумовили нагальну потребу у зміні аудиторної форми навчання на дистанційне чи змішане, на пошук і використання відповідних онлайн платформ. Дистанційна віртуальна технологія, створена і застосована впровадженням методики цифрової візуалізації гістологічних препаратів в навчальний процес, відповідає сучасному рівню технічних можливостей реалізації, сприяє підвищенню якості освітнього процесу, а тому є актуальною і перспективною.

Ключові слова: навчальний процес, гістологічні препарати, світловий мікроскоп, дистанційне навчання, цифрова візуалізація.

Вступ. Із 1980-х років почала активно розвиватися візуалізація гістологічних препаратів завдяки впровадженню відеомікроскопії та технології оцифрування зображень. Цей підхід отримав назву Whole Slide Imaging (WSI), а процес перегляду гістологічних зрізів у цифровому форматі на комп'ютері став відомий як віртуальна мікроскопія. Широкий доступ до Інтернету сприяв упровадженню дистанційних освітніх технологій, які дозволяють охоплювати велику кількість студентів незалежно від їх місцезнаходження.

Можливість використання роботизованих сканерів гістологічних препаратів, розвиток мережових технологій, доступ до високошвидкісного Інтернету, зростання обчислювальних потужностей комп'ютерів і покращення якості зображення дисплеїв створили умови для інтеграції віртуальної мікроскопії в освітній процес як ефективної альтернативи традиційній світловій мікроскопії (Krippendorf & Lough, 2005; Farah & Maybury, 2009; Fonseca et al., 2015).

На початку 2000-х років першими освітніми закладами, які впровадили віртуальну мікроскопію у викладання гістології, стали медичні факультети низки університетів США (Cotter, 2001; Blake et al., 2003; Bloodgood & Ogilvie, 2006; Vainer et al., 2017; Hortsch et al.,

2023). Однак поширення цієї технології на початковому етапі стримували низка технічних обмежень: недостатня продуктивність персональних комп'ютерів, обмежені обсяги серверної пам'яті, відсутність уніфікованих стандартів для створення зображень і програмного забезпечення для їх перегляду, а також проблеми з пропускнуою здатністю мережі (Kumar et al., 2004; Higgins, 2015).

Упродовж останнього десятиліття сформувався сучасний стандарт використання технології (WSI) у викладанні морфологічних дисциплін. Він передбачає: створення колекцій високоякісних цифрових зображень гістологічних препаратів за допомогою спеціалізованих сканерів; їхнє зберігання, обробку, перегляд і передачу для спільного користування. Такий підхід забезпечує здобувачам доступ до віртуальних мікроскопічних зображень як під час навчальних занять у кампусі, так і в дистанційному режимі через мережу Інтернет (Brisbourne et al., 2002; Kumar et al., 2006; Fonseca et al., 2015; Lysachenko et al., 2023).

Паралельно з удосконаленням технологій Whole Slide Imaging (WSI) накопичувався і практичний досвід інтеграції цього підходу до наявних освітніх алгоритмів. F.P. Paulsen запропонував концепцію триетапного розвитку цифрового освітнього контенту, яка передбачає:

створення цифрових колекцій статичних зображень гістологічних препаратів;

впровадження віртуальної мікроскопії з використанням усіх її функціональних можливостей;

формування інтегрованих освітніх ресурсів, що поєднують мікроскопічні зображення у режимі online з анатомічними, рентгенологічними та клінічними матеріалами (Kumar et al., 2006; Paulsen et al., 2010; Pavlina & Ross, 2021).

Завданням даної роботи є узагальнення досвіду роботи кафедр «Цитології, гістології, ембріології» медичних вищих навчальних закладів з впровадження віртуальної мікроскопії в навчальний процес, як альтернативи світловому мікроскопу та об'єктивна оцінка актуальності і перспектив створення сучасних стандартів WSI технологій при викладанні морфологічних дисциплін з метою покращення якості знань, умінь та навичок студентів на факультеті ветеринарної медицини Державного біотехнологічного університету.

Методи досліджень. Аналіз та узагальнення відомостей наукової літератури.

Результати досліджень та їх обговорення. Віртуальна мікроскопія поєднує традиційну світлову мікроскопію з сучасними цифровими технологіями. Гістологічні препарати скануються за допомогою високоякісних сканерів, що забезпечують високу роздільну здатність і чіткість зображення. Отримані зображення окремих полів зору автоматично об'єднуються у єдиний віртуальний препарат, який зберігається у вигляді цифрового файлу на сервері віртуальної мікроскопії. Колекції таких препаратів можуть формуватися як на базі кафедральних, так і міжкафедральних лабораторій цифрової мікроскопії. Спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє переглядати, вивчати та аналізувати віртуальні препарати у межах локальної мережі з будь-якого типу комп'ютерної техніки, а також забезпечує зовнішній доступ до ресурсів через освітні платформи, що підтримують основні формати сканування (Kumar et al., 2006; Weaker & Herbert, 2009; Pavlina & Ross, 2021; Syrtsov et al., 2021).

Технологія віртуальної мікроскопії у викладанні морфологічних дисциплін має низку переваг порівняно з традиційною світловою мікроскопією. Вона відкриває нові можливості для підвищення наочності навчання, забезпечує доступ до зображень високої якості та дозволяє віддалене вивчення гістологічних препаратів. При роботі з віртуальними препаратами можливе плавне масштабування поля зору, зручне перемикання між ділянками препарату без необхідності його фізичного переміщення, перегляд оглядових зображень у мініатюрному режимі, а також виконання таких функцій, як перетягування, обертання, вимірювання, корекція кольору, порівняння тканинних зображень (або одного й того ж зразка, забарвленого різними методами), і перегляд багатофокусних площин

(Hightower et al., 1999; Harris et al., 2001; Krippendorf & Lough, 2005; Kim et al., 2008; Alotaibi & ALQahtani, 2016).

Однією з ключових переваг є можливість колективного перегляду гістологічних препаратів, зокрема рідкісних, у комп'ютерному класі. Особливою функцією, недоступною при використанні традиційного мікроскопа, є створення індивідуальних анотацій до препаратів. Користувачі можуть додавати стрілки, ручні позначки, текстові коментарі, які зберігаються у вигляді окремих файлів і можуть бути використані під час повторного перегляду. Файли віртуальної мікроскопії легко інтегруються в навчальні програми, презентації та освітні матеріали (Kumar et al., 2004; Saco et al., 2016; Zarella et al., 2019). Якісні цифрові препарати зберігаються протягом тривалого часу, не псуються, не потребують ремонту, на відміну від фізичних зразків. Це дозволяє уникнути витрат на придбання та обслуговування світлових мікроскопів і оновлення колекцій препаратів (Weaker & Herbert, 2009; Paulsen et al., 2010; Syrtsov et al., 2021).

Таким чином, віртуальна мікроскопія відповідає сучасному рівню візуалізаційних технологій, підвищує якість викладання морфологічних дисциплін і є економічно доцільним рішенням за умов обмежених ресурсів освітнього закладу. Актуальні тенденції розвитку телепатології також виступають вагомим аргументом на користь впровадження віртуальної мікроскопії у процес навчання патоморфології.

В університетах Європи, США та інших країн створено потужні веб-ресурси у вигляді анотованих бібліотек віртуальних гістологічних препаратів (зокрема, Histology Guide, Iowa Virtual Slidebox, Mainz Histo Maps, The Virtual Microscopy Database тощо). У навчальній практиці апробовано як часткову інтеграцію віртуальної мікроскопії, так і повну заміну традиційних світлових мікроскопів цифровими технологіями (Cotter, 2001; Blake et al., 2003; Bloodgood & Ogilvie, 2006; Vainer et al., 2017; Syrtsov et al., 2021).

У низці університетів, які впровадили технологію WSI, проведено порівняльні дослідження ефективності навчання студентів за допомогою віртуальної та світлової мікроскопії. Результати свідчать про те, що використання WSI сприяє формуванню стійких навичок розпізнавання гістологічних структур і забезпечує необхідний рівень засвоєння матеріалу, а в деяких випадках навіть перевищує результати традиційного навчання. До ключових переваг віртуальної мікроскопії належать: доступ до зображень високої якості, зручна навігація, полегшене сприйняття складного матеріалу, підвищення ефективності навчання, розвиток навичок групової роботи, а також можливість самостійної роботи зі слайдами у будь-який час і з будь-якого місця.

За даними досліджень, проведених у провідних навчальних закладах світу, 85–93 % студентів, мотивованих до навчання, надають перевагу віртуальній мікроскопії (Harris et al., 2001; Brisbane et al., 2002; Krippendorf & Lough, 2005; Weaker & Herbert, 2009; Hamilton et al., 2012; Alotaibi & ALQahtani, 2016; Hortsch et al., 2023). Переважна більшість викладачів також позитивно оцінює впровадження цієї технології, що дозволяє їм ефективніше організовувати заняття завдяки зменшенню непродуктивних витрат часу на вирішення технічних проблем, пов'язаних із використанням світлових мікроскопів. Це сприяє підвищенню наочності викладання та збільшує час для змістовного обговорення матеріалу зі студентами.

Одним із дискусійних питань щодо ефективності віртуальної мікроскопії залишається занепокоєння, що вона не формує достатніх навичок роботи зі звичайним світловим мікроскопом. Однак, ця проблема є другорядною, оскільки більшість випускників медичних факультетів у подальшій професійній діяльності майже не використовують світлову мікроскопію. Натомість для лікаря будь-якого профілю набагато важливішим є знання мікроскопічної будови нормальних і патологічно змінених органів, а саме віртуальна мікроскопія є ефективним інструментом для розвитку цих знань (Hamilton et al., 2012; Higgins, 2015; Hortsch et al., 2023).

Карантинні обмеження, викликані пандемією COVID-19, та тривалий військовий стан в Україні обумовили необхідність переходу від традиційного аудиторного навчання до

дистанційної або змішаної форми, що вимагало пошуку ефективних онлайн-платформ. Науково-педагогічні працівники кафедри нормальної та патологічної морфології ДБТУ оперативно адаптувалися до нових умов, впровадивши технологію дистанційного навчання. Заняття реалізовувалися у форматі аудіо- та відеолекцій і лабораторних занять, які розміщувалися на персональних веб-сторінках викладачів і освітній платформі Moodle. Було розроблено та реалізовано концепцію трьохетапного впровадження цифрового освітнього контенту: створення цифрових колекцій зображень гістологічних препаратів (атласів, методичних вказівок, мультимедійних презентацій), які демонструвалися під час лекцій та лабораторних занять з акцентом на особливості структурної організації клітин, тканин і органів; забезпечення доступу до цифрових колекцій через платформу Moodle для самостійного, поглибленого вивчення структури органів навіть за мінімальних технічних засобів; інтеграція мікроскопічних зображень із контентом з електронної мікроскопії, анатомії, фізіології, біохімії та клінічної медицини у межах єдиної освітньої платформи Moodle для формування комплексних компетентностей у студентів.

Реалізація цієї концепції сприяла глибшому засвоєнню мікроструктури клітин, тканин і органів, полегшила ідентифікацію методів забарвлення гістологічних препаратів, а також стимулювала студентів до замальовування препаратів у власні альбоми-практикуми, що сприяло кращому візуальному сприйняттю і деталізації вивченого матеріалу. Усе це доповнювалося контролем і зворотним зв'язком з боку викладача.

В умовах воєнного стану технології віртуальної мікроскопії відкривають додаткові можливості для самостійної роботи студентів із гістологічними препаратами. Влучно підкреслює значущість візуального сприйняття навчального матеріалу відома цитата: «Краще один раз побачити, ніж тисячу раз почути» (Оксфордський словник цитат, Елізабет Ноулс, 2004).

Для успішної інтеграції технологій WSI у навчальний процес надзвичайно важливими є як матеріально-технічні, так і організаційні передумови. До першочергових потреб належать: придбання сканера гістологічних препаратів, створення серверної інфраструктури, забезпечення відповідного програмного забезпечення, модернізація навчальних аудиторій інтерактивними дошками, комп'ютерами, веб-камерами з мікрофонами та високошвидкісним інтернетом. Придбання гістологічного сканера – це довгострокова інвестиція на рівні закладу вищої освіти, що дозволяє сформувати «єдиний цифровий простір» для дисциплін, пов'язаних із мікроскопією. Вартість технічного оновлення навчального середовища загалом співставна з вартістю сучасних світлових мікроскопів (Hightower et al., 1999; Brisbane et al., 2002; Kumar et al., 2004; Farah & Maybury, 2009). Проєкт впровадження WSI повинен координувати фахівець-морфолог, який володіє знаннями в галузі інформаційних технологій і здатен аргументовано обґрунтувати необхідність його реалізації перед адміністративним керівництвом. У процесі впровадження важливо налагодити ефективну взаємодію між викладачами, технічним і адміністративним персоналом та IT-фахівцями. Критичним чинником успіху є також наявність у колективі співробітників, які не лише володіють цифровими навичками, а й активно розробляють та впроваджують нові інформаційні технології у викладанні. Залежно від обсягу доступних ресурсів, рівня технічної та організаційної готовності, а також специфіки навчальних програм, повний перехід до віртуальної мікроскопії зазвичай триває від трьох до п'яти років (Weaker & Herbert, 2009; Vainer et al., 2017; Pavlina & Ross, 2021; Lysachenko et al., 2023).

Висновки.

Світовий досвід застосування віртуальної мікроскопії у медичній освіті, а також наявність сучасних програмно-апаратних рішень створюють реальні передумови для успішного впровадження WSI-технологій у навчальний процес морфологічних дисциплін. Такий підхід сприяє як покращенню якості навчання, так і ефективному використанню ресурсів у сучасних викликах освітнього середовища

References

1. Alotaibi, O. & ALQahtani, D. (2016). Measuring dental students' preference: A comparison of light microscopy and virtual microscopy as teaching tools in oral histology and pathology. *The Saudi Dental Journal*, 28(4), 169-173. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sdentj.2015.11.002>
2. Blake, C.A., Lavoie, H.A., & Millette, C.F. (2003). Teaching medical histology at the University of South Carolina school of medicine: transition to virtual slides and virtual microscopes. *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist*, 275, 196-206. <https://doi.org/10.1002/ar.25168>
3. Bloodgood, R.A., & Ogilvie, R.W. (2006). Trends in histology laboratory teaching in United States medical schools. *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist*, 289, 169-175. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20111>
4. Brisbourne, M.A.S., Chin, S.S.-L., Melnyk, E., & Begg D.A. (2002). Using web-based animations to teach histology. *The Anatomical Record*, 269, 11-19. <https://doi.org/10.1002/ar.10054>
5. Cotter, R. (2001). Laboratory instruction in histology at the University at Buffalo: recent replacement of microscope exercises with computer applications. *The Anatomical Record*, 265, 212-221. <https://doi.org/10.1002/ar.10010>
6. Farah, C., & Maybury, T. (2009). The e-evolution of microscopy in dental education. *Journal of Dental Education*, 73, 942-949. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2009.73.8.tb04783.x>
7. Fonseca, F.P., Santos, R., Lopes, M.A., Almeida, O.P. & Vargas, P.A. (2015). Transition from glass to digital slide microscopy in the teaching of oral pathology in a Brazilian dental school. *Medicina Oral, Patologia Oral, Cirugia Buca*, 20(1), 17-22. <https://doi.org/10.4317/medoral.19863>
8. Hamilton, P.W., Wang, Y., & cCullough, S.J. (2012). Virtual microscopy and digital pathology in training and education. *Journal of Pathology, Microbiology and Immunology*, 120(4), 305-315. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0463.2011.02869.x>
9. Harris, T., Leaven, T., Heidger, P., ... & Dick, F. (2001). Comparison of a virtual microscope laboratory to a regular microscope laboratory for teaching histology. *Anatomical Record (New Anat)*, 265, 10-14. <https://doi.org/10.1002/ar.1036>
10. Higgins, C. (2015). Applications and challenges of digital pathology and whole slide imaging. *Biotechnic & Histochemistry*, 90(5), 341-347. <http://dx.doi.org/10.3109/10520295.2015.1044566>
11. Hightower, A., Boockfor, F.R., Blake, C.A., & Millette, C.F. (1999). The standard medical microscopic anatomy course: histology circa 1998. *The Anatomical Record*, 257, 96-101. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0185\(19990615\)257:3%3C96::AID-AR6%3E3.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0185(19990615)257:3%3C96::AID-AR6%3E3.0.CO;2-%23)
12. Hortsch, M., Koney, N.K., Oommen, A.M., Yohannan, D.G, Li, Y., de Melo Leite A.C.R., Girão-Carmona V.C.C. (2023). Virtual Microscopy Goes Global: The Images Are Virtual and the Problems Are Real. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1421, 79-124. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30379-1_5
13. Kim, M.H., Park, Y., Seo, D.,... & Kim, W.H. (2008). Virtual microscopy as a practical alternative to conventional microscopy in pathology education. *Basic and Applied Pathology*, 1, 46-48. <https://doi.org/10.1111/j.1755-9294.2008.00006.x>
14. Krippendorf, B.B., & Lough, J. (2005). Complete and rapid switch from light microscopy to virtual microscopy for teaching medical histology. *Anatomical Record (New Anat)*, 285, 19-25. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20066>
15. Kumar, R.K., Freeman, B., Velan, G.M., & De Permentier, P.J. (2006). Integrating histology and histopathology teaching in practical classes using virtual slides. *Anatomical Record (New Anat)*, 289, 128-133. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20105>
16. Kumar, R.K., Velan, G.M., Korell, S.O., Kandara, M., Dee, F.R., & Wakefield, D. (2004). Virtual microscopy for learning and assessment in pathology. *The Journal of Pathology*, 204 (2004), 613-618. <https://doi.org/10.1002/path.1658>
17. Lysachenko, O.D., Shepitko, V.I., Boruta, N.V., Pelypenko, L.B., Vilkhova, O.V., & Voloshyna, O.V. (2023). Vizualizatsiia histolohichnykh preparativ ta zavdan yak sposib pokrashchennia znan, umin ta navychok studentiv-medykiv. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny : Visnyk Ukrainskoi medychnoi stomatolohichnoi akademii*, 23(2.2), 85-87. (in Ukr.). http://dx.doi.org/10.31718/2077-1096.23.2.2.85_1
18. Paulsen, F.P., Eichhorn, M., & Bräuer, L. (2010). Virtual microscopy-The future of teaching histology in the medical curriculum? *Annals of Anatomy publish peer reviewed original articles*, 192(2010), 378-382. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2010.09.008>

19. Pavlina, V., & Ross, M.H. (2021). *Histologhiia: pidruchnyk i atlas. Z osnovamy klitynnoi ta molekuliarnoi biolohii* (8-e vyd.). Kyiv: VSV «Medytsyna». (in Ukr.).
20. Saco, A., Bombi J. A., Garcia, A., Ramírez, J., & Ordi, J. (2016). Current Status of Whole-Slide Imaging in Education. *Pathobiology*, 83(2-3), 79-88. <http://dx.doi.org/10.1159/000442391>
21. Syrtsov, V.K., Yevtushenko, V.M., Popko, S.S., Zidrashko, H.A., Aliieva, O.H., Pototska, O.I., & Tavroh, M.L. (2021). Dosvid zastosuvannia suchasnykh novitnikh metodyk navchannia pry vyvchenni dystsypliny «Histologhiia, tsytologhiia, embriologhiia» u Zaporizkomu derzhavnomu medychnomu universyteti. *Materialy navchalno-metodychnoi videokonferentsii Tsentralnoi metodychnoi rady «Dosvid vprovadzhennia zmishanoi formy navchannia u ZDMU, traiektoriia rozvytku ta mistse v systemi vyshchoi medychnoi osvity»*, 17–19. (in Ukr.).
22. Vainer, B., Mortensen, N.W., Poulsen, S.S., ... & Johansen, F.F. (2017). Turning Microscopy in the Medical Curriculum Digital: Experiences from The Faculty of Health and Medical Sciences at University of Copenhagen. *The Journal of Pathology Informatics*, 8, 11. <https://doi.org/10.4103/2153-3539.201919>
23. Weaker, F.J., & Herbert, D.C. (2009). Transition of a dental histology course from light to virtual Microscopy. *Journal of Dental Education*, 73(10), 1213-1221. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2009.73.10.tb04813.x>
24. Zarella, M.D., Bowman, D., Aeffner, F., ... & Hartman, D.J. (2019). A Practical Guide to Whole Slide Imaging: A White Paper From the Digital Pathology Association. *The Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 143(2), 222-234. <https://doi.org/10.5858/arpa.2018-0343-ra>

Наукове фахове видання

**ВЕТЕРИНАРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Науково-практичний журнал

Заснований у 2018 р.

Видається два рази на рік

№ 11. 2025

Відповідальний за випуск *М.М. Куц*

Комп'ютерна верстка *О.І. Париловський*

Техн. редактор *Л.Ю. Кротченко*

Підп. до друку 29.05.2025 р. Формат 60x84 1/8. Папір офсет.
Ум. друк. арк. 24,2 Тираж 50 прим.

Державний біотехнологічний університет
61002, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна
E-mail: journal.vtb@btu.kharkov.ua