

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

НАУКОВИЙ ВІСНИК

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

СЕРІЯ: ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ



SCIENTIFIC MESSENGER
OF LVIV NATIONAL UNIVERSITY OF VETERINARY
MEDICINE AND BIOTECHNOLOGIES

SERIES: VETERINARY SCIENCES

Том 25 № 112
2023

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки входить до "Переліку наукових фахових видань України" (категорія Б), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук у галузі ветеринарних наук (остання пере-реєстрація згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 1301 від 15 жовтня 2019 р.).

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова редакційної колегії:

В. В. СТИБЕЛЬ, д.вет.н. (Україна)

Заступники голови редакційної колегії

О. М. ФЕДЕЦЬ, к.с.-г.н. (Україна)

Ю. С. СТРОНСЬКИЙ, к.вет.н. (Україна)

Відповідальний секретар

Б. В. ГУТИЙ, д.вет.н. (Україна)

Члени редакційної колегії

Р. АЛКСІЄВИЧ, док. габ. (Республіка Польща)

Р. ВЕІЛЕНМАН, к.вет.н. (Швейцарія)

С. ВІНЯРЧИК, док. габ. (Республіка Польща)

В. В. ВЛІЗЛО, д.вет.н. (Україна)

Л. П. ГОРАЛЬСЬКИЙ, д.вет.н. (Україна)

В. М. ГУНЧАК, д.вет.н. (Україна)

Д. Ф. ГУФРІЙ, д.вет.н. (Україна)

І. В. ДВИЛЮК, к.вет.н. (Україна)

М. М. ЖЕЛАВСЬКИЙ, д.вет.н. (Україна)

М. І. ЖИЛА, д.вет.н. (Україна)

Я. В. КІСЕРА, д.вет.н. (Україна)

І. І. КОВАЛЬЧУК, д.вет.н. (Україна)

Г. І. КОЦЮМБАС, д.вет.н. (Україна)

Б. М. КУРТЯК, д.б.н. (Україна)

К. КУБЯК, док. габ. (Республіка Польща)

М. КОЗІРОВСЬКИЙ, док. габ. (Республіка Польща)

В. В. МЕЛЬНИЧУК, д.вет.н. (Україна)

А. Р. МИСАК, д.вет.н. (Україна)

Р. А. ПЕЛЕНЬО, д.вет.н. (Україна)

Р. ПИЛИП, к.вет.н. (Канада)

Р. ПОГРАНИЧНИЙ, д.вет.н. (США)

А. М. ТИБІНКА, д.вет.н. (Україна)

В. З. САЛАТА, д.вет.н. (Україна)

Л. Г. СЛІВІНСКА, д.вет.н. (Україна)

В. Ю. СТЕФАНИК, д.вет.н. (Україна)

М. Р. СІМОНОВ, д.вет.н. (Україна)

І. М. СОКУЛЬСЬКИЙ, к.вет.н. (Україна)

І. Д. ЮСЬКІВ, д.вет.н. (Україна)

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

Адреса редакційної колегії:

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, Україна, 79010 тел. +38 (032) 2392622, +380681362054 E-mail: admin@vetuniver.lviv.ua, bvkh@ukr.net

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

Series: Veterinary sciences

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

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

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

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

Deputy Editors:

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

J. STRONSKYJ, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

Executive Secretary:

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

Editorial board

R. ALEKSIEWICZ, Dr. Vet. Sci. (Poland)

R. WEILENMANN, Cand. Vet. Sci. (Switzerland)

S. WINIARCZYK, Dr. Vet. Sci. (Poland)

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

L. HORALSKYI, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

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

D. HUFRIY, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

I. V. DVYLIUK, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

M. ZHELAVSKYI, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

M. ZHYLA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

Y. KISERA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

I. KOVALCHUK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

G. KOTSYUMBAS, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

B. KURTYAK, Dr. Biol. Sci. (Ukraine)

K. KUBIAK, Dr. Vet. Sci. (Poland)

M. KOZIOROWSKI, Dr. Vet. Sci. (Poland)

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

A. MYSAK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

R. PELENO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

R. PILIP, Cand. Vet. Sci. (Canada)

R. POGRANICHNIY, Dr. Vet. Sci. (USA)

A. TYBINKA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

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

L. SLIVINSKA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

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

M. SIMONOV, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

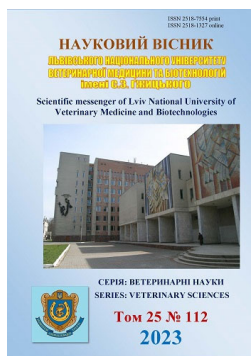
I. SOKULSKYI, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

I. YUSKIV, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

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

Editorial address:

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



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11201
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.7/.8.09:616.9:6

Monitoring of microflora in case of infectious pathology in dogs and cats

I. O. Chemerovska✉, I. O. Rublenko

Bila Tserkva National Agricultural University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 02.08.2023
Received in revised form
04.09.2023
Accepted 05.09.2023

Bila Tserkva National Agricultural
University, Soborna sq., 8/1 Bila
Tserkva, 09111, Ukraine.
Tel.: +38-068-015-24-78
E-mail: chemerovska.i.o@ukr.net

Chemerovska, I. O., & Rublenko, I. O. (2023). Monitoring of microflora in case of infectious pathology in dogs and cats. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 3–15. doi: 10.32718/nvlvet11201

Infectious agents in the environment, favorable conditions, transmission factors, and a weakened animal body lead to an infectious process. Infectious diseases can affect humans and animals equally, so preventing and eliminating pathogenic agents is essential. Moreover, there is a threat of resistance development among pathogens and their spread. This problem is caused by the irrational use of antibacterial drugs for therapeutic purposes, the duration of treatment, and their frequent use. Given that an animal can be a source of infection for humans, there is a risk of transmission of antibiotic-resistant bacterial strains from animal to human. In order to prevent the resistance of microorganisms to antibacterial agents, there is a pharmacodynamic justification for drug dosage regimens and microbiological studies to control the spread of infectious diseases and pathogens that cause disease. The purpose of our research was to monitor infectious pathologies in dogs and cats in the city of Bila Tserkva, to isolate and identify isolates from samples from three veterinary clinics ("Veterinary assistance", 44 Shalom-Aleichem St.; "Interdepartmental Clinic of Small Pets of the Bila Tserkva NAU", 126 Stavyshechanska St.; "Veterinary assistance", 38 Korolenko St.). The test material was sent to the Educational and Scientific Laboratory of Molecular Diagnostics of Bila Tserkva NAU. According to the VebForce system statistics, the most common diseases in companion animals among the clinic's patients were pyometras, otitis media, abscesses, and wounds (of various origins). The results of microbiological monitoring for the period from January 1, 2022, to January 1, 2023, show that the study of infected material in purulent and inflammatory processes revealed a wide variety of isolates. The pyometras in cats were predominantly used: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus epidermidis*. In bitches, *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus canis* were mainly isolated. The following isolates were found in the study of wound microflora (of different origin): in cats – *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*; in dogs – *Staphylococcus spp.*, *S. pseudintermedius*, *Streptococcus spp.* In the study of animals with otitis media – *Escherichia coli* and *Staphylococcus epidermidis* were mainly found in cats, and *Streptococcus spp.* and *Staphylococcus spp.* were mainly isolated from dog abscesses: *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, in dogs – *S. epidermidis* and *Escherichia coli*. Today, infectious pathologies are an urgent problem often found in companion animals.

Key words: dogs, cats, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus spp.*, antibiotics, resistance.

Моніторинг мікрофлори за інфекційної патології у собак і котів

I. О. Чемеровська✉, I. О. Рубленко

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Присутність збудників інфекційних захворювань у навколишньому середовищі, наявність сприятливих умов, факторів передачі та організму тварин призводить до виникнення інфекційного процесу. Інфекційні захворювання можуть вражати людей та тварин, тому профілактика та знищення патогенних агентів має важливе значення. До того ж – є загроза розвитку резистентності серед збудників та їх поширення. Ця проблема пов'язана з нераціональним використанням антибактеріальних препаратів із ліку-

вальною метою, тривалістю лікування, частим їх застосуванням. Враховуючи те, що тварини можуть бути джерелом інфекцій для людей, є ризик передачі антибіотикорезистентних штамів бактерій. Щоб запобігти стійкості мікроорганізмів до антибактеріальних засобів, існує фармакодинамічне обґрунтування режимів дозування препаратів, проведення мікробіологічних досліджень для контролювання розповсюдження інфекційних захворювань і збудників, які викликають даний інфекційний процес. Метою досліджень було провести моніторинг інфекційних патологій у собак та котів у м. Біла Церква, виділити та ідентифікувати ізоляти з відібраних зразків, які надходили з трьох ветеринарних клінік ("Ветеринарна допомога", вул. Шалом – Алейхема, 44; "Міжкафедральна клініка дрібних домашніх тварин Білоцерківського НАУ", вул. Ставищанська, 126; "Ветеринарна допомога", вул. Короленка, 38). Досліджуваний матеріал надходив у Навчально-наукову лабораторію молекулярної діагностики БНАУ. За статистичними даними системи *VetForce*, серед пацієнтів клініки поширеними захворюваннями у тварин-компаньйонів були: піометри, отити, абсцеси та рани (різні за походженням). Результати мікробіологічного моніторингу за період із 1 січня 2022 по 1 січня 2023 року свідчать, що в процесі дослідження інфікованого матеріалу, за гнійно-запальних процесів, виявлено велике різноманіття виділених ізолятів. За піометри у кішок виділяли переважно: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*. У сук виділяли здебільшого *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus canis*. За дослідження мікрофлори ран (різного походження) були виділені такі ізоляти: у котів – *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*; у собак – *Staphylococcus spp.*, *S. pseudintermedius*, *Streptococcus spp.* При дослідженні тварин хворих на отит – у котів переважно траплялися *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, а у собак – *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.* За абсцесів котів переважно виділяли: *Escherichia coli*; *Staphylococcus epidermidis*, у собак – *S. epidermidis* та *Escherichia coli*. Нині інфекційні патології є актуальною проблемою, які часто трапляються у тварин-компаньйонів.

Ключові слова: собаки, коти, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus spp.*, антибіотики, резистентність.

Вступ

Наявність збудників у навколишньому середовищі та контакт тварин, людей із ними, наявність сприятливих умов та факторів передачі сприяє виникненню інфекційного процесу. На сьогодні відомо сотні різноманітних збудників, які здатні викликати інфекційні захворювання у тварин. За даними як вітчизняних (Holovko et al., 2016), так і зарубіжних дослідників (Kolk et al., 2019), серед тварин-компаньйонів поширеними є піометра, отит, абсцес та інфіковані рани. Літературні джерела свідчать, що при дослідженні даних інфекційних патологій у собак та у котів виділяються різні патогени. У більшості випадків дані інфекції провокуються незначною кількістю бактерій. Але ці захворювання являють серйозну проблему під час лікування, а тому потребують постійного моніторингу та бактеріологічного дослідження об'єктів, які їх викликають. Лікування та профілактика інфекцій є важливим питанням, від якого залежить здоров'я не лише тварин, а й людей.

Саме при неконтрольованому і нерациональному використанні антибактеріальних препаратів, при недотриманні рекомендацій лікування відбувається прискорення патогенів до протимікробних препаратів. Актуальним питанням на даний час є вивчення поширення резистентних бактерій, оскільки вони здатні передавати інформацію про стійкість до антибактеріальних препаратів під час контакту однієї бактерії з іншою. Розвиток резистентності серед бактерій сприяє поширенню інфекційних патологій (Baym et al., 2016; Escudeiro et al., 2019; Vivas et al., 2019; Galindo-Méndez, 2020; Santos-Lopez et al., 2021; Baquero, 2021; Hasan et al., 2022). У зв'язку з цим часто відбувається використання антибіотиків 4 і 5-го покоління. Незважаючи на це, боротьба за здоров'я тварин чи людей відбувається із давно відомими і розповсюдженими збудниками, які за своєю природою не є стійкими бактеріями до дії антибіотиків. З метою зниження антибіотикорезистентних збудників захворювань, потрібно вживати низку заходів із перевірених та надійних стратегій: проведення інфекційного контролю, перед призначенням лікування антибактеріальни-

ми препаратами необхідно визначити чутливість виділених збудників до антибіотиків та антибактеріальних препаратів (Aslam et al., 2018). Це дає змогу правильно підібрати необхідний антибактеріальний препарат для ефективного лікування та прискорити термін одужання.

Мета дослідження

Мета дослідження – проведення моніторингу інфекційної патології у собак та котів, виділення та ідентифікація бактеріальних ізолятів із визначенням їхньої чутливості до антибіотиків.

Матеріал і методи досліджень

Матеріали для дослідження надходили із трьох клінік ветеринарної медицини м. Біла Церква, а саме: "Ветеринарної допомоги" (вул. Шалом-Алейхема, 44), "Ветеринарної допомога" (вул. Короленка, 38) та "Міжкафедральної клініки дрібних домашніх тварин при факультеті ветеринарної медицини Білоцерківського НАУ" (вул. Ставищанська, 126). Усі зразки були виключно бактеріальної етіології, відібрані від котів ($n = 381$) та собак ($n = 440$), які надходили із даних установ з метою виявлення збудників та призначення лікування тваринам. Реєстрація тварин проводилася відповідно до статистичних даних системи *VetForce*.

Доставляли матеріал до навчально-наукової лабораторії молекулярної діагностики ФВМ та проводили дослідження з 1 січня 2022 по 1 січня 2023 року. Відібраний матеріал від кожної тварини транспортувався у окремих пробірках, добре закритих стерильними пробками. Усі матеріали нумерували, вказуючи вид, кличку, стать тварин і місце, назву клініки, звідки надходив відібраний матеріал. Біологічний матеріал поміщали у бокси з холодоагентами і доставляли у лабораторію протягом 5–30 хв з моменту відбору. На кожну відібрану пробу формували супровідний документ, в ньому вказували вид біоматеріалу, вид тварини, термін перебігу хвороби, наявність попереднього лікування тощо. Відбір зразків матеріалу та оформлення супровідних документів проводили згідно з

“Правилами відбору зразків патологічного матеріалу, крові, кормів, води та пересилання їх для дослідження” № 15–14/111 від 15 квітня 1997 р. (Державний Департамент ветеринарної медицини, 1997). Бактеріологічні дослідження відібраних зразків проводили за загальноприйнятою методикою (Meechan & Potts, 2020), ідентифікуючи бактерії до виду. Вивчали морфологічні (величина, форма, наявність диференційованих структурних елементів: спор, капсул), культуральні (характер росту на твердих, рідких та напівтвердих середовищах), біохімічні властивості бактерій (цукролітичні, протеолітичні, гемолітичні та інші властивості). З відібраного матеріалу виконували посів на кров'яний м'ясопептонний агар (КМПА), культивували за температури 37 °C протягом 24 год. Виконували бактеріологічні дослідження згідно зі стандартними операційними процедурами (СОПів) та загальними правилами біобезпеки (Nambisan, 2017; Meechan & Potts 2020). По закінченні часу культивування вивчали ріст колоній утворювальних одиниць (КУО). Із кожної колонії виготовляли окремий препарат, фарбували його методом Грама. Методика фарбування мікроорганізмів за Грамом, яку ми використовували, складалася із чотирьох основних етапів: 1) нанесення на 1 хв розчину карболового генціанвіолету на термооброблений препарат-мазок (висушений і зафіксований) та промивання м'яким, непрямим струменем водопровідної води; 2) нанесенням на 1 хв протрави – розчину Люголя та промивання м'яким, непрямим струменем водопровідної води; 3) нанесенням 96° етилового спирту на 15 секунд та промиван-

ням 2 секунди м'яким, непрямим струменем водопровідної води; 4) нанесенням сафраніну на 1 хв із подальшим промиванням м'яким, непрямим струменем водопровідної води. Після чого висувували та проводили мікроскопію (Smith & Hussey, 2016; Sakhniuk et al., 2019; Rublenko et al., 2019; Quesnel, 2022). За наявності мікроорганізмів у досліджуваному препараті-мазку вивчали їх тинкторіальні властивості, виконуючи дослідження із застосуванням імерсійної системи (Rublenko et al., 2019). Для визначення чутливості до антибіотиків виділених ізолятів використовували середовище Мюллера–Хінтона. Чутливість бактерій до антибіотиків та антибактеріальних препаратів проводили диско-дифузійним методом. Даний метод універсальний для широкого спектру антимікробних препаратів. Агар Мюллера–Хінтона готували згідно з інструкцією виробника. Середовище розливали по 25 мл у бактеріологічні чашки діаметром 90 мм. Зберігали у холодильнику за температури 4–8 °C. Підсушували чашки у боксі. Поверхня агару перед посівом була сухою і не мала крапель конденсату.

Результати дослідження

За період моніторингу (з 1 січня 2022 по 1 січня 2023 року) з інфекційною патологією до клінік звернулися власники 381 kota. З діагнозом піометра (рис. 1) було виявлено 78 тварин (20,5 %), з наявністю ран різного походження – 96 (25,2 %), з отитами – 59 (15,5 %) та абсцесами – 148 (38,8 %).

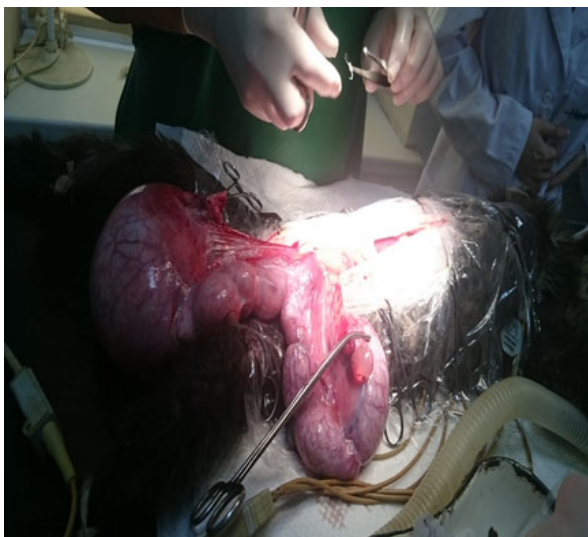
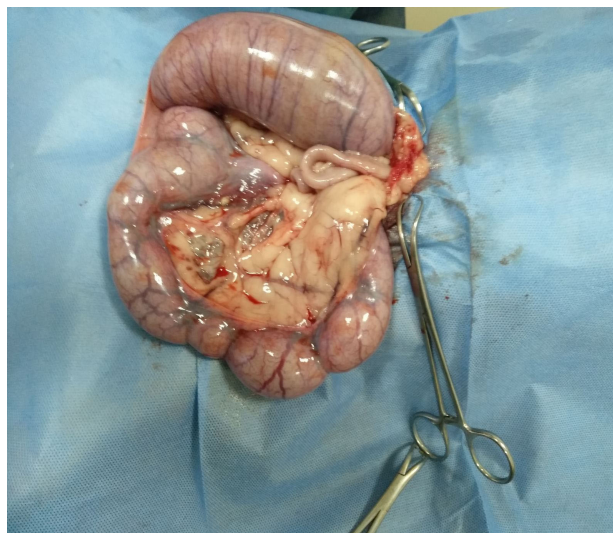


Рис. 1. Відбір проб із матки проби для бактеріологічного дослідження



Проведеними дослідженням встановлено, що з біологічного матеріалу (гнійний екссудат) за піометри у кішок виділяли ізоляти: *Staphylococcus aureus* – 20,5 %; *Escherichia coli* – 17,9 % та *Staphylococcus epidermidis* – 15,4 %. Дещо менший відсоток виділяли *S. uberis* – 10,3 %. Окрім того, нами було виділено *S. faecalis* та *S. pyogenes*, по 6,4 %. Найменшу кількість виділяли *S. entermedium* та *P. vulgaris* – 5,2 %, *K. pneumoniae* – 3,8 %; *P. mirabilis* – 3,8 %; *C. albicans* – 2,5 %; *E. aerogenes* – 1,3 %; *P. aeruginosa* 1,3 % (рис. 2).

Таким чином, найчастіше за піометри у кішок виділяли *Staphylococcus aureus* (20,5 %) та *Escherichia coli* (17,9 %).

Тваринам було виконано хірургічне видалення матки з діагнозом піометра, що на даний час є найбезпечнішим та найефективнішим способом, оскільки за цього методу виділяється джерело інфекції та продукти життєдіяльності мікроорганізмів. Зазначимо, що лікування антибактеріальними препаратами ми здійснювали після мікробіологічного дослідження (іден-

тифікації збудника) і визначення чутливості патогену. При вивченні чутливості у виділених ізолятів *Escherichia coli* було встановлено чутливість до ампіциліну, ($25,2 \pm 0,2$) *Staphylococcus aureus* ($25,1 \pm 0,22$) гентаміцину, *Staphylococcus epidermidis* – левофлоксацину та ванкоміцину.

За період досліджень у котів траплялися інфіковані різані, кусанні, колоті та комбіновані рани тощо (рис. 3).

На [рисунку 4](#) показано результати досліджень 96 зразків ексудату котів.

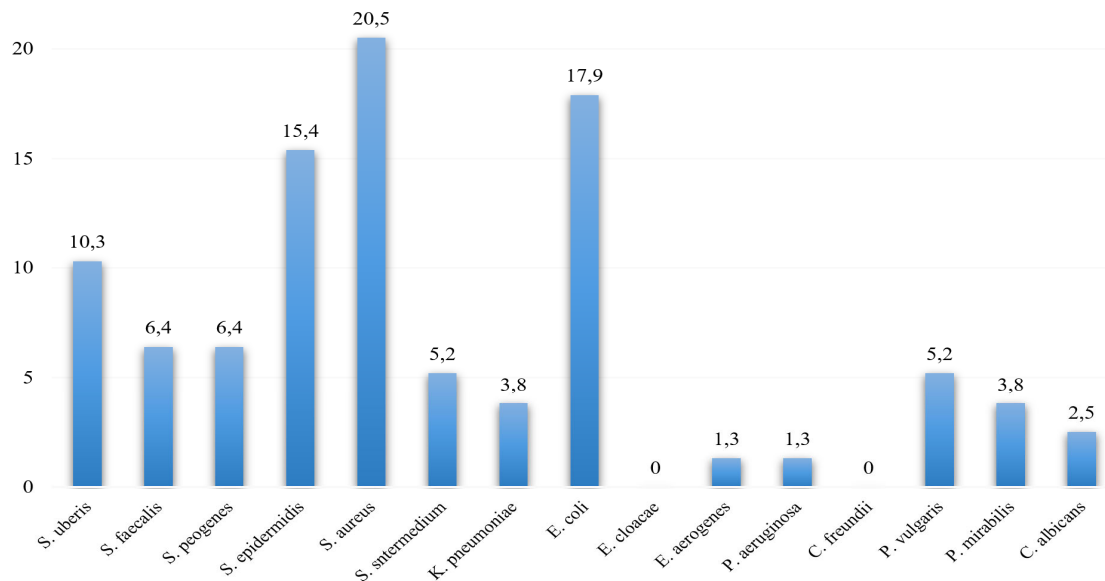


Рис. 2. Ізоляти бактерій, виділені з гнійного ексудату за піометри у кішок, %



Комбінована рана



Різана рана



Колота рана



Кусана рана

Рис. 3. Інфіковані рани різного походження у котів

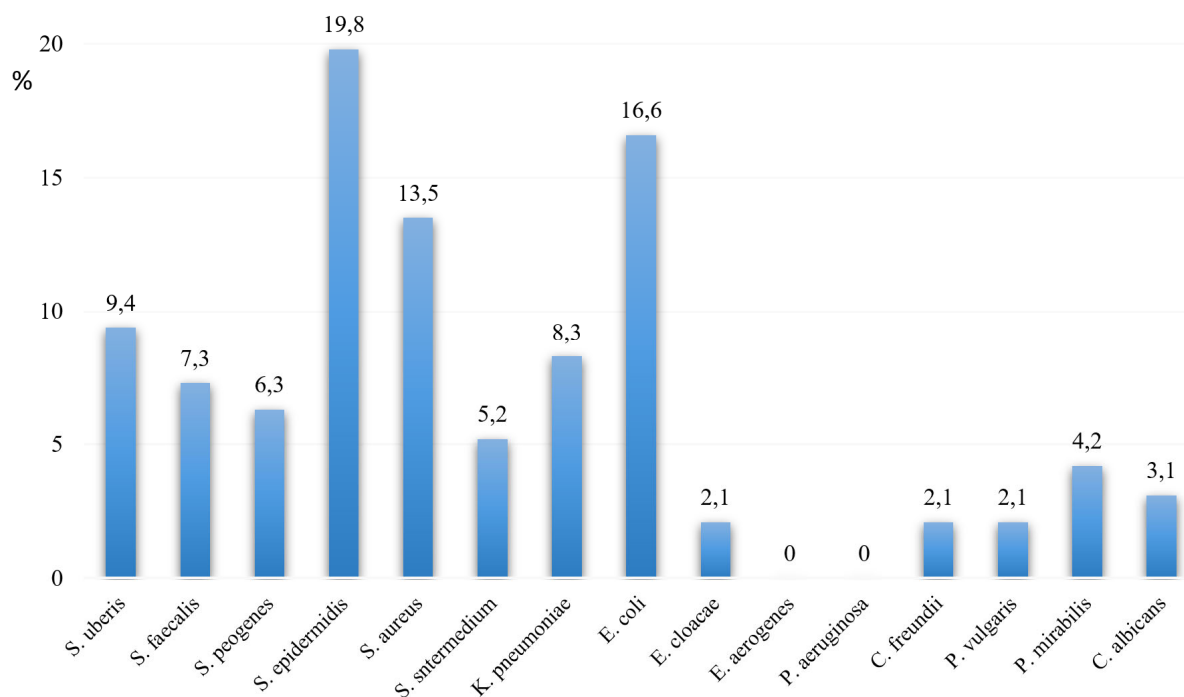


Рис. 4. Ізоляти бактерій, виділені з ексудату ран у котів

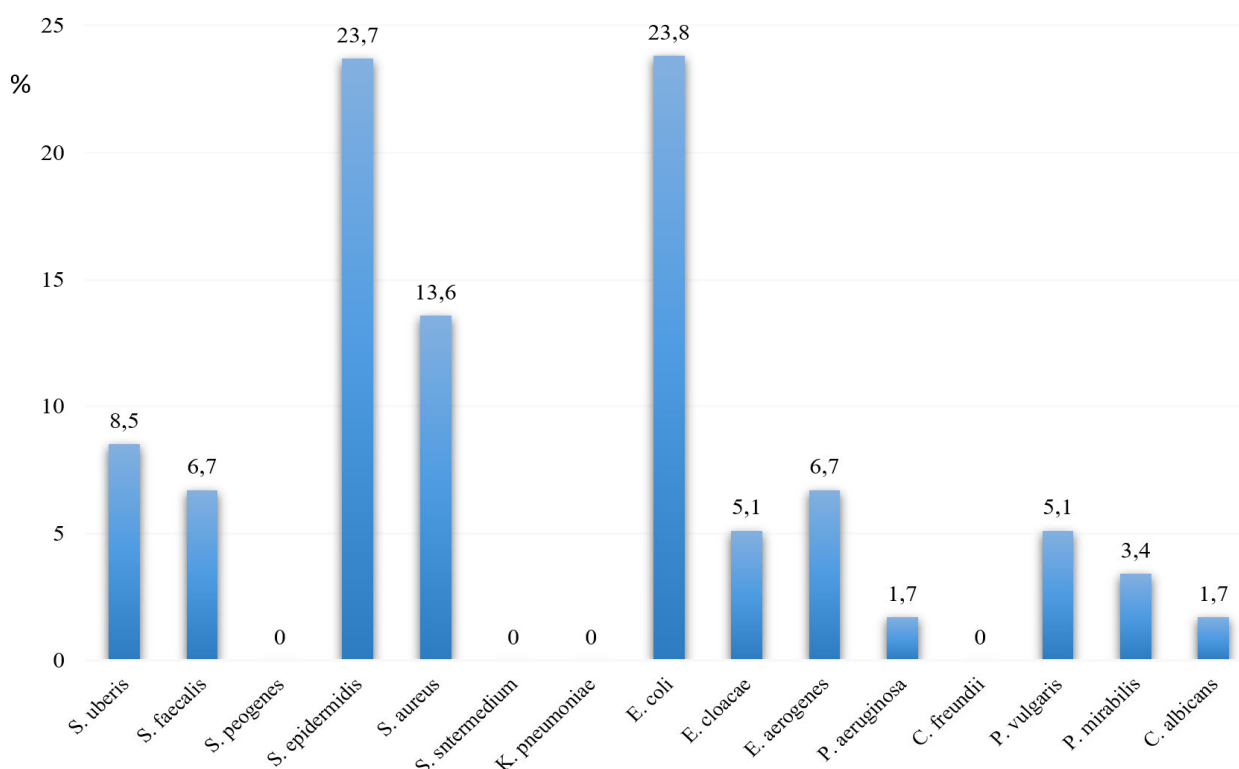


Рис. 5. Ізоляти бактерій, виділені при отитах у котів

Результати досліджень свідчать, що кількість грампозитивної мікрофлори міститься у рані більше, ніж грамнегативної. Окрім того, мікробний пейзаж гнійних ран у котів дуже різноманітний. Оскільки кожна рана – це відкриті ворота для проникнення в організм мікрофлори, то відповідно і будь-яке пошкодження шкіри у котів мало бактеріальне забруднення різними видами бактерій. За результатами бактеріоло-

гічних досліджень встановлено, що найчастіше з ран котів виділяли ізоляти *Staphylococcus epidermidis* – 19,8 %; *Escherichia coli* – 16,6 %; *Staphylococcus aureus* – 13,5 %; Дещо менше траплялося *S. uberis* – 9,4 %; *S. faecalis* – 7,3 %; *S. pyogenes* – 6,3 %; *S. intermedium* – 5,2 %; *K. pneumoniae* – 8,3 %. Найменше траплялося *E. cloacae* – 2,1 %; *C. freundii* – 2,1 %; *P. vulgaris* – 2,1 %; *P. mirabilis* – 4,2 %; *C. albicans* – 3,1 %.

Зокрема, при визначенні чутливості виділених ізолятів встановили, що ізолят *Staphylococcus epidermidis* чутливий до амоксициліну, імipенему (клас карбопенемі). *Escherichia coli* – ампіциліну, (25,5 ± 0,40), *Staphylococcus aureus* (24,7 ± 0,23) гентаміцину.

Найменш поширеними у котів виявилися отити (59 тварин/проб) з виділенням гнійного ексудату та з гіперемією. Нами було встановлено поширеність за отитів у котів збудника *Escherichia coli* – 23,8 %, *Staphylococcus epidermidis* – 23,7 %, а *Staphylococcus aureus* – 13,6 %, *S. uberis* – 8,5 %, дещо менший відсоток мають патогени: *S. faecalis* – 6,7 %, *E. aerogenes* – 6,7 %, *E. cloacae* – 5,1 %, *P. vulgaris* – 5,1 %, *P. mirabilis* – 3,4 %, *P. aeruginosa* – 1,7 %, *C. albicans* – 1,7 % (рис. 5).

Зокрема, зауважимо, що за вивчення чутливості отриманих ізолятів до антибактеріальних препаратів встановлено, що *Staphylococcus epidermidis* чутливий до амоксициліну, імipенему (клас карбопенемі), ізолятів *Escherichia coli* – ампіциліну (24 ± 0,16), *Staphylococcus aureus* – гентаміцину (24,3 ± 0,15)

За час моніторингу в котів виявляли абсцеси. Нами було досліджено 148 проб. Частіше траплялися глибокі абсцеси, оскільки власники тварин невчасно зверталися за допомогою до лікарів ветеринарної медицини (рис. 6).

Результати дослідження ізолятів мікроорганізмів, виділених із гнійного ексудату за абсцесів у котів, наведено на рис. 7.



Рис. 6. Абсцеси у котів

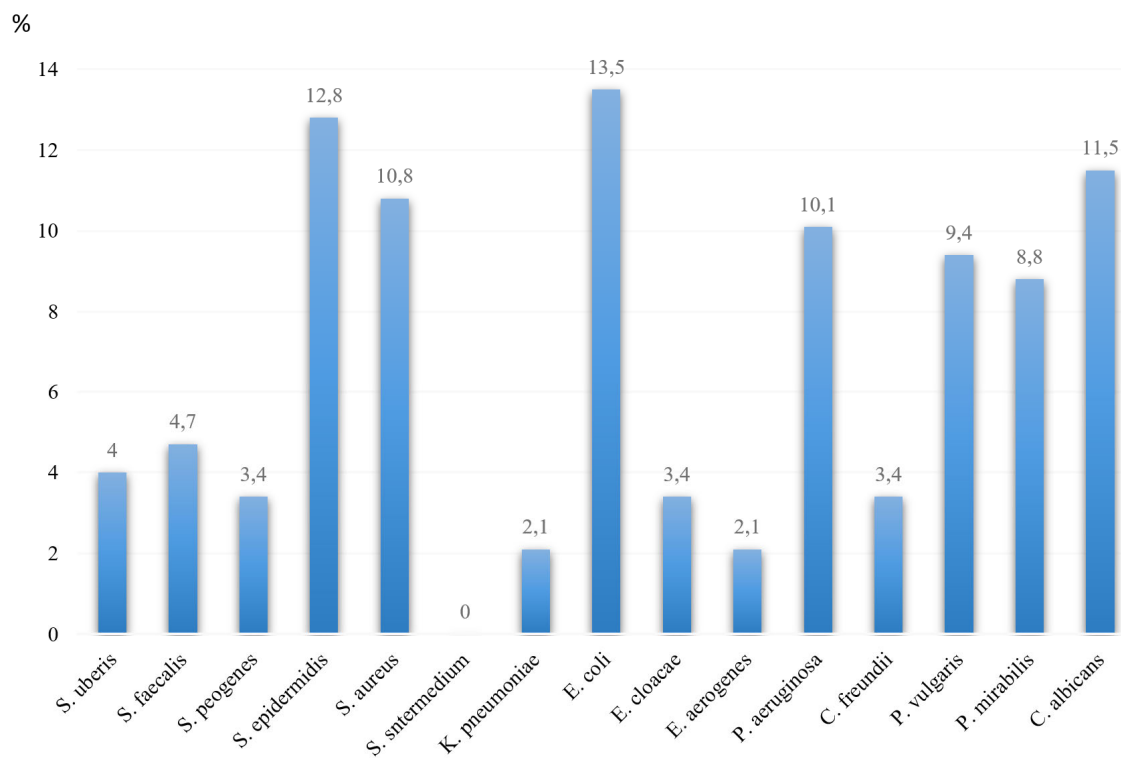


Рис. 7. Ізоляти бактерій, виділенні з гнійного ексудату при абсцесах у котів

Результати проведених досліджень свідчать, що видовий склад мікроорганізмів, ізольованих із гнійного ексудату за абсцесів котів, не відрізняються від ізолятів виділених вищевказаних захворювань. Варто зазначити, що найчастіше ізолювали *Escherichia coli* – 13,5 %, *Staphylococcus epidermidis* – 12,8 % (рис. 8), *C. albicans* – 11,5 %, *Staphylococcus aureus* – 10,8 %. Менш розповсюджені були: *P. aeruginosa* – 10,1 %

(рис. 8), *P. vulgaris* – 9,4 %, *P. mirabilis* – 8,8 %, *S. faecalis* – 4,7 %.

Варто зазначити, що одна із культур *Escherichia coli* при визначенні чутливості до антибактеріальних препаратів виявилась помірночутливою до ампіциліну та колістину (рис. 8), *Staphylococcus epidermidis* – амоксициліну, імipенему, *C. albicans* – мікоцину, флуцитозину, *Staphylococcus aureus* – гентаміцину.

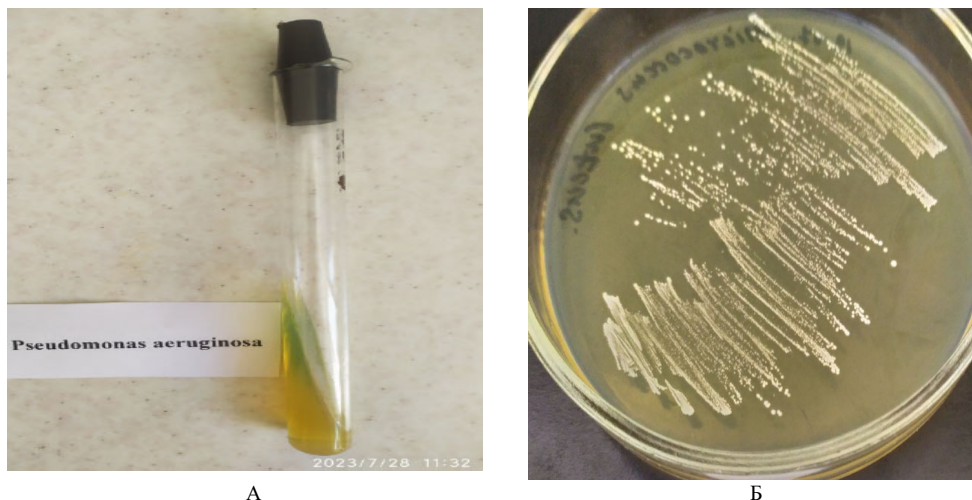


Рис. 8. Ізоляти бактерій *P. aeruginosama* (А) *Staphylococcus epidermidis* (Б), виділенні з гнійного ексудату з абсцесу в котів



Рис. 8. Визначення чутливості одного з ізолятів *Escherichia coli*, виділеної з гнійного ексудату при абсцесі у kota

За час проведеного моніторингу з 1 січня 2022 по 1 січня 2023 року до клінік ветеринарної медицини м. Біла Церква звернулися власники 440 собак. Найпоширенішими проблемами були рани – 157 випадків (35,7 %), які мали різні причини виникнення та неоднаковий ступінь ураження тканин. Рани часто супроводжувалися забрудненням пошкоджених тканин, внаслідок чого виникали запальні процеси, основним фактором яких була наявність збудника інфекції, інколи не одного (рис. 9).

Лікування ран залишається актуальною проблемою у ветеринарній медицині та вимагає застосуван-

ня антибактеріальних препаратів (винятком є асептичні). Моніторинг ранової інфекції свідчить про поширеність ізолятів бактерій: *Staphylococcus* spp. – 15,2 %, *S. pseudintermedius* – 14,0 %, *Streptococcus* spp. – 14,0 %, *Escherichia coli* – 12,8 % та *Streptococcus canis* – 10,8 %. Менше, але теж виділяли: *Staphylococcus intermedius* – 8,9 %, *Enterobacter* spp. – 5,1 %, *Pseudomonas* spp. – 4,5 %, *Staphylococcus pseudintermedius* – 4,5 %, *Proteus mirabilis* – 3,8 %, *Proteus* spp. – 3,2 %, *Klebsiella* spp. – 3,2 % (рис. 10).



Рис. 9. Рани у собак, з яких відбирали проби для бактеріологічного дослідження

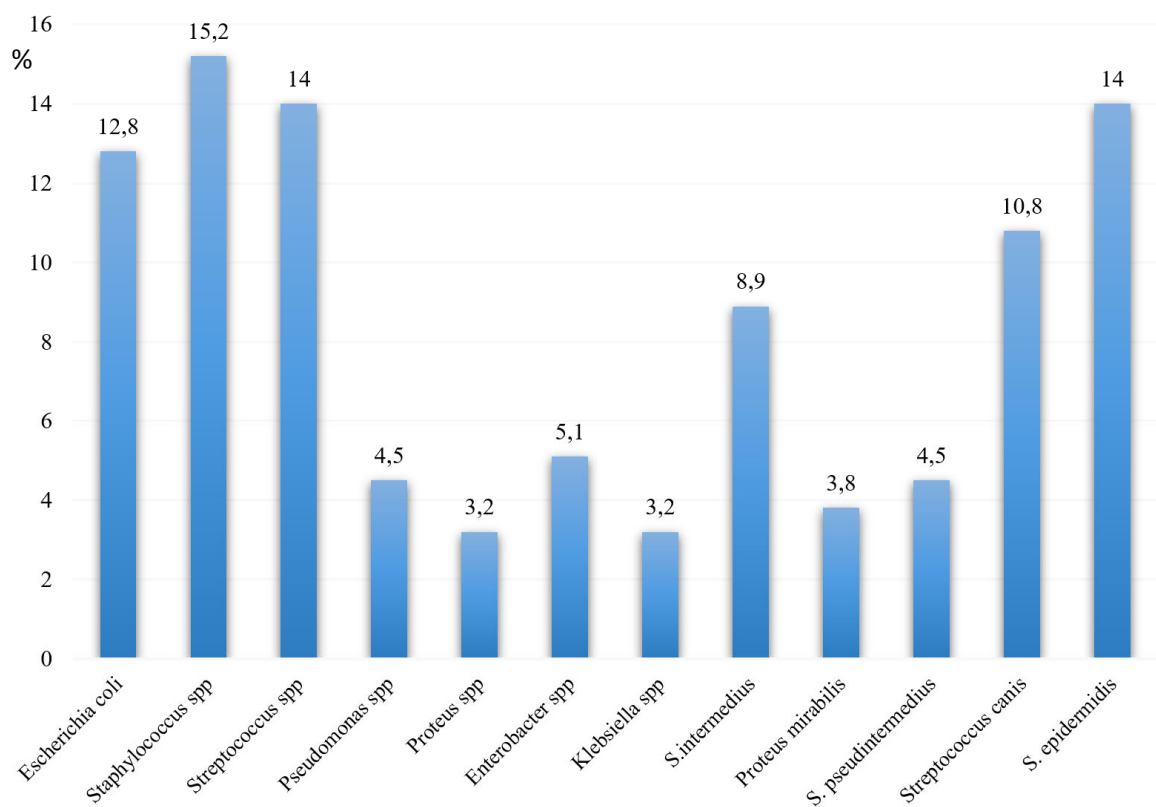


Рис. 10. Ізоляти бактерій, виділені з ексудату ран у собак

Встановлено чутливість до антибактеріальних препаратів: *Staphylococcus* spp. – цефтріаксону, цефтазидиму; *Streptococcus* spp. – метициліну, цефуроксину, *Streptococcus canis* – амоксициліну, *Escherichia coli* – ампіциліну ($25,2 \pm 0,21$).

Окрім того, у тварин реєстрували піометри – 89 (20,2 %), абсцеси – 99 випадків (22,5 %), отити – 95 (21,6 %). За період досліджень нами було зареєстровано 89 випадків піометри (рис. 11).

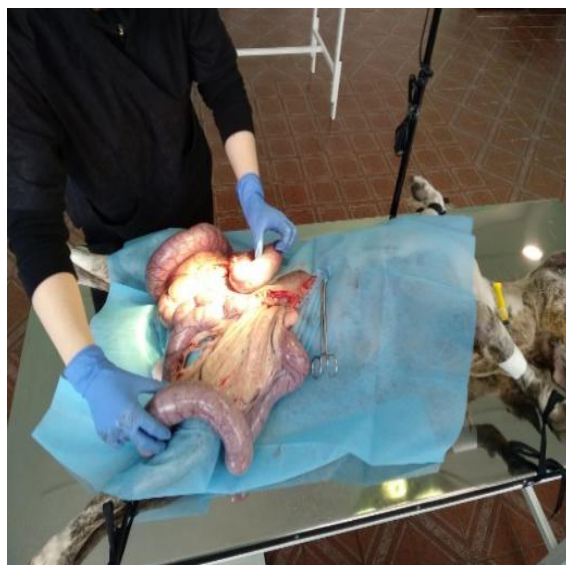


Рис. 11. Піометри у самок собак

У ході досліджень було встановлено, що найпоширенішим виділенням збудником із гнійного екссудату піометри була *Escherichia coli* – 16,8 % від загальної кількості досліджених тварин. Дещо менший відсоток: *Streptococcus* spp. – 13,5 %; *Staphylococcus* spp.

– 11,2 %; *Streptococcus canis* – 11,2 %; *Pseudomonas* spp. – 10,1 %. Найменше виділялися ізоляти: *Chlamydia abortus* – 9,0 %; *Klebsiella* spp. – 7,9 %; *Proteus* spp. – 7,8 %; *Staphylococcus intermedius* – 6,8 %; *Enterobacter* spp. – 5,7 % (рис. 12).

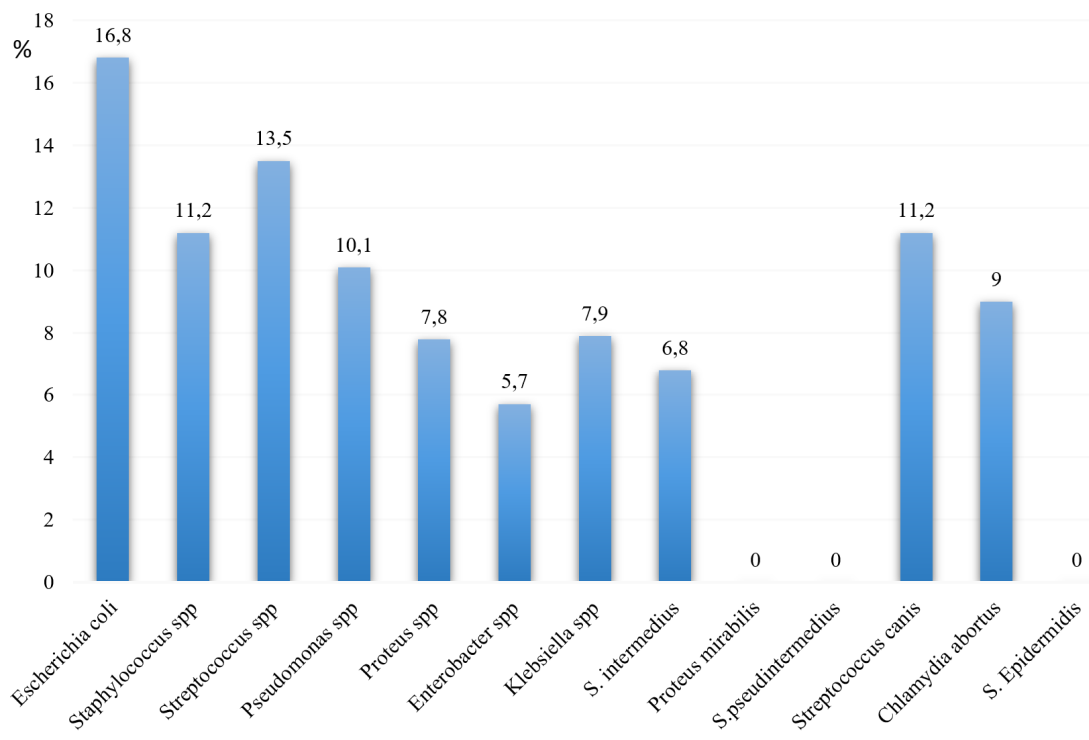


Рис. 12. Ізоляти бактерій, виділені з гнійного екссудату за піометри у сук

При визначенні чутливості було встановлено, що *Escherichia coli* чутлива до ампіциліну ($25,4 \pm 0,21$), ванкоміцину, *Streptococcus canis* – амоксициліну;

Chlamydia abortus – чутлива до групи тетрациклінів, макролідів, *Proteus* spp. – ампіциліну, левофлоксацину.

За період моніторингу також досліджували мікрофлору собак при отитах (рис. 13) загалом було досліджено 95 пацієнтів (найчастіше траплялися собаки із довгими вухами).

джено 95 пацієнтів (найчастіше траплялися собаки із довгими вухами).



Рис. 13. Отити у собак

У ході мікробіологічних досліджень найчастіше виділяли *Streptococcus* spp. – 14,7 %, *Staphylococcus* spp. – 11,6 %, *Klebsiella* spp. – 9,4 %, *Staphylococcus intermedius* – 9,4 %, *Streptococcus canis* – 9,4 %, *Pro-*

teus spp. – 8,4 %, *Staphylococcus pseudintermedius* – 8,4 %, *S. epidermidis* – 8,4 %. Виділяли також патогени: *Escherichia coli* – 7,4 %, *Proteus mirabilis* – 7,3 %, *Enterobacter* spp. – 5,2 % (рис. 14).

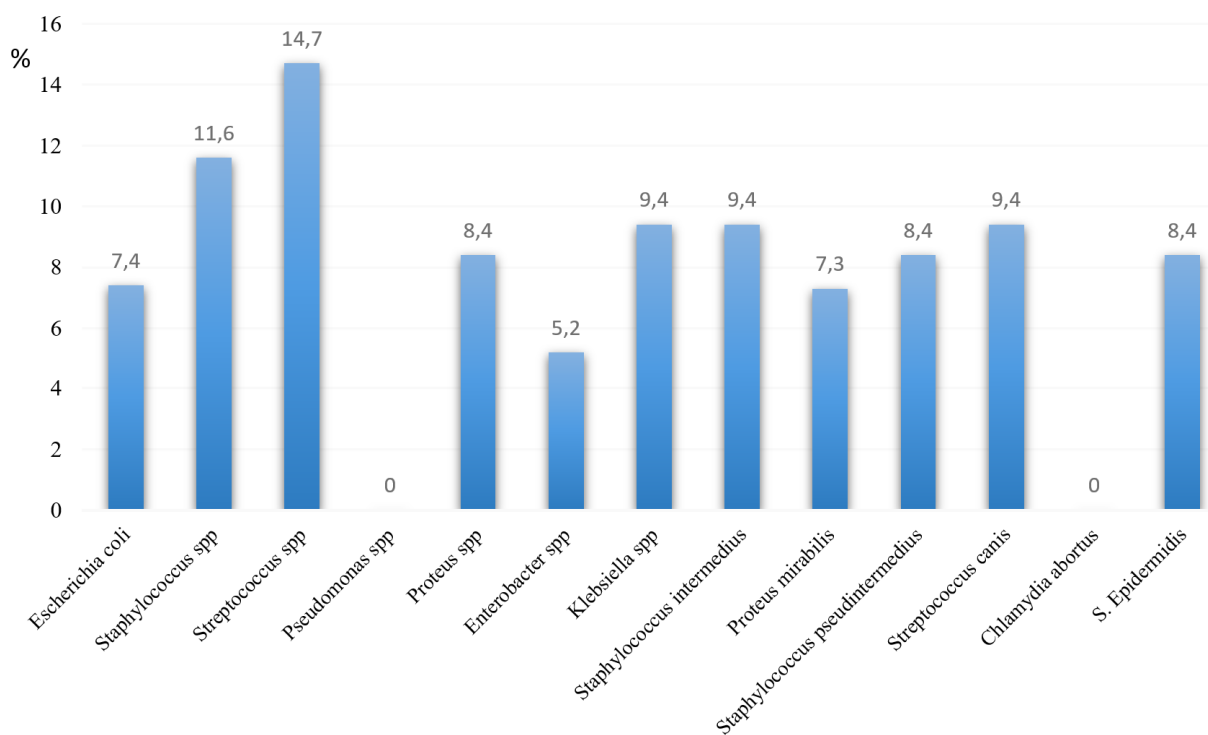


Рис. 14. Ізоляти бактерій, виділені з гнійного ексудату за отитів у досліджених собак

При визначенні чутливості виділених ізолятів до антибактеріальних препаратів встановлено, що *Streptococcus canis* виявився чутливим до ципрофлоксацину ($25,9 \pm 0,28$), *Staphylococcus* spp. – цефтріаксону, цефтазидиму, *Klebsiella* spp. – меропенему,

фосфоміцину, *Escherichia coli* – до ампіциліну ($29,2 \pm 0,18$).

За час проведеного моніторингу траплялися абсцеси у собак, загалом було досліджено 99 тварин-компаньйонів (рис. 15).



Рис. 15. Абсцес у собак

Під час дослідження ми виділяли такі ізоляти: *S. epidermidis* – 16,1 %; *Escherichia coli* – 11,1 %; *Staphylococcus* spp. – 10,1 %; *Streptococcus* spp. – 9,0 %; *Staphylococcus pseudintermedius* – 8,1 %;

Streptococcus canis – 8,1 %; *Pseudomonas* spp. – 7,1 %; *Enterobacter* spp. – 7,1 %; *Proteus mirabilis* – 7,1 %; *Staphylococcus intermedius* – 6,0 %; *Proteus* spp. – 5,1 %; *Klebsiella* spp. – 5,1 % (рис. 16).

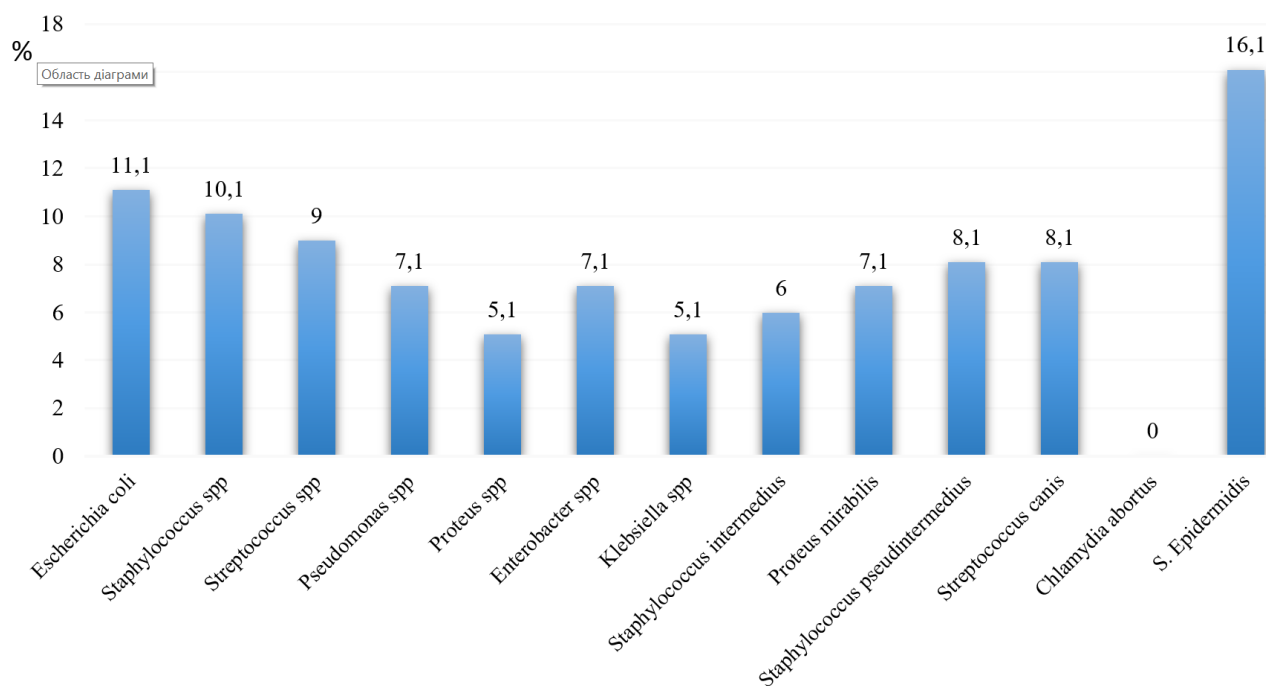


Рис. 16. Ізоляти бактерій, виділені з гнійного ексудату за абсцесів у собак

При визначенні чутливості виділених ізолятів до антибактеріальних препаратів встановлено, що штами *S. epidermidis* мали чутливість до ванкоміцину, а *Escherichia coli* – до ампіциліну ($29,3 \pm 0,20$); *Streptococcus* spp. – ципрофлоксацину ($25,6 \pm 0,26$).

Обговорення

Інфекційні захворювання – розлади здоров'я тварин, що викликаються збудниками, які передаються від інфікованих до здорових тварин. Наявність різних шляхів поширення патогенів, а саме: через повітря, контакт хворих із клінічно здоровими тваринами, наявність предметів, які контактували з хворими (Demchenko, 2020) призводить до їх поширення. Бактеріологічні дослідження є необхідними для постановки діагнозу та вибору лікарських препаратів з метою

боротьби зі збудниками. За даними літературних джерел, здебільшого інфекційні хвороби тварин нині займають значну частку від усієї кількості захворювань (Demchenko, 2020). В Україні, як і в усьому світі, поширена значна кількість резистентних мікроорганізмів до антибіотиків та антибактеріальних препаратів, які викликають інфекційні захворювання бактеріального походження й призводять до значних економічних витрат.

За даними літературних джерел – за піометри матки у самок тварин часто виділяється мікроорганізм, такий як *E. coli*, що підтверджується результатами наших досліджень. Ймовірно, це пов'язано зі значним поширенням цього бактеріального організму в навколишньому середовищі (Smith & Hussey, 2016; Rublenko et al., 2019; Demchenko, 2020; Lopes et al., 2021; Hagman, 2022).

Дослідники (Xavier et al., 2022) зазначають, що за вивчення мікрофлори інфікованих ран у котів найчастіше ізолюють *Staphylococcus aureus*. Результати наших досліджень підтверджують поширеність бактерій роду *Staphylococcus*. Зокрема, дослідник Демченко С. І. стверджує про поширеність переважно збудника *Staphylococcus epidermidis* (Demchenko, 2020).

Бактеріологічні дослідження, проведені нами, свідчать про різноманітність мікробного пейзажу ран тварин-компаньйонів. Встановлено, що у собак при ранах найпоширенішими були ізоляти *Str. faecalis*, *Staph. aureus*, *Staph. epidermidis* та *E. coli*, що підтверджується результатами досліджень інших вчених (Hierdieva & Ivchenko, 2018; Lopes et al., 2021), які виділяли ізоляти *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. (зокрема *Streptococcus canis*), *Escherichia coli*. Автори (Conkov et al., 2022) зазначають, що в більшості випадків отитів у собак причиною захворювання були патогени *Malassezia pachydermatis*. Але за проведення нами досліджень біологічного матеріалу спостерігалась інша тенденція, зокрема поширення *Staphylococcus epidermidis* та *Staphylococcus aureus*.

Висновки

Гнійно-запальні процеси у котів та собак викликаються різними асоціаціями мікроорганізмів. За результатами мікробіологічних досліджень у собак – мікрофлора ран, абсцесів, отитів, піометри найчастіше представлена мікроорганізмами: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *C. albicans*. Зокрема, запальні процеси у собак супроводжувалися розвитком різної мікрофлори із перевагою *S. epidermidis*, *Streptococcus* spp., *Escherichia coli* та *Staphylococcus* spp. Найбільш резистентними до антибіотиків та антибактеріальних препаратів виявилися бактерії роду *Staphylococcus*.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні розповсюдження резистентних мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів у клініках ветеринарної медицини та лікарнях МОЗ.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження проведено відповідно до принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Official Journal of the European Union L276/33, 2010), а також відповідно до Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” від 28.03.2006 р. № 27, ст. 230, наказу МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р., відповідно до “Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах” та схвалено Етичним комітетом Білоцерківського НАУ (висновок № 10/14 від 16.08.22 р., протокол № 14). Матеріали статті можуть бути опубліковані.

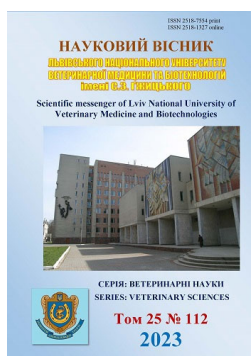
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Aslam, B., Wang, W., Arshad, M. I., Khurshid, M., Mu-zammil, S., Rasool, M. T. H., Nisar, M. A., Alvi, R. F., Aslam, M. A., & Qamar, M. U. (2018) Antibiotic resistance: a rundown of a global crisis. *Infect. Drug. Resist.* 11, 1645–1658. DOI: 10.2147/IDR.S173867.
- Baquero, F. (2021). Threats of antibiotic resistance: an obliged reappraisal. *Int Microbiol.* 24(4), 499–506. DOI: 10.1007/s10123-021-00184-y.
- Baym, M., Stone, L. K. & Kishony, R. (2016). Multidrug evolutionary strategies to reverse antibiotic resistance. *Science*, 351(6268), aad3292. DOI: 10.1126/science.aad3292.
- Conkov, A. E., Proskovcova, M., Vaczi, P., & Malinowska, Z. (2022). In Vitro biofilm formation by *Malassezia pachydermatis* isolates and its susceptibility to azole antifungals. *Journal of Fungi*, 8(11), 1209. DOI: 10.3390/jof8111209
- Demchenko, S. I. (2020). Instytutsiina spromozhnist zakhystu vid infektsiinykh zakhvoriuvan v Ukraini Chasopys Kyivskoho universytetu prava, 1, 196–205. DOI: 10.36695/2219-5521.1.2020.40 (in Ukrainian).
- Escudeiro, P., Pothier, J., Dionisio, F., & Nogueira, T. (2019). Antibiotic resistance gene diversity and virulence gene diversity are correlated in human gut and environmental microbiomes. *mSphere*, 4(3), 19–24. DOI: 10.1128/mSphere.00135-19.
- Galindo-Méndez, M. (2020). Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli*. Importance of Early Diagnosis and Efficient Treatment, 10, 125–132. DOI:10.5772/intechopen.93115.
- Hagman, R. (2022). Pyometra in Small Animals 2.0. *Vet. Clin. N. Am. Small Anim. Pract.*, 52(3), 631–657. DOI: 10.1016/j.cvs.2022.01.004.
- Hasan, C. M., Dutta, D., & Nguyen, A. N. T. (2022). Revisiting Antibiotic Resistance: Mechanistic Foundations to Evolutionary Outlook. *Antibiotics*, 11(1), 40–52. DOI: 10.3390/antibiotics11010040.
- Hierdieva, A. O. & Ivchenko, V. M. (2018). Zbudnyky hniinykh ran u sobak ta vyznachennia yikh chutlivosti do antybiotyky. *Naukovi horyzonty*, 3(66), 56–62 (in Ukrainian).
- Holovko, V. O., Kassich, O. V., Kassich, V. Yu., Holovko, V. A., Kassych, A. V., & Kassych, V. Yu. (2016). Suchasni problemy infektsiinoi patolohii v Ukraini. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Vetrynarna medytsyna*, 6, 119–123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2016_6_33 (in Ukrainian).
- Kolk, H., Endimiani, A., Graubner, C., Gerber, V., & Perreten, V. (2019). Affiliations expand *Acinetobacter* in veterinary medicine, with an emphasis on *Acinetobacter baumannii*. *J Glob Antimicrob Resist.* 16, 59–71. DOI: 10.1016/j.jgar.2018.08.011
- Lopes, C. E., De Carli, S., Riboldi, C. I., De Lorenzo, C., Panziera, W., Driemeier, D., & Siqueira, F. M. (2021). Pet pyometra: Correlating bacteria pathogenicity to endometrial histological changes. *Pathogens*, 10(7), 833. DOI: 10.3390/pathogens10070833.
- Meechan, P., & Potts, J. (2020). Biosafety in microbiological and biomedical laboratories, department of

- health and human services, Washington. URL: https://www.cdc.gov/labs/pdf/SF_19_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf.
- Nambisan, P. (2017). Laboratory biosafety and good laboratory practices. An introduction to ethical, safety and intellectual property rights, 2017, 253–271. DOI:10.1016/B978-0-12-809231-6.00011-9.
- Quesnel, J. (2022). Coloration de Gram: protocole, résultats, positive, négative. Le journal des femmes sante. URL: <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-anatomie-et-examens/2833541-coloration-de-gram-protocole-resultats-positif>.
- Rublenko, I. O., Zotsenko, V. M., Taranukha, S. I., & Ostrovskiy, D. M. (2019). Zahalna mikrobiolohiia. Metodychni vказivky dlia praktychnoi ta samostiinoi roboty studentiv fakultetu veterynarnoi medytsyny z mikrobiolohichnykh metodiv doslidzhen. Bila Tserkva (in Ukrainian).
- Rudenko, P. A. (2008). Perehliad pidkhodiv shchodo likuvannia hniino-zapalnykh ranovykh uskladnen. Materialy 7 mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii z problem dribnykh tvaryn. Chernihiv, 82–84 (in Ukrainian).
- Sakhniuk, V. V., Tyrsin, R. V., Rublenko, M. V. & Rublenko, I. O. (2019). Standartni operatsiini protsedury (SOP) iz biobezpeky. Protokol iz zasidannia vchenoi rady FVM BNAU vid 28 serpnia 2019. URL: https://btsau.edu.ua/sites/default/files/news/pdf/norm_doc_pechat/sop_iz_biobezpeki.pdf (in Ukrainian).
- Santos-Lopez, A., Marshall, C. W., Haas, A. L., Turner, C., Rasero, J., & Cooper, V. S. (2021). The roles of history, chance, and natural selection in the evolution of antibiotic resistance. *Elife*, 10, e70676. DOI: 10.7554/eLife.70676.
- Smith, A., & Hussey, M. A. (2016). Gram stain protocols. American society for microbiology, 1–9. URL: <https://asm.org/getattachment/5c95a063-326b-4b2f-98ce-001de9a5ece3/gram-stain-protocol-2886.pdf>.
- Vivas, R., Barbosa, A. A. T., Dolabela, S. S., & Jain, S. (2019). Multidrug-Resistant Bacteria and Alternative Methods to Control Them: An Overview. *Microbial Drug Resistance*, 25(6), 890–908. DOI: 10.1089/mdr.2018.0319.
- Xavier, R. G. C., Silva, P. H. S., Trindade, H. D., Carvalho, G. M., Nicolino, R. R., Freitas, P. M. C. & Silva, R. O. S. (2022). Characterization of *Escherichia coli* in dogs with pyometra and the influence of diet on the intestinal colonization of extraintestinal Pathogenic *E. coli* (ExPEC). *Vet. Sci.*, 9, 245. DOI: 10.3390/vetsci9050245.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11202
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 338.439.4:339(450)

Analysis of the Italian honey market

O. O. Medvid¹, Zh. O. Peredera², N. S. Shcherbakova², S. B. Peredera²✉

¹Partnership with a limited supply “Sadi Venice”, Basano del Grappa, Italy

²Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Article info

Received 07.08.2023

Received in revised form

07.09.2023

Accepted 08.09.2023

Partnership with a limited
supply “Sadi Venice”,
Basano del Grappa, Italy.

Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.
Tel.: +38-066-560-32-14
E-mail: 13peredera@ukr.net

Medvid, O. O., Peredera, Zh. O., Shcherbakova, N. S., & Peredera, S. B. (2023). Analysis of the Italian honey market. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 16–21. doi: 10.32718/nvlvet11202

In the areas of the European Union, which are traditionally considered honey producers, we are observing a decrease in nectar resources and a decrease in the number of bee colonies due to anthropogenic factors, the destructive influence of pesticides and other chemical compounds, the development of new parasitocenoses, climate changes and experimental phenomena accompanying these changes, according to FAO, the population bees decreased by 37 %. Due to climate changes, honey production is decreasing in Italy. Honey consumption in the European Union exceeds production with self-sufficiency by 60 %. In 2021, the leading honey suppliers were Ukraine (which supplies 30 % of EU imports) and China (almost 28 % of EU imports). Comparing the data with 2020, we can note the increase in imports from China by 30 %. Since 2015, the European Commission has been monitoring the European honey market, noting a significant percentage of fraud and falsification of honey sold in the EU. Among the imported batches of honey in the EU in 2021 and 2022, almost every second (46 %) is suspected of adulteration, according to the results of “From the Hives” Joint Research Center (JRC) of the European Commission. Honey for sale must comply with Directive UE 2001/110/CE. In the coordinated joint actions of the EU, called “Dagli alveari” by 15 EU member states, Switzerland, and the Netherlands, 320 samples of honey originating from 20 exporting countries were selected. The research aimed to establish the presence of sugar syrups of exogenous origin to increase the volume to obtain more profit. Out of 320 examined samples, 147 (46 %) turned out to be falsified; their indicators did not meet the Directive UE 2001/110/CE, and accordingly, they are not “natural honey”. Falsified batches of honey were imported from Ukraine and China (66 out of 89 is 74 %), and honey originating from Turkey (14 out of 15 is 93 %). Honey imported from Great Britain has the highest adulteration rate (10 out of 10, 100 %). In Italy, a comprehensive action plan has been introduced to prevent the falsification of honey. The new control plan should include a quantitative increase in samples for research and the use of more effective tests to detect falsification: nuclear magnetic resonance (RMN) and high-performance liquid chromatography (HPLC). Honey produced in Italy must have the inscription “Italian honey” on the label, while honey originating from the countries of the European Union must contain the inscription “mixture of honey originating from the EU countries”, indicating the names of the producing countries. If honey comes from non-EU countries, it should be written “a mixture of honeys from non-EU countries” with the name of the producer country added.

Key words: honey, honey producers, falsification of honey, organic honey.

Аналіз ринку меду Італії

О. О. Медвідь¹, Ж. О. Передера², Н. С. Щербакова², С. Б. Передера²✉

¹Товариство з обмеженою відповідальністю “Сади Венеції”, Басано дел Граппа, Італія

²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У зонах Європейського Союзу, які традиційно вважаються виробниками меду, спостерігається зменшення нектарних ресурсів і зниження кількості бджолоосімей через антропогенні фактори, руйнівні впливи пестицидів та інших хімічних сполук, розвиток нових паразитоценозів, кліматичні зміни та експериментальні феномени, що супроводжують ці зміни. Внаслідок цього, за даними

FAO, популяція бджіл скоротилася на 37 %. А отже – через зміни клімату в Італії зменшується виготовлення меду. Споживання меду в Європейському Союзі перевищує виробництво з самозабезпеченням на 60 %. У 2021 році основними постачальниками меду були Україна (яка поставляє 30 % імпорту в ЄС), Китай (майже 28 % імпорту ЄС). Порівнюючи дані з 2020 роком, можемо зауважити збільшення імпорту з Китаю на 30 %. Починаючи з 2015 року, Європейська комісія проводить моніторинг європейського ринку меду, фіксуючи значний відсоток фальсифікації меду, який продається в ЄС. Серед імпортованих партій меду в ЄС у 2021 та 2022 роках майже кожна друга (46 %) підозрюється у фальсифікації відповідно до результатів “From the hives” Joint Research Centre (JRC) Європейської Комісії. Мед, що надходить до продажу, повинен відповідати Директиві UE 2001/110/CE. У координуваних спільних діях ЄС, які мають назву “Dagli alveari”, 15 країнами членами ЄС, Швейцарією та Нідерландами було відібрано 320 проб меду, який мав походження з 20 країн-експортерів. Метою досліджень було встановити присутність цукрових сиропів екзогенного походження для збільшення його об'єму та отримання більшого прибутку. З 320 досліджених проб 147 (46 %) виявилися фальсифікованими, за показниками не відповідали Директиві UE 2001/110/CE, а відповідно не є “натуральним медом”. Фальсифіковані партії меду були імпортовані з України та Китаю (66 на 89, це 74 %), мед який походив з Туреччини (14 на 15, це 93%). Мед, імпортований з Великої Британії, мав коефіцієнт фальсифікації найбільш високий (10 на 10, це 100 %). В результаті досліджень як корегувальний фактор в Італії запроваджений комплексний план дій щодо запобігання фальсифікування меду. Новий план контролю повинен включати в себе кількісне збільшення проб для дослідження і використання більш ефективних тестів для визначення фальсифікації: ядерно-магнітний резонанс (RMN), рідинна хроматографія (HPLC). Мед, виготовлений в Італії, на етикетці повинен мати напис “італійський мед”, тимчасом як мед, що походить з країн Європейського Союзу, повинен містити напис “суміш медів які походять з країн ЄС”, вказуючи назви країн виробників. Якщо ж мед походить з країн, що не входять до ЄС, повинно бути написано “суміш медів, які походять з країн, що не входять до ЄС”, з додаванням назви країн виробників.

Ключові слова: мед, виробники меду, фальсифікація меду, органічний мед.

Вступ

На споживчому ринку попит на мед постійно зростає (з 2010 року приблизно на 20000 тонн кожний рік). Споживання підвищується завдяки збільшенню чисельності населення та збільшенню кількості бажаючих споживати натуральний і здоровий продукт. Але на фоні постійного зростання попиту на якісний мед вироблення його не має відповідного кількісного росту (Dymerski et al., 2014; Junie et al., 2016; Boussaid et al., 2018; Chen, 2019).

У зонах Європейського Союзу, які традиційно вважаються виробниками меду, спостерігаємо зменшення нектарних ресурсів і зниження кількості бджолосімей через антропогенні фактори, руйнівний вплив пестицидів та інших хімічних сполук, розвиток нових паразитозів, кліматичні зміни та екстремальні феномени, що супроводжують ці зміни, за даними FAO, популяція бджіл скоротилася на 37 %. Через зміну клімату в Італії зменшується одержання меду в весняний період з черешень, кульбаби, асфоделії,

акації та цитрусових (Flanjak et al., 2016; Gül & Pehlivan, 2018).

В цій ситуації кількість всесвітнього виготовлення і поширення фальсифікату зростає, ставлячи мед на третє місце після молока та олії у класифікації продуктів харчування, які найбільше підроблюються на світовому рівні (database USA Pharmacopeia's Food Fraud List 2018).

Результати та їх обговорення

Споживання меду в Європейському Союзі перевищує виробництво з самозабезпеченням тільки на 60 %. У 2021 році основні постачальники меду були Україна (яка поставляє 30 % імпорту в ЄС), Китай (майже 28 % імпорту ЄС). Порівнюючи дані з 2020 роком, можемо зауважити збільшення імпорту з Китаю на 30 % (табл. 1). Середня ціна меду, імпортованого до Європи, показує різницю між мінімальними показниками менше ніж 2 євро для України (1,89 євро/кг) і Китаю (1,36 євро/кг) і майже 7 євро за кілограми для Сербії.

Таблиця 1

Основні країни-експортери меду Extra ЄС до Європейського Союзу

Показники	2018 р.		2019 р.		2020 р.		2021р.	
	тонн	%	тонн	%	тонн	%	тонн	%
Україна	40636	24,3	44523	26,6	54802	31,3	53849	31,1
Китай	44680	26,7	45108	27,0	36790	22,0	47986	27,7
Аргентина	24485	14,6	21269	12,7	22816	12,9	14396	8,3
Мексика	16309	9,7	18205	10,9	17393	9,8	15486	8,9
Бразилія	4201	2,5	3562	2,1	6079	3,5	7934	4,6
Інші	37152	22,3	30430	20,7	37005	20,5	33635	19,4
Extra ЄС	167463		167097		174885		173284	

Джерело: Eurostat Comext

Зниження виробництва меду в Італії залишило місце для імпорту, який у 2022 році виріс на 12 %, що за кількістю продукту відповідає більш ніж 26,5 мільйона кілограм. При цьому частка імпортованого меду з Туреччини виросла на 146 %, Китаю – на 66 %, Румунії – на 134 %, України – на 83%.

За результатами даних Istituto di Servizi per Mercato Agricolo Alimentare, за вересень 2022 маємо такі дані щодо наявності меду на ринку Італії (табл. 2).

Таблиця 2

Наявність меду на ринку Італії з 2017 року по 2021 рік (тонн)

Показники	2017	2018	2019	2020	2021
Виробництво	14500	22000	15000	185000	12450
Імпорт	23602	27875	23580	21041	24116
Експорт	6765	5335	5458	3731	8096
Споживання	31338	44540	33123	35810	28469
Самозабезпечення %	46	49	45	52	44

(Джерело: обробка даних Osservatorio Nazionale Miele, Istat)

Сектор виробництва меду є структурно дефіцитним, і його кількість має потужну залежність від експорту меду, який являє собою подвійну кількість від виробленого в Італії (рис. 1).

У 2021 році більш ніж з 215 тисяч вуликів бджіл отримано органічний мед, що відповідає 12 % від усього об'єму отриманого меду з тенденцією постійного зростання (на більше ніж 12 тисяч вуликів щодо 2020 року) (рис. 2).

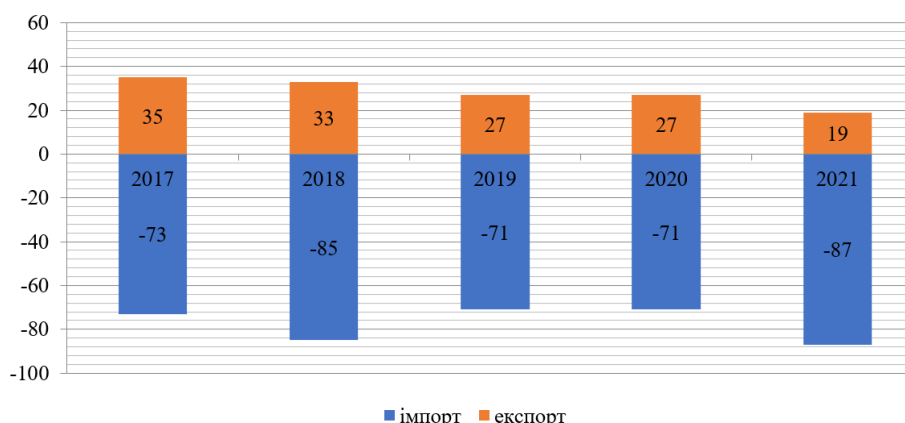


Рис. 1. Комерційний бюджет імпорту-експорту в мільйонах євро

Джерело: обробка даних Istat

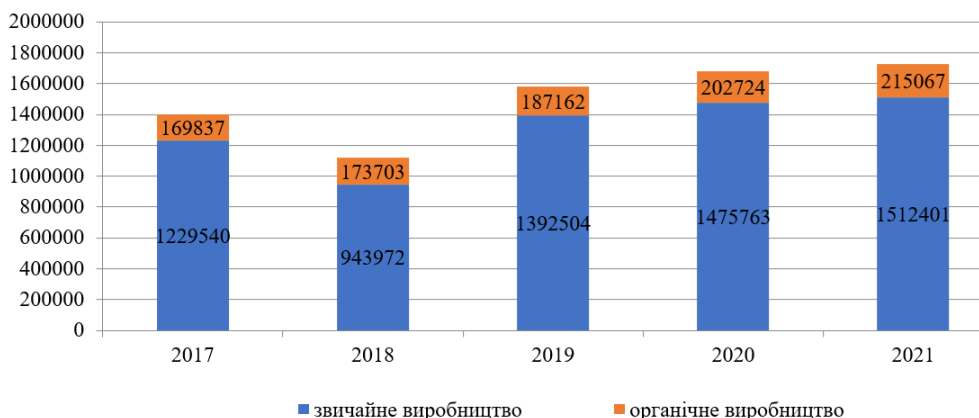


Рис. 2. Дані кількості вуликів за способом виробництва меду

Джерело: оброблені дані Anagrafe Zootechnica Nazionale

Завжди знайдеться той, хто забажає отримати “солодкий нектар Богів” без допомоги бджіл. Інколи важко розрізнити такий продукт і справжній мед, тому що, крім додавання цукрових сиропів, для збільшення об'єму також додають інгредієнти з метою покращення запаху і забарвлення. Шахрайство з медом можемо класифікувати як:

➤ Фальсифікування – модифікування природної натуральної композиції з додаванням сторонніх сполук зі зниженням якості продукту (наприклад, додавання цукрових сиропів безпосередньо у мед);

➤ Підробка – контрафакт виготовлений зі сторонніх сполук повністю або частково, різноманітних за якістю і кількістю (наприклад, годування бджіл цукрами, сиропами, некоректне вказування географічного і біологічного походження);

➤ Маніпулювання – додавання сторонніх речовин до композиції меду з метою покращення зовнішнього вигляду або приховування дефектів, карамелізування;

➤ Модифікування фізично-хімічних, органолептичних характеристик у випадку спонтанних процесів

деградування, спровокованих помилковими методами управління якістю або тривалим зберіганням (наприклад, ферментований мед продано як мед для харчової індустрії).

Починаючи з 2015 року, Європейська комісія проводить моніторинг європейського ринку меду, спостерігаючи значний відсоток шахрайства і фальсифікації меду, який продається в ЄС. Серед імпортованих партій меду в ЄС у 2021 та 2022 роках майже кожна друга (46 %) підозрюється у фальсифікації відповідно до результатів “From the hives” Joint Research Centre (JRC) Європейської Комісії. Підrobка зневірює споживача стосовно до меду як продукту.

Звідки ж походить “схожий” на мед продукт? Основна частка походить з Китаю але не тільки. У скоординованих рамкових діях ЄС, названих “Dagli alveari” 15 країн членів ЄС, Швейцарія, Нідерланди для визначення якості були відібрані 320 проб меду, який походить з 20 країн експортерів. Метою дослідження було встановити присутність цукрових сиропів екзогенного походження для збільшення його об’єму. З 320 досліджених проб 147 (46 %) є підозрілими, які за результатами не відповідають Директиві UE 2001/110/CE, тому він не є “чистим”. Абсолютна кількість підозрілих партій походить з України та Китаю (66 на 89, це 74 %), а мед, що походить з Туреччини (14 на 15, це 93 %). Мед, імпортований з Великої Британії, має коефіцієнт фальсифікації найбільш високий (10 на 10, це 100 %), базуючись на доступній інформації простежуваності продукту, мед походить з інших країн і тільки потім дороблений у Великій Британії перед своїм реекспортом до ЄС. Результати дослідження проб не показали ризику загрози для здоров’я людини, інтерес до фальсифікації тільки економічний. Безумовно, додавання цукрових сиропів зменшує якісні властивості та специфічні характеристики продукту через наявність численних біоактивних сполук, невластивих для справжнього меду.

Фальсифікація меду відбувається за такими сценаріями (Kadar et al., 2011; Adamchuk, 2020; Adamchuk et al., 2020; Karabagias et al., 2020):

- за допомогою додавання цукрових сиропів до фінального продукту – навіть до 40 %;
- або спочатку застосовується техніка “годування” бджіл цукровими сиропами під час збору меду;
- досить часто незрілий мед викачується з подальшим додаванням пилка в кількості, яка природно присутня у меді.

Мед, що надходить до продажу, повинен відповідати Директиві UE 2001/110/CE. Базові компоненти меду: цукри, вода, мінеральні солі, органічні кислоти, ферменти і поліфеноли. Ці елементи можуть формувати 200 різноманітних сполук з різною концентрацією, які залежать від часу збирання меду, регіону збору і видів квіткових рослин, з яких походить нектар (Lazarević et al., 2017; Kavanagh et al., 2019; Pereira et al., 2020). Тому виявлення шахрайства меду перетворюється на справжній науковий виклик. Цукри природно присутні в меді, і встановлення їх фальсифікування є викликом, навіть коли технічне забезпечення лабораторії – у постійній модернізації та удосконаленні досліджуваних методик, досить складно встига-

ти за еволюцією підробок. IRC використав різноманітні методи дослідження, які вважаються достовірними (EA/LC-IRMS, HPAEC-PAD, LC-HRMS, 1H-NMR) для виявлення біоматеріалів, присутніх в цукрових сиропі, а не в меді. Наприклад, маркер фальсифікування в меді або ізотопне співвідношення $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, що не відповідає референтним значенням, за яких мед може продаватися, це тест, який визначає ізотопні зв’язки між молекулами вуглецю, що найбільш часто використовується. Цукрові сиропи, які мають своє походження з цукрової тростини, кукурудзи – рослини групи C4, тимчасом як нектар і протеїни пилку, які збирають бджоли, переважно походять від нектароносних рослин, в яких молекули цукру є синтезованими у фотосинтезуючому циклі C3. Рослини з циклом C3 і C4 розрізняються на основі різної системи фотосинтезу, що використовується при дослідженні ізотопних зв’язків. Рівень доступного значення ^{13}C для рослин C4 – від 8 до 13 %, для рослин C3 – від 22 до 30 %.

Якщо до меду додається цукровий сироп, який походить від рослин C4, ізотопні зв’язки здатні його демаскувати, але є проблема, що деякі рослини, з яких виготовлюються цукрові сиропи: цукровий буряк, рис, теж належать до групи C3 і тому тест може бути фальсифікований. Присутність цукрів C4 на рівні менше ніж 7 % не може бути встановлено як шахрайство завдяки присутності і рівномірній дифузії пилкових ферментів нектароносних рослин, що дає сумнівні результати, використовуючи метод AOAC 998.12. Тимчасом метод EA/LC-IRMS дозволяє встановлювати цукри C4 навіть у присутності менше 7 %, як і в сиропі C3. Методи з якісними показниками, такі як TRM і SMR, можуть бути використані тільки для моніторингу. Існують інші інструменти, такі як HPLC-MS, який дозволяє встановити цукрові сиропи, визначають кількість фруктози, наприклад у сиропі з кукурудзи або рису вона більш висока порівняно з іншими медами.

Аналізатор “Orbitrap” здатний ідентифікувати молекули, які не повинні бути присутні навіть з найменшим слідом (присутність пестицидів).

Тести щодо виявлення підробки меду розподіляються на два типи підходів:

- нецільові підходи (untargeted), такий як ізотопний скринінг (^{13}C) або інші техніки скринінгу – спектрометрія або магнітний резонанс;
- цільові підходи (targeted) передбачають використання специфічних маркерів, які виявляються специфічними методами, або продуктивний процес: SMR – специфічний маркер для рисового сиропу, наприклад в таких методах, як GC-M, LC-MS (доданий цукровий сироп).

Позитив untargeted базується на тому факті, що ці методи працюють незалежно від типу фальсифікації. Недоліком є те, що методи вимагають бази даних, яка складається з усіх типів меду світу.

В Італії бази даних для аналізу LC-IRMS складається приблизно з 20000 проб-контролю. Іншим недоліком є межа виявлення (LOD), що залежить від типу цукрового сиропу, який був використаний. Проте не існує LOD, заздалегідь зафіксованого для цього мето-

ду. Крім того, цей метод вимагає високого рівня професійної підготовки і він економічно затратний.

Позитивна сторона цільового підходу базується на тому, що методи швидкі у використанні та чутливі,

але визначають тільки один специфічний тип фальсифікації (наприклад, виявлення тільки рисового сиропу), крім того, результати залежать від його концентрації (табл. 3).

Таблиця 3

Тести, які використовуються для виявлення фальсифікації меду

Метод	фальсифікація меду
C13 EA-IRMS C13 EA-CRDS	Використовуються тільки для виявлення цукрів C4
C13 EA/LC-IRMS ізотопна масо-спектроскопія з рідинною хроматографією	Для виявлення цукрів C3 і C4 метод базується на ізотопному співвідношенні
SM-R TM-R	Базується на специфічному визначенні сиропу рису
Метод виявлення чужорідних олігосахаридів в меді	Визначає присутні полісахариди в сиропі з кукурудзи і зернових
Метод β -fructofuranosidase	Використовується для виявлення сиропів цукрового тростини або цукрового буряку, встановлюючи наявність інвертних цукрів, що характеризують цей продукт
Метод β/γ аналізу	Використовуються для визначення сиропу з рису і зернових
Метод E 150d	Визначає наявність додаткових барвників

В Італії запропонований комплексний план дій щодо запобігання фальсифікування меду:

1) Необхідно вказувати на етикетці всі країни походження меду, який використовується для медових сумішей, і також їх відсотковий коефіцієнт.

2) Проведення процедури відстеження у ланцюжку постачання.

3) Додавання до контрольних аналізів дослідження пилку для визначення біологічного і географічного походження продукту.

Новий план контролю повинен включати в себе кількісне збільшення проб для дослідження і використання більш ефективних тестів для визначення фальсифікації: ядерно-магнітний резонанс (RMN), високоефективна рідинна хроматографія (HPLC).

Мед, виготовлений в Італії, на етикетці повинен мати напис “італійський мед”, тимчасом як мед, що походить з країн Європейського Союзу, повинен містити напис “суміш медів, які походять з країн ЄС”, вказуючи назви країн виробників. Якщо ж мед походить з країн, що не входять до ЄС, повинно бути написано “суміш медів, які походять з країн, що не входять до ЄС”, з додаванням назви країн виробників (Bentabol Manzanares et al., 2011; Baloš et al., 2020).

Висновки

Відповідно фінальна мета фальсифікації харчових продуктів – це можливість отримання більшого прибутку учасниками ринку, які на основі економічних інтересів підробляють мед, розбавляючи його цукровими сиропами, що більш економічні, наприклад сиропи кукурудзи, цукрового буряку, цукрової тростини, зернових, рису.

Підробки руйнують ринок якісного органічного меду, тому що мають його велику кількість і мінімальні економічні затрати, підроблений мед продається за низькими цінами, які більш конкурентні порівняно з аутентичним продуктом.

В Італії запропонований комплексний план дій для запобігання фальсифікуванню меду. Новий план контролю повинен включати в себе кількісне збільшення проб для дослідження і використання більш ефективних тестів для визначення фальсифікації: ядерно-магнітний резонанс (RMN), високоефективна рідинна хроматографія (HPLC).

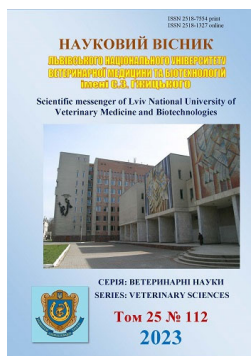
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Adamchuk, L. (2020). Udoskonalennia metodyky botanichnoi identyfikatsii medu [Improvement of the method of botanical identification of honey]. *Food Science and Technology*, 14(4), 31–42. DOI: 10.15673/fst.v14i4.1895 (in Ukrainian).
- Adamchuk, L. O., Silonova, N. B., Sukhenko, V. Y., & Pylypko, K. V. (2020). Normatyvne rehuliuвання pokaznykiv bezpechnosti ta yakosti medu [Regulatory standards of honey safety and quality]. *Animal science and food technology*, 11(4), 5–18. DOI: 10.31548/animal.2020.04.005 (in Ukrainian).
- Baloš, M. M. Ž., Popov, N. S., Radulović, J. Z. P., Stojanov, I. M., & Jakšić, S. M. (2020). Sugar profile of different floral origin honeys from Serbia. *Journal of Apicultural Research*, 59(4), 398–405. DOI: 10.1080/00218839.2020.1714193.
- Bentabol Manzanares, A., García, Z. H., Galdón, B. R., Rodríguez, E. R., & Romero, C. D. (2011). Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition. *Food Chemistry*, 126(2), 664–672. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.11.003.
- Berenbaum, M. R., & Calla, B. (2021). Honey as a Functional Food for *Apis mellifera*. *Annual Review of Entomology*, 66, 185–208. DOI: 10.1146/annurev-ento-040320-074933.

- Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2018). Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(2), 265–274. DOI: 10.1016/j.arabjc.2014.08.011.
- Chen, C. (2019). Relationship between water activity and moisture content in floral honey. *Foods*, 8(1), 30. DOI: 10.3390/foods8010030.
- Dymerski, T., Gebicki, J., Wardencki, W., & Namieśnik, J. (2014). Application of an electronic nose instrument to fast classification of Polish honey types. *Sensors (Switzerland)*, 14(6), 10709–10724. DOI: 10.3390/s140610709.
- Flanjak, I., Kenjerić, D., Bubalo, D., & Primorac, L. (2016). Characterisation of selected Croatian honey types based on the combination of antioxidant capacity, quality parameters, and chemometrics. *European Food Research and Technology*, 242, 467–475. DOI: 10.1007/s00217-015-2557-0.
- Gül, A., & Pehlivan, T. (2018). Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(6), 1056–1065. DOI: 10.1016/j.sjbs.2018.02.011.
- Junie, L. M., Vică, M. L., Glevitzky, M., & Matei, H. V. (2016). Physico-chemical characterisation and antibacterial activity of different types of honey tested on strains isolated from hospitalised patients. *Journal of Apicultural Science*, 60(1), 5–17. DOI: 10.1515/JAS-2016-0013.
- Kadar, M., Juan-Borrás, M., Carot, J. M., Domenech, E., & Escriche, I. (2011). Volatile fraction composition and physicochemical parameters as tools for the differentiation of lemon blossom honey and orange blossom honey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(15), 2768–2776. DOI: 10.1002/jsfa.4520.
- Karabagias, I. K., Maia, M., Karabournioti, S., Gatzias, I., Karabagias, V. K., & Badeka, A. V. (2020). Palynological, physicochemical, biochemical and aroma fingerprints of two rare honey types. *European Food Research and Technology*, 246(9), 1725–1739. DOI: 10.1007/s00217-020-03526-8.
- Kavanagh, S., Gunnoo, J., Marques Passos, T., Stout, J. C., & White, B. (2019). Physicochemical properties and phenolic content of honey from different floral origins and from rural versus urban landscapes. *Food Chemistry*, 272, 66–75. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.08.035.
- Lazarević, K. B., Jovetić, M. S., & Tešić, Ž. L. (2017). Physicochemical parameters as a tool for the assessment of origin of honey. *Journal of AOAC International*, 100(4), 840–851. DOI: 10.5740/jaoacint.17-0143.
- Pereira, J. R., da R. Campos, A. N., de Oliveira, F. C., Silva, V. R. O., David, G. F., Da Silva, J. G., Nascimento, W. W. G., Silva, M. H. L., & Denadai, Â. M. L. (2020). Physical-chemical characterization of commercial honeys from Minas Gerais, Brazil. *Food Bioscience*, 36, 100644. DOI: 10.1016/j.fbio.2020.100644.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11203

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

UDC 629:577.164.1:161.591:577.115:612.1:636.084:636.2

The effect of B groups vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) on the activity of antioxidants protection system enzymes and the content of lipids peroxide oxidation products in the blood of feeding cattle

P. I. Golovach^{1✉}, B. Gutyj¹, I. A. Kolomiets¹, D. D. Ostapiv², R. S. Oseredchuk¹, O. M. Sloboda¹

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

²Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Article info

Received 07.08.2023

Received in revised form

07.09.2023

Accepted 08.09.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-371-43-74
E-mail: golovachlvet@gmail.com

Golovach, P. I., Gutyj, B. V., Kolomiets, I. A., Ostapiv, D. D., Oseredchuk, R. S., & Sloboda, O. M. (2023). The effect of B groups vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) on the activity of antioxidants protection system enzymes and the content of lipids peroxide oxidation products in the blood of feeding cattle. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 22–26. doi: 10.32718/nvlvet11203

The article highlights the specifics of the effect of various doses of a complex of B vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) on the activity of critical enzymes of the body's antioxidant defense system (superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase) and the content of peroxide oxidation products (diene conjugates and Malanialdehyde) in the blood of cattle at the final stage of fattening. The research was conducted during the winter-spring stall on 12-month-old Ukrainian black-spotted dairy cows. According to the principle of analogs, five groups of experimental animals (control and four experimental) were formed, each with six heads. The experiment lasted six months. The rations for the research groups of Bugai cattle are prepared by the recommended norms, taking into account the chemical composition of the fodder of the given area, the age of the animals, live weight, and the planned average daily growth. The silage type of fattening was used for feeding the Bugai cattle. The basis of our dosage of various vitamins of group B for fattening steers of experimental groups is the appropriate percentage of the recommended doses of individual vitamins of group B for fattening pigs (10 % – D₁, 20 % – D₂, 40 % – D₃, 60 % – D₄ group). The conducted studies established that the addition of a complex of B vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂) balanced in terms of nutrients and minerals and fat-soluble vitamins A, D, E to the diet of fattening bulls in appropriate doses causes an increase in activity of critical enzymes of the antioxidant defense system in the blood of fattening bulls (the activity of superoxide dismutase increases the most (by 8.9–28.4 %)) and a decrease in the content of both primary (diene conjugates) and secondary (malanialdehyde) products of lipid peroxidation in the blood of fattening bulls, which depends on the dose of B vitamins added to the diet (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂). The most significant change in terms of morphological composition in animals third (B₁ – 0.040; B₂ – 0.06; B₅ – 1.2; B₆ – 0.25; B₁₀ – 0.0030; B₁₂ – 0.0006 mg/kg body weight) and fourth (B₁ – 0.070; B₂ – 0.10; B₅ – 2.0; B₆ – 0.40; B₁₀ – 0.0050; B₁₂ – 0.0010 mg/kg body weight) research groups, and smallest – in bull 1st (B₁ – 0.015; B₂ – 0.03; B₅ – 0.5; B₆ – 0.10; B₁₀ – 0.0012; B₁₂ – 0.0002 mg/kg body weight) and research group, which is associated with dose introduced to the diet of calves during the final fattening phase of B vitamins (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂).

Key words: bull, vitamins B (B₁, B₂, B₅, B₆, B₁₀, B₁₂), blood, superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, diene conjugates, malanialdehyde.

Вплив вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) на активність ферментів системи антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі

П. І. Головач^{1✉}, Б. В. Гутий¹, І. А. Коломієць¹, Д. Д. Остапів², Р. С. Осередчук¹, О. М. Слобода¹

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

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

У статті висвітлюються особливості впливу різних доз комплексу вітамінів групи В (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , B_{10} , B_{12}) на активність ключових ферментів антиоксидантної системи захисту організму (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів (дієнових кон'югатів і маланового діальдегіду) у крові бугайців на заключному етапі відгодівлі. Дослідження проведено у зимово-весняний стійловий період на бугайцях української чорно-рябої молочної породи віком 12 місяців. За принципом аналогів було сформовано 5 груп дослідних тварин (контрольну і 4 дослідні) по 6 голів у кожній. Дослід тривав 6 місяців. Раціони для дослідних груп бугайців складені відповідно до рекомендованих норм із врахуванням хімічного складу кормів даної місцевості, віку тварин, живої маси, планованих середньодобових приростів. Для годівлі бугайців використовували силосний тип відгодівлі. В основу нашого дозування різних вітамінів групи В для бугайців дослідних груп на відгодівлі взято відповідний відсоток від рекомендованих доз окремих вітамінів групи В для свиней на відгодівлі (10 % – Д₁, 20 % – Д₂, 40 % – Д₃, 60 % – Д₄ група). Проведеними дослідженнями встановлено, що додавання до раціону бугайців на відгодівлі збалансованого за поживними і мінеральними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, Е комплексу вітамінів групи В (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , B_{10} , B_{12}) у відповідних дозах викликає підвищення активності ключових ферментів системи антиоксидантного захисту у крові бугайців на відгодівлі (найбільше зростає активність супероксиддисмутази (на 8,9–28,4%) і зниження вмісту як первинних (дієнових кон'югатів), так і вторинних (маланового діальдегіду) продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі, що залежить від дози додатково введених до раціону вітамінів групи В (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , B_{10} , B_{12}). Найбільші зміни в активності ферментів системи антиоксидантного захисту (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) і у показниках вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі за корекції їхнього раціону комплексом вітамінів групи В (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , B_{10} , B_{12}) встановлено у тварин 3-ї ($B_1 - 0,040$; $B_2 - 0,06$; $B_5 - 1,2$; $B_6 - 0,25$; $B_{10} - 0,0030$; $B_{12} - 0,0006$ мг/кг живої маси) та 4-ї дослідних груп ($B_1 - 0,070$; $B_2 - 0,10$; $B_5 - 2,0$; $B_6 - 0,40$; $B_{10} - 0,0050$; $B_{12} - 0,0010$ мг/кг живої маси), а найменші – у бугайців 1-ї дослідної групи ($B_1 - 0,015$; $B_2 - 0,03$; $B_5 - 0,5$; $B_6 - 0,10$; $B_{10} - 0,0012$; $B_{12} - 0,0002$ мг/кг живої маси), що пов'язано з кількістю введених до раціону бугайців на заключному етапі відгодівлі вітамінів групи В (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , B_{10} , B_{12}).

Ключові слова: бугайці, вітаміни групи В (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , B_{10} , B_{12}), кров, супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза, дієнові кон'югати, малановий діальдегід.

Вступ

Упродовж останніх років чисельними дослідженнями доведено, що особливе місце у забезпеченні оптимального режиму життєдіяльності та високого рівня продуктивності у сільськогосподарських тварин займає складна багатоступенева антиоксидантна система захисту організму (Danchuk, 2006; Aheiev et al., 2010; Gutty et al., 2017, 2022, 2023; Shostya & Sarnavska, 2023). Вона забезпечує регуляцію і корегування інтенсивності утворення активних форм оксигену через усі етапи вільнорадикальних реакцій, починаючи від їх ініціації і закінчуючи реакціями пероксидного окиснення ліпідів з утворенням гідроперексидів і маланового діальдегіду. За своєю структурою система антиоксидантного захисту має ферментну і неферментну складові. Ефективність ензимної ланки антиоксидантної системи захисту має вирішальне значення у підтриманні прооксидантно-антиоксидантного балансу в організмі тварин. Розкриття особливостей їх формування і функціонування та розроблення способів їх корекції має як науковий, так і практичний інтерес. За окремими повідомленнями (Leshovska, 2009; Danchuk et al., 2012; Gryban et al., 2016; Martyshuk et al., 2020, 2021; Ostapyuk et al., 2021; Martyshuk et al., 2022; Lesyk et al., 2022) – у механізмі функціонування окремих складових антиоксидантного захисту в організмі тварин важливу роль виконують окремі мікроелементи і жиророзчинні вітаміни. Щодо вивчення впливу водорозчинних вітамінів групи В на активність окремих чинників антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у різних тканинах жуйних тварин, то таких досліджень нами не виявлено.

Враховуючи, що різні водорозчинні вітаміни групи В виконують життєво важливі функції, а генетично

успадкований потенціал м'ясної і молочної продуктивності у великої рогатої худоби постійно зростає, нами була поставлена мета дослідити вплив додавання до раціону бугайців на відгодівлі збалансованого за поживними і мінеральними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, Е комплексу основних вітамінів групи В (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , B_{10} , B_{12}) у відповідних кількостях на активність основних ключових ферментів антиоксидантної системи захисту організму (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіонпероксидаза) і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі 12–18-місячного віку. Відомо, що супероксиддисмутаза (КФ 1.15.1.1), каталаза (КФ 1.11.1.6) і глутатіонпероксидаза (КФ 1.11.1.9) у клітинах організму видаляють H_2O_2 , перш ніж вони взаємодіють із гідроксильними радикалами, які захищають організм тварин від високотоксичних кисневих радикалів, а саме: супероксиддисмутаза каталізує перетворення O_2 в H_2O_2 , а ферменти каталаза і глутатіонпероксидаза каталізують розщеплення молекул перекису водню на воду і молекулярний Оксиген (Martyshuk & Hutty, 2021; Leskiv et al., 2022, 2023).

Мета дослідження

Вивчити вплив вітамінів групи В (B_1 , B_2 , B_5 , B_6 , B_{10} , B_{12}) на активність ферментів системи антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі

Матеріал і методи досліджень

Експериментальну частину роботи виконано у ПАФ “Білий стік” Сокальського району Львівської області у зимово-весняний стійловий період на бугай-

цях української чорно-рябої молочної породи віком 12 місяців. За принципом аналогів було сформовано 5 груп дослідних тварин (контрольну і 4 дослідні) по 6 голів у кожній. Дослід тривав 6 місяців. Раціони для бугайців контрольної і дослідних груп складені відповідно до рекомендованих норм (Ibatullin et al., 2007; Provatorov et al., 2009) з урахуванням хімічного складу кормів даної місцевості, віку тварин, живої маси, планованих середньодобових приростів. Для годівлі бугайців використовували силосний тип відгодівлі. При цьому в раціон бугайців дослідних груп до основного раціону збалансованого за поживними і мінера-

льними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, Е щоденно вводили додатково під час ранкової годівлі комплекс вітамінів групи В (тіамін хлорид, рибофлавін, нікотинова кислота, піридоксин гідрохлорид, фолієва кислота, ціанкобаламін) у різних дозах з розрахунку на 1 кг маси тіла (табл. 1). В основу нашого дозування різних вітамінів групи В для бугайців на відгодівлі взято відповідний відсоток (10 % – Д₁, 20 % – Д₂, 40 % – Д₃; 60 % – Д₄ група) від рекомендованих доз цих вітамінів для молодняку свиней з планованим приростом 800 г (Provatorov et al., 2009).

Таблиця 1

Схема проведення дослідів

Групи тварин	Кількість тварин у групі	Дозування вітамінів, мг/кг маси тіла
Контрольна	6	ОР (основний раціон)
Дослідні	1	ОР + вітаміни: В ₁ – 0,015; В ₂ – 0,03; В ₅ – 0,5; В ₆ – 0,10; В ₁₀ – 0,0012; В ₁₂ – 0,0002.
	2	ОР + вітаміни: В ₁ – 0,025; В ₂ – 0,04; В ₅ – 0,8; В ₆ – 0,15; В ₁₀ – 0,0020; В ₁₂ – 0,0004.
	3	ОР + вітаміни: В ₁ – 0,040; В ₂ – 0,06; В ₅ – 1,2; В ₆ – 0,25; В ₁₀ – 0,0030; В ₁₂ – 0,0006.
	4	ОР + вітаміни: В ₁ – 0,070; В ₂ – 0,10; В ₅ – 2,0; В ₆ – 0,40; В ₁₀ – 0,0050; В ₁₂ – 0,0010.

У сироватці крові бугайців контрольної і дослідних груп визначали активність супероксиддисмутази (КФ 1.15.1.1) – за методом Є. Є. Дубиніної і співавт. (1983), активність каталази (КФ 1.11.1.6) – за методом М. А. Королюк (1988), активність глутатіонпероксидази (КФ 1.11.1.9) – за методом В. В. Лемешко і співавт. (1985), рівень дієнових кон'югатів – за методом І. Д. Стальної (1987), а вміст малаонового діальдегіду – за методом Є. Н. Коробейникова (1989).

Цифрові дані, отримані в експериментах, опрацьовано за методикою І. А. Ойвіна (1960) із використанням програми Microsoft Excel. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при $P < 0,05^*$, $P < 0,01^{**}$ та $P < 0,00^{***}$.

Результати та їх обговорення

У результаті проведених досліджень встановлено, що додавання до основного раціону бугайців на заключному етапі відгодівлі збалансованого за поживними і мінеральними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, Е комплексу основних вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) у відповідних кількостях (табл. 1) підвищує активність ключових ферментів системи антиоксидантного захисту в крові й найбільшою мірою активність супероксиддисмутази, яка каталізує дисоціацію супероксиду на перекис водню

(H₂O₂) і O₂. Утворений перекис водню своєю чергою піддається дії каталази і пероксидази, які розкладають перекис водню, утворюваний у процесі біологічного окиснення на воду і молекулярний Оксиген. Так, активність супероксиддисмутази у крові бугайців контрольної групи становила $2,36 \pm 0,09$ ум.од./мг білка, тимчасом як у бугайців дослідних груп (Д₁, Д₂, Д₃, Д₄) активність даного ензиму у крові зросла відповідно на 8,9 ($P > 0,05$); 16,1 ($P < 0,05$); 26,7 ($P < 0,001$) та 28,4 % ($P < 0,001$). Активність каталази у крові бугайців контрольної групи становила $6,17 \pm 0,21$ ммоль/мг білка за хв, а у бугайців дослідних груп (Д₁, Д₂, Д₃, Д₄) активність даного ферменту підвищилась відповідно на 6,3 ($P > 0,05$), 11,4 ($P < 0,05$), 15,6 ($P < 0,01$) і 15,9 % ($P < 0,01$). У крові бугайців дослідних груп виявлено також зростання активності глутатіонпероксидази, але зміни були менш суттєвими і статистично не вірогідними порівняно із бугайцями контрольної групи (табл. 2).

Одночасно із підвищенням активності ферментів системи антиоксидантного захисту виявлено зменшення вмісту у сироватці крові бугайців дослідних груп як первинних (дієнових кон'югатів), так і вторинних (малаонового діальдегіду) продуктів перекисного окиснення ліпідів щодо контрольної групи тварин (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) на активність ферментів системи антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі (М ± m, n = 6)

Показники	Контрольна	Дослідні			
		Д ₁	Д ₂	Д ₃	Д ₄
Супероксиддисмутаза, ум.од./мг білка	2,36 ± 0,09	2,57 ± 0,11	2,74 ± 0,12*	2,99 ± 0,07***	3,03 ± 0,11***
Каталаза, ммоль/мг білка	6,17 ± 0,21	6,56 ± 0,15	6,87 ± 0,18*	7,13 ± 0,22**	7,15 ± 0,19**
Глютатіонпероксидаза, нмоль NADPH/хв на мг білка	31,42 ± 0,81	32,93 ± 0,46	33,58 ± 0,67	34,97 ± 1,31	35,11 ± 1,23
Дієнові кон'югати, мкмоль/л	6,21 ± 0,24	5,46 ± 0,31	4,93 ± 0,25*	4,39 ± 0,34**	4,12 ± 0,37**
Малановий діальдегід, мкмоль/л	0,38 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,32 ± 0,03	0,30 ± 0,02*	0,29 ± 0,02*

Так, рівень дієнових кон'югатів у сироватці крові бугайців дослідних груп знизився відповідно на 12,1 (Д₁), 20,7 (Д₂), 29,3 (Д₃) та 33,7 % (Д₄), а концентрація малонового діальдегіду зменшилася у сироватці крові бугайців дослідних груп на 7,9 (Д₁), 15,8 (Д₂), 21,13 (Д₃) та 23,1 % (Д₄) порівняно з контрольною групою тварин.

Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено, що додання до раціону бугайців на заключному етапі відгодівлі збалансованого за поживними і мінеральними речовинами та жиророзчинними вітамінами А, D, Е комплексу основних вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) у відповідній кількості викликає підвищення в крові активності ключових ферментів системи антиоксидантного захисту (супероксиддисмутази, каталази, глютатіонпероксидази) і зниження вмісту первинних (дієнових кон'югатів) і вторинних (малонового діальдегіду) продуктів пероксидного окиснення ліпідів. Найбільші зміни у показниках активності ферментів системи антиоксидантного захисту і в концентрації продуктів первинного та вторинного пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на заключному етапі відгодівлі встановлено у тварин 3-ої (ОР + вітаміни: В₁ – 0,040; В₂ – 0,06; В₅ – 1,2; В₆ – 0,25; В₁₀ – 0,0030; В₁₂ – 0,0006 мг на кг маси тіла) та 4-ої дослідних груп (ОР + вітаміни: В₁ – 0,070; В₂ – 0,10; В₅ – 2,0; В₆ – 0,40; В₁₀ – 0,0050; В₁₂ – 0,0010 мг на кг живої маси), а найменші зміни – у бугайців 1-ої дослідної групи, що пов'язано з дозою введених до основного раціону бугайців на відгодівлі вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂).

Перспективи подальших досліджень. У подальшому плануємо вивчення впливу різних доз вітамінів групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₀, В₁₂) на глютаціонову систему антиоксидантного захисту бугайців на відгодівлі.

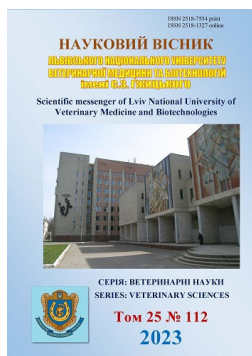
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Aheiev, V. O., Diachenko, H. M., Derevianko, S. V., & Bozhok, L. V. (2010). Vplyv probiotychnykh preparativ BPS 44 ta BPS L na oksyno-vidnovnu rovnovahu u krovi teliat. Mikrobiolohichniy zhurnal, 72(1), 24–28. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MicroBiol_2010_72_1_5 (in Ukrainian).
- Danchuk, V. V. (2006). Peroksydne oksynennia u silskohospodarskykh tvaryn i ptytsi. Kamianets-Podilskyi: Abetka (in Ukrainian).
- Danchuk, V. V., Danchuk, O. V., & Tsepko, N. L. (2012). Aktyvnist systemy antyoksydantnoho zakhystu ta intensyv-nist peroksydnoho oksynennia lipidiv u leukotsytakh porosiat pid vplyvom spoluk zn²⁺ ta cr³⁺. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho, 14(2(1)), 93–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2012_14_2%281%29_19 (in Ukrainian).
- Gryban, V., Mylostiva, D., & Pechenyi, E. (2016). Influence of microelements and hymilid on reproductive function of heifers of ukrainian meat breed. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 18(2(66)), 44–47. DOI: 10.15421/nvlvet6610.
- Gutyj, B. V., Varkholiak, I. S., Verveha, B. M., Martyshuk, T. V., & Leskiv, K. Y. (2023). The antioxidant protection system state of rats under experimental doxorubicin intoxication and the effects of correcting factors. Medical and Clinical Chemistry, (1), 34–41. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2023.i1.13714.
- Gutyj, B., Martyshuk, T., Jankowski, M., Karpovskyi, V., & Postoi, R. (2022). Effect of the Feed Additive Butaselmavit-Plus on the Antioxidant Status of the Rat Body Due to Cadmium and Lead Intoxication. Ukrain-

- ian Journal of Veterinary Sciences, 13(2), 9–15. DOI: 10.31548/ujvs.13(2).2022.9-15.
- Gutyj, B., Stybel, V., Darmohray, L., Lavryshyn, Y., Turko, I., Hachak, Y., Shcherbaty, A., Bushueva, I., Parchenko, V., Kaplaushenko, A., Krushelnyska, O. (2017). Prooxidant-antioxidant balance in the organism of bulls (young cattle) after using cadmium load. Ukrainian Journal of Ecology, 7(4), 589–596. URL: <https://www.ujecology.com/articles/prooxidantantioxidant-balance-in-the-organism-of-bulls-young-cattle-after-using-cadmium-load.pdf>.
- Ibatullin, I. I., Melnychuk, B. O., & Bohdanov, H. O. (2007). Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn: pidruchnyk. Vinnytsia: Nova Knyha (in Ukrainian).
- Leshovska, N. M. (2008). Fahotsytarna aktyvnist krovi teliat pry zastosuvanni vitaminiv A, D3, E, selenu ta interferonu. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho, 10(2(37)), 149–152 (in Ukrainian).
- Leskiv, K. Y., Gutyj, B. V., Khalak, V. I., Bordun, O. M., Todoruk, V. B., Khymynets, P. S., Vus, U. M., Binkevych, V. Y., & Solomon, A. M. (2023). The effect of methionin, phenaron, and metiphen in different doses on the activity of the enzymatic link of the antioxidant protection of the piglets' bodies. Agrology, 6(3), 67–70. DOI: 10.32819/021111.
- Leskiv, K., Gutyj, B., Hunchak, V., Khariv, I., Vasiv, R., Romanovych, M., Prysiazhniuk, V., Pavliv, O., & Adamiv, S. (2022). The effect of antioxidants on biochemical and morphological indicators of the piglet's blood. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 24(108), 95–100. DOI: 10.32718/nvlvet10814.
- Lesyk, Y. V., Dychok-Niedzielska, A. Z., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Bashchenko, M. I., Kovalchuk, I. I., & Gutyj, B. V. (2022). Hematological and biochemical parameters and resistance of the organism of mother rabbits receiving sulfur compounds. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 13(1), 60–66. DOI: 10.15421/022208.
- Martyschuk, T. V., & Hutyi, B. V. (2021). Imunofiziologichnyi stan ta antyoksydantnyi potentsial orhanizmu porosiat za umov oksydatyinoho stresu ta dii koryhui-uchykh chynnykiv: monohrafiia. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., Zhelavskiy, M. M., Midyk, S. V., Fedorchenko, A. M., Todoruk, V. B., Nahirniak, T. B., Kiser, Ya. V., Sus, H. V., Chemerys, V. A., Levkivska, N. D., & Iglitskej, I. I. (2020). Effect of Butaselmavit-Plus on the immune system of piglets during and after weaning. Ukrainian Journal of Ecology, 10(2), 347–352. DOI: 10.15421/2020_106.
- Martyschuk, T., Gutyj, B., Vyshchur, O., Paterega, I., Kushnir, V., Bigdan, O., et al. (2022). Study of Acute and Chronic Toxicity of “Butaselmavit” on Laboratory Animals. Arch Pharm Pract., 13(3), 70–75. DOI: 10.51847/XHwVCyBZ3.
- Ostapchuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. Ukrainian Journal of Ecology, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021_199.
- Provatorov, H. V., Ladyka, Z. I., & Bondarchuk, L. V. (2009). Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnist kormiv dlia ri-znykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn: dovidnyk. 2-e vyd. Sumy: Universytetska knyha (in Ukrainian).
- Shostya, A., & Sarnavska, I. (2023). Features of reproductive capacity and state of prooxidant-antioxidant homeo-stasis in breeding boars of different breeds. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 25(99), 55–61. DOI: 10.32718/nvlvet-a9909.
- Verveha, B. M., Gutyj, B. V., Lishchuk, S. H., Holubiev, M. I., & Mylostyvyi, R. V. (2023). Oxidative modification of proteins and antioxidant status in blood of the rats with experimental acute generalized peritonitis against the background of streptozotocin-induced diabetes. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 14(2), 260–265. DOI: 10.15421/022338.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11204
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 614.31:637.5:614.48:636.52/.58.053.09

Contamination of broiler chicken carcasses with *L. monocytogenes* and the effect of disinfectants on organoleptic and physicochemical parameters of meat

N. V. Tyshkivskaya^{1,2✉}, L. G. Bartkiv², M. Y. Tyshkivsky¹

¹Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

²SE “Kyivoblstandartmetrology”, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 07.08.2023
Received in revised form
07.09.2023
Accepted 08.09.2023

Bila Tserkva National Agrarian
University, Pl. Soborna 8/1,
Bila Tserkva, Kyiv region,
09117, Ukraine.
Tel.: +38-067-386-44-07
E-mail: natalya_tyshkivska@ukr.net

SE “Kyivoblstandartmetrology”,
Sichnevoho proryvu str., 84,
Bila Tserkva, Kyiv region,
09113, Ukraine.

Tyshkivskaya, N. V., Bartkiv, L. G., & Tyshkivsky, M. Y. (2023). Contamination of broiler chicken carcasses with *L. monocytogenes* and the effect of disinfectants on organoleptic and physicochemical parameters of meat. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 27–33. doi: 10.32718/nvlvet11204

The popularity of poultry meat is growing in almost all countries. The consumer prefers chicken considering its high nutritional and dietary value, relatively low price, safety, and the absence of religious restrictions. At the same time, close attention is paid to the safety of food products since food poisoning in poultry processing enterprises is an urgent problem. Based on the results of research on 25 poultry carcasses intended for sale in retail chains, *L. monocytogenes* was detected in chicken carcasses, broiler chickens in 1 case (4.0 % of studies), semi-finished products from broiler chickens in 2 cases (8 % of studies). During the study of 45 samples in the primary processing shop to establish possible sources and areas of cross-insemination of *L. monocytogenes* on the surface of poultry carcasses, in 8 cases or 17.8 % of the studies, *L. monocytogenes* was isolated in washings from carcasses, from the water of the cooling bath – in 3 cases from 13 or 23.1 % of studies, in washes from equipment – in 1 case or 14.3 %, in washes from hands – in 1 case (14.3 %). The resistance of *L. monocytogenes* to the action of the disinfectant “Balandez-A Forte” 0.07 % solution has been studied; it has a non-permanent antimicrobial effect against *L. monocytogenes*, 0.15 % – ensures the inactivation of *L. monocytogenes* in a bath with a water temperature of 10 °C. There are no significant differences in the organoleptic parameters of the meat and the broth (transparency, aroma), made from poultry meat cooled in the usual way and when using the disinfectant “Balandez-A Forte.” However, in the treated carcasses, compared to the control, there is a change in the color of the surface of the carcasses and internal fat - their color becomes yellow and has a wax-like layering, which the consumer can negatively perceive, the reason for this may be the effect of peracetic acid (PAA) on the adipose tissue of the bird. According to physical and chemical indicators, poultry meat cooled with cold water and using a disinfectant solution met the requirements of the standards. Disinfectant “Balandez-A Forte” of 0.07 and 0.15 % concentration inactivates *L. monocytogenes*, 0.07 % solution reduces KMAFAnM by three orders of magnitude from $(1.7 \pm 0.3) \times 10^4$ to $(3.1 \pm 0.8) \times 10^1$, but does not inactivate bacteria of the group of *Escherichia coli*, water from a cooling bath with a working solution of 0.15 % concentration of a disinfectant allows inactivation of BGKP and ensures inactivation of *L. monocytogenes* in cold water (10 °C).

Key words: *L. monocytogenes*, KMAFAnM, organoleptic indicators, “Balandez-A Forte”, broiler chickens, washings, acid value of fat, volatile fatty acids.

Контамінація тушок курчат бройлерів *L. monocytogenes* і вплив дезінфікуючих засобів на органолептичні та фізико-хімічні показники м'яса

Н. В. Тишківська^{1,2✉}, Л. Г. Бартків², М. Я. Тишківський¹

¹Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

²ДП “Київоблстандартметрологія”, м. Біла Церква, Україна

Популярність м'яса птиці зростає майже в усіх країнах світу. Споживач віддає перевагу курятині, враховуючи високу поживну та дієтичну цінність, порівняно низьку ціну, безпечність, а також відсутність релігійних обмежень. При цьому пильна увага приділяється безпеці продуктів харчування, оскільки харчова токсикоінфекція на птахопереробних підприємствах є актуальною проблемою. За результатами досліджень 25 тушок птиці, призначених для реалізації у торговельних мережах, *L. monocytogenes* виявлено у тушках курей, курчат-бройлерів у 1 випадку (4,0 % досліджень), напівфабрикатах з курчат-бройлерів – у 2 випадках (8 % досліджень). За дослідження 45 зразків у цеху первинної переробки, для встановлення можливих джерел і ділянок перехресного обсіменіння *L. monocytogenes* поверхні тушок птиці у 8 випадках, або 17,8 % досліджень, було виділено *L. monocytogenes* у змивах з тушок, з води ванни охолодження – у 3 випадках з 13, або 23,1 % досліджень, у змивах з обладнання – у 1 випадках, або 14,3 %, у змивах з рук – у 1 випадках (14,3 %). Вивчено стійкість *L. monocytogenes* до дії дезінфекційного засобу “Баландас-А Форте” 0,07 % розчину має нестійкий антимікробний ефект щодо *L. monocytogenes*, 0,15 % – забезпечує інактивацію *L. monocytogenes* у ванні з температурою води 10 °C. Органолептичні показники м'яса, а також бульйону (прозорість, аромат), виготовленого з м'яса птиці, охолодженого звичайним способом та при застосуванні дезінфікуючого засобу “Баландез-А Форте”, достовірних відмінностей не має. Проте у оброблених тушок порівняно з контролем спостерігається зміна кольору поверхні тушок і внутрішнього жиру – їх колір стає жовтішим і має воскоподібне нашарування, що може негативно сприйматися споживачем, причиною цього може бути вплив надоевеної кислоти (НОК) на жирову тканину птиці. За фізико-хімічними показниками м'ясо птиці охолоджене холодною водою та при застосуванні дезінфікуючого розчину відповідало вимогам стандартів. Дезінфікуючий засіб “Баландез-А Форте” 0,07 та 0,15 % концентрації інактивує *L. monocytogenes*, 0,07 % розчин знижує КМАФАнМ на три порядки з $(1,7 \pm 0,3) \cdot 10^4$ до $(3,1 \pm 0,8) \cdot 10^1$, проте не інактивує бактерії групи кишкових паличок, вода з ванни охолодження з робочим розчином 0,15 % концентрації дезінфікуючого засобу дозволяє інактивувати БГКП і забезпечує інактивацію *L. monocytogenes* у холодній воді (10 °C).

Ключові слова: *L. monocytogenes*, КМАФАнМ, органолептичні показники, “Баландез-А Форте”, курчата бройлери, змиви, кислотне число жиру, леткі жирні кислоти.

Вступ

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), лістеріоз є однією із найбільш серйозних і тяжких токсикоінфекцій харчового походження. Кількість зареєстрованих випадків у рік становить 0,1–10 на 1 млн осіб залежно від держави (FAO & WHO, 2022). Якщо неінвазивний лістеріоз, що має короткий інкубаційний період і характеризується лихоманкою, діареєю, головним болем та міалгією, зазвичай не супроводжується виявленням збудника, то інвазивні випадки з інкубаційним періодом тривалістю до 90 днів призводять до госпіталізації, виявлення *Listeria monocytogenes* в біологічних рідинах і тканинах пацієнта та летальними наслідками у 20–30 % випадків (FAO & WHO, 2022). Перший вивчений спалах лістеріозу з харчовим шляхом передачі, зареєстрований 1979–1981 рр. у Канаді (41 випадок), показав, що за інвазивного захворювання переважають дві групи діагнозів: перинатальний лістеріоз (83 %) та менінгіт у дорослих (15 %).

Здатність *L. monocytogenes* рости у широкому діапазоні температур (від 1 до 45 °C) дозволяє досягати швидкостей накопичення біомаси 0,035–0,556 log₁₀ КУО/день за температури зберігання готових продуктів (5–8 °C) (Pereira et al., 2023), тому навіть незначна контамінація зони виробництва може призвести до суттєвої кількості *L. monocytogenes* у продуктах харчування з урахуванням дозволених термінів зберігання.

Проблема харчового лістеріозу, крім медичного, набуває і суттєвого соціально-економічного значення. Вилучення заражених партій продуктів з торгівлі, обмеження їх ввезення та вивезення, зупинка виробництва завдають збитків у сотні мільйонів доларів США та європейським країнам – експортерам сиру та м'ясних продуктів (Pereira et al., 2021).

З-поміж лістерій, що викликають захворювання у людини, найбільше значення має *L. monocytogenes*. Цей мікроорганізм широко поширений і важче контролюється, ніж більшість інших патогенів, що мають значення для птахопереробної промисловості. Цей

бактеріальний патоген викликає у людини не стільки харчові отруєння, як серйозні захворювання: інфекцію новонароджених, септицемію, менінгіт (Ukhovsjska et al., 2017).

Саме тому для ветеринарної медицини та практики залишається актуальним розробка способів профілактики харчової токсикоінфекції, пов'язаної з вживанням продуктів із м'яса курчат-бройлерів, контамінованих *L. monocytogenes*.

Мета дослідження

Метою роботи було визначити контамінацію тушок курчат бройлерів *L. monocytogenes* та вплив дезінфікуючих засобів на органолептичні та фізико-хімічні показники м'яса.

Для досягнення мети потрібно вирішити такі завдання:

1. Визначити наявність лістерій у змивах з тушок, у воді ванни охолодження тушок птиці; з обладнання за технологічного процесу розбирання; з рук працівників.
2. Вивчити стійкість *L. monocytogenes* до дії антимікробних речовин, що застосовуються у птахопереробній промисловості для знезараження води у ванні охолодження.
3. Провести аналіз отриманих результатів досліджень.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконувалися на базі Експертного центру діагностики та лабораторного супроводу “Біолайтс” та у науково-дослідній лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи Білоцерківського НАУ, зразки відбирали у торговельних мережах супермаркетів та на етапах технології забою у деяких господарствах Київської області.

Для оцінки санітарно-гігієнічного стану виробництва відбирали змиви за допомогою Свабів (зонд-тампон) з поверхонь згідно з “Інструкцією з санітарно-мікробіологічного контролю тушок, м'яса птиці,

птахопродуктів, яєць та яйцепродуктів на птахівницьких та птахопереробних підприємствах” (1990).

Перед відбиранням змивів Сваби зволожували бульйоном Фрезера з розрахунку 10 см³ на один зонд-тампон.

Змив великого обладнання та інвентарю брали з поверхні 100 см² (використовували стерильні металеві рамки-трафарети). Змив з дрібних об'єктів брали з усієї поверхні. Після взяття змиву тампон занурювали в пробірку зі змивною рідиною, яку використовували надалі для посіву на живильні середовища для визначення *L. monocytogenes* (DSTU ISO 11290-1:2003, 2005; DSTU ISO 11290-2:2003, 2005).

Відбір проб з поверхні тушок птиці, відібраних на різних ділянках первинної переробки, проводили методом змиву з усієї поверхні тушки стерильною змивною рідиною або методом змиву з поверхні тушки тампоном. Відбір проб методом змиву з усієї поверхні тушки проводили так: тушку поміщали в стерильні пакети з полімерного матеріалу. У пакет з тушкою наливали стерильну водопровідну воду в кількості, що дорівнює масі тушки, струшували вміст пакета протягом 2 хв. Отримана змивна рідина служила вихідним матеріалом для посівів на живильні середовища. Відбір проб методом змиву стерильним тампоном застосовували до тушок потрошених будь-якої маси.

Відбір та підготовку проб до випробувань м'яса птиці, напівфабрикатів проводили згідно з ДСТУ ISO 18593:2006 (DSTU ISO 18593:2006, 2007). Проби відбирали від тушок птиці у ділянці грудної частини, гомілки та стегна методом вирізання з усієї глибини м'яса у рівних кількостях загальною масою не менше ніж 150 г. Відібрані зразки подрібнювали, перемішували та отримували об'єднану пробу.

Визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМА-ФАНМ) проводили за ДСТУ ISO 4833:2006 (DSTU EN ISO 4833-1:2014, 2016).

Метод заснований на висіві певної кількості змиву на агаризовані живильні середовища, аеробному культивуванні посівів за температури (30 ± 1) °C протягом 72 ± 3 год, підрахунку всіх видимих колоній, що вирости, і визначенні кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у 1 см³.

Визначення БГКП проводили за методом, що заснований на здатності бактерій розщеплювати глюкозу та лактозу з утворенням кислоти та газу. При цьому на середовищах Хейфеца та Кода утворюються кислоти та продукти, що змінюють колір індикаторів. У пробірки з середовищами Кесслера і Хейфеца поміщені поплавці для уловлювання процесу газоутворення у процесі зброджування лактози.

Після взяття змиву з досліджуваної поверхні тампон поміщають у пробірку, що містить 10 см³ середовища: Кесслера або Хейфеца, або Кода. Також робився посів змивної рідини у кількості по 1 см³ кожного розведення у дві пробірки, що містять по 7–9 см³ Хейфеца. Засіяні пробірки термостатували за температури 37 ± 1 °C протягом 18–24 год.

За наявності росту бактерій групи кишкової палички середовище Кода забарвлювалося у жовтий колір, зміна кольору середовища Кода не вимагає подальшо-

го підтвердження наявності БГКП. Середовище Хейфеца набуває жовтого кольору, який іноді змінювався на салатово-зелений з утворенням газу. Для остаточного висновку про присутність у змиві бактерій групи кишкових паличок проводили висів із середовища Хейфеца або Кесслера в чашки Петрі з середовищем Ендо, Плоскірева або Левіна. Чашки Петрі поміщали в термостат з температурою 37 ± 1 °C. Через 18–20 із посіви переглядали.

На середовищі Ендо бактерії групи кишкових паличок утворюють темно-червоні колонії з металевим блиском або рожево-червоні колонії без блиску, на середовищі Левіна – темно-фіолетові колонії або фіолетово-чорні блискучі, на середовищі Плоскірева – цегляно-червоні з глянсовою поверхнею.

Музейні штами тест-культур, які використовуються для зараження тест-об'єктів, попередньо оживляли шляхом щоразового чотириразового пасажування на триптон-соєвому бульйоні. Усі культури перевіряли на життєздатність та стійкість до температури та розчинів фенолу.

Для зараження стерильні тест-об'єкти у чашці Петрі заливали бактеріальною суспензією до рівномірного змочування всіх тест-об'єктів. Чашку Петрі закривали кришкою та залишали тести у бактеріальній суспензії протягом 20 хв. Потім в асептичних умовах батистові тест-об'єкти, просочені культурою, переносили на поверхню стерильного фільтрувального паперу (2 шари на дні чашки Петрі), покривали зверху стерильним папером і закривали чашку Петрі кришкою. Через 10 хв після видалення надлишку рідини для фіксації мікроорганізмів на батистових тест-об'єктах останні переносили на поверхню сухого стерильного фільтрувального паперу в чашці Петрі та зверху прикривали листом стерильного фільтрувального паперу, підсушували в термостаті при 37 °C протягом 20 хв. Випробування ефективності антимікробних засобів проводили згідно з “Методами лабораторних досліджень та випробувань дезінфекційних засобів для оцінки їх ефективності та безпеки”.

Робочі розчини досліджуваних хімічних речовин готували на стерильній водопровідній воді у день досліді. При постановці дослідів у стерильну склянку наливали 100 см³ певного робочого розчину хімічної речовини. Відрахувавши в чашці Петрі заражені тест-об'єкти по 2 на кожну експозицію, захоплювали їх пінцетом все відразу і після випалювання шийки склянки опускали в випробувану дезінфікуючу речовину, не торкаючись країв, легким похитуванням склянки досягали змочування всіх тест-об'єктів. Момент змочування всіх тест-об'єктів вважали початком досвіду. Через певний час стерильним пінцетом витягували по 2 тест-об'єкти з дезінфікуючого розчину і опускали в стерильну склянку з 50 см³ водопровідної стерильної води. Через 5 хв тест-об'єкти переносили на другу склянку також з 50 см³ стерильної водопровідної води. Потім через 5 хв з другої склянки кожен тест-об'єкт поміщали в пробірку з 5 см³ рідкого живильного середовища (м'ясопептонний бульйон).

Контролем служили два тест-об'єкти, що не піддавалися дії дезінфікуючої речовини, але занурені у склянки зі стерильною водопровідною водою на тер-

мін, що дорівнює дії дезінфікуючої речовини. Перед посівом на живильне середовище контрольні тест-об'єкти також промивали у двох водах.

Посіви поміщали в термостат за температури 37 °С, облік результатів проводили щодня для вегетативних форм протягом 6–7 днів. Остаточну думку про наявність у випробуваної речовини бактерицидних властивостей робили після узагальнення результатів трьох повторних дослідів.

Органолептичні та фізико-хімічні показники тушок птиці визначали загальноприйнятими методами.

Результати та їх обговорення

Наявність лістерій було досліджено у 25 тушках птиці, призначених для реалізації у торговельних мережах. Досліджено тушки курей, курчат-бройлерів – 15 зразків, напівфабрикатів курячих (стегенця, груд-

ки, філе, крила курчат, напівфабрикати кускові та рублені, в т.ч. у паніровці) – 7 зразків, субпродуктів курячих – 3.

У досліджених зразках *L. monocytogenes* виявлено: у курчат-бройлерів у 1 випадку (4,0 % досліджень), напівфабрикатах з курчат-бройлерів – у 2 випадках (8 % досліджень).

Таким чином, має місце обсіменіння *L. monocytogenes* тушок курчат-бройлерів, призначених для реалізації у торговельних мережах, тому було вирішено провести моніторинг виявлення цього мікроорганізму у цеху первинної переробки птиці для встановлення можливих джерел і ділянок перехресного обсіменіння ними поверхні тушок.

Усього було досліджено 45 зразків, з них: 18 змивів з тушок, 7 змивів з обладнання, 7 змивів з рук, 13 зразків води з ванни охолодження. Результати досліджень наведені у [таблиці 1](#).

Таблиця 1

Результати моніторингу щодо виявлення джерел та шляхів обсіменіння продуктів *L. monocytogenes* за первинної переробки птиці

Об'єкт досліджень	Усього досліджено, зразків	Частота виявлення лістерій, кількість, %
Змив з обладнання (лінія патрання)	7	1/14,3
Змиви з рук (лінія патрання)	7	1/14,3
Вода з ванни охолодження/25 мл	13	3/23,1
Змив з тушок	18	3/16,7
Разом	45	8/17,8

З [таблиці 1](#) видно, що із 45 досліджених зразків *L. monocytogenes* виділені у змивах з тушок у 8 випадках, або 17,8 % досліджень, з води ванни охолодження – у 3 випадках з 13, або 23,1 % досліджень, у змивах з обладнання – у 1 випадку, або 14,3 %, у змивах з рук – у 1 випадку (14,3 %).

За результатами проведених досліджень можна дійти невтішного висновку про досить високу частоту виявлення лістерій на обстеженому птахопереробному підприємстві, м'ясо птиці може бути джерелом лістеріозу і становити небезпеку для здоров'я людей.

Вода ванни охолодження після попадання в неї контамінованих лістеріями тушок може бути джерелом перехресного обсіменіння тушок цим мікроорганізмом.

Перед попаданням тушок у ванну охолодження операції (теплова обробка тушок, зняття оперення, патрання) можуть сприяти додатковому обсіменінню. Ванна охолодження є найбільш небезпечною ділянкою, тому найефективнішим способом профілактики перехресного обсіменіння поверхні тушок *L. monocytogenes* є їхнє охолодження в крижаній воді з внесенням до неї певних концентрацій антимікробних засобів, що й стало предметом подальших наших досліджень.

Проведено дослідження з визначення стійкості *L. monocytogenes* до дії дезінфекційного засобу “Баландас-А Форте”, що застосовуються у птахопереробній промисловості для знезараження води у ванні охолодження. До складу засобу входить як діюча речовина надоктова кислота (НОК) – 15 %, допоміжні речовини – перексид водню, оцтова кислота, вода.

Для проведення досліджень у лабораторних умовах було змодельовано ванну охолодження. Поверхню тушки курчат-бройлерів штучно контамінували тест-культурою *L. monocytogenes*: в ємності з холодною водопровідною водою (з розрахунку 2,5 л на тушку) додавали 0,1 см³ добової культури *L. monocytogenes* і занурювали курчат на 5 хв.

Контаміновані тушки занурювали у розчин дезінфекційного засобу “Баландас-А Форте”, на 25 хв, потім робили з них змиви і досліджували наявність тест-культури. Для контролю тушки занурювали в такі ж ємності зі стерильною водою на той же час.

Для визначення ефективності дії дезінфікуючого засобу на *L. monocytogenes* у дослідках використовували 0,07 та 0,15 % робочий розчин.

Таблиця 2

Антимікробна дія дезінфекційного засобу “Баландас-А Форте”, на *L. monocytogenes* у охолодженій воді

Контроль	Концентрація робочого розчину, %	
	0,07	0,15
+	±	–

Примітка: (+) – наявність зростання *L. monocytogenes*; (–) – відсутність зростання *L. monocytogenes*; (±) – непостійний ефект.

З [таблиці 2](#) видно, що 0,07 % робочий розчин дезінфекційного засобу “Баландес-А Форте”, використаний для охолодження тушок, має непостійний антимікробний ефект щодо *L. monocytogenes*. Використання для охолодження розчину 0,15 % концентрації забез-

печує інактивацію *L. monocytogenes* в розчині з температурою 10 °С.

Приблизно через дві години після охолодження тушок у дезінфікуючому засобі “Баланdez-А Форте”

та відбору проб для мікробіологічних досліджень проводили органолептичні та фізико-хімічні дослідження тушок курчат-бройлерів. Результати досліджень наведено у [таблицях 3 та 4](#).

Таблиця 3

Органолептичні показники тушок курчат-бройлерів, охолоджених у водопровідній воді та в дезінфікуючому засобі “Баланdez-А Форте”

Показники свіжості м'яса	Спосіб охолодження	
	охолодження водопровідною водою	охолодження у дезінфікуючому засобі “Баланdez-А Форте”
Зовнішній вигляд і колір		
поверхня тушок	суха, білувато-жовтого кольору з рожевим відтінком.	злегка волога, порівняно з контролем жовтішого кольору з “воскоподібним” нашаруванням
підшкірна та внутрішня жирова тканина	жовтого кольору	жовтого кольору із “воскоподібним” нашаруванням
серозна оболонка грудочеревної порожнини	волога, блискуча	волога, блискуча
м'язи на розрізі	злегка вологі, не залишають вологості плями на фільтрувальному папері, блідо-рожевого кольору	злегка вологі, не залишають вологості плями на фільтрувальному папері, блідо-рожевого кольору
мікроскопія	слідів розпаду м'язової тканини не виявлено, мікрофлора не виявлена	слідів розпаду м'язової тканини відсутні
запах	специфічний, властивий свіжому м'ясу птиці	специфічний, властивий свіжому м'ясу птиці
прозорість та аромат бульйону	прозорий, ароматний	прозорий, ароматний

З [таблиці 3](#) видно, що органолептичні показники м'яса, а також бульйону (прозорість, аромат), виготовленого з м'яса птиці, охолодженого звичайним способом та при застосуванні дезінфікуючого засобу “Баланdez-А Форте”, достовірних відмінностей не встановлено.

Однак варто зауважити, що у оброблених тушок порівняно з контролем спостерігається зміна кольору

поверхні тушок і внутрішнього жиру – їхній колір стає жовтішим і має воскоподібне нашарування, що може негативно сприйматися споживачем, причиною цього може бути вплив надощтової кислоти (НОК) на жирову тканину птиці.

За визначення фізико-хімічних показників ([табл. 4](#)) суттєвих відмінностей між м'ясом оброблених та необроблених тушок не виявлено.

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники тушок курчат-бройлерів, охолоджених у водопровідній воді та в дезінфікуючому засобі “Баланdez-А Форте”

Показники свіжості м'яса	Спосіб охолодження (М ± m)	
	охолодження водопровідною водою	охолодження у дезінфікуючому засобі “Вінdez НОК”
Леткі жирні кислоти, мг КОН	2,41 ± 0,05	2,38 ± 0,06
Перекисне число жиру, % йоду	0,0014 ± 0,0005	0,0016 ± 0,0004
Кислотне число жиру, мг КОН	0,434 ± 0,007	0,428 ± 0,008
Реакція на аміак з реактивом Неслера	–	–

Як видно з [таблиці 4](#), тушки, охолоджені у водопровідній воді та з додаванням дезінфікуючого засобу “Баланdez-А Форте”, за фізико-хімічними показниками відповідали вимогам. Робочий розчин препарату, виготовлений на основі надощтової кислоти, не мав запаху.

Для дослідження дії дезінфікуючого засобу “Баланdez-А Форте” на *L. monocytogenes*, з [таблиці 5](#) видно, що розчини 0,07 % концентрації засобу знижує КМА-ФАНМ на три порядки з $(1,7 \pm 0,3) \cdot 10^4$ до $(3,1 \pm 0,8) \cdot 10^1$, проте не інактивують бактерії групи кишкових паличок та *L. monocytogenes*, вода ванни охолодження з робочим розчином 0,15 % концентрації дозволяє інактивувати

БГКП і забезпечують інактивацію *L. monocytogenes* у холодній воді (10 °С).

Отже, проаналізовано ефективність впровадження заходів контролю бактеріальних патогенів на технологічному етапі забою птиці, що забезпечує зниження рівня мікробіологічного забруднення тушок птиці.

Проблема безпеки продуктів харчування, зокрема і продуктів птахівництва, останніми роками стала ще більш актуальною, оскільки у разі зріс обсяг торгівлі охолодженим м'ясом птиці та продуктами її переробки, а також збільшилися шляхи транспортування цієї продукції.

Таблиця 5

Вплив розчинів “Баландез-А Форте” на мікрофлору тушок курчат-бройлерів, штучно контамінованих *L. monocytogenes*

Мікробіологічні показники	Контроль	Концентрація робочого розчину, %	
		0,07	0,15
КМАФАнМ, КУО/см ³	$(1,7 \pm 0,3) \times 10^4$	$(3,1 \pm 0,8) \times 10^1$	<10
БГКП/см ³	10 ³	10 ¹	–
<i>L. monocytogenes</i> /25 см ³	+	+	–

Примітка: (+) – наявність зростання *L. monocytogenes*; (–) – відсутність зростання *L. monocytogenes*

Найбільш складною і важкою проблемою безпеки продуктів харчування, у тому числі і птицепродуктів, є захист їх від бактеріального обсіменіння. Присутність у продуктах з м'яса птиці та яйцях патогенних мікроорганізмів можуть викликати у людей важкі харчові отруєння, які нерідко закінчуються летально (The Community Summary Report..., 2012; Kasjanenko et al., 2014; Polishchuk & Pinchuk, 2018).

Вода ванни охолодження після потрапляння в неї контамінованих лістеріями тушок може бути джерелом перехресного обсіменіння тушок цими мікроорганізмами. Перед зануренням тушок у ванну охолодження операції (теплова обробка тушок, зняття оперення, патрання) може сприяти додатковому обсіменінню. Ванна охолодження є найбільш небезпечною ділянкою, тому найефективнішим способом профілактики перехресного обсіменіння поверхні тушок *L. monocytogenes* є їхнє охолодження у воді з внесенням до неї 0,15 % концентрацій “Баландез-А Форте”.

Одним з напрямів щодо зниження рівня мікробіологічного забруднення є хімічні методи обробки тушок птиці. Як речовини для знезараження тушок птиці застосовують молочну і оцтову та надоцтову кислоти, воду хлоровану, підкислену електролізовану воду, підкислену воду з солями хлору чи фосфору. Нині жодна зі згаданих сполук не дозволяється в ЄС для обробки тушок птиці, оскільки вони мають токсичні продукти розпаду, залишки яких накопичуються в продукції після обробки. Хоча ефективність бактерицидної дії проти бактеріальних патогенів більшості із цих хімічних речовин була підтверджена в лабораторних умовах за обробки експериментально контамінованих зразків шкіри та м'яса. Фахівці наголошують на ефективності застосування саме методу занурення тушок птиці у водні розчини хімічних сполук, оскільки саме цей метод дозволяє добре обробити сировину, і відповідно ефективніше провести їх знезараження. Застосування методу на практиці ускладнює нейтралізація хімічних сполук при зв'язуванні іонів пептидами і протеїнами, що екстрагуються із м'яса. Цей факт ускладнює визначення бактерицидних концентрацій водних розчинів хімічних речовин для практичного застосування (Fotina et al., 2014; Pereira et al., 2021). Проте нормативною документацією ЄС регламентовано лише повітряне охолодження на рамах (пірамідах) та аерозольний метод охолодження (повітряно краплинне охолодження тушок птиці на конвеєрі) (Thomson et al., 2007; Dygico et al., 2020). У деяких країнах для обробки тушок птиці у ваннах і при іммерсійному охолодженні традиційно застосовуються водні розчини хлору і гіпохлориту з концентрацією 50

мг/л і вище. В ЄС питна вода й та, що застосовується для обробки тушок птиці, має містити не більше ніж 5 мг/л хлору. Концентрація водних розчинів гіпохлориту, що застосовуються для іммерсійної обробки тушок птиці з метою знезараження *Listeria* spp. та інших бактеріальних патогенів, становить 50 мг/л. Промивання тушок після процесу їх нутрування навіть під холодним душем без додавання хімічних засобів також є ефективним для зниження їхнього мікробіологічного забруднення (Mead et al., 2006). За даними досліджень (Adzitey & Huda, 2010), проведеними на трьох бойнях, обробка тушок хімічними розчинами дозволила зменшити контамінацію тушок мікроорганізмами родини *Listeria* spp., *Enterobacteriaceae* і *Salmonellas* spp.

Висновки

1. Проведений моніторинг показав, що у продуктах, субпродуктах та напівфабрикатах з м'яса птиці за їх реалізації *L. monocytogenes* виявлено у тушках курей, курчат-бройлерів у 1 випадку (4,0 % досліджень), напівфабрикатах з курчат-бройлерів – у 2 випадках (8 % досліджень).

2. Дослідження у цеху первинної переробки птиці показали, що охолодження водою, а також недостатньо оброблені руки працівників, зайнятих на ділянках патрання та пакування, можуть сприяти додатковій контамінації поверхні тушок умовно-патогенною, патогенною мікрофлорою, зокрема *L. monocytogenes*.

3. Застосування за охолодження водою розчинів на основі надоцтової (0,15 %), знижує мікробне обсіменіння і профілактує перехресне обсіменіння *L. monocytogenes* поверхні тушок птиці.

5. Використаний 0,15 % концентрації “Баландез-А Форте” не впливає на фізико-хімічні та органолептичні показники м'яса птиці.

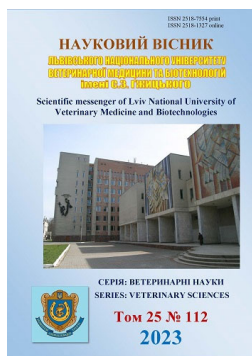
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Adzitey, F., & Huda, N. (2010). *Listeria monocytogenes* in foods: Incidences and possible control measures. *African Journal of Microbiology Research*, 4(25), 2848–2855. URL: https://academicjournals.org/article/article1380543289_Adzitey%20and%20%20Huda.pdf.
DSTU EN ISO 4833-1:2014 (2016). *Mikrobiologhija kharchovogho lancjugha. Ghoryzontalnyj metod pid-*

- rakhunku mikroorganizmiv. Chastyna 1. Pid-rakhunok kolonij za temperatury 30° S metodom rozlyvu po chashkakh (EN ISO 4833- 1:2013). [Chynnyj vid 2016–01–01]. Vyd. ofic. Kyjiv: Minekonom-rozvytku Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU ISO 11290-1:2003 (2005). Mikrobiologhija kharchovykh produktiv ta kormiv dlja tvaryn. Ghoryzontal'nyj metod vyjavljannja ta pidrakhovuvannja *Listeria monocytogenes*. Chastyna 1. Metod vyjavljannja (ISO 11290-1:1996, IDT). [Chynnyj vid 2004–10–01]. Vyd. ofic. Kyjiv: Derzh-spozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU ISO 11290-2:2003 (2005). Mikrobiologhija kharchovykh produktiv ta kormiv dlja tvaryn. Ghoryzontal'nyj metod vyjavlennja ta pidrakhuvannja *Listeria monocytogenes*. Chastyna 2. Metod pidrakhuvannja (ISO 11290-2:1998, IDT). [Chynnyj vid 2004–10–01]. Vyd. ofic. Kyjiv: Derzh-spozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU ISO 18593:2006 (2007). Mikrobiologhija kharchovykh produktiv i kormiv dlja tvaryn. Mikrobiologhichnyj analiz iz vykorystannjam vidbytkiv i zmyviv z poverkhonj (ISO 18593:2004, IDT). [Chynnyj vid 2007–01–07]. Vyd. ofic. Kyjiv: Minekonomrozvytku Ukrainy (in Ukrainian).
- Dygico, L.K., Gahan, C. G. M., Grogan, H., & Burgess, C. M. (2020). The Ability of *Listeria monocytogenes* to Form Biofilm on Surfaces Relevant to the Mushroom Production Environment. *International Journal of Food Microbiology*, 317, 108385. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108385.
- FAO and WHO (2022). *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat (RTE) foods: attribution, characterization and monitoring – Meeting report. *Microbiological Risk Assessment Series*, 38, 184. DOI: 10.4060/cc2400en.
- Fotina, T. I., Kasjanenko, O. I., Fotina, Gh. A., & Dvorsjka, Ju. E. (2014) Epizootologhichne ta epidemiologhichni znachennja kharchovykh bakterialnykh patogheniv. *Biologhija tvaryn*, 16(3), 212 (in Ukrainian).
- Kasjanenko, O. I., Fotina, T. I., Sobyňa, M. M., & Ghladchenko, S. M. (2014). Vyznachennja osnovnykh dzherel i shljakhiv peredachi zbudnykiv kharchovykh infekcij. *Vet. Med*, 98, 88–91 (in Ukrainian).
- Mead, P. S., Dunne, E. F., Graves, L. et al. (2006). Nationwide outbreak of listeriosis due to contaminated meat. *Epidemiol. Infect.*, 134(4), 744–751. DOI: 10.1017/S0950268805005376.
- Pereira, E., Conrad, A., Tesfai, A., et al. (2023). Multinational Outbreak of *Listeria monocytogenes* Infections Linked to Enoki Mushrooms Imported from the Republic of Korea 2016–2020. *Journal of Food Protection*, 86(7), 100101. DOI: 10.1016/j.jfp.2023.100101.
- Pereira, E., Elliot, E. L., Singleton, L. S., et al. (2021). An Outbreak Investigation of Scombrototoxin Fish Poisoning Illnesses in the United States Linked to Yellowfin Tuna Imported from Vietnam-2019. *Journal of Food Protection*, 84(6), 962–972. DOI: 10.4315/jfp-20-456.
- Polishhuk, I. V., & Pinchuk, N. Gh. (2018). Rolj i misce vakcyn proty listeriozu u systemi zabezpechennja blaghopoluchchja tvaryn. *Veterynarna biotekhnologhija*, 32(1), 416–424. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2018_32%281%29_57 (in Ukrainian).
- The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2012. European food safety authority and european centre for disease prevention and control (2012). *European Food Safety Authority Journal*, 1496. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2597.
- Thomson, B. M., Nokes, C. J., & Cressey, P. J. (2007). Intake and risk assessment of nitrate and nitrite from New Zealand foods and drinking water. *Food Additives and Contaminants*, 24(2), 113–121. DOI: 10.1080/02652030600934206.
- Ukhovsjka, T. M., Ghorbatjuk, O. I., & Gharkavenko, T. O. (2017). Monitoryng listeriozu tvaryn ta zasoby jogho profilaktyky dlja pidtrymannja biobezpeky v Ukraini. *Veterynarna medycyna*, 103, 222–226. URL: http://jvm.kharkov.ua/sbornik/103/3_50.pdf (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11205

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

UDC 619:616-07:616.5-002:636.8

Dermatomycosis in cats (prevalence, diagnosis, course, treatment)

O.-L. I. Labunska[✉], V. M. Hunchak, B. V. Gutyj, I. I. Khariv, M. P. Soltys

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

Article info

Received 10.08.2023

Received in revised form

11.09.2023

Accepted 12.09.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-093-737-27-57
E-mail: labywka@gmail.com

Labunska, O.-L. I., Hunchak, V. M., Gutyj, B. V., Khariv, I. I., & Soltys, M. P. (2023). Dermatomycosis in cats (prevalence, diagnosis, course, treatment). Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 34–41. doi: 10.32718/nvlvet11205

The article analyzes the literature on the distribution and diagnosis of cat dermatomycosis. Pathogenic fungi of the genera *Trichophyton* and *Microsporum* occupy a special place among the most common pathogens that provoke the development of dermatitis among small animals. Mycoses of small animals caused by dermatophytes are zoonoses, in which the potential for transmission of microorganisms from animals to humans and vice versa is high. Regarding the pathogenesis of fungal diseases in cats, it is believed that the infectious agent is arthrospores formed by fragmented hyphae. This pathology's mechanism of development is associated with spores' penetration into hair follicles. Mushroom components mainly cause hypersensitivity reactions with the development of a humoral and cell-mediated immune response. Issues of early diagnosis are also covered, which allows timely detection of sick animals and effective treatment. Diagnosis of fungal lesions is usually complex. In the practice of veterinary medicine, new methods of diagnosing dermatomycoses are increasingly used, particularly in detecting pathogenic fungi in dogs and cats using a PCR test. When examining cats suspected of having dermatomycosis, anamnestic data are taken into account (type of animal, sex, age, breed, housing and feeding conditions, general condition, behavioral reactions, presence of appetite, appearance), as well as clinical manifestations of skin lesions, namely the location of the pathological process, nature and its manifestations. Clinical signs of the disease in cat dermatomycosis are very diverse and are determined by the specific properties of the pathogens. Antifungal drugs of systemic and local action and immunomodulators play an essential role in the system of treatment and prevention measures.

Key words: dermatomycosis, dermatophytia, molds, *Microsporum*, *Trichophyton*, cats.

Дерматомикози в котів (поширення, діагностика, перебіг, лікування)

О.-Л. І. Лабунська[✉], В. М. Гунчак, Б. В. Гутій, І. І. Харів, М. П. Солтис

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

У статті проведено аналіз літератури щодо поширення, діагностики дерматомикозів у котів. До найбільш розповсюджених збудників, що провокують розвиток дерматитів серед дрібних тварин, особливе місце займають патогенні гриби роду *Trichophyton* та *Microsporum*. Мікози дрібних тварин спричинені дерматофітами є зоонозами, за яких потенціал передачі мікроорганізмів від тварин до людини і навпаки є високим. Стосовно патогенезу грибкових захворювань у котів, вважають, що інфекційним агентом є артроспори, що утворюються фрагментованими гіфами. Механізм розвитку цієї патології пов'язують із проникненням спор у волосні фолікули. Компоненти грибів здебільшого викликають реакції гіперчутливості з розвитком гуморальної і клітинноопосередкованої імунної відповіді. Також висвітлюються питання ранньої діагностики, яка дозволяє своєчасно виявити хворих тварин і провести ефективне лікування. Діагностика грибкових уражень зазвичай є комплексною. У практиці ветеринарної медицини все частіше використовують нові методи діагностики дерматофітозів, зокрема виявлення у собак і котів патогенних грибків за допомогою ПЛР-тесту. При дослідженні котів з підозрою на дерматомикоз враховують анамністичні дані (вид тварини, стать, вік, породу, умови утримання та годівлі, загальний стан, поведінкові реакції, наявність апетиту, зовнішній вигляд), а також клінічні прояви ураження шкіри, а саме місце локалізації патологічного процесу, характер і його прояви. Клінічні ознаки

хвороби при дерматомікозах у котів дуже різноманітні і обумовлені специфічними властивостями збудників. В системі лікувально-профілактичних заходів важливе місце займають протигрибкові препарати системної і місцевої дії, а також імуномодулятори.

Ключові слова: дерматомікози, дерматофітія, плісеневі гриби, *Microsporum*, *Trichophyton*, коти.

Вступ

Дерматофітія – це комплексне інфекційне захворювання, що викликається плісеневими грибами *Microsporum* і *Trichophyton* та характеризується ураженням верхніх шарів шкіри, волосин і кігтів. Нараховується близько 40 видів грибів, які можуть уражати котів, з них у практиці ветеринарної медицини дрібних домашніх тварин найбільш важливими є види – *M. canis*, *M. gypsum*, *T. mentagrophytes* (Boehm & Mueller, 2019).

Дерматофітози займають значну частку в структурі шкірних захворювань у котів. Причиною цього, як вважають багато дослідників, є несприятливі екологічні чинники, на тлі яких знижується опірність організму цього виду домашніх тварин. Це спричиняє недоброякісна в частині збалансованості раціонів годівля, порушення умов утримання та правил догляду за тваринами, необґрунтоване застосування протимікробних засобів, насамперед антибіотиків та гормональних препаратів.

Захворювання шкіри, викликані ураженням грибовою мікобіотою, серед патологій дрібних домашніх тварин займають провідну роль. Дерматофіти і дріжджеподібні гриби мати властивість вселятись у роговий шар шкіри. При цьому вони проникають і розмножуються у її нижніх прошарках, периферичним ростом захоплюють нові ділянки і викликають, завдяки продуктам своєї життєдіяльності (ендотоксинам), місцеву запальну реакцію.

Результати та їх обговорення

Найчастіше причиною дерматофітії в котів є *M. canis*. Передача збудника відбувається контактним шляхом через уражені ділянки шкіри, волосся, предмети догляду тощо. Зараження грибами роду *Trichophyton* і *M. persicolor* прямо або супутньо пов'язують із резервуарними господарями-гризунами. *M. gypsum* знаходять зазвичай у ґрунті. Через це обсіменіння цим видом гриба у котів спостерігаються рідше. Основними шляхами зараження котів є зоонозна інфекція, при цьому збудник передається від хворих тварин з їх шерстю, лусочками, із зовнішнього середовища, інфікованого грибом (сховища, вентиляційні люки) і через предмети догляду. Ріст звернень власників кішок до клініки ветеринарної медицини зазвичай спостерігають у весняно-літній періоді, коли температурний режим зовнішнього середовища є сприятливим до розвитку грибків. Тварини більше часу проводять на повітрі, саме в цей період зростає народжуваність молодняку (Bublyk et al., 2004; Kovalenko et al., 2005; Kone et al., 2014).

Останнім часом захворювання шкіри у тварин всіх видів, в тому числі серед котів, у світі набули широкого розповсюдження (Moriello et al., 2017; Boehm &

Mueller, 2019). За повідомленнями багатьох вчених – у котів трапляється 10 найбільш часто поширених захворювань, а саме: блошина інфестація, блошина алергія, дерматофітоз, отодектоз, харчова алергія, реакція імунної системи на алергени довкілля, невстановлена причинна гіперчутливість, отити, поверхнева бактеріальна інфекція шкіри і психогенна алопеція (Bourdeau, 2004; Halliwell et al., 2021).

Розповсюдження інфекції серед тварин і людей відбувається за контакту з осередком ураження мікофлорою, зокрема з шерстю і лусочками шкіри хворої тварини та через інфіковані предмети, а ступінь прояву патології залежить як від виду мікоміцета (його патогенності і вірулентності), умовно-патогенної мікрофлори, наявності алергенів, так і стану імунорезистентності тваринного організму та захисної функції її шкіри (Chupryna et al., 2022).

Нині більшість науковців схильні вважати, що дерматомікози мають поліетіологічну природу (Kovalenko et al., 2013; Ponomarenko, 2017). У виникненні патології шкіри визначальним є здоров'я та спосіб життя котів. Серед важливих чинників, які провокують виникнення дерматофітозів у цього виду тварин, є вік та фізіологічний стан організму. Так, вважається, що молодняк, або кошенята та старі тварини піддаються більшому ризику зараження грибами. Вагітні або лактуючі кішки часто інфіковані дерматофітами без симптомів і можуть передавати інфекцію потомству (Guaguere & Prelaud, 1999). Загалом схильність до зараження грибами мають тварини різного віку. Однак, за статистичним аналізом, найчастіше дерматофітами уражаються котенята до 6-місячного віку. Зазвичай дерматофітози більш поширені серед тварин без конкретного місця проживання або за великого скупчення тварин у приміщеннях (притулки, зони перетримки і т. ін.). При цьому співвідношення випадків зараження бродячих і породних котів складає 4 : 1. Однак виключати можливість зараження останніх в розплідниках чи домашніх умовах теж не можна. Підтверджено, що дерматофітози не мають особливих відмінностей щодо зараження та перебігу цієї нашкої патології в самців і самок (Ponomarenko, 2017; Peano, 2019).

Стосовно породи котів, то зазначається, що найбільш чутливими до грибкових уражень шкіри є перські та інші довгошерстні кішки. Є висока ймовірність того, що на тлі перебігу виснажливих хронічних захворювань у котів частіше діагностують шкірну патологію з грибковою етіологією (Chupryna et al., 2022).

Ектопаразити теж за певних обставин можуть бути серед супутніх чинників, що спричиняють схильність котів до ураження шкіри дерматофітами. І взагалі, будь-який свербіж чи розчісування, незалежно від природи, спричинятиме раневе ураження та відкриває ворота до грибкової інфекції (ESCCAP, 2019).

Важливим у розвитку патології шкіри, в т. ч. грибкової, є правильний догляд за нею. Як це не парадоксально, але часте миття котів і кішок з використанням підсушуючих мил чи інших детергентів може бути сприятливим чинником для інфікування дерматофітами (Kone et al., 2014; ESCCAP, 2019).

Науковці вважають, що в котів на розвиток шкірної патології суттєвий вплив мають параметри мікроклімату в приміщенні, в якому вони перебувають тривалий період часу. Висока температура, вологість, загазованість є стресовими чинниками, що підвищують схильність до ураження тварин грибами (Chupryna et al., 2022).

До факторів, які сприяють зараженню грибами дрібних домашніх тварин, і зокрема котів, зараховують зниження резистентності їх організму у молодому віці (імунітет і захисні властивості шкіри ще до кінця не сформовані) та окремі захворювання, які сприяють нашкодженню патології (вірусні інфекції, новоутворення, неякісна годівля).

На тлі захворювань інфекційного чи метаболічного характеру також може зростати захворюваність шкіри в котів. Є наукові повідомлення щодо ймовірного зв'язку між їх зараженням вірусом котячого імунodefіциту (FIV) або вірусом котячої лейкемії (FELV) та дерматофітозом (Meason Smith et al., 2017; Peano, 2019).

К. А. Moriello (2017) зазначає, що у котів все частіше, крім збудників мікроспорії та трихофітії, що є традиційними етіологічними чинниками при хворобах з дермальним синдромом, з уражених ділянок шкіри виділяють грибки, які є умовно-патогенними представниками роду *Malassezia* та *Alternaria*. Будучи секундарною інфекцією у змішаних патологіях цього виду тварин, вони зменшують ефективність терапії і подовжують термін виздоровлення. При цьому автори зазначають, що до малазійного дерматиту більш схильні кішки породи девон-рекс, пітерболт і сфінкси (Moriello et al., 2017). На жаль, дерматофітози, спричинені збудниками *Malassezia* та *Alternaria*, можуть спричинити грибкові захворювання і в людини. При цьому характерними є шкірні, підшкірні, церебральні, рогівкові або дисеміновані мікози (Bublyk et al., 2004; Kone et al., 2014; ESCCAP, 2019). Крім того, в асоціації з іншими алергенами ендотоксини вищеперерахованих грибів можуть викликати мультифакторні алергічні стани з респіраторними компонентами (Moriello et al., 2017). За окремими повідомленнями – у кішок зазвичай наявність *Malassezia* пов'язують з ретровірусними інфекціями, паранеопластичним синдромом, тимомою та цукровим діабетом. У деяких популяцій котів поява *Malassezia* є певною мірою маркером основного захворювання (Bourdeau, 2004).

Стосовно патогенезу грибкових захворювань у котів, вважають, що інфекційним агентом є артроспори, що утворюються фрагментованими гіфами. Механізм розвитку цієї патології пов'язують із проникненням спор у волоссяні фолікули. Артроспори адгезуються із кератином, причому цей процес проходить швидко за умови зволоженої шкіри. Гіфи мігрують проксимально по поверхні волосини в напрямку до цибулини, продукуючи при цьому кератолітичні ензими, зокрема

кератиназу, еластазу і колагеназу, які проростають до зони тератогенезу. Волосини в стадії телогену продукують кератин дуже повільно, тому на цьому етапі можливе спонтанне виздоровлення. Однак артроспори можуть міститися й на поверхні волосини до фази анагену, що зазвичай призводить до реінфекції або рецидиву. Серед чинників, які відіграють важливу роль у механізмах розвитку хвороби, важливими є вік котів, їхній фізіологічний статус, кількість та якість потових і сальних залоз, характер росту волосся тощо. Вважається, що дерматит у хворих тварин розвивається за впливу протеолітичних ензимів гриба (крім *M. persicolor*). Компоненти грибів здебільшого викликають реакції гіперчутливості з розвитком гуморальної і клітинноопосередкованої імунної відповіді. За повідомленням ряду вчених, чіткої залежності між наявними в крові антитілами і захистом від інфекції не встановлено. При цьому лімітуючим чинником є клітинноопосередкований імунітет, підтвердженням чого є широке його поширення у котів з імуносупресією (Sparkes et al., 1996; DeBoer et al., 2002).

Мікоспори і трихофіти піддають ураженню ороговатої частини шкіри, включаючи волоссяний покрив. Грибки *Candida* і *Malassezia* можуть проникати в кровотворні ділянки шкіри і викликати в них запальну реакцію. Ураження волоссяного фолікула є воротами для проникнення бактерій і розвитку фолікуліту (Bancovic et al., 2013). Клінічно в кішок дерматофітія протікає із розвитком ділянок alopecii, частіше з ознаками лущення та ламкістю волосин. Фолікулярний гіперкератоз може бути результатом розширення волоссяного фолікула або утворенням комедонів. При цьому alopecii бувають локальними або множинними з характерними ознаками запального процесу, еритемою, утворенням лусочок, кірочок чи фолікулярних папул. Нерідко дерматофітія в ділянці підборіддя в котів проявляється акне.

З типових уражень шкіри грибами роду *Microsporum* основними клінічними ознаками будуть в ділянці голови, вушних раковин і лап, alopecii, покриті ніжними сірими лусочками. Однак не можна виключати за трихофітії і інші ознаки з боку шкіри. Так, С. Патерсон (2014) такими вважає появу обширних дерматитів з папулами і кірочками, ознаки ексклазивної еритродермії або генералізованої себореї. В ділянці підборіддя нерідко наявний фолікуліт чи фурункульоз. У персидських котів нерідко трапляються псевдоміцетоми у вигляді виразкових підшкірних вузликів, особливі на тулубі та в ділянці хвоста.

Перебіг дерматофітозів, незалежно від збудника, у більшості випадків є подібним і характеризується наявністю специфічних клінічних симптомів, зокрема, зміною стану шерстного покриву, утворенням на шкірі лусочок, alopecii, виділенням ексудату. Часто при цьому виявляють ураження слизових оболонок та внутрішніх органів, виснажливий свербіж, алергію тощо (Bryan & Frank, 2010; Kone et al., 2014; ESCCAP, 2019).

Зазначається, що клінічними ознаками перебігу дерматофітозу в котів є також наявність гіперемії в ділянці черева та спини, вологі ерозії на ділянках шкіри в області шиї, облісіння і склеювання залишків

шерсті серозним ексудатом. За мікроскопічних досліджень висівів спостерігаються золотисто-коричневі, обернено булавоподібні конідії і гіфи оливкового зображення і поодинокі округлі та множинні клітини із залишками псевдоміцелію (Bublyk et al., 2004; Kovalenko et al., 2015).

В окремих випадках у клініці, за можливого ураження котів грибами, виявляють наявність на поверхні шкіри вологих з кірочками ділянок, місцеву запальну реакцію. Шерстинки за мікроскопії часто проглядаються як такі, що біля основи одягнені у невеликий чохол зі спор гриба *Microsporum canis* (Peano, 2019; Boehm & Mueller, 2019).

За дерматофітозу у котів зазвичай характерним є злущування поверхневого шару епідермісу, алопеції, наявність папул, себореї, гіперпігментація, еритеми тощо. Розчісування і свербіж при дерматофітозах здебільшого чітко не виражені, а в окремих індивідумів котячих можуть бути і відсутні (DeBoer & Moriello, 1994).

За діагностики важливо враховувати, що дерматофіти вражають волоссяні фолікули та ороговілий шар епітелію, а сама картина патології характеризується плямистими ділянками алопеції на шкірі, найчастіше на мордочці, вухах або передніх лапах. Стосовно свербіжу і розчісування, то розрізняють перебіг дерматофітозів як із їхньою наявністю (часто в старих котів) так і без. Крім того, у персидських кішок описувана патологія шкіри може протікати з появою одиночних чи множинних підшкірних нодулів, схильних до утворення виразок (псевдоміцетом) (Nobre et al., 2010). Менш типовими для дерматофітозу в котів є такі прояви, як оніхомікоз і пароніхія, міліарний дерматит і міцетом (DeBoer et al., 2002). А взагалі, не можна повністю виключати, що у кішок дерматофітія може бути і безсимптомною впродовж тривалого періоду часу. Дерматофітози в котів зазвичай важко діагностуються, оскільки клінічна картина при дермальном синдромі є подібною. Це вимагає комплексного підходу до діагностики і терапії в таких випадках. При дослідженні котів з підозрою на дерматомікоз враховують анамнестичні дані (вид тварини, стать, вік, породу, умови утримання та годівлі, загальний стан, поведінкові реакції, наявність апетиту, зовнішній вигляд), а також клінічні прояви ураження шкіри, а саме місце локалізації патологічного процесу, характер і його прояви (Kovalenko et al., 2013). Діагностика грибкових уражень зазвичай є комплексною і включає насамперед мікроскопічні дослідження “зішкребів” з уражених ділянок шкіри. У випадку алопецій у кішок першим тестом є тріхоскопія, яка дає можливість оцінити структурні зміни волосин, включаючи їх корінь, стержень і кінчики. Для цього за допомогою хірургічного затискача вищипують по 20–30 волосин, поміщають на предметне скло з попередньо нанесеною краплею парафіну або гліцерину, накривають покривним скельцем і проводять мікроскопію ($\times 4$, $\times 20$). Це дослідження дає можливість виявити динаміку змін у волоссяних фолікулах за пошкодження стержня волосин. Важливим в діагностиці шкірного ураження є мікроскопічне дослідження посічених волосин. Після протравлювання зібраного волосся з лусочками шкіри

очищуючим розчином (КОН або хлорлактофенолом) уражені грибом волосинки під мікроскопом являють собою збільшені й набряклі структури з жорсткою та неправильною поверхнею, а самі волосини здебільшого мають скупчення або ланцюги грибкових спор (2–4 мкм для *M. canis*) (Moriello et al., 2017).

Після обробки цього біоматеріалу натрію гідрооксидом під мікроскопом інколи виявляються грибкові гіфи з товстою стінкою і наявними перегородками та багатоклітинні макроконідії, що є характерним для грибів роду *Alternaria*. Маласцезії можна побачити за мікроскопії лише після додаткового контрастування з використанням барвника Leucodif. В полі зору за таких умов відзначаються одноклітинні дріжджові грибки з товстою стінкою у формі “сніговика”. З лабораторних методів діагностики грибкових уражень шкіри в котів важливим є обстеження волосся під ультрафіолетовим світлом (лампи Вуда) або люмінесцентне дослідження. Вважається, що при світлі волосини уражені *M. canis* зазвичай світяться жовто-зеленим кольором, а за інфікування іншими грибами – подібного ефекту не буде (Chupryna et al., 2022). В окремих випадках в діагностиці дерматофітозів важливою є люмінесцентна мікроскопія. Однак, як вважає F. Scarambella et al. (2015), кандіфлюоресценцією володіють лише від 30 до 50 % дерматофітів. Більше половини грибків родини *Microsporum* не дають за люмінесцентного аналізу синього, зеленого чи жовтуватого свідчення волосин (Scarambella et al., 2015). Через це для підтвердження дерматофітозу проводять також мікроскопію уражених волосин артроспорами і гіфами дерматофітів (Colombo et al., 2010).

Прийнято вважати, що за підтвердження діагнозу на грибок ураження шкіри найбільше значення має культуральне дослідження з використанням специфічних середовищ, зокрема агару Сабуро з декстрозою. При цьому за мікробіологічного дослідження проводять обов'язково ідентифікацію грибкових колоній та їх кількість (Kane et al., 1997; Rosen, 1997; Boehm & Mueller, 2019). Як поживне середовище в окремих випадках можна використовувати DSM Dermakit. Оцінку в таких випадках проводять за зміною забарвлення середовища, інтенсивністю росту і формами колоній грибів.

У практиці ветеринарної медицини все частіше використовують нові методи діагностики дерматофітозів, зокрема виявлення у собак і котів патогенних грибків за допомогою ПЛР-тесту. Диференціальна діагностика дерматофітозів та остаточний діагноз завжди підтверджуються лабораторними методами досліджень.

Інколи можуть застосовувати і гістологічні методи з використанням матеріалу, зафарбованого гематоксилін-еозином або PAS чи GMS (Meason Smith et al., 2017). В окремих випадках, особливо при утрудненні постановці діагнозу виникає потреба у проведенні додаткових, зокрема цитологічних досліджень. При цьому важливим є цитологічний аналіз біоматеріалу, який отримують з допомогою мазків-відбитків, скарифікацією або тонкоголковою біопсією. Препарат фарбують за Романовським-Гімзою або з використанням барвника “Diffquick”. За мікроскопії таких мазків в

біоматеріали знаходять артроспори у вигляді заокруглених включень, що мають тонку базofilну капсулу і більш світлу серцевину. Здебільшого знаходять спори і нитки міцелію у волосяних фолікулах і кератині епідермісу. Ідентифікацію дерматофітів проводять за товщиною стінки і кількістю септ в макроконідіях (Sparkes et al., 2000; Colombo et al., 2012).

Лікування дерматомікозів має в своїй основі передбачати скорочення періоду лікування та зменшення до мінімуму поширення інфекції. В системі лікувально-профілактичних заходів важливе місце займають протигрибкові препарати системної і місцевої дії. Фунгіциди системної дії зазвичай забезпечують прискорене одужання, а препарати, які застосовують місцево – зменшують ризики передачі та забруднення патогенними і умовно патогенними грибами довкілля (Hill et al., 2006; Moriello, 2019).

В сучасній науковій і науково-практичній літературі описано достатньо схем і методів лікування дерматофітозів у котів. При цьому вважається, що ліцензованих препаратів для цього виду домашніх тварин в Україні немає. Ринок препаратів з вираженою фунгіцидною дією хоч і обширний (здебільшого в гуманній медицині) але більшість із них через різні обставини не забезпечують швидкого і повного виздоровлення (Chupryna et al., 2022). До основних протигрибкових засобів системної дії в котів належать гризеофульвін, інтраконазол, тербінафін. Мікронізований препарат гризеофульвіну вводять тваринам із розрахунку 25 мг/кг м.т., двічі на добу з жирною їжею, щоб покращити резорбцію препарату. Основною альтернативою гризеофульвіну, якому приписують тератогенні властивості, є інтраконазол. Останній показаний для лікування котів, заражених *M. canis*, впродовж 6–7 діб. При цьому ефективним в лікувальному сенсі, на думку багатьох вчених і практиків, буде поєднане застосування засобів системної і місцевої терапії за окремими схемами, наприклад: шампунь з міконазолом + хлоргексидин, кетоконазол + хлоргексидин та емульсія енілконазолу (0,2 %, 2 рази на тиждень) та хлорне вапно (1:32 або 1:16). За локалізованих уражень шкіри шерстинки акуратно підрізають і наносять лосьйон або крем, які містять у своєму складі міконазол або клотримазол (2 рази на добу, кругом ураженої ділянки кільцем, шириною до 6 мм (Degreef & De Doncker, 1994; Carlotti et al., 2010).

Як фунгіцидні засоби для котів часто використовують препарати, що є похідними триазолів, а саме клотримазол, міконазол, кетоконазол, ністатин. Зазвичай схеми лікування шкірних уражень грибової природи включають поєднане застосування фунгіцидів з антибіотиками та гормональними засобами, зокрема з глюкокортикоїдами (Kovalenko et al., 2013; Peano, 2019).

За даними K. Moriello et al. (2013), застосування інтраконазолу в дозі 5 мг/кг м.т. впродовж тижня є абсолютно безпечним для котів, але автори вважають необхідним кожні 14 діб проводити контрольне дослідження сироватки крові тварин на активність трансаминаз і білірубину (Guillot, 2013), оскільки є низка наукових повідомлень, що інтраконазол у високих

дозах і за тривалого застосування спричиняє в кішок гепатотоксичний ефект (Moriello & Verbrugge, 2013).

З препаратів системної дії в практиці ветеринарної медицини за лікування трихофітії в кішок застосовують також кетоконазол (10 мг/кг м.т., 1 раз за добу), інтраконазол (10 мг/кг м.т., 1 раз за добу), тербінафін (20–40 мг/кг, 1 раз на 1–2 доби) тощо (ESCCAP, 2019). За окремими повідомленнями – кетоконазол не рекомендують для лікування котів, оскільки він менш ефективний за дерматофітії у цього виду тварин, проявляє в них гепатотоксичну дію та інші побічні ефекти. За ще однією описаною схемою лікування дерматофітозу в кішок застосовують фунгіцидний препарат тербінафін для перорального застосування а для місцевої дії – Фунгін Форте у формі спрею (Khokhotva & Andriets, 2020). Флуконазол дещо уступає за ефективністю кетоконазолу й інтраконазолу, однак його призначення в дозах 2,5–5 мг/кг м.т., щоденно, впродовж 21–28 діб є ефективним при себореїному дерматиті, викликаному *Malassezia* spp. (Crosaz et al., 2013; Guillot, 2013).

Добрий лікувальний ефект у котів за дерматофітії виявлено і за використання в системі лікувально-профілактичних заходів препарату дермікоцид (в/м'язово, 1 мл на тварину, 2 рази з інтервалом 5 діб). При цьому як засіб місцевої дії добре себе зарекомендувала емульсія імаверолу (імаверол: вода 1 : 50). Діючою речовиною імаверолу є енілконазол (Ahman et al., 2007).

Наявні окремі наукові повідомлення щодо високої ефективності луфенуруна (Lufenuron, Proqram Noartis Animal Health) за дерматофітозу в кішок.

А. Е. Хохотва (2020) вивчала порівняльну ефективність різних схем лікування дерматофітії в котів. Так, за однією з них як фунгіцидний засіб використовували препарат “Орунгал” (1 % розчин, перорально в дозі 5 г/кг м.т., 1 раз за добу, 5 діб). При цьому ділянки ураженої грибом шкіри обробляли розчином фукарцину (1 раз за добу, 5 діб підряд) (Khokhotva & Andriets, 2020).

У собак і котів грибові захворювання часто супроводжуються свербіжем. Найчастіше для зняття цієї патогномонічної ознаки перебігу захворювання застосовують антигістамінні препарати. Зокрема, такими в котів є цетиризин і лоратидин (5 мг/тварину, кожні 12–24 год (Chupryna et al., 2022).

За деякими повідомленнями, 20 г/кг м.т. на добу ейкозапентаноевої кислоти і 20–50 г/кг м.т. лінолевої кислот має добрий ефект за лікування свербіжу в котів.

Важливим за комплексного лікування дерматофітозу у котів є застосування незамінних жирних кислот, які необхідні для забезпечення шкірою бар'єрних функцій. БАД деяких жирних кислот (лінолева, гамаліноленова, ейкозапентаноева) можуть проявляти протипаразитарний ефект, який пов'язаний зі зниженням продукції простагландинів і лейкотрієнів.

Вже давно на практиці підтверджено та науково обґрунтовано в попередніх дослідженнях (Kovalenko et al., 2014; Korchan et al., 2015), що виключно лише місцеве лікування грибових уражень шкіри в котів не має достатньої ефективності, оскільки препарати за

цих умов не проникають всередину волосини і волосяного фолікула. Однак за поєднаного їх застосування із засобами системної дії буде прискорюватись позитивний вислід хвороби і зменшуватиметься обсіменіння доквілля патологічним матеріалом (Chupryna et al., 2022).

В ролі засобів терапії за ураження рогового шару шкіри в котів грибок *Malassezia* ефективним, на думку окремих вчених, є використання двічі на тиждень шампуню (міконазол 2 % і хлоргексидину 2 %) та пероральне застосування кетоназолу (10 мг/кг м.т., 1 р/добу) чи інтраконазолу (5 мг/кг м.т., 1 р/добу) впродовж 2–3 тижнів (Batra et al., 2010; Kovalenko et al., 2014; Zazharskyi & Movkalova, 2014; Korchan et al., 2015). За окремими науковими повідомленнями, добрий лікувальний ефект за дерматофітії у дрібних домашніх тварин має Мікодемоцид, який являє собою розчин для зовнішнього застосування і містить у своєму складі 7 % хлорофосу, ізопропанол і обліпихове масло. З практичної точки зору добрий лікувальний ефект за дерматофітії в котів мають енілконазол (імаверол), сірководневе вапно (лайм сульфур), шампуні на основі кетоназолу і міконазолу тощо (Chupryna et al., 2022).

Вважається, що про повне выздоровлення тварин від грибкового ураження шкіри можна говорити лише за умови негативних результатів трьох посівів підряд (Kovalenko et al., 2014; Korchan et al., 2015).

На сьогодні серед науковців і практикуючих лікарів ветеринарної медицини дискусійним залишається питання щодо профілактики зараження котів і кішок грибами. Ще досить недавно наукова спільнота і фахівці галузі ветеринарної медицини розраховували на використання з метою профілактики дерматомікозів у собак і котів специфічних вакцин. Однак очікування було марним. На жаль, усі щеплені дрібні домашні тварини інактивованим вакцинним штамом мали високий титр IgG і підвищену реакцію бластотрансформації лімфоцитів, але в експерименті це не запобігало розвитку дерматофітозу (DeBoer et al., 2002; Favrot & Zaugg, 2005; Lund & DeBoer, 2008; Frymus et al., 2013).

Через це підходи щодо запобігання зараженню домашніх тварин грибами залишаються традиційними. З одного боку, необхідно знезаражувати вогнища інфекції, а з іншого – підвищувати природну резистентність організму до можливого контакту з патогенними чи умовно патогенними грибами. Вважається, що волосся, заражене артроспорами *M. canis*, може бути джерелом інфекції впродовж 8 місяців (Chupryna et al., 2022). За окремими повідомленнями – клініка ветеринарної медицини, в якій надавали допомогу хворим котам з трихофітією, теж тривалий час є потенційним місцем розповсюдження патогенних грибків. Тому важливою є профілактична дезінфекція приміщень можливого контакту хворих кішок із іншими пацієнтами та людиною. Для такої цілі можуть бути використані наявні біоцидні засоби. За окремими повідомленнями, добрий фунгіцидний ефект мають 1 % розчин хлорного вапна, 0,6 % розчин енілконазолу, свічки і димові шашки на основі енілконазолу (Kovalenko et al., 2013; ESCCAP, 2019).

На клінічний перебіг мікроспорії в котів, її перебіг, прогноз і вибір раціональної терапії визначальний вплив має імунна система. З метою посилення імунореактивності котів, підвищення ролі клітинного і гуморального імунітету в забезпеченні ефективної боротьби з грибковою інфекцією часто застосовують імуномодулятор фарвет (п/шкірно, 0,1 мл/кг м.т., 1 р/добу, 10 діб). Таке поєднання препаратів проти-грибкової дії і засобів імунокорекції прискорює повне выздоровлення котів від грибкових уражень шкіри за 6–8 діб (Loewenstein & Mueller, 2009).

Висновки

Отже, в останні роки спостерігається тривожна тенденція до поширення грибкових інфекцій у котів, викликаних плісневими грибами *Microsporum* і *Trichophyton*. Клінічні ознаки хвороби при дерматомікозах у котів дуже різноманітні і обумовлені специфічними властивостями збудників. Діагностика грибкових уражень зазвичай є комплексною. Систематичний мікологічний контроль збудників дерматомікозів при патологіях шкіри котів є необхідним елементом профілактики та успішного лікування. В системі лікувально-профілактичних заходів важливе місце займають протигрибкові препарати системної і місцевої дії, а також імуномодулятори.

Відомості про конфлікт інтересів

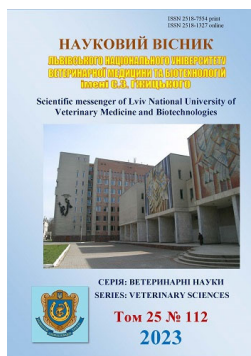
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Ahman, S., Perrins, N., & Bond, R. (2007). Treatment of *Malassezia pachydermatis*-associated seborrheic dermatitis in Devon Rex cats with itraconazole – a pilot study. *Vet dermatol*, 18(3), 171–174. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2007.00588.x.
- Banovic, F., Bozic, F., & Lemo, N. (2013). In vitro comparison of the effectiveness of polihexanide and chlorhexidine against canine isolates of *Staphylococcus pseudintermedius*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Malassezia pachydermatis*. *Veterinary Dermatology*, 24(4), 409–489. DOI: 10.1111/vde.12048.
- Batra, R., Cooper, B. S., Whiteley, C., Patel, A. K., Wyncoll, D., & Edgeworth, J. D. (2010). Efficacy and limitation of a chlorhexidine-based decolonization strategy in preventing transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in an intensive care unit. *Clin Infect Dis*, 50(2), 210–217. DOI: 10.1086/648717.
- Beatty, J., & Barrs, V. (2006). Antemortem diagnosis and treatment of toxoplasmosis in two cats on cyclosporin therapy. *Australian Veterinary Journal*, 84(1-2), 30–35. doi: 10.1111/j.1751-0813.2006.tb13119.x.
- Boehm, T. M. S. A., & Mueller, R. S. (2019). Dermato-phytosis in dogs and cats – an update. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere*, 47(4), 257–268. DOI: 10.1055/a-0969-1446.
- Bourdeau, P. (2004). Characteristics of the 10 most frequent feline skin disease conditions seen in the der-

- matology clinic at the National. Veterinary School of Nantes. *Veterinary Dermatology*, 204–266.
- Bryan, J., & Frank, L. (2010). Food allergy in the cat: a diagnosis of elimination. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12(11), 861–866. DOI: 10.1016/j.jfms.2010.09.005.
- Bublyk, O., Lemeshchenko, H., & Tytarenko, V. (2004). Epizootologichnyi monitorynh z trykhofitii kotiv ta sobak u m. Kyievi. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 3, 9–11 (in Ukrainian).
- Carlotti, D. N., Guinot, P., Meissonnier, E., & Germain, P. A. (2010). Eradication of feline dermatophytosis in a shelter: a field study. *Veterinary Dermatology*, 21(3), 259–266. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2009.00789.x.
- Chupryna, M. I., Ivanchenko, I. M., & Severyn, R. V. (2022). Diahnostyka ta poshyrennia dermatomikoziv sereb sobak dribnykh porid u m. Ternopoli. *Visnyk PDAA*, 4, 180–185. DOI: 10.31210/visnyk2022.04.22 (in Ukrainian).
- Colombo, S., Cornegliani, L., Beccati, M., & Albanese, F. (2010). Comparison of two sampling methods for microscopic examination of hair shafts in feline and canine dermatophytosis. *Veterinaria (Cremona)*, 24(3), 27–33.
- Colombo, S., Scarpella, F., Ordeix, L., & Roccabianca, P. (2012). Dermatophytosis and papular eosinophilic/mastocytic dermatitis (urticaria pig-mentosa-like dermatitis) in three Devon Rex cats. *J Feline Med Surg*, 14(7), 498–502. DOI: 10.1177/1098612X12440761.
- Crosaz, O., Legras, A., Vilaplana-Grosso, F., Debeaupuits, J., Chermette, R., Hubert, B., & Guillot, J. (2013). Generalized dermatitis associated with *Malassezia* overgrowth in cats: A report of six cases in France. *Med Mycol Case Rep*, 2, 59–62. DOI: 10.1016/j.mmcr.2013.01.005.
- DeBoer, D. J., & Moriello, K. A. (1994). Development of an experimental model of *Microsporum canis* infection in cats. *Vet Microbiol*, 42(4), 289–295. DOI: 10.1016/0378-1135(94)90060-4.
- DeBoer, D. J., Moriello, K. A., Blum, J. L., Volk, L. M., & Bredahl, L. K. (2002). Safety and immunologic effects after inoculation of inactivated and combined live/inactivated dermatophytosis vaccines in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 63(11), 1532–1537. DOI: 10.2460/ajvr.2002.63.1532.
- Degreef, H. Y., & De Doncker, P. R. (1994). Current therapy of dermatophytosis. *J Am Acad Dermatol*, 31(2), 25–30. DOI: 10.1016/s0190-9622(08)81263-7.
- ESCCAP (2019). *Superficial Mycoses in Dogs and Cats. ESCCAP Guideline 02 Fourth Edition – February 2019*. Malvern Hills Science Park, Geraldine Road, Malvern, Worcestershire, WR14 3SZ, United Kingdom. URL: https://www.esccap.org/uploads/docs/e0j3ofn9_0765_ESCCAP_Guideline_GL2_v7_1p.pdf.
- Favrot, C., & Zaugg, N. (2005). Incidence, immunity and treatment of feline dermatophytosis. *Schweiz arch Tierheilkd*, 147(5), 205–212. DOI: 10.1024/0036-7281.147.5.205.
- Frymus, T., Gruffydd-Jones, T., Pennisi, M. G., Addie, D., Belák, S., Boucraut-Baralon, C., Egberink, H., Hartmann, K., Hosie, M. J., Lloret, A., Lutz, H., Marsilio, F., Möstl, K., Radford, A. D., Thiry, E., Truyen, U., Horzinek, M. C. (2013). Dermatophytosis in cats ABCD guidelines on prevention and management. *J Feline Med Surg*, 15, 598–604. DOI: 10.1177/1098612X13489222.
- Guaguere, E., & Prelaud, P. (1999). *Guia Practica de Dermatologia Felina*. Paris, France, Editions: Merial. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Guía_práctica_de_dermatología_felina.html?id=Q3cfMwEACAAJ&redir_esc=y.
- Guillot, J. (2013). *Malassezia yeasts & Malassezia dermatitis/ 1st International Veterinary Mycology Course 4–8 November 2013*. ISHAM-Veterinary Mycology Working Group (VMWG).
- Halliwell, R., Pucheu-Haston, C. M., Olivry, T., Prost, C., Jackson, H. et al. (2021). Feline allergic diseases: introduction and proposed nomenclature. *Vet. Dermatol*, 32(1), 8–e2. DOI: 10.1111/vde.12899.
- Hill, P. B., Lo, A., Eden, C.A., Huntley, S., Morey, V., Ramsey, S., Richardson, C., Smith, D. J., Sutton, C., Taylor, M. D., Thorpe, E., Tidmarsh, R., & Williams, V. (2006). Survey of the prevalence, diagnosis and treatment of dermatological conditions in small animals in general practice. *Veterinary Record*, 158(16), 533–539. DOI: 10.1136/vr.158.16.533.
- Kane, J., Summerbell, R., Sigler, L. et al. (1997). *Laboratory Handbook of Dermatophytes*. Belmont USA, Star Publishing.
- Khokhotva, A. E., & Andriets, V. H. (2020). Porivnialna efektyvnist metodiv mistsevoi i zahalnoi terapii za dermatofitozu u kotiv. *Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. mahistrantiv “Aktualni problemy veterynarnoi medytsyny” (BNAU, 20 lystopada 2020 r.)*. Bila Tserkva, 174–175. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/6278> (in Ukrainian).
- Kone, M. S., Korchan, L. M., Omelchenko, H. O., & Korchan, M. I. (2014). Poshyrennia deratofitoziv sobak i kotiv u m. Poltava. *Problemy zooinzhenierii ta veterynarnoi medytsyny*, Kh. RVV KhDZVA, 28(2), 620–623. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2014_28%282%29_142 (in Ukrainian).
- Korchan, L. M., Kone, M. S., Korchan, M. I., & Onishchenko O. M. (2015). Porivniannia skhem likuvannia dermatofitoziv sobak i kotiv. *Problemy zooinzhenierii ta veterynarnoi medytsyny*, 31(2), 85–88. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2015_31%282%29_21 (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. L., Nesterenkova, V. V., & Ponomarenko, O. V. (2014). Porivnialne vyvchennia efektyvnosti zasobiv mistsevoi terapii pry dermatofitozakh. *Problemy zooinzhenierii ta veterynarnoi medytsyny*, 29(2), 145–147 (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. L., Nesterenkova, V. V., Nychyk, S. A., & Tereshko, B. M. (2013). Dermatofitozy dribnykh tvaryn. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 23, 96–99. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2013_23_28 (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. L., Nesterenkova, V. V., Ponomarenko, O. V., Ponomarenko, H. V., & Kovalenko, L. I. (2015). Poshyrennia zbudnykiv dermatofitoziv. *Problemy zooinzhenierii ta veterynarnoi medytsyny*, 30(2), 171–175. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2015_30%282%29_45 (in Ukrainian).

- Loewenstein, C., & Mueller, R. S. (2009). A review of allergen-specific immunotherapy in human and veterinary medicine. *Vet Dermatol*, 20(2), 84–98. DOI: 10.1111/j.1365-3164.2008.00727.x.
- Lund, A. E., & DeBoer, J. D. (2008). Immunoprophylaxis of Dermatophytosis in Animals. *Mycopathologia*, 166(5-6), 407–424. DOI: 10.1007/s11046-008-9111-6.
- Meason Smith, C., Diesel, A., Patterson, A. P., Older, C. E., Johnson, T. J., Mansell, J. M., Suchodolski, J. S., & Rodrigues Hoffmann, A. (2017). Characterization of the cutaneous mycobiota in healthy and allergic cats using next generation sequencing. *Veterinary Dermatology*, 28, 71-e17. DOI: 10.1111/vde.12373.
- Moriello, K. (2019). Dermatophytosis in cats and dogs: a practical guide to diagnosis and treatment. In *Practice*, 41(4), 138–147. DOI: 10.1136/inp.l1539.
- Moriello, K. A., & Verbrugge, M. (2013). Changes in serum chemistry values in shelter cats treated with 21 consecutive days of oral itraconazole for dermatophytosis. *Veterinary Dermatology*, 24(5), 557–558. DOI: 10.1111/vde.12068.
- Moriello, K. A., Coyner, K., Paterson, S., & Mignon, B. (2017). Diagnosis and treatment of dermatophytosis in dogs and cats. *Veterinary Dermatology*, 28, 266–268. DOI: 10.1111/vde.12440.
- Nobre, M. O., Mueller, E. N. et al. (2010). Disease progression of dermatophytic pseudomycetoma in a Persian cat. *Revista Iberoamericana de Micología*, 27(2), 98–100. DOI: 10.1016/j.riam.2009.12.004.
- Peano, A. (2019). Dermatophytosis of the dog and cat: Old and new diagnostic tools. *Veterinaria*, 33(3), 125–139.
- Ponomarenko, H. V. (2017). Epizootologichnyi monitorynh zbudnykiv dribnykh domashnikh tvaryn. *Problemy zooinzhenerii ta veterynarnoi medytsyny*, 34(2), 260–262. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2017_34%282%29__61 (in Ukrainian).
- Rosen, T. (1997). Dermatophytosis: diagnostic pointers and therapeutic pitfalls. *Consultant*, 37(6), 1545–1557. URL: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&u=googlescholar&id=GALE|A19934507&v=2.1&it=r&sid=AONE&asi d=f3bf881c>.
- Scarampella, F., Zanna, G., Peano, A., Fabbri, E., & Tosti, A. (2015). Dermoscopic features in 12 cats with dermatophytosis and in 12 cats with self induced alopecia due to other causes: an observational descriptive study. *Vet Dermatol*, 26(4), 282-e63. DOI: 10.1111/vde.12212.
- Sparkes, A. H., Gruffydd-Jones, T. J., & Stokes, C. R. (1996). Acquired immunity in experimental feline *Microsporum canis* infection. *Research in Veterinary Science*, 61(2), 165–168. DOI: 10.1016/s0034-5288(96)90094-6.
- Sparkes, A., Robinson, A., MacKay, A., & Shaw, S. E. (2000). A study of the efficacy of topical and systemic therapy for the treatment of feline *Microsporum canis* infection. *J Feline MedSurg*, 2(3), 135–142. DOI: 10.1053/jfms.2000.0093.
- Zazharskyi, V. V., & Movkalova, H. S. (2014). Osoblyvosti diahnostryky ta likuvannia dermatomikoziv miasoidnykh v umovakh pryvatnoi likarni veterynarnoi medytsyny m. Dnipropetrovska. *Problemy zooinzhenerii ta veterynarnoi medytsyny*, 28(2), 567–572. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2014_28%282%29__128 (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11206

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

UDC 619:612.8:661.746:6-6.39

Vegetative regulation of fatty acid composition in blood plasma of goats

B. I. Boychuk¹, V. I. Karpovskiy^{1✉}, B. V. Gutyj², I. A. Hryshchuk¹, V. V. Karpovskiy³, A. V. Hryshchuk⁴

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

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

³Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

⁴Luhansk National University Taras Shevchenko, Myrhorod, Ukraine

Article info

Received 14.08.2023

Received in revised form

14.09.2023

Accepted 15.09.2023

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

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

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

Luhansk National University
Taras Shevchenko,
Starosviitska Str., 52
Myrhorod, 37600, Ukraine.

Boychuk, B. I., Karpovskiy, V. I., Gutyj, B. V., Hryshchuk, I. A., Karpovskiy, V. V., Hryshchuk, A. V. (2023). Vegetative regulation of fatty acid composition in blood plasma of goats. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 42–46. doi: 10.32718/nvlvet11206

In the regulation of homeostasis, the tone of the autonomic nervous system plays a key role, in the regulation of the metabolism of organic substances, which will affect the indicators of the fatty acid composition of the blood. As a result, the profile of saturated fatty acids can affect the nutritional value of dairy products. According to the results of a chromatographic study, the influence of the tone of the autonomic nervous system on the content of saturated fatty acids: caproic, capric, lauric, myristic, pentadecanoic, palmitic and arachidonic fatty acids was established. Caproic acid relative to the experimental group of normotonics has high indicators in sympathotonic 1.42 ± 0.06 ($P \leq 0.001$) and vagotonic 0.71 ± 0.08 ($P \leq 0.001$). Capric acid is 76 % ($P \leq 0.001$) lower in the content of animals with vagotonia and 9 % ($P \leq 0.05$) in goats with sympathotonia compared to normotonia. Lauric acid in the experimental group of vagotonics is 84 % ($P \leq 0.001$) more and 22 % ($P \leq 0.05$) less in sympathotonics compared to normotonics. Compared to animals with normotonia, myristic acid has high values in goats with sympathotonia by 22 % ($P \leq 0.05$) and with vagotonia by 82 % ($P \leq 0.001$). Pentadecanoic acid is 66 % less ($P \leq 0.05$) in sympathotonics and 29 % more in vagotonics ($P \leq 0.01$) compared to the experimental group of normotonic. Compared to goats with normotonia, palmitic acid has high indicators of animals with vagotonia by 6 % ($P \leq 0.001$) and low indicators with sympathotonia by 4 % ($P \leq 0.05$). Arachidonic acid in sympathotonic had the highest content by 38 % ($P \leq 0.001$) in comparison with normotonic. Considering the total content of saturated fatty acids in the blood plasma of goats during the chromatographic study, a regularity was established. The experimental group of vagotonic had the highest levels of fatty acids among other animals. Sympathotonic drugs mostly had a lower percentage content.

Key words: goats, autonomic nervous system tone, saturated fatty acids, metabolism, blood plasma.

Вегетативна регуляція жирнокислотного складу в плазмі крові кіз

Б. І. Бойчук¹, В. І. Карповський^{1✉}, Б. В. Гутий², І. А. Гришук¹, В. В. Карповський³, А. В. Гришук⁴

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

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

³Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

⁴Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Миргород, Україна

В регулюванні гомеостазу тонус автономної нервової системи відіграє ключове значення у метаболізмі органічних речовин, що впливатиме на показники жирнокислотного складу крові. Як наслідок – профіль насичених жирних кислот може вплинути на поживну цінність молочних продуктів. За результатами хроматографічного дослідження встановлено вплив тонусу автономної нервової системи на вміст насичених жирних кислот: капронової, капринової, лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмі-

тинової та арахінової жирної кислоти. Капронова кислота щодо дослідної групи нормотоніків має високі показники у симпатотоніків $-1,42 \pm 0,06$ ($P \leq 0,001$) та ваготоніків $-0,71 \pm 0,08$ ($P \leq 0,001$). Капринової кислоти на 76 % ($P \leq 0,001$) більше за вмістом у тварин з ваготонією та на 9 % ($P \leq 0,05$) менше у кіз із симпатотонією порівняно з нормотонією. Лауринової кислоти у дослідної групи ваготоніків на 84 % ($P \leq 0,001$) більше та на 22 % ($P \leq 0,05$) менше у симпатотоніків щодо нормотоніків. Міристинова кислота порівняно з тваринами із нормотонією має вищі показники у кіз з симпатотонією на 22 % ($P \leq 0,05$) та із ваготонією на 82 % ($P \leq 0,001$). Пентадеканової кислоти щодо дослідної групи нормотоніків у симпатотоніків на 66 % менше ($P \leq 0,05$) та на 29 % більше у ваготоніків ($P \leq 0,01$). Пальмітинова кислота (при порівнянні кіз із нормотонією) має вищі показники у тварин із ваготонією на 6 % ($P \leq 0,001$) та нижчі із симпатотонією на 4 % ($P \leq 0,05$). Арахідонова кислота у симпатотоніків мала найбільший вміст – на 38 % ($P \leq 0,001$) порівняно з нормотоніками. Розглядаючи загальний вміст насичених жирних кислот у плазмі крові кіз за хроматографічного дослідження, було встановлено закономірність. Дослідна група ваготоніків мала найбільші показники вмісту жирних кислот серед інших тварин. Симпатотоніки переважно мали менший відсотковий вміст.

Ключові слова: кози, тонус автономної нервової системи, насичені жирні кислоти, метаболізм, плазма крові.

Вступ

Сьогодні активно набуває розвитку напрямок козівництва з виготовлення молока та молочної продукції. Така особливість пояснюється тим, що продукція від ферм, де вирощують кіз, є доброю альтернативою для людей. В останній час людство стикається з проблемою поганого засвоєння молока та молочної продукції від корів, як результат – відбувається заміна вживаної їжі. Для реалізації високої продуктивності у кіз та збереження їхнього здоров'я застосовують багато методів вирішення даного питання (Mavrommatis & Tsiplakou, 2020; Carta et al., 2022).

З метою покращення продуктивності кіз на молочно-товарних підприємствах корегують раціони, формують дійне стадо відповідно до конституції та екстер'єру, генетичного потенціалу і таке інше. Особливу роль у цих напрямках відіграє добробут тварини та її стан на виробництві. Найголовніша проблема, із якою стикаються на молочно-товарних фермах, є стрес. Причиною його виникнення є маса факторів як зовнішніх, так і внутрішніх. Аналізування стану тварини є першочергове завдання кожного лікаря, оскільки будь-які порушення в організмі кіз, спричинені стресом, негативно відображаються на продуктивності та якості молока (El-Essawy et al., 2021; Tian et al., 2022; Mo et al., 2023).

Оцінка стану тварини в даним час є першочергове завдання. З даним питання добре справляється варіаційно-пульсометричне дослідження, завдяки якому встановлюється стресова напруга та активність відділів автономної нервової системи. Тонус автономної нервової системи відіграє одну з головних ролей у регулюванні метаболічних процесів під час дії стресового фактору та накопичення резервів поживних речовин після припинення його впливу (Kumar et al., 2022; Putri et al., 2022; Tian et al., 2022).

Жирні кислоти є невід'ємною частиною організму людини і тварини. Завдяки даним сполукам є можливість передачі нервових імпульсів, енергетичне живлення клітин, синтез певних гормонів і ліпідів, синтез модифікованих білків, запасання енергетичних резервів за допомогою синтезу триацилгліцеридів. При споживанні поживних субстратів в організм вивільняється певна кількість вільних жирних кислот. В кровотоці вони захоплюються білками та надходять у клітину. В плазмі активується ацил-КоА, жирні кислоти надходять в мітохондрії де перетворюються в АТФ. Надмірне накопичення вільних жирних кислот токсичне для організму, для запобігання цьому вони

зв'язуються з гліцериним з утворенням триацилгліцериду, який потім використовується як енергетичний резерв (Kholif et al., 2020; Pajor et al., 2021; Ghavipanje et al., 2022).

Переважно жирні кислоти розщеплюються для живлення та функціонування організму. Підвищення використання жирних кислот пропорційно впливу навантаження, стресу та ін. Сталість вільних жирних кислот в організмі постійно коливається. Цьому може посприяти вплив автономної нервової системи, що буде розглянуто в даній статті (Voblikova et al., 2020; Mitsiopoulou et al., 2021; Sarabi et al., 2021).

Мета дослідження

Мета дослідження – вивчення впливу тонуру автономної нервової системи на вміст насичених жирних кислот у плазмі крові кіз.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на базі приватної молочної ферми с. Княгинінок Луцького району Волинської області, порода кіз – Зааненська. Для варіаційно-пульсометричного дослідження було відібрано фізіологічно здорових 50 кіз 2–3 лактації. Типи автономної регуляції визначали за рахунок визначення стану серцево-судинної системи за Баєвським. Суть методу полягає у тому, що тварині проводять електрокардіограму (ЕКГ), після цього визначають моду, амплітуду моди, варіаційний розмах, автономний показник ритму, індекс автономної рівноваги та індекс напруги, на підставі яких потім формують 3 групи тварин: нормотоніки – тип нервової діяльності з урівноваженою дією симпатичної і парасимпатичної нервової систем; симпатотоніки – тип нервової діяльності, де симпатична нервова система переважає над парасимпатичною; ваготоніки – тип нервової діяльності, де парасимпатична нервова діяльність переважає над симпатичною.

Матеріалом для дослідження слугували зразки крові, отримані з яремної вени зранку перед годівлею. Кров стабілізували гепарином, плазму отримували центрифугуванням.

Наступним етапом підготовки проб було проведення гідролізу (за методом Фолча) та метилювання жирних кислот ліпідів, отриманих з плазми крові. Для цього до 100 мг отриманого жиру додавали 4 см³ метилового розчину гідроксиду натрію, приєднували зворотний холодильник до колби з вмістом і

кип'ятили до зникнення крапель жиру, помішуючи вміст колби з інтервалом 30–60 секунд. До вмісту колби додавали 5 см³ метилового розчину трифториду бору, продовжуючи кип'ятіння до 1 год. У киплячу суміш через верхню частину зворотного холодильника додавали 3 см³ гексану та знімали з елементу нагрівання. До ще гарячого розчину додавали 20 см³ насиченого розчину хлориду натрію і перемішували 15 секунд. Відбирали верхній (гексановий) шар для дослідження.

Аналіз метилових ефірів жирних кислот проводили на газовому хроматографі Trace GC Ultra (США) з полум'яно-іонізаційним детектором. Умови хроматографування: температура колонки – 140–240 °С, температура детектора – 260 °С. Проба у хроматограф вводилася за допомогою автосамплера TriPlus в дозі 1 мкл. Тривалість аналізу складала 65 хв. Ідентифікування жирних кислот проводили за допомогою стандартного зразка Supelco 37 Component FAME Mix. Кількісну оцінку спектру жирних кислот ліпідів жов-

тків здійснювали методом внутрішньої нормалізації, визначаючи їх вміст у відсотках. Дослідження проводили у трьох паралелях.

Статистичну обробку даних експериментальної частини проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики. Вірогідність різниці показників оцінювали за t-критерієм Ст'юдента. Відмінності між показниками, що порівнювались, вважали вірогідними за рівня значущості $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$, $P \leq 0,001$.

Результати та їх обговорення

За результатами хроматографічного дослідження плазми крові кіз на вміст насичених жирних кислот встановлено, що відсоткове співвідношення жирних кислот у межах фізіологічної норми. Визначено відмінності у показниках капронової, капринової, лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової та арахінової жирної кислоти (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст насичених жирних кислот в плазмі крові кіз ($M \pm m$)

НЖК	Нормотоніки	Симпатотонік	Ваготонік
Капронова C6:0	$0,33 \pm 0,01$	$1,42 \pm 0,06^{***}$	$0,71 \pm 0,08^{***}$
Каприлова C8:0	$0,55 \pm 0,01$	$0,57 \pm 0,01$	$0,54 \pm 0,01$
Капринова C10:0	$0,49 \pm 0,01$	$0,45 \pm 0,01^*$	$0,86 \pm 0,06^{***}$
Лауринова C12:0	$0,62 \pm 0,04$	$0,51 \pm 0,01^*$	$1,14 \pm 0,05^{***}$
Міристинова C14:0	$2,00 \pm 0,07$	$2,44 \pm 0,16^*$	$3,63 \pm 0,29^{***}$
Пентадеканова C15:0	$0,48 \pm 0,04$	$0,29 \pm 0,05^*$	$0,62 \pm 0,01^{**}$
Пальмітинова 16:0	$22,62 \pm 0,28$	$21,84 \pm 0,32^*$	$24,08 \pm 0,06^{***}$
Арахідова, 20:0	$0,21 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,01^{***}$	$0,22 \pm 0,01$

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$ – щодо даних групи нормотоніків

Капронова кислота щодо дослідної групи нормотоніків має високі показники у симпатотоніків – $1,42 \pm 0,06$ ($P \leq 0,001$) та ваготоніків – $0,71 \pm 0,08$ ($P \leq 0,001$). Капринової кислоти на 76 % ($P \leq 0,001$) більше за вмістом у тварин з ваготонією та на 9 % ($P \leq 0,05$) менше у кіз із симпатотонією порівняно з нормотонією. Лауринової кислоти у дослідної групи ваготоніків на 84 % ($P \leq 0,001$) більше та на 22 % ($P \leq 0,05$) менше у симпатотоніків щодо нормотоніків. Міристинова кислота порівняно з тваринами із нормотонією має вищі показники у кіз з симпатотонією на 22 % ($P \leq 0,05$) та із ваготонією на 82 % ($P \leq 0,001$). Пентадеканової кислоти щодо дослідної групи нормотоніків у симпатотоніків на 66 % менше ($P \leq 0,05$) та на 29 % більше у ваготоніків ($P \leq 0,01$). Пальмітинова кислота (при порівнянні кіз із нормотонією) має вищі показники у тварин із ваготонією на 6 % ($P \leq 0,001$) та нижчі із симпатотонією на 4 % ($P \leq 0,05$). Арахідонова кислота у симпатотоніків мала найбільший вміст – на 38 % ($P \leq 0,001$) порівняно з нормотоніками.

Розглядаючи загальний вміст насичених жирних кислот у плазмі крові кіз за хроматографічного дослідження, встановили певну закономірність (рис. 1). Дослідна група ваготоніків мала найбільші показники вмісту жирних кислот серед інших тварин. Симпатотоніки переважно мали менший відсотковий вміст. Варто додати також, що пальмітинова кислота (рис. 2) як жирна кислота, що має найбільший вплив на загальну концентрацію насичених жирних кислот, суттєво відрізняється у показниках залежно від тону автономної нервової системи.

У цьому дослідженні провели порівняльну оцінку насичених жирних кислот у кіз залежно від тону автономної нервової системи. Відомо, що жири молока різних видів ссавців відрізняються значно за хімічним складом і насиченими жирними кислотами (Paszczyk & Łuczyńska, 2020; Zhao et al., 2022). Склад жирних кислот молочних продуктів різний у кіз залежно від тону автономної нервової системи, може коливатися від симпто-вагусного балансу (Kholif et al., 2020; Amr et al., 2023).

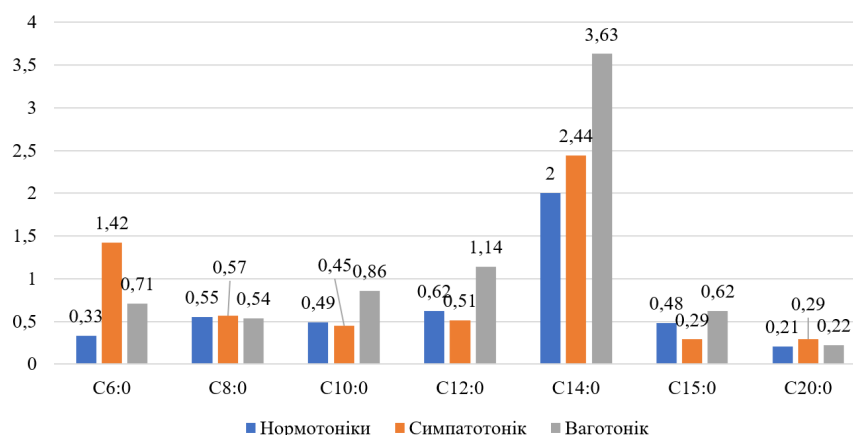


Рис. 1. Вміст насичених жирних кислот у плазмі крові кіз за різного тонусу автономної нервової системи

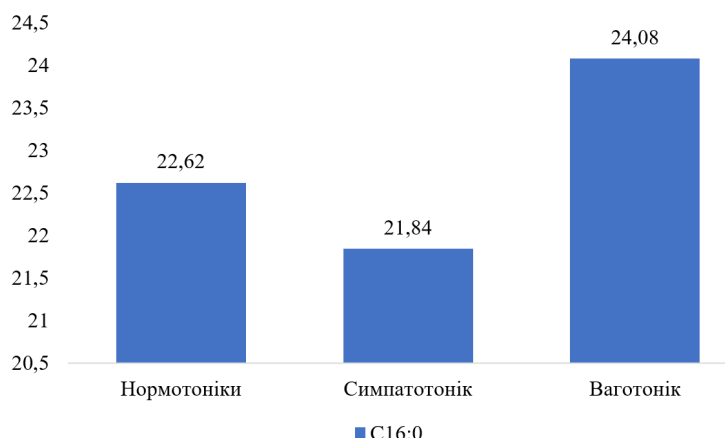


Рис. 2. Вміст пальмітинової кислот у плазмі крові кіз за різного тонусу автономної нервової системи

Фактори які можна брати до уваги, враховуючи проведені дослідження щодо вмісту насичених жирних кислот в плазмі крові кіз, ми спостерігаємо певні відмінності у показниках капронової, капринової, лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової та арахінової жирної кислоти. На основі цього встановлено, що у даних дослідних груп кіз тонуc автономної нервової системи може опосередковано впливати на вміст насичених жирних кислот, що відображається в отриманих результатах хроматографічного дослідження плазми крові.

Висновки

Встановлено, що тонуc автономної нервової системи має вплив на вміст насичених жирних кислот. Виявлено відмінності у показниках хроматографічного дослідження жирнокислотного складу плазми крові кіз, а саме: капронової, капринової, лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової та арахінової кислоти. Встановлено, що у симпатотоніків спостерігається найменший відсотковий вміст насичених жирних кислот, а у ваготоніків найбільший щодо дослідної групи нормотоніків ($P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$, $P \leq 0,001$).

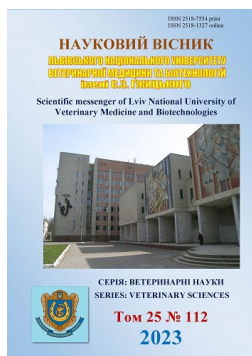
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Amr, E., Elazab, M. A., Soltan, Y. A., Elkomy, A. E., El-Zaiat, H. M., Sallam, S. M., & El-Azrak, K. E. D. (2023). Nano and natural zeolite feed supplements for dairy goats: Feed intake, ruminal fermentation, blood metabolites, and milk yield and fatty acids profile. *Animal Feed Science and Technology*, 295, 115522. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115522.
- Carta, S., Tsiplakou, E., Nicolussi, P., Pulina, G., & Nudda, A. (2022). Effects of spent coffee grounds on production traits, haematological parameters, and antioxidant activity of blood and milk in dairy goats. *Animal*, 16(4), 100501. DOI: 10.1016/j.animal.2022.100501.
- El-Essawy, A. M., Anele, U. Y., Abdel-Wahed, A. M., Abdou, A. R., & Khattab, I. M. (2021). Effects of anise, clove and thyme essential oils supplementation on rumen fermentation, blood metabolites, milk yield and milk composition in lactating goats. *Animal Feed Science and Technology*, 271, 114760. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114760.
- Ghaviapanje, N., Fathi Nasri, M. H., Farhangfar, S. H., Ghiasi, S. E., & Vargas-Bello-Pérez, E. (2022). The impact of dietary berberine supplementation during the transition period on blood parameters, antioxidant indicators and fatty acids profile in colostrum and milk of dairy goats. *Veterinary Sciences*, 9(2), 76. DOI: 10.3390/vetsci9020076.

- Kholif, A. E., Hamdon, H. A., Kassab, A. Y., Farahat, E. S., Azzaz, H. H., Matloup, O. H., ... & Anele, U. Y. (2020). *Chlorella vulgaris* microalgae and/or copper supplementation enhanced feed intake, nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites and lactational performance of Boer goat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6), 1595–1605. DOI: 10.1111/jpn.13378.
- Kumar, P., Abubakar, A. A., Ahmed, M. A., Hayat, M. N., Kaka, U., Pateiro, M., ... & Lorenzo, J. M. (2022). Pre-slaughter stress mitigation in goats: Prospects and challenges. *Meat science*, 195, 109010. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.109010.
- Mavrommatis, A., & Tsiplakou, E. (2020). The impact of the dietary supplementation level with *Schizochytrium* sp. on milk chemical composition and fatty acid profile, of both blood plasma and milk of goats. *Small Ruminant Research*, 193, 106252. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2020.106252.
- Mitsiopolou, C., Sotirakoglou, K., Labrou, N. E., & Tsiplakou, E. (2021). The effect of whole sesame seeds on milk chemical composition, fatty acid profile and antioxidant status in goats. *Livestock Science*, 245, 104452. DOI: 10.1016/j.livsci.2021.104452.
- Mo, L., Jing, H., Du, X., Zhao, C., Lin, Y., Li, J., & Wang, H. (2023). Goat and cow milk differ in altering the microbiota composition and neurotransmitter levels in insomnia mouse models. *Food & Function*, 14(14), 6526–6540. URL: <https://www.x-mol.net/paper/article/1666498072680316928>.
- Pajor, F., Egerszegi, I., Szűcs, Á., Póti, P., & Bodnár, Á. (2021). Effect of marine algae supplementation on somatic cell count, prevalence of udder pathogens, and fatty acid profile of dairy goats' milk. *Animals*, 11(4), 1097. DOI: 10.3390/ani11041097.
- Paszczyk, B., & Łuczyńska, J. (2020). The comparison of fatty acid composition and lipid quality indices in hard cow, sheep, and goat cheeses. *Foods*, 9(11), 1667. DOI: 10.3390/foods9111667.
- Putri, R. F., Susilorini, T. E., Widodo, N., Kuswati, K., & Suyadi, S. (2022). Heat shock protein (HSP) release mechanism under heat stress pressure in Goats: a review. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 335, p. 00046). EDP Sciences.
- Sarabi, S. T., Fattah, A., Papi, N., & Mahmoudabad, S. R. E. (2021). The Effects of Replacing Dry Forage With Corn Silage on Milk Yield, Composition and Fatty Acids' Profiles, Blood Metabolites, Nitrogen Balance, and Rumen Fermentation Parameters in Mahabadi Lactating Goats.
- Tian, H., Niu, H., Luo, J., Yao, W., Chen, X., Wu, J., ... & Hua, J. (2022). Knockout of stearoyl-CoA desaturase 1 decreased milk fat and unsaturated fatty acid contents of the goat model generated by CRISPR/Cas9. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(13), 4030–4043. DOI: 10.1021/acs.jafc.2c00642.
- Tian, X. Z., Li, J. X., Luo, Q. Y., Wang, X., Xiao, M. M., Zhou, D., ... & Chen, X. (2022). Effect of supplementation with selenium-yeast on muscle antioxidant activity, meat quality, fatty acids and amino acids in goats. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 813672. DOI: 10.3389/fvets.2021.813672.
- Voblikova, T., Permyakov, A., Rostova, A., Masyutina, G., & Eliseeva, A. (2020). Study of fatty-acid composition of goat and sheep milk and its transformation in the production of yogurt. *KnE Life Sciences*, 742–751. DOI: 10.18502/kl.v5i1.6161.
- Wiśniewska, A., Janczarek, I., Tkaczyk, E., Wilk, I., Janicka, W., Próchniak, T., ... & Łuszczynski, J. (2022). Minimizing the Effects of Social Isolation of Horses by Contact with Animals of a Different Species: The Domestic Goat as an Example. *Animals*, 12(17), 2271. DOI: 10.3390/ani12172271.
- Zhao, M., Lv, D., Hu, J., He, Y., Wang, Z., Liu, X., ... & Hu, J. (2022). Hybrid *Broussonetia papyrifera* fermented feed can play a role through flavonoid extracts to increase milk production and milk fatty acid synthesis in dairy goats. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 794443. DOI: 10.3389/fvets.2022.794443.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11207
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 614.9:636.2.034:615.281.9

The prospect of using nisin for pre-milking treatment of the udder of cows

T. Trukhanovych, M. Kukhtyn, Yu. Perkiy✉, N. Boltyk, V. Klymyk, T. Rushchynska, B. Tykhonova

Ternopil Experimental Station of the Institute of Veterinary Medicine NAAS, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 17.08.2023
Received in revised form
18.09.2023
Accepted 19.09.2023

*Ternopil Experimental Station of
the Institute of Veterinary Medicine
NAAS, 12, Trolleybusna Str.,
Ternopil, 46027, Ukraine.
Tel.: +38-067-290-92-92
E-mail: yperkiy@ukr.net*

Trukhanovych, T., Kukhtyn, M., Perkiy, Yu., Boltyk, N., Klymyk, V., Rushchynska, T., & Tykhonova, B. (2023). The prospect of using nisin for pre-milking treatment of the udder of cows. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 47–51. doi: 10.32718/nvlvet11207

Bacteriocins, in particular, nisin, are increasingly used for the development of sanitizing agents along with natural antimicrobial substances, such as organic acids, essential oils, alcohols, and others. The purpose of the work was to investigate the bactericidal effect of nisin on test cultures of microorganisms that cause mastitis in cows for its use in means for pre-milking treatment of the udder in combination with lactic acid. The minimum inhibitory concentration was studied on test cultures of *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (055K59 №3912/41) and *Streptococcus uberis* (field strain) by the method of serial dilutions with exposures of 30 seconds and 10 minutes. In the experiment was used nisin produced by Glory Chem Co., Ltd. (China), lactic acid food 80 % solution ("Klebrig", Belgium). It was established that the minimum inhibitory concentration of nisin after exposure for 30 seconds on *S. aureus* cultures was 1.0 % and *Str. uberis* – 0.125 %. Nisin at the content of 2 % and 1 % in the solution did not show the minimum inhibitory concentration on *E. coli* cultures within 30 seconds, but inhibited 91.7 and 82.3 % of the microflora, respectively, at this concentration. It was found that the minimum inhibitory concentration of lactic acid after exposure for 30 seconds on *S. aureus* and *E. coli* cultures was 2 %, and on *Str. uberis* – 1 %. At the same time, lactic acid diluted below the minimum inhibitory concentration, in particular, 1 % and 0.5 %, inhibited 98.9–96.5 % of microorganisms in the solution, which may be sufficient for its use in means for processing the udder of cows before milking and at lower concentration. The study of the bactericidal effect by the well method showed that nisin exhibits a synergistic bactericidal effect with lactic acid and can be used in combination to create a means for pre-milking treatment of the udder of cows. Therefore, in order to create means for pre-milking treatment of the skin of udders of cows, it is necessary that the working concentration of nisin be from 0.5 to 1.0 %, and lactic acid from 1 to 2 %.

Key words: bactericidal action, mastitis pathogens, sanitary treatment, udder.

Перспектива використання нізину для переддоїльної обробки вимені корів

Т. С. Труханович, М. Д. Кухтин, Ю. Б. Перкій✉, Н. П. Болтик, В. Т. Климик, Т. М. Русинська,
Б. Є. Тихонова

Тернопільська дослідна станція Інституту ветеринарної медицини НААН, м. Тернопіль, Україна

Для розробки сануючих засобів все частіше поряд із природними антимікробними речовинами, такими як органічні кислоти, ефірні олії, спирти та інші застосовують бактеріоцини, зокрема, нізін. Метою роботи було дослідити бактерицидну дію нізину на тест-культури мікроорганізмів збудники маститу корів для використання його у засобах для переддоїльної обробки вимені в комбінації з молочною кислотою. Мінімальну інгібуючу концентрацію досліджували на тест-культурах *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (055K59 №3912/41) та *Streptococcus uberis* (польовий штам) методом серійних розведень за експозиції 30 секунд та 10 хвилин. Нізін у досліді використовували виробництва Glory Chem Co., Ltd. (Китай), молочну кислоту харчову 80 % розчин (ТМ "Клебріг", Бельгія). Встановлено, що мінімальна інгібуюча концентрація нізину за експозиції 30 секунд на культурі *S. aureus* становила 1,0 % і *Str. uberis* – 0,125 %. Нізін за вмісту 2 % і 1 % у розчині не проявляв МІК на культурі *E. coli* протягом 30 секунд, але інгібував за даної концентрації відповідно 91,7 та 82,3 % мікрофлори. Виявлено, що МІК молочної кислоти за експозиції 30 секунд на культурі *S. aureus* і *E. coli* становила 2 %, а на *Str. uberis* – 1 %. Водночас молочна кислота у розведенні

нижче від МІК, зокрема 1 % і 0,5 %, інгібувала у розчині 98,9–96,5 % мікроорганізмів, що може бути достатнім для використання її у засобах для обробки вимені корів перед доїнням і за нижчих концентрацій. Дослідження бактерицидної дії лунковим методом показало, що нізин проявляє синергічний бактерицидний ефект з молочною кислотою і може бути використаний у комбінації для створення засобу для переддоїльної обробки вимені корів. Отже, для створення засобів для переддоїльної обробки шкіри дійок вимені корів необхідно, щоб робоча концентрація нізину була від 0,5 до 1,0 %, а молочної кислоти – від 1 до 2 %.

Ключові слова: нізин, бактерицидна дія, збудники маститу, санітарна обробка, вимені.

Вступ

Ефективна переддоїльна обробка вимені корів зменшує кількість бактерій на шкірі дійок, zarazом зменшує бактеріальне забруднення збірного молока та поліпшує його якість (Mišeikienė et al., 2015; Kukhtyn et al., 2021). Також санітарна обробка вимені запобігає поширенню патогенних мікроорганізмів і появі нових випадків інфекцій молочної залози (Fitzpatrick et al., 2021).

Засоби для переддоїльної обробки вимені корів у своєму складі як діючі речовини містять хлоргексидин, гіпохлорит натрію, йод, бензалконій хлорид, молочну кислоту, перекис водню, фенольні сполуки, спирти, екстракти рослин, тощо (Kummee et al., 2015; Todtong, 2022; Ózsvári & Ivanyos, 2022). За даними (Ózsvári & Ivanyos, 2022) досліджень у 43 господарствах найчастіше перед доїнням корів користувалися дезінфікуючими засобами з вмістом хлоргексидину (43 % засобів), молочної кислоти (25 %), сполук хлору (22 %), спиртів (18 %), інших кислот у поєднанні з перекисом водню (до 14 %) та сполук йоду (до 8 %). Більшість із наведених засобів є придатними для безпечного застосування та екологічного ведення тваринництва, але інші можуть призводити до високої концентрації антимікробних речовин у молоці, наприклад йоду, що дуже непокоїть виробників дитячих сумішей (O'Brien et al., 2013). Тому сьогодні для розробки сануючих засобів все частіше поряд із природними антимікробними речовинами, такими як органічні кислоти, ефірні олії, спирти та інші, застосовують бактеріоцини, зокрема нізин.

Нізин – це бактеріоцин (інша назва лантибіотик), який продукується *Lactococcus lactis* spp. *lactis* і має антимікробну дію широкого спектру проти грампозитивних бактерій (Gharsallaoui et al., 2016). Це єдиний бактеріоцин, який отримав схвалення FDA та Європейського Союзу як харчовий консервант. Він – як природна і безпечна антимікробна речовина широко використовується в м'ясних і молочних продуктах, фруктах та овочах (Kondrotiene et al., 2018; Churklam et al., 2020; Berrios-Rodriguez et al., 2020).

Нині усе частіше нізин використовують у дезінфікуючих засобах в харчовій промисловості та інших галузях сільського господарства (Phongphakdee & Nitisinprasert, 2015; Bennett et al., 2022). Активність лантибіотиків щонайменше в 100 разів нижча проти деяких грамнегативних бактерій (Zhou et al., 2016). Тому нізин у засобах поєднують з іншими антимікробними речовинами для більш широкого спектру антибактеріального дії та для зниження стійкості бактерій до нізину (Phongphakdee & Nitisinprasert, 2015; Shi et al., 2017; Berrios-Rodriguez et al., 2020; Zhao et al., 2023). З наявних на ринку засобів для обробки вимені корів 54 % препаратів виготовлені на основі молочної

кислоти, з яких 70 % містять комбінацію молочної кислоти з іншими антимікробними речовинами.

Мета дослідження

Мета роботи визначити бактерицидну дію нізину на тест-культури мікроорганізми збудники маститу корів для використання його у засобах для переддоїльної обробки вимені у комбінації з молочною кислотою.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводили в лабораторіях Тернопільської дослідної станції Інституту ветеринарної медицини НААН. Визначення мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) розчинів проводили з використанням тест-культур мікроорганізмів *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (055K59 №3912/41) та *Streptococcus uberis* (польовий штам виділений від корів хворих на мастит та ідентифікований за допомогою MALDI-TOF) методом серійних розведень (Kosenko et al., 2003). Культивування штамів для отримання добової тест-культури проводили на поживних середовищах: стафілококів і стрептококів – м'ясо-пептонний агар (МПА) з 5 % крові великої рогатої худоби, коліформних бактерій – агар Ендо. Приготування мікробних суспензій проводили відповідно до оптичного стандарту мутності 1,0 одиниць за шкалою McFarland з використанням приладу Densi-LaMeter (PLIVA-Lachema Diagnostika, Чехія). З даної суспензії готували ряд серійних розведень до 1:100 для отримання вмісту 3 млн мікроорганізмів у 1 см³ розчину. Розведення антимікробних речовин починали з концентрації 2 % із подальшим зменшенням у 2 рази, зокрема, 1 %, 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625, 0,03125 та 0,0156 %. Нізин у досліді використовували виробництва Glory Chem Co., Ltd. (Китай), молочну кислоту харчову 80 % розчин (ТМ “Клебріг”, Бельгія). До 2 мл розчину з різним вмістом антимікробних речовин додавали 0,1 мл суспензії тест-культури (для отримання 100–150 тис. бактерій в 1 мл) та перемішували. Контроль – вносили 0,1 мл суспензії культури у 2 мл стерильного розчину натрію хлориду ізотонічного 0,9 %. Через 30 секунд експозиції відбирали 1 мл розчину стерильною піпеткою і проводили посів у чашки Петрі з МПА для визначення кількості мікроорганізмів. Аналогічні дослідження проводили і за експозиції 10 хвилин. Найменше розведення антимікробної речовини у пробірці, де виявляли повну відсутність росту тест-культури мікроорганізмів, вважалося показником мінімальної інгібуючої концентрації.

Отримані дані піддавалися статистичним обрахункам з використанням програми Statistica 9.0 (StatSoft

Inc., USA). Різницю між порівнюваними величинами вважали вірогідними при $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ та $P \leq 0,001$.

Результати та їх обговорення

Визначення мінімальної інгібуючої концентрації методом серійних розведень згідно з методикою проводять за концентрації мікроорганізмів у розчині 500 тис./см³ та експозиції 10 і 30 хвилин. Дані дослідження застосовують переважно для антимікробних речовин, які використовуються у деззасобах для об-

робки різних об'єктів з великим бактеріальним навантаженням. Тривалість дії засобів для обробки шкіри вимені корів перед доїнням становить 20–30 секунд. Бактеріальне забруднення шкіри дійок вимені корів коливається у межах 50–200 тис./см³ змиву, що приблизно відповідає в середньому 100–120 тис. на 1 см² площі шкіри. Тому було важливо визначити МІК антимікробних речовин за експозиції 30 секунд та концентрації мікроорганізмів у розчині 110 тис./см³. Результати досліджень МІК нізину та молочної кислоти щодо тест-культур мікроорганізмів збудників маститу корів наведено у [таблиці 1](#).

Таблиця 1

Мінімальна інгібуюча концентрація нізину та молочної кислоти на тест-культури мікроорганізмів, % (n = 5)

Мікроорганізми	Нізін, за експозиції		Молочна кислота, за експозиції	
	30 с	10 хв	30 с	10 хв
<i>S. aureus</i>	1,0	0,0312	2,0	1,0
<i>E. coli</i>	> 2,0	> 2,0	2,0	1,0
<i>Str. uberis</i>	0,125	0,0625	1,0	0,0625

Як видно з [таблиці 1](#), зі зменшенням часу дії антимікробних речовин на мікроорганізми зростає концентрація речовини, яка необхідна для інгібування даних культур. Так, МІК нізину на культури *S. aureus* через 10 хвилин дії становила 0,0312 %, а на мікроорганізми *Str. uberis* – 0,0625 %, або відповідно 0,312 та 0,625 мг на 1 мл розчину. За експозиції 30 с МІК розчину нізину на культури золотистого стафілокока зростала у 32 рази, а на *Str. uberis* – лише у 2 рази. На культури *E. coli* нізін не проявляв бактерицидної дії навіть за концентрації 2 % у розчині протягом 30 секунд та 10 хвилин. Аналогічну ситуацію спостерігали і ряд інших науковців ([Zhao et al., 2023](#)), коли усі протестовані ізоляти кишкової палички були нечутливими до 0,0512 % розчину нізину, концентрації, яка повністю інгібувала грампозитивні патогени, такі як *Staphylococcus aureus* і *Listeria monocytogenes*. При цьому вони результати МІК оцінювали через 24 години після інкубації мікропланшет з нізином та тест-культурами *E. coli* за температури 37 °С.

МІК молочної кислоти щодо золотистого стафілокока та кишкової палички за експозиції 10 хв становила 1 %, а на культури *Str. uberis* у 16 разів менше – 0,0625 %. Кокові форми мікроорганізмів були стійкішими до молочної кислоти за короткого періоду дії, порівнюючи з нізином.

Загалом нізін проявляв кращу бактерицидну дію на грампозитивні кокові форми мікроорганізмів, порівнюючи з молочною кислотою, і за період дії 30 с для інгібування золотистого стафілокока МІК була у 2 рази менша, а для *Str. uberis* – у 8 разів. Враховуючи дослідження ([Cheng & Han, 2020](#); [Perkii, et al., 2023](#)), що здебільшого збудниками маститу корів є мікроорганізми роду *Staphylococcus* і *Streptococcus*, а *E. coli* лише у декількох відсотках випадках (1–2 % клінічні мастити), то для створення засобів для переддоїльної обробки шкіри дійок вимені необхідно, щоб робоча концентрація нізину була від 0,5 до 1,0 %, а молочної кислоти від 1 до 2 %.

Водночас, проводячи дослідження з визначення МІК антимікробних речовин, ми виявили, що при посіві розчину з пробірок нижчої концентрації за МІК на чашках Петрі з МПА спостерігали значно менший ріст тест-культур мікроорганізмів, порівнюючи з контролем. Тому було проведено дослідження з визначення кількості інгібування мікроорганізмів у розведеннях розчинів нижчих концентрації речовин за МІК. Результати досліджень наведено на [рис. 1 та 2](#).

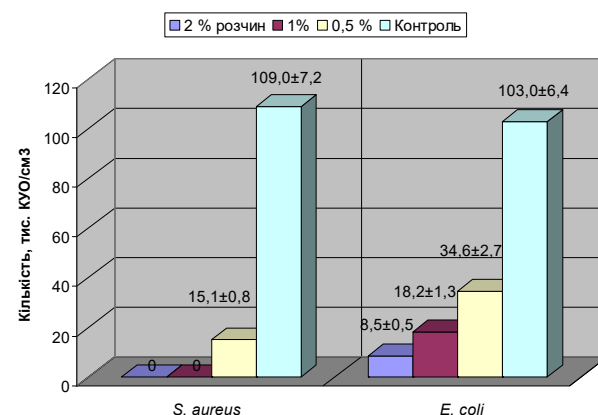


Рис. 1. Вміст тест-культур мікроорганізмів у розчині через 30 секунд дії нізину різної концентрації. Значення є середніми для трьох досліджень ± середньоквадратичне відхилення

Як видно з [рис. 1](#), за концентрації розчину нізину 0,5 %, коли не спостерігали МІК, вміст золотистого стафілокока у розчині зменшувався у 7,2 раза ($P \leq 0,001$) і становив 15,1 тис./см³. Тобто за даної концентрації нізін інгібував 86 % мікрофлори протягом 30 с дії. Нізін за вмісту 2 % у розчині не проявляв МІК на культури кишкової палички, але за даної концентрації забезпечував зменшення мікроорганізмів у 12,1 раза ($P \leq 0,001$) і через 30 с експозиції їх вміст знижувався до 8,5 тис. у 1 см³ розчину. За концентрації нізину 1 % спостерігали зменшення кількості *E. coli* у 5,7 раза ($P \leq 0,001$), а за 0,5 % – у 3 рази ($P \leq 0,001$). Отже, нізін

за вмісту 1 і 2 % у розчині не проявляє МІК на культурі *E. coli*, але інгібує за даної концентрації відповідно 82,3 та 91,7 % мікрофлори.

Аналогічну ситуацію спостерігали і при дослідженні молочної кислоти (рис. 2). Так, за вмісту 1 % молочної кислоти у розчині кількість мікроорганізмів *S. aureus* зменшувалася у 28,7 раза ($P \leq 0,001$), а за 0,5 % – у 6,5 раза ($P \leq 0,001$) і становила відповідно 3,8 та 16,8 тис. КУО/см³. Кількість кишкової палички за дії 1 % розчину молочної кислоти протягом 30 с зменшувалася у 93,6 раза ($P \leq 0,001$), а за 0,5 % – у 12,4 раза ($P \leq 0,001$). Використання 0,5 % розчину молочної кислоти сприяло зменшенню кількості культур *Str. uberis* у 67,5 раза ($P \leq 0,001$) і через 30 с дії їх кількість у розчині становила до 1,5 % від початкової.

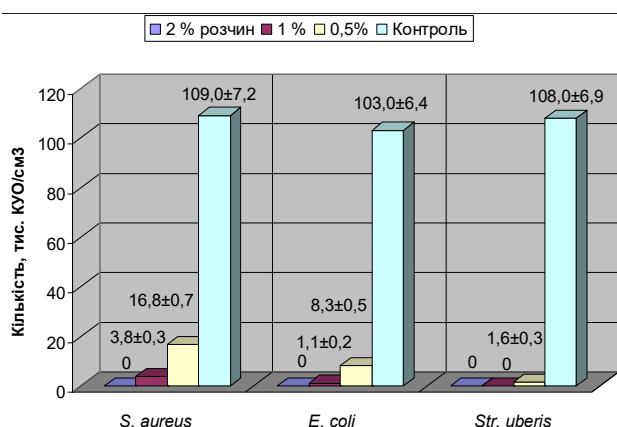


Рис. 2. Вміст тест-культур мікроорганізмів у розчині через 30 с дії молочної кислоти різної концентрації. Значення є середніми для трьох досліджень ± середньоквадратичне відхилення

Отже, молочна кислота у розведенні нижче від МІК, зокрема 1 і 0,5 %, інгібує у розчині 98,9–96,5 % мікроорганізмів, що може бути достатнім для використання її у засобах для переддоїльної обробки вимені корів і за нижчих концентрації. У низці досліджень (Fitzpatrick et al., 2021) було проаналізовано ефективність 37 засобів для дезінфекції вимені в Ірландії проти бактеріальних ізолятів на шкірі дійок голштинської породи корів. Вміст молочної кислоти в досліджуваних засобах у комбінації з іншими антимікробними речовинами коливався від 0,5 % до 5 %, а у поєднанні з саліциловою кислотою навіть 0,25 %. При цьому за вмісту в засобах молочної кислоти 0,25–0,5 % з іншими речовинами спостерігали зниження кількості бактерій роду *Staphylococcus* і *Streptococcus* на шкірі дійок корів на 53,1–77,6 %, що несуттєво відрізнялося від засобів з вмістом молочної кислоти 1,5–2,0 %, зниження спостерігали від 59,4 до 89 %.

Результати дослідження бактерицидної дії лунковим методом на чашках Петрі з м'ясо-пептонним агаром показали, що зони затримки росту кишкової палички за концентрації 1 % розчину нізину були відсутні, а 1 % молочної кислоти були в межах $16 \pm 0,4$ мм. При цьому разом у поєднанні даних речовин зона затримки росту *E. coli* становила $17 \pm 0,3$ мм. Це свідчить про синергічний ефект і про те, що дані речовини можуть бути використані у комплексі для

створення засобу для переддоїльної обробки вимені корів. Отже, для інгібуючої дії на культури мікроорганізмів *E. coli* необхідно застосовувати комбінацію нізину з органічною молочною кислотою для прояву синергічного бактерицидного ефекту.

Висновки

Мінімальна інгібуюча концентрація нізину за експозиції 30 секунд на культурі *S. aureus* становить 1,0 % і *Str. uberis* – 0,125 %. Нізин за вмісту 2 % і 1 % у розчині не проявляє МІК на культурі *E. coli* протягом 30 секунд, але інгібує за даної концентрації відповідно 91,7 та 82,3 % мікрофлори. Для забезпечення бактерицидної дії засобу для переддоїльної обробки шкіри дійок вимені корів на основі нізину необхідно, щоб його робоча концентрація була від 0,5 до 1 %. Нізин проявляє синергічний бактерицидний ефект з молочною кислотою і може бути використаний у комбінації для створення засобу для переддоїльної обробки вимені корів.

Перспективи подальших досліджень. Створення засобу для переддоїльної обробки вимені корів на основі нізину і молочної кислоти та проведення лабораторних досліджень.

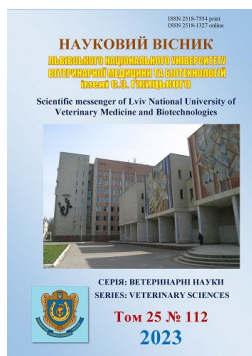
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Bennett, S., Fliss, I., Ben Said, L., Malouin, F., & Lacasse P. (2022). Efficacy of bacteriocin-based formula for reducing staphylococci, streptococci, and total bacterial counts on teat skin of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 105(5), 4498–4507. DOI: 10.3168/jds.2021-21381.
- Berrios-Rodriguez, A., Ukuku, D. O., Olanya, M., Cassidy, J., Orellana, L. E., Mukhopadhyay, S., & Niemira B. A. (2020). Nisin-Based Organic Acid Inactivation of Salmonella on Grape Tomatoes: Efficacy of Treatment with Bioluminescence ATP Assay. *J. Food Prot.*, 83(1), 68–74. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-19-275.
- Cheng, W. N., & Han, S. G. (2020). Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments – A review. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 33(11), 1699–1713. DOI: 10.5713/ajas.20.0156.
- Churklam, W., Chaturongakul, S., Ngamwongsatit, B., & Aunpad, R. (2020). The mechanisms of action of carvacrol and its synergism with nisin against *Listeria monocytogenes* on sliced bologna sausage. *Food Control*, 108, 106864. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.106864.
- Fitzpatrick, S. R., Garvey, M., Flynn, J., O'Brien, B., & Gleeson, D. (2021). The effect of disinfectant ingredients on teat skin bacteria associated with mastitis in Irish dairy herds. *Irish Veterinary Journal*, 74(1), 1. DOI: 10.1186/s13620-020-00179-7.
- Fitzpatrick, S. R., Garvey, M., Flynn, J., O'Brien, B., & Gleeson, D. (2021). Effect of Pre-Milking Teat Foam Disinfection on the Prevention of New Mastitis Rates in Early Lactation. *Animals*, 11(9), 2582. DOI: 10.3390/ani11092582.

- Gharsallaoui, A., Oulahal, N., Joly, C., & Degraeve, P. (2016). Nisin as a food preservative: Part 1: Physicochemical properties, antimicrobial activity, and main uses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(8), 1262–1274. DOI: 10.1080/10408398.2013.763765.
- Kondrotiene, K., Kasnauskite, N., Serniene, L., Gözl, G., Alter, T., Kaskoniene, V., Maruska, A. S., & Malakauskas, M. (2018). Characterization and application of newly isolated nisin producing *Lactococcus lactis* strains for control of *Listeria monocytogenes* growth in fresh cheese. *LWT – Food Science and Technology*, 87, 507–514. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.09.021.
- Kosenko, M. V., Avdosieva, I. K., Rozhko, M. S. et al. (2003). Metodyka vyznachennia bakteriostatychnoi ta bakterytsydnoi kontsentratsii antybakterialnykh preparativ metodom seriinykh rozveden [The method of determining the bacteriostatic and bactericidal concentration of antibacterial drugs by the method of serial dilutions]. Kyiv (in Ukrainian).
- Kukhtyn, M. D., Horiuk, Y. V., Salata, V. Z., Klymyk, V. T., Vorozhbit, N. M., & Rushchinskaya, T. M. (2021). Kontaminatsiia zolotystym stafilokokom moloka korov'achoho syroho [*Staphylococcus aureus* of raw cow's milk]. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(102), 53–59. DOI: 10.32718/nvlvet10208 (in Ukrainian).
- Kummee, P., Borisutpeth, M., Chanlun, S., Kanbutra, P., & Chanlun, A. (2015). Efficacy of guava leaf extract as alternative pre-milking teat dipping in reducing teat-end bacterial load of milking dairy cows. *Int. J. Pharm. and Pharm. Sci.*, 7(9), 434–438.
- Mišekienė, R., Rudejienė, J., & Gerulis, G. (2015). Effect of Pre-Milking Antiseptic Treatment on the Bacterial Contamination of Cow Teats' Skin. *Bulg. J. Vet. Med.*, 18(2), 159–166. DOI: 10.15547/bjvm.833.
- O'Brien, B., Gleeson, D., & Jordan, K. (2013). Iodine Concentrations in Milk. *Irish J. Agr. Food Res.*, 52(2), 209–216. URL: <https://www.researchgate.net/publication/259575825>.
- Ózsvári, L., & Iványos, D. (2022). The use of teat disinfectants and milking machine cleaning products in commercial Holstein-Friesian farms. *Front. Vet. Sci.*, 9, 1–15. DOI: 10.3389/fvets.2022.956843.
- Perkii, Yu. B., Kukhtyn, M. D., Boltyk, N. P., & Protsenko, T. S. (2023). Udoskonalennia profilaktychnykh protymastytnykh zakhodiv na molochnykh fermakh [Improvement of preventive mastitis measures on dairy farms]. *Herald of Agrarian Science*, 3(840), 46–51. DOI: 10.31073/agrovisnyk202303-07 (in Ukrainian).
- Phongphakdee, K., & Nitisinprasert, S. (2015). Combination Inhibition Activity of Nisin and Ethanol on the Growth Inhibition of Pathogenic Gram Negative Bacteria and Their Application as Disinfectant Solution. *J. Food Sci.*, 80(10), 2241–2246. DOI: 10.1111/1750-3841.13015.
- Shi, C., Zhao, X., Meng, R., Liu, Z., Zhang, G., & Guo N. (2017). Synergistic antimicrobial effects of nisin and p-Anisaldehyde on *Staphylococcus aureus* in pasteurized milk. *LWT – Food Science and Technology*, 84, 222–230. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.05.056.
- Todtong, P. (2022). Effects of Medicinal Plant Extracts as Pre-milking Teat Dip to Reduce Teat-end Bacterial Load in Lactating Dairy Cow. *J. Mahanakorn Vet. Med.*, 17(2), 271–284. URL: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/jmvm/article/view/254528>.
- Zhao, G., Kempen, P. J., Zheng, T., Jakobsen, T. H., Zhao, S., Gu, L., Solem, C., & Jensen, P. R. (2023). Synergistic bactericidal effect of nisin and phytic acid against *Escherichia coli* O157:H7. *Food Control*, 144, 109324. DOI: 10.1016/j.foodcont.2022.109324.
- Zhou, L., van Heel, A. J., Montalban-Lopez, M., & Kuipers, O. P. (2016). Potentiating the Activity of Nisin against *Escherichia coli*. *Front. Cell Dev. Biol.*, 4, 1–9. DOI: 10.3389/fcell.2016.00007.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11208

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

UDC 612.11:615.37:636.4

The dynamics of the content of immunoglobulins in the blood serum of piglets according to the actions of immunostimulating agents

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

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

Article info

Received 21.08.2023

Received in revised form
21.09.2023

Accepted 22.09.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-098-588-83-88
E-mail: krempanadia@ukr.net

Krempa, N. Yu., Kozenko, O. V., Gutyj, B. V., Dvyliuk, I. V., Magrelo, N. V., Sus, H. V., Voroniak, V. V., Vysotskyi, A. O., Vus, U. M., & Martyshuk, T. V. (2023). The dynamics of the content of immunoglobulins in the blood serum of piglets according to the actions of immunostimulating agents. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 52–57. doi: 10.32718/nvlvet11208

Inconsistency in housing and feeding conditions, production stress, a combination of environmental factors, and technological solutions reduce the protective properties of the animal body, which often leads to a decrease in their productive properties. The work aimed to investigate changes in indicators of the humoral protection factor, in particular, the quantitative composition of immunoglobulins M, G, and A in the body of young pigs under the influence of immunostimulating agents Globigen® Pig Doser and Globigen® Jump Start, which include specific Ig Y. To perform this task in the conditions of the private farm of FG PE "Glynyany Agro" of Lviv region, Zolochiv district, which uses a single-phase method of raising pigs, a study was conducted with the involvement of 36 piglets-analogues of crossbreeds of the Great White and Landrace breeds, which were formed into three groups of 12 animals each. Piglets of the control group were fed feed of a standard diet. The piglets of the first experimental group were orally administered 2 ml/g of Globigen® Pig Doser during the first three days after birth. Then, according to the technology, they consumed the feed prescribed in the diet. The piglets of the second experimental group were given Globigen® Jump Start, which was mixed with the feed of the basic ration in the amount of 2 kg per ton of feed and, starting from the age of 7 days, was fed to the piglets according to the technology. It was established that the use of immunostimulating agents was characterized by an increase in Ig G and Ig A in the blood serum of piglets in the most critical period of their lives. Thus, in the blood serum of 30-day-old piglets under the influence of Globigen® Pig Doser, with a high level of probability ($P < 0.01$), an increase of this class of antibodies to the level of 13.47 mg/ml was detected, with the use of Globigen® Jump Start, this indicator reached the mark 12.51 mg/ml. Since this period, colostral immunity, represented by placental immunoglobulins of class G and colostrum immunoglobulins of class A, is already exhausted; we assume that the formation of the body's immune response of young pigs has begun. We believe that the increase in the content of class A immunoglobulins, most likely the secretory form of the piglets themselves, when using Globigen® Jump Start, which reached the mark of 1.48 mg/ml, indicates the formation of immune resistance mechanisms. The effectiveness, specificity, and mechanism of action of these agents is based on the ability of their components, particularly Ig Y, to bind to pathogens or their fragments, to neutralize and safely remove them from the body, which helps to increase the barrier function of the intestinal mucosa. The obtained research results confirm the practicality of using Globigen® Pig Doser and Globigen® Jump Start immunostimulants during single-phase rearing of piglets to increase the level of non-specific resistance and obtain healthy young animals with a high level of viability.

Key words: young pigs, blood, Globigen® Pig Doser and Globigen® Jump Start, immunobiological status.

Динаміка вмісту імуноглобулінів у сироватці крові поросят за дії імуностимулювальних засобів

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

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

Невідповідність умов утримання та годівлі, виробничі стреси, сукупність факторів навколишнього середовища та технологічних рішень знижують захисні властивості організму тварин, що нерідко призводить до зниження їх продуктивних властивостей. Метою роботи було дослідити зміни показників гуморального фактору захисту, зокрема кількісного складу імуноглобулінів М, G, A організму молодняку свиней за дії імуностимулювальних засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start, до складу яких входить специфічний Ig Y. Для виконання даного завдання в умовах приватного господарства ФГПП "Глиняни Агро" Львівської області Золочівського району, в якому використовується однофазний спосіб вирощування свиней, проведено дослідження із залученням 36 поросят-аналогів помісі порід Великої білої та Ландрас, які були сформовані у 3 групи по 12 тварин у кожній. Поросятам контрольної групи згодовували корм стандартного раціону. Поросятам першої дослідної групи протягом перших трьох днів після народження перорально задавали по 2 мл/гол засобу Globigen® Pig Doser, а потім, згідно з технологією, вони споживали передбачені раціоном корми. Поросятам другої дослідної групи задавали Globigen® Jump Start, який змішували з кормами основного раціону в кількості 2 кг на тонну корму і, починаючи із 7-денного віку, згодовували поросятим згідно з технологією. Встановлено, що застосування імуностимулювальних засобів характеризувалось зростанням вмісту Ig G та Ig A в сироватці крові поросят у найкритичніший період їхнього життя. Так, у сироватці крові 30-добових поросят за дії Globigen® Pig Doser з високим рівнем вірогідності ($P < 0,01$) виявлено зростання цього класу антитіл до рівня 13,47 мг/мл, за використання Globigen® Jump Start цей показник сягнув позначки 12,51 мг/мл. Оскільки в цей період колостральний імунітет, який представлений плацентарними імуноглобулінами класу G та молозивними імуноглобулінами класу A, вже вичерпується, припускаємо, що почалося формування власної імунної відповіді організму молодняку свиней. Вважаємо, що збільшення вмісту імуноглобулінів класу A, найімовірніше секреторної форми організму самих поросят, за використання Globigen® Jump Start, який сягнув позначки 1,48 мг/мл, вказує на формування механізмів імунного опору. Ефективність, специфічність та механізм дії даних засобів ґрунтуються на здатності їх складників, зокрема Ig Y, зв'язуючись із патогенами або їхніми фрагментами, нейтралізувати та безпечно виводити з організму, що сприяє збільшенню бар'єрної функції слизової оболонки кишківника. Одержані результати досліджень підтверджують доцільність застосування імуностимулювальних засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start за однофазного вирощування поросят для підвищення рівня неспецифічної резистентності та одержання здорового молодняку з високим рівнем життєздатності.

Ключові слова: молодняк свиней, кров, Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start, імунобіологічний статус.

Вступ

Серед усього розмаїття м'ясного асортименту, свинина займає провідне місце і має суттєвий вплив на формування м'ясного балансу. Проте все частіше порушується питання безпечності та відповідності санітарно-гігієнічним вимогам і стандартам продуктів тваринництва (Demchuk et al., 2012; Kokariev & Masiuk, 2016; Kramarenko et al., 2018).

Надзвичайно важливою і невід'ємною складовою забезпечення споживачів якісною та безпечною в санітарному й екологічному плані продукцією є концепція гарантування безпечності тваринницької продукції, яка охоплює всі етапи харчового ланцюга "від господарства до столу" – НАССР, що реалізується і працює за умов виконання таких належних виробничих та гігієнічних практик, як GMP та GHP (Demchuk et al., 2012; Bogatko et al., 2017; Khaniukov et al., 2019; Bogatko, 2020).

За переважної більшості умовою інтенсивних (надінтенсивних) технологій вирощування свиней є висока щільність поголів'я, концентратний тип годівлі, безвигульне утримання, штучне осіменіння свиноматок та раннє відлучення поросят, що супроводжується розвитком виробничих стресів, які негативно впливають на організм та продуктивність тварин (De Lange et al., 2010; Frankic et al., 2010; Vyslotska et al., 2021; Martyshuk et al., 2019, 2021).

Разом із нервовою, ендокринною, серцево-судинною системами імунна забезпечує здатність підтримання сталого гомеостазу, проте все частіше трапляються прояви "збою" її функціонування, котрі проявляються недостатністю захисних реакцій. Імунодефіцитні стани у тварин, особливо в молодняку, зумовлюють підвищення сприйнятливості до захворювань, через які гине 20–60 % приплоду, що завдає значних економічних збитків (Dukhnitskiy et al., 2021).

Говорячи про ветеринарну профілактику, варто підкреслити, що робота над впровадженням превентивних заходів, зокрема використання профілактичних методів, а не лікувальних, займає особливе місце у технології ведення сучасного тваринництва, що дозволяє підтримувати високу адаптаційну та пристосувальну здатність тварин впродовж всього технологічного циклу (Krempe et al., 2020).

З наукових джерел відомо, що альтернативою профілактики дії несприятливих чинників умов утримання є використання засобів, що володіють імуностимулювальними властивостями. Власне, потреба використання коригувальних методів, зокрема імуотропних засобів, сформувалась через недостатність функціональної здатності імунної підтримки у тварин підсисного періоду, коли сила захисної дії колострального імунітету зменшується, проте рівень стресів, пов'язаних із технологічним навантаженням, зростає. Тому вивчення механізмів впливу та коригувальних методів на імунну систему в умовах сучасного сви-

нарства є надзвичайно актуальним не лише з боку збереження функціональних можливостей організму тварин, а й у контексті збереження здоров'я споживача.

Мета дослідження

Вивчити і проаналізувати доцільність та ефективність використання препаратів, що здатні коригувати рівень показників гуморального захисту організму свиней. Для досягнення даної мети поставлено завдання оцінити динаміку показників імуноглобулінів М, G, A організму молодняку свиней за дії імуностимулювальних засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start за однофазного вирощування свиней.

Матеріал і методи досліджень

Усі маніпуляції з тваринами проводились відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Official Journal of the European Union L276/33, 2010). Дослідження проводили в умовах приватного господарства ФГ ПП "Глиняни Агро" Львівської області Золочівського району на 36 поросятах-аналогах помісі порід Великої білої та Ландрас, які були сформовані у 3 групи по 12 тварин у кожній.

1 група – контрольна (К), поросяткам згодували корм згідно зі стандартним раціоном;

2 група – перша дослідна (Д 1), поросяткам протягом перших трьох діб після народження перорально задавали по 2 мл/гол. засобу Globigen® Pig Doser, а потім, згідно з технологією, вони споживали передбачені раціоном корми.

3 група – друга дослідна (Д 2), поросяткам задавали засіб Globigen® Jump Start, який змішували з кормами основного раціону в кількості 2 кг на тонну корму (0,2 %).

Дослідження проводили із дотриманням правил зоотехнічних вимог стосовно організації підбору тварин-аналогів. Кров для досліджень з дотриманням усіх правил септики та антисептики брали із краніальної порожнистої вени зранку, до годівлі тварин, перед початком досліду, на 5-у; 30-у та 60-у добу після задавання тваринам засобів. Дослідження вмісту імуноглобулінів G, M, A проводили методом імуноферментного аналізу за використання автоматичного імуноаналізатора в умовах лабораторії промислової токсикології ЛНМУ імені Данила Галицького (Vlizlo, 2012; Kuznetsova et al., 2013).

Результати та їх обговорення

В ході досліджень встановлено деякі невідповідності, згідно з вимогами, показниками параметрів мікроклімату, наявністю технологічних, соціальних та кормових стресів (Krempa & Kozenko, 2018), які зумовили послаблення резистентності організму молодняку свиней, що вплинуло на життєздатність та збереженість. Варто зазначити, що здатність організму підтримувати рівень захисних сил та стійкість до

впливу факторів інфекційних та незаразних захворювань значною мірою залежить від гігієнічних чинників (Harytskyi & Rozumniuk, 2007; Hrabovskiy, 2012).

Власне, недостатня імунна спроможність організму поросят раннього віку в ФГ ПП "Глиняни Агро" проявляється зниженням кількості та активності імунокомпетентних одиниць, зумовлених впливом екзогенних або ендогенних чинників. Клінічними проявами цього є шлунково-кишкові захворювання поросят, що супроводжуються важкою неонатальною діареєю, яка часто завершується летальною. Тому доцільність вивчення можливості коригувальних заходів для підвищення рівня неспецифічної резистентності та життєздатності молодняку свиней з перших днів постнатального розвитку в умовах сучасного ведення тваринництва є надзвичайно актуальною.

Варто зазначити, що імунітет – це складна і злагоджена система взаємодії, в якій імуноглобуліни, ідентифікуючи наявність чужорідних агентів, є ключовою ланкою гуморального захисту, що інформує імунокомпетентні клітини про загрозу. Можливість диференціації імуноглобулінових популяцій дає змогу інтерпретувати референтні значення, що своєю чергою окреслюють клінічну картину. Імуноглобуліни класу М першими, на 4–5 добу, секретуються у відповідь на антигенну стимуляцію, відповідно вони є маркерами первинної імунної відповіді – гострої фази захворювання. Імуноглобуліни класу G секретуються в результаті специфічної адаптивної імунної відповіді і з'являються у крові через 14–16 днів з моменту антигенного впливу і, досягаючи максимуму на 21–24 день, інформують про завершення захворювання, так звана фаза, коли організм вже перехворів. Основна функція імуноглобулінів класу А – відвернути, не допустити проникнення чужорідних антигенів.

Одержані результати досліджень гуморального імунного захисту наведені в таблиці 1. Показники вмісту імуноглобулінів класу М в сироватці крові 5-добових поросят першої дослідної групи мали найнижче значення серед усіх груп тварин – 0,85 мг/мл, це пояснюється відсутністю інфекції, що неодмінно пов'язано з періодом внутрішньоутробного розвитку плода. Варто зацентувати увагу на тому, що поросят цієї дослідної групи в перші три дні життя задавали перорально по 2 мл імуностимулювального засобу Globigen® Pig Doser, що, ймовірно, компенсувало нестачу власних або ж і материнських імуноглобулінів класу G та A, що призначені унеможливити контамінацію слизової оболонки кишечника тварини небезпечними патогенами. Із збільшенням віку тварин змінювались і показники вмісту даного виду антитіл. Виявлено динаміку зростання вмісту імуноглобулінів класу М у сироватці крові 30- та 60-добових поросят, що набувши найвищого значення серед усіх груп поросят, все ж вкладалось в межі референтних значень. Так, різниця між показниками цього виду антитіл у сироватці крові поросят 30-добового віку контрольної та першої дослідної групи тварин становила 0,17 мг/мл та 0,15 мг/мл порівняно з першою та другою дослідними групами тварин із перевагою в групі за впливу Globigen® Pig Doser. Незмінною залишилась ця динаміка у наступному віковому періоді і наймен-

ше значення цього показника зафіксовано за дії засобу Globigen®Jump Start, який становив 1,82 мг/мл, що на 0,02 мг/мл та на 0,14 мг/мл менше відповідно щодо контрольної та першої дослідної груп тварин. Така динаміка змін кількісного складу антитіл класу М інформує і дає уявлення про формування імунологічного супротиву організму молодняку свиней на дію чужорідного агента. При аналізі цих даних варто враховувати, що перший місяць життя поросят є найваж-

чим, адже через зменшення місту заліза у молоці свиноматки й інтенсивний ріст і розвиток їх організму спостерігають критичну нестачу заліза, в результаті цих змін погіршується робота системи кровотворення, розвиваються розлади метаболічного і функціонального характеру. При цьому виявляють зменшення синтезу Т- і В-лімфоцитів та їх популяції, кількості клітин лейкоцитарного ряду, а відтак фагоцитарна активність сповільнюється.

Таблиця 1

Динаміка вмісту імуноглобулінів М, G, A у сироватці крові поросят за дії імуностимулювальних засобів Globigen®Pig Doser та Globigen®Jump Start ($M \pm m$, $n = 11$)

Показники	Вік тварин	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Ig M, мг/мл	5 діб	0,92 $\pm$ 0,10	0,85 $\pm$ 0,09	0,88 $\pm$ 0,81
	30 діб	1,35 $\pm$ 0,09	1,52 $\pm$ 0,17	1,37 $\pm$ 0,11
	60 діб	1,84 $\pm$ 0,46	1,96 $\pm$ 0,32	1,82 $\pm$ 0,17
Ig G, мг/мл	5 діб	18,60 $\pm$ 0,56	18,79 $\pm$ 0,41	18,11 $\pm$ 0,09
	30 діб	11,79 $\pm$ 0,39	13,47 $\pm$ 0,43***	12,51 $\pm$ 0,58
	60 діб	17,44 $\pm$ 0,26	17,58 $\pm$ 0,15	17,89 $\pm$ 0,08
Ig A, мг/мл	5 діб	0,98 $\pm$ 0,13	1,03 $\pm$ 0,81	1,04 $\pm$ 0,05
	30 діб	1,47 $\pm$ 0,06	1,33 $\pm$ 0,05	1,48 $\pm$ 0,09
	60 діб	0,89 $\pm$ 0,24	0,88 $\pm$ 0,44	1,01 $\pm$ 0,18

Вміст Ig G за дії імуностимулювальних засобів Globigen®Pig Doser та Globigen®Jump Start мав виражену тенденцію до зростання майже у всіх тварин дослідних груп. Проте найбільше значення цього показника виявлено у першій дослідній групі всіх вікових періодів. Так, у сироватці крові 5-добових поросят за дії імуностимулювального засобу Globigen®Pig Doser вміст Ig G набув значення, що на 0,19 мг/мл перевищував цей показник у тварин контрольної групи та на 0,68 мг/мл тварин другої дослідної групи. Незмінною залишилась ситуація й при аналізі вмісту цих антитіл у крові тварин 30-добового віку, де знову ж таки найвище значення вмісту Ig G виявлено в крові поросят за дії засобу Globigen®Pig Doser – 13,47 мг/мл з високим рівнем вірогідності ($P < 0,01$). Таке зростання показників антитіл цієї популяції у крові поросят 5-добового віку пояснюється тим, що материнські імуноглобуліни класу G, завдяки невеликій молекулярній масі, мають здатність проходити через плацентарний бар'єр, забезпечуючи дію колострального імунного захисту, у великій кількості, особливо до 20-добового віку, ще наявні у сироватці крові плода. Проте їхній вміст у сироватці крові 30-добових поросят, що знову ж таки, набувши найвищих значень у зразках крові дослідних груп тварин, особливо у першій дослідній, вказує на вироблення і включення в роботу власних імуноглобулінів поросят, що сприяло адекватному імунному супротиву і завершенню гострої фази ймовірного захворювання.

Впродовж дослідів виявлено тенденцію до зростання вмісту Ig A, особливо за дії Globigen®Jump Start. Так, вміст цього класу антитіл у сироватці крові поросят 5-добового віку другої дослідної групи становив 1,04 мг/мл, що перевищувало його вміст у сироватці крові поросят контрольної групи на 0,06 мг/мл та у першій дослідній групі на 0,01 мг/мл. У сироватці крові 30-добових поросят усіх груп тварин виявлено

максимальний вміст цього імуноглобуліну, що свідчить про активування і включення в роботу механізмів захисту. Оскільки Ig класу A призначені для запобігання контамінації слизової оболонки кишківника антигенами, найімовірніше, їхній високий вміст у сироватці крові в найкритичніший період життя інформує про адекватну імунну спроможність організму.

Встановлено, що застосування імуностимулювальних засобів сприяло зростанню збереженості тварин вже у 30-добовому віці. Так, за дії Globigen®Pig Doser показник збереженості молодняку свиней становив 81,3 %, а за дії Globigen®Jump Start – 93,7 %, що відповідно на 6,3 та 18,7 % більше за показник контрольної групи.

Такі результати впливу засобів імуностимулювальної дії пояснюються особливістю їхнього складу, де основним діючим елементом є Ig Y, який синтезується у жовтку курячого яйця (Hrabovskyi, 2012). Антитіла розпізнають чужорідну клітину-патогена за його структурою або лише за її частинкою. Механізм дії працює за принципом “ключ-замок”. Особливістю антитіл з жовтка курячого яйця є здатність діяти переважно у кишківнику. Ig Y специфічно розпізнає збудників і, маючи високу здатність зв'язування, блокує, знешкоджує і безпечно виводяться з організму з калом. Таким чином це сприяє збільшенню бар'єрної функції слизової оболонки кишківника, що має позитивний вплив на збереженість, інтенсивність росту та розвитку тварин.

Висновки

Задавання новонародженим поросят засобів із імуностимулювальними властивостями Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start характеризувалось такими змінами кількісного складу імуноглобулінів, які дозволяють зробити висновок про початок формуван-

ня адекватної імунної відповіді організму поросят вже у 30-добовому віці. В силу того, що ланки імунної протидії на патогени в ранньому неонатальному віці поросят ще не сформовані, підтримуючу і захисну функцію виконують елементи пасивного (материнського) імунітету, які представлені антитілами класу G та A. Напруженість колострального імунітету забезпечує захист молодняку лише в підсисний період, даючи можливість імунній системі молодняку налагодити механізми імунного опору і відповіді, можемо зробити відповідні висновки, які підтверджують доцільність використання імуностимуляторів засобів за однофазного вирощування свиней.

Встановлено, що застосування засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start мало позитивний вплив на імунологічні показники у поросят, що проявлялось в основному зростанням рівня антитіл класу G у першій дослідній групі до 13,47 мг/мл та антитіл класу A у другій дослідній групі тварин. Варто зазначити, що завдяки специфічній дії Ig Y, який зв'язується із патогенним агентом в просвіті тонкого відділу кишківника, знешкоджує його, безпечно виводить із організму і, зберігаючи цілісність ворсинок, зміцнює бар'єрну функцію слизової оболонки кишківника. Аналізуючи ефективність використання засобів Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start у ФГ ПП "Глиняни Агро", варто звернути увагу на відсоток збереженості поросят, який в цьому господарстві становив від 75 до 93,7 %. Збереженість поросят раннього віку за використання Globigen® Pig Doser зросла на 6,3 % та на 18,7 % за використання Globigen® Jump Start.

Перспективи подальших досліджень. Як показують результати досліджень впливу комплексу санітарно-гігієнічних і технологічних чинників сучасних умов утримання свиней на збереженість і життєздатність поголів'я та інтенсивність їхнього росту, виникає потреба пошуку нових науково обґрунтованих ефективних і безпечних способів корекції технологій у свинарстві, особливо молодняку, за різних способів їх вирощування і утримання.

Подяки

Висловлюємо слова вдячності директору ФГ ПП "Глиняни Агро" О. М. Рибаку за надану нам можливість здійснити дослідження на базі даного господарства. Велика подяка кандидату сільськогосподарських наук, лікарю ветеринарної медицини, керівнику проєктів компанії ТОВ "Альфа-Вет", яка є дистриб'ютором компанії EW Nutrition, Тарасу Прудиусу за надані нам засоби імуностимуляторної дії Globigen® Pig Doser та Globigen® Jump Start. Також хочемо подякувати відповідальному лаборанту лабораторії промислової токсикології ЛНДУ імені Данила Галицького О. І. Грушці, яка провела серію імунологічних досліджень сироватки крові свиней.

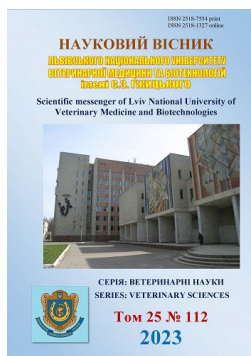
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Bogatko, N. (2020). Sanitary and hygienic condition of refrigerators and facilities for storage of meat of slaughtered animals at the powers of their production and circulation. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22(99), 8–19. DOI: 10.32718/nvlvet9902.
- Bogatko, N., Bogatko, L., Salata, V., Semaniuk, V., Serdioucov, J., & Schyrevuch, G. (2017). Veterinary-sanitary control of safety and quality of meat products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(73), 7–10. DOI: 10.15421/nvlvet7302.
- Chorny, M. V., Machula, O. S., Vroniak, V. V., Liasota, V. P., & Reshetnichenko, A. P. (2017). Produktivnist i rezystentnist molodniaku svynei za dii imunostymulatoriv. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho*, 19(79), 83–86. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2017_19_79_19 (in Ukrainian).
- De Lange, C., Pluske, J. R., Gong, J., & Nyachoti, C. M. (2010). Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livestock Science*, 134(1-3), 124–134. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.06.117.
- Demchuk, M. V., & Chorny, M. V. (2011). Hihiena tvaryn ta kontseptualni pryntsyipy profilaktyky khvorob. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*, 8(48), 109–114 (in Ukrainian).
- Demchuk, M. V., Kozenko, O. V., Dvyluk, I. V., Didyk, U. M., & Mahrelo, N. V. (2012). Sanitarno-hihienichna otsinka ryzyku ta krytychnykh tochok upravlinnia na pidpriemstvakh veterynarnosanitarnoho nahliadu ta kontroliu za rozrobky i suprovodi systemy NASSR. *Metodychni rekomendatsii*. Lviv (in Ukrainian).
- Dukhnitskyi, V., Derkach, I., & Derkach, S. (2021). Immune status of piglets after administration of Iron(IV) clatrchelate to pregnant sows. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(103), 35–42. DOI: 10.32718/nvlvet10306.
- Frankic, T., Levart, A., & Salobir, J. (2010). The effect of vitamin E and plant extract mixture composed of carvacrol, cinnamaldehyde and capsaicin on oxidative stress induced by high PUFA load in young pigs. *Animal*, 4(4), 572–578. DOI: 10.1017/S1751731109991339.
- Harytskyi, V. O., & Rozumniuk, A. V. (2007). Vplyv parametriv mikroklimatu na zdorovia ta produktivnist porosiat. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho*, 9(1(32), 36–38 (in Ukrainian).
- Hrabovskiy, S. S. (2012). Stresy silskohospodarskykh tvaryn i yoho naslidky. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Seriya veterynarnykh ta silskohospodarskykh nauk*, 14(3(53), 47–58 (in Ukrainian).
- Khaniukov, O. O., Hashynova, K. Yu., Yevstihnieiev, I. V., Dytiatkovska, Ye. M., Yehudina, Ye. D., Kravchenko, O. I., & Khmel, O.S. (2019). Imunodefitsnyi stany u klinichnii praktytsi:

- Navchalnyi posibnyk dlia praktychnykh zaniat ta samostiinoi roboty. Dnipro (in Ukrainian).
- Kokariiev, A. V., & Masiuk, D. M. (2016). Stan pryrodnoi rezystentnosti svynomatok za dii preparatu «Imunolak». Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho, 18(4(72), 32–36 (in Ukrainian).
- Kramarenko, S. S., Lugovoy, S. I., Kharzinova, V. R., Lykhach, V., Kramarenko, A. S., & Lykhach, A. V. (2018). Genetic diversity of Ukrainian local pig breeds based on microsatellite markers. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 9(2), 177–182. DOI: 10.15421/021826.
- Kramarenko, S., Lugovoy, S., Lykhach, A., Kramarenko, A., & Lykhach, V. (2018). A comparative study of the reproductive traits and clustering analysis among different pig breeds. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 20(84), 21–26. DOI: 10.15421/nvlvet8404.
- Krempa, N. Yu., & Kozenko, O. V. (2018). Dynamika vmistu bilkiv ta bilkovykh fraktsii u krovii svynomatok v period vidtvoriuvannia tsykladu. Ahrarnyi visnyk Prychornomoria. Vetrynarni nauky, 91, 40–45. URL: <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/13> (in Ukrainian).
- Krempa, N. Yu., & Kozenko, O. V. (2018). Vplyv tekhnologii utrymannia na morfolohichni, biokhimichni ta imunolohichni pokaznyky krovii porosiats v period vidluchennia. Naukovo-praktychnyi zhurnal KhDZVA. Vetrynariia, tekhnologii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia, 2, 87–92. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2018_2_26 (in Ukrainian).
- Krempa, N., & Kozenko, O. (2018). Hygienic assessment of sows feeding level at different physiological state. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 20(83), 334–340. DOI: 10.15421/nvlvet8367.
- Krempa, N., Kozenko, O., & Chorny, N. (2020). Hygienic assessment of water quality and its impact on the body of pigs. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 22(98), 9–15. DOI: 10.32718/nvlvet9802.
- Kuznetsova, L. V., Babadzhan, V. D., & Kharchenko, N. V. (2013). Imunolohiia: pidruchnyk. Vinnytsia: TOV «Merkiuri Podillia» (in Ukrainian).
- Martyschuk, T. V., Gutij, B. V., Vishchur, O. I., & Todoriuk, V. B. (2019). Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 2(2), 27–30. DOI: 10.32718/ujvas2-2.06.
- Martyschuk, T., Gutij, B., & Khalak, V. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Vlizio, V. V. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta vetrynarnii medytsyni. Dovidnyk. Lviv (in Ukrainian).
- Vyslotska, L., Gutij, B., Kozenko, O., Khalak, V., Chorny, M., Martyschuk, T., Krempa, N., Vozna, O., & Todoriuk, V. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Sylimevit”. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 23(104), 10–17. DOI: 10.32718/nvlvet10402.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11209
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 614.2.09:614.95

Hygienic assessment of water quality and safety according to national requirements

I. I. Panikar[✉], V. O. Rud, N. Vartik

Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

Article info

Received 21.08.2023
Received in revised form
21.09.2023
Accepted 22.09.2023

Odessa State Agrarian University,
Panteleymonivska Str., 13,
Odessa 65012, Ukraine.
Tel.: +38-067-731-56-81
E-mail: vetmed2010@ukr.net

Panikar, I. I., Rud, V. O., & Vartik, N. (2023). Hygienic assessment of water quality and safety according to national requirements. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 58–61. doi: 10.32718/nvlvet11209

There are only 15 % of water reservoirs in Ukraine that can be used as sources of water supply, taking into account water treatment facilities. 55 % of polluted objects and 30 % very dirty, water from these sources cannot be used even after cleaning. With the help of sanitary-hygienic, ecological and water management assessment, they ensure the quality of water in the impact on the environment and the quality of fish products. The main documents that determine the quality, properties and chemical composition of drinking water are DSTU 7525:2014 and DSTU 27384:2005, they specify the main toxicological and organoleptic concentrations of chemicals that must be contained in water. The standard "Sources of centralized economic drinking water supply, hygienic and ecological requirements for water quality and selection rules" makes it possible to develop a complex of interrelated standards and norms, including the use, protection and restoration of water resources, objective assessment of the ecological state and quality of surface and underground waters and their compliance with the requirements of EU standards. Water treatment equipment and technologies used nowadays for wastewater treatment do not provide a sufficient degree of purification and disinfection. Surface water reservoirs, along with impurities of natural origin, contain chemical pollution – heavy metals, pesticides, insecticides, oil products, phenols. The methods of wastewater disinfection are divided into chemical, physical, physico-chemical and in the conditions of artificial and natural biocenoses.

Key words: water, surface water reservoirs, pesticides, insecticides, heavy metals, sanitary and hygienic assessment, quality, chemical composition, pollution.

Гігієнічна оцінка якості і безпечності води відповідно до національних вимог

I. I. Панікар[✉], В. О. Рудь, Н. Вартік

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

На території України налічується лише 15 % водних об'єктів, які можна використовувати як джерела водопостачання з урахуванням водоочисних споруд. Забруднених об'єктів – 55 % та дуже брудних – 30 %, воду з цих джерел не можна використовувати навіть після очищення. За допомогою санітарно-гігієнічної, екологічної та водогосподарської оцінки забезпечують якість води при впливі на навколишнє середовище та якість рибної продукції. Основні документи, які визначають якість, власності та хімічний склад питної води, є ДСТУ 7525:2014 та ДСТУ 27384:2005, в них наведені основні токсикологічні та органолептичні норми концентрації хімічних речовин, які повинні міститись у воді. Стандарт "Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання, гігієнічні та екологічні вимоги до якості води та правила вибору" дає змогу розробити комплекс взаємопов'язаних стандартів та норм, включаючи використання, охорону та відновлення водних ресурсів, об'єктивну оцінку екологічного стану і якості поверхневих та підземних вод і відповідності їх вимогам стандартів ЄС. Обладнання та технології очищення води, які використовують у наш час для очищення стічних вод, не забезпечують достатнього очищення та знезараження. У поверхневих водоймах, разом з домішками природного походження, містяться хімічні забруднення – важкі метали, пестициди, інсектициди, нафтопродукти, феноли. Методи знезараження стічних вод поділяються на хімічні, фізичні, фізико-хімічні та в умовах штучних і природних біоценозів.

Ключові слова: вода, поверхневі водойми, пестициди, інсектициди важкі метали, санітарно-гігієнічна оцінка, якість, хімічний склад, забруднення.

Вступ

Проблема охорони рибогосподарських водойм від забруднення – дуже важливий аспект, оскільки потреба населення України в високоякісній рибній продукції є життєвою необхідністю. У поверхневих водоймах разом з домішками природного походження містяться хімічні забруднення – важкі метали, пестициди, інсектициди, нафтопродукти, феноли. Основними причинами забруднення можуть бути стічні води промислових та комунальних підприємств, які недостатньо очищені, та сільськогосподарські стоки. Також на якість води в рибогосподарських водоймах впливають будь-які види господарської діяльності, до яких належать – будівництво та знесення споруд, покращення навколишнього середовища та ландшафту, видобуток корисних копалин (Arsan et al., 2006; Iurasov et al., 2011; Ivanko et al., 2013; Dudnyk & Yevtushenko, 2013; Matviichuk, 2023).

Оскільки стічні води є різними за своїми властивостями та складом забруднюючих речовин, визначення кількісного та якісного вмісту домішок є головною передумовою для правильного вибору методів очищення стічних вод і подальшого складання оптимальної технологічної схеми очисних споруд (Airapetian, 2014).

Обладнання та технології очищення води, які використовують у наш час для очищення стічних вод, не забезпечують достатнього очищення та знезараження. У водні об'єкти України щорічно потрапляє понад 2,5 млрд м³ забруднених стічних вод, які вміщують у собі 7,5 млрд різних забруднень. У багатьох водоймах в небезпечній кількості містяться важкі метали, пестициди, інсектициди, мінеральні добрива, феноли, які мають негативний вплив на воду та рибу (DSTU HOST 27384:2005; Malovanyi et al., 2020).

На території України залишилось лише 15 % водних об'єктів, які можна використовувати як джерела водопостачання з урахуванням водоочисних споруд. Забруднених об'єктів – 55 % та дуже брудних – 30 %, воду з цих джерел не можна використовувати навіть після очищення (Derzhavni sanitarni normy ta pravyla).

Для визначення якості та безпечності води у водоймах використовують три види оцінок:

- 1) санітарно-гігієнічну, яка забезпечує охорону здоров'я населення;
- 2) екологічну – забезпечує захист водойм від антропогенного навантаження;
- 3) водогосподарську оцінку, що забезпечує якість води для рибогосподарського та питного використання.

Також доцільним є проведення фізико-хімічних та біологічних досліджень і зіставлення отриманих результатів дослідження з гранично допустимою концентрацією забруднюючої речовини, при якій вона не має впливу на здоров'я людини та риб і не погіршує умов водокористування (Normatyvy ekolohichnoi bezpeky ..., 2012; Dudnyk & Yevtushenko, 2013).

Основним документом, який визначає якість питної води, є ДСТУ 7525:2014 (Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості). В ньому наведені основні токсикологічні та органолептичні норми концентрації хімічних речовин, які повинні міститись у воді (DSTU 7525:2014).

Стандарт “Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання, гігієнічні та екологічні вимоги до якості води та правила вибору” дає змогу розробити комплекс взаємопов'язаних стандартів і норм, включаючи використання, охорону та відновлення водних ресурсів, об'єктивну оцінку екологічного стану і якості поверхневих та підземних вод і відповідності їх вимогам стандартів ЄС. Діюча система нормативної оцінки і вимог до якості природних вод України включає в себе екологічні вимоги, санітарно-гігієнічні та народногосподарські.

Передбачається також введення факультативних токсикологічних показників якості поверхневих вод, у тому числі хлорованих алканів та інших хімічних сполук.

Під час визначення складу та властивості води треба звертати увагу на ДСТУ 27384:2005, який регулює норми похибок вимірювань показників складу і властивостей (DSTU HOST 27384:2005).

Державні санітарні норми та правила “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” використовуються для задоволення питних, рибогосподарських та інших потреб населення. Згідно з цими стандартами регулюються допустимі концентрації радіоактивних речовин у водних об'єктах (Derzhavni sanitarni normy ta pravyla; Zakon Ukrainy, 2003; Shekk et al., 2023).

Мета дослідження

Мета роботи – вивчення якості водних об'єктів України та їх санітарно-гігієнічна оцінка.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкт досліджень – якість та безпечність води в рибогосподарських водоймах. Матеріалами дослідження були дані наукових джерел. Методи дослідження: бібліографічні та аналітичні.

Результати та їх обговорення

Методи знезараження стічних вод поділяються на хімічні, фізичні, фізико-хімічні та в умовах штучних і природних біоценозів.

Хімічний метод є найбільш розповсюджений в Україні, він включає в себе застосування різних сполук хлору, озону та перекису водню, але цей метод має недоліки. Взаємодія хлору зі стічними водами призводить до утворення небезпечних речовин – хлороформу, бромдихлорметану та дибромхлорметалу, які мають канцерогенні властивості. Також у деяких випадках хлор недостатньо знезаражує воду від бак-

терій кишкової палички та вірусів. У наш час багато країн світу відмовились від цього методу очищення води.

Встановлено, що повністю видалити зі стічних вод бактеріальну та вірусну мікрофлору можна за допомогою дози 20 мг/дм³ з експозицією не менше двох годин. Для повного знезараження вод від бактерій треба знезаражувати їх за допомогою хлору 24 години.

Біологічні методи очищення засновані на використанні різних груп організмів (мікроорганізмів: бактерій, грибів, водоростей, найпростіших, черв'яків, членистоногих і т.д.), що використовують органічні і неорганічні сполуки стічних вод як джерело поживних речовин і енергії. Аеробні мікроорганізми здатні на перетворення органічних сполук до мінеральних речовин (Airapetian, 2014).

Провідний та безпечний метод в очищенні рибогосподарських стічних вод від побутових домішок – біологічний метод з вищими водяними рослинами. Ефективність такого методу складає 100 % та дозволяє знезаразити воду на 99,9 % і зменшує загальну кількість органічних речовин на 50 %. В Україні на даний час використовується такий метод у 34 % ставків. Цей метод є надійним бар'єром для розповсюдження інвазійних захворювань серед людей та риб.

Вищі водні рослини мають фільтраційні властивості, тим самим регулюють якість води. Завдяки поглинанню та утилізації багатьох біогенних елементів та їх сполук водні рослини є незамінними в процесі самоочищення водойм (Oliynyk et al., 2023).

Біологічний метод очищення стічних вод застосовують для очищення виробничих і побутових стічних вод від органічних забруднень. Даний процес заснований на здатності деяких мікроорганізмів використовувати забруднюючі стічні води речовини для харчування в процесі своєї життєдіяльності (Airapetian, 2014).

Доведено, що забезпечити надійний рівень знищення патогенної мікрофлори стічних вод можливо лише при ретельному дотриманні рекомендованого санітарно-гігієнічного і технологічного регламенту оброблення та дезінфекції (Korchyk et al., 2023; Ternovtsev et al., 2023).

Висновки

Вивчення методів знезараження господарчо-побутових стічних вод та рибогосподарських водоймищ показав, що чисті біологічні методи очищення є найбільш дієвими та безпечними.

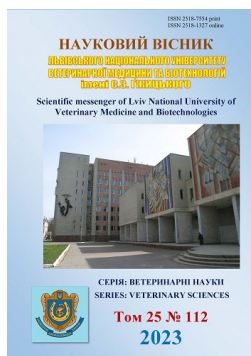
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Airapetian, T. S. (2014). *Konspekt leksii z dystsyplin "Ochystka pobutovykh stichnykh vod" ta "Sporudy ta obladnannia vodovidvedennia" (Modul 2. Ochystka stichnykh vod) (dlia studentiv 4 kursu dennoi i 5 kursu zaochnoi form navchannia napriamiv pidhotovky 6.060101 "Budivnytstvo" (spetsialnist «Vodopostachannia ta vodovidvedennia») ta 6.060103 «Hidrotekhnika (Vodni resursy»))*. Khark. nats. un-t misk. hosp-va im. O. M. Beketova. Kh.: KhNUMH. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33754521.pdf> (in Ukrainian).
- Arsan, O. M., Davydov, O. A., & Diachenko, T. M. (2006). *Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkhnevnykh vod*. Pr. In-tu hidrobiolohii NAN Ukrainy. Kyiv: LOHOS (in Ukrainian).
- Derzhavni sanitarni normy ta pravyla "Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoj dlia spozhyvannia liudynoiu" (DSanPiN 2.2.4-171-10). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (in Ukrainian).
- DSTU 7525:2014 *Voda pytna. Vymohy ta metody kontroliuvannia yakosti*. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/vimogi_ta_metodi_kontroljuvannja_jakosti_pitnoji_vodi/5-1-0-1842 (in Ukrainian).
- DSTU HOST 27384:2005 *Voda. Normy pokhybok vymyruvan pokaznykiv skladu i vlastyvostei*. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/1-10672-dstu_voda_pytna.pdf (in Ukrainian).
- Dudnyk, S. V., & Yevtushenko, M. Yu. (2013). *Vodna toksykolohiia: osnovni teoretychni polozhennia ta yikhnie praktychne zastosuvannia: Monohrafiia*. Kyiv: Vyd-vo Ukrainskoho fitosotsiolohichnoho tsentru (in Ukrainian).
- Iurasov, S. M., Safranov, T. A., & Chuhai, A. V. (2011). *Otsinka yakosti pryrodnykh vod: navchalnyi posibnyk*. Odesa: Odeskyi derzhavnyi ekolohichnyi universytet. URL: http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/872/1/UrasovSM_Ocinka_yacosty_vod_NP_2011.pdf (in Ukrainian).
- Ivanko, O. M., Babiienko, V. V., & Krymets, H. V. (2013). *Znezarazhennia stichnykh vod - suchasnyi pohliad na problemu. Aktualni problemy transportnoi medytsyny: navkolyshnie seredovyshche; profesiine zdorovia; patolohi, 2, 54–63*. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/aptm_2013_2_7 (in Ukrainian).
- Korchyk, N. M., Besediuk, V. Yu., & Shuhailo, V. A. (2022). *Ochyshchennia stichnykh vod hotelnorestorannykh kompleksiv. Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Tekhnichni nauky, 1, 13–20*. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvvgp_tekhn_2022_1_4 (in Ukrainian).
- Malovanyi, M. S., Aftanaziv, I. S., Tymchuk, I. S., Balandiukh, Yu. A., Zhuk, V. M., & Kopii, M. L. (2020). *Otsinka stadii zhyttievoho tsykladu hidrobiontiv u tekhnolohiiakh ochyshchennia poverkhnevnykh ta stichnykh vod. Ekolohichni nauky, 6, 23–28*. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.3 (in Ukrainian).
- Matviichuk, M. V. (2023). *Optimizatsiia stokiv z vykorystanniam neironnoi merezhi pry ochyshchenni promyslovykh stichnykh vod. Artificial Intelligence, 2, 107–120*. DOI: 10.15407/jai2023.02.107 (in Ukrainian).
- Normatyvy ekolohichnoi bezpeky vodnykh ob'ektiv, shcho vykorystovuiutsia dlia potreb rybnoho hospodarstva, shchodo hranychno dopustymykh

- konsentratsii orhanichnykh ta mineralnykh rehovyn u morskykh ta prisnykh vodakh (biokhimichnoho spozhyvannia kysniu (BSK-5), khimichnoho spozhyvannia kysniu (KhSK), zavyslykh rehovyn ta amoniinoho azotu): Nakaz Ministerstva ahraryi polityky ta prodovolstva Ukrainy vid 30 lyptnia 2012 № 471. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Te> (in Ukrainian).
- Oliynyk, O., Telyma, S., Kalugin, Y., & Oliynyk, Y. (2023). Theoretical analysis of the processes of the simultaneous wastewater treatment from the organic contaminants and nitrogen compounds using of the biofilm models. Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2, 55–64. DOI: 10.15407/dopovidi2023.02.055.
- Shekk, P. V., Burhaz, M. I., Soborova, O. M., & Kudelina, O. Yu. (2023). Svitove rybne hospodarstvo: pidruchnyk. Odesa : Odeskyi derzhavnyi ekolohichnyi universytet (in Ukrainian).
- Ternovtsev O., Zoria, O., & Stoianova, V. (2023). Ochystka stichnykh vod promyslovykh pidpriemstv vid spoluk kadmiiu. Budivelni konstruktzii. Teoriia i praktyka, 12, 84-92. DOI: 10.32347/2522-4182.12.2023.84-92 (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy “Pro rybu, inshi vodni zhyvi resursy ta kharchovu produktsiiu z nykh” Dok. 486-IV (06.02.2003). Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/486-15#Text> (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11210
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619.618.3:636.2

Major diseases of pregnancy and abortion in cows

L. V. Koreyba✉

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Article info

Received 22.08.2023

Received in revised form
25.09.2023

Accepted 26.09.2023

Dnipro State Agrarian and
Economic University,
Sergiy Efremov Str., 25,
Dnipro, 49600, Ukraine
Tel.: +38-067-291-63-93
E-mail: yudkorflk@gmail.com

Koreyba, L. V. (2023). Major diseases of pregnancy and abortion in cows. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 62–66. doi: 10.32718/nvlvet11210

The data from the literature of domestic and foreign authors indicates that reproductive pathology and infertility are often complex and multifactorial phenomena, in which veterinary specialists aim to determine the cause of its violation, as well as to prescribe effective treatment and propose preventive measures. Infertility is defined as a decrease in reproductive capacity in cows. Fertility losses in animals include all causes of pregnancy termination: embryo death, resorption, abortion at any stage of pregnancy, and still-birth. According to various authors, the etiology is diverse and includes ineffective treatment, as well as abnormal anatomical development or function of the reproductive system. In addition, infection, invasion, and neoplasia may be involved. Miscarriage is considered a component of infertility but it is more specific in its etiology and pathogenesis. There are many potential causes of pregnancy termination, some of which are still not understood. The causes of abortion are divided into two main categories, namely, infectious and non-infectious; and the main diseases of pregnancy are divided into four groups: diseases that occur and develop in the maternal body and are related to pregnancy; diseases of the fetus and its membranes; diseases that are concomitant with pregnancy but not directly related to it; and extragenital pathology.

Key words: cows, pathology of pregnancy, swelling of pregnant, nephropathy of pregnant, hepatopathy of pregnant, osteodystrophy of pregnant, eclampsia, prenatal addiction, abortions.

Introduction

Reduction of natal and postnatal diseases of the breeding stock, diseases and death of newborn animals remains the main problem of veterinary science and practice in matters of animal reproduction (Christianson, 1992; Roberts, 2004; Braun, 2007; Drost, 2007; Barrier et al., 2013; Uematsu et al., 2013; Romano & Fahning, 2013; Koreiba et al., 2021).

Diseases of the reproductive organs of females reduce reproduction rates and significantly affect the economic indicators of the livestock industry. At the same time, approaches to the prevention and treatment of diseases in females of various animal species are changing, where economic feasibility and technological feasibility are the main criteria. However, when solving these questions, it is necessary to take into account the fact that we are dealing with pregnant animals, in which the normal development of pregnancy and the fetus, the health of the offspring, the course of labor and the postpartum period are largely determined by the adaptation and metabolic processes in the maternal organism and the functional state of

the system: “mother-placenta-fetus” (Roberts, 1962, 1986; Caldow et al., 1995; Lefebvre, 2015; Gábor et al., 2016; Vikram et al., 2020; Koreiba et al., 2021).

In these conditions, along with issues of herd reproduction and animal health, veterinary specialists need to study the entire technological complex of milk production, including issues of fodder production, maintenance, feeding and exploitation of animals.

The aim of the study

Our research aimed to analyze the prevalence of major pregnancy diseases and to study the causes of abortion among cows in farms of different forms of ownership.

Results and discussion

Diseases of pregnant animals are classified into four groups: diseases that arise and develop in the mother's body and are related to pregnancy; diseases of the fetus and its membranes; diseases associated with pregnancy, but not directly related to it; extragenital pathology.

The first group includes toxicosis of pregnant women or pre-eclampsia. The disease occurs only during pregnancy, which determines its name.

Toxicosis of pregnant – a syndrome of multiple organ functional insufficiency as a result of rearrangement of blood proteins, which develops as a pathological response of the body to pregnancy and is accompanied by a disorder of metabolism, neurohumoral connections and general intoxication.

Pre-eclampsia is a complication of pregnancy characterized by generalized vascular spasm with impaired perfusion of vital organs. At the same time, the symptom complex leads to dysfunction of vital organs and systems and multiple organ failure.

Early toxicosis, characteristic of the first half of pregnancy, and late toxicosis (second half of pregnancy) are distinguished. The difference between them is that disorders of digestive system functions are typical for early toxicosis, and vascular disorders are characteristic for late toxicosis.

In veterinary practice, it is customary to differentiate them into the following diseases: swelling of pregnant, nephropathy of pregnant, hepatopathy of pregnant, osteodystrophy of pregnant, eclampsia, prenatal addiction.

Late toxicosis of pregnancy can be accompanied by such obstetric complications of labor and the postpartum period, such as weakness of labor activity, litter retention, postpartum eclampsia, postpartum subinvolution of the uterus.

Clinical manifestations of pre-eclampsia are diverse, but these diseases have common features: they are associated with pregnancy; fetoplacental insufficiency develops earlier than clinical signs; the less adapted system is affected (more often this pathology is registered during the first pregnancy); changes in metabolism are expressed in a tendency to acidosis.

Currently, foreign works have also appeared, where pre-eclampsia are considered as a single symptom complex without dividing them into clinical forms (Roberts, 1986; Caldwell et al., 1995; Braun, 2007; Gábor et al., 2016; Chekan, 2023).

The second group of diseases – pathology of the fetus and fetal membranes – remained poorly studied until recently and was considered as the cause of idiopathic non-contagious abortions. These diseases were diagnosed with regard to fetal membranes and placentas of aborted fetuses, that is, already with the development of severe morphological changes. Functional disorders in the “mother-placenta-fetus” system were not considered at all.

Destructions of the function of the fetoplacental system and toxicosis of pregnant animals are closely related. The fetoplacental insufficiency often develops earlier than the clinical signs of toxicosis and, to one degree or another, is present in all forms of obstetric or extragenital pathology in pregnant animals; generalized vascular spasm, characteristic of pre-eclampsia, leads to impaired microcirculation in the placenta and contributes to the development of fetoplacental insufficiency.

If we talk about developmental anomalies, ugliness, fetal diseases, and other pathologies included in this group, then this issue requires separate consideration.

The nosological spectrum here is large. At the same time, there are anomalies with a precisely established genetic nature, and the death of fetuses with such a pathology reduces the genetic burden of the population. There are anomalies and deformities that occur during embryogenesis that cannot be corrected, as well as anomalies and diseases of the fetus that can be corrected (Roberts, 2004; Braun, 2007; Drost, 2007; Romano & Fahning, 2013; Chekan, 2023).

The next group of fetuse-bearing pathologies includes prenatal diseases: vaginal eversion, uterine hernias, uterine bleeding, uterine torsion, and others. Etiologically, they are not related to toxicosis of pregnancy and most often have a traumatic origin. In addition, it is important to note that the course of extragenital diseases in the mother changes during pregnancy. Moreover, diseases of the mother's organs and systems affect the development and functioning of these systems in the fetus. There is an experimentally confirmed theory of parallel damage to the same systems of the mother and fetus, which must be taken into account during the analysis of perinatal pathology. On the other hand, studies by many authors show that among all the risk factors for pre-eclampsia, the prominent place belongs to extragenital pathology. In particular, obesity, fatty hepatoses, and ketosis are the causes of many complications of the perinatal period (Roberts, 1986; Ametaj, 2017; Mudaliar et al., 2017; Dervishi & Ametaj, 2017; Egyedy & Ametaj, 2022).

In this regard, pre-eclampsia, fetoplacental insufficiency and extragenital diseases in pregnant animals should be considered together, as they have common etiological and pathogenetic mechanisms.

Swelling of pregnant animals – the disease is characterized by the accumulation of transudate in the subcutaneous tissue of the abdominal wall, under breast, pelvic limbs, and udder. The basis of the development of this pathology is a destruction of water-salt and protein exchanges in the body, as a result of which the permeability of blood vessels increases, which causes the liquid part of blood to leave them and its accumulation in tissues.

Favorable factors for the development of this pathology are abundant feeding of pregnant animals with juicy food, lack of mineral substances in the diet, hypo- and adynamia.

Nephropathy of pregnant animals – the disease is a destruction of kidney function, which is accompanied by dystrophic changes in renal tubules, an increase in their permeability to blood proteins, and the development of proteinuria. Nephropathy should be considered as the next stage of edema in pregnant animals. The pathogenesis of the disease lies in damage to the tubular epithelium of the kidneys by toxins of endogenous and exogenous origin (Linde-Forsberg, 2010).

Clinically, this pathology is manifested by depression of the general condition of the animal, the presence of edema, and protein, epithelial and granular cylinders in the urine. Along with this, oliguria is noted. In severe cases, uremia develops, accompanied by general depression or, on the contrary, increased excitement of the animal, partial or complete loss of vision. The birth of dead fetuses is noted.

Excessive lying down of pregnant females It develops a few days or weeks before labor. It is characterized by damage to the neuromuscular and ligamentous apparatus of the croup and pelvic limbs, which causes impaired motor function. Symptoms of the disease develop gradually or appear suddenly.

With the gradual development of the disease in animals, there is a swaying of the rear part of the body, it lies for a long time, and it is difficult for them to get up.

In the case of a sudden onset of illness, the animal does not get up after lying down and can only crawl from one place to another.

Changes in the organs of the cardiovascular, respiratory, digestive systems, skin sensitivity at the beginning of the disease are not detected.

During the development of the disease long before the labor, disorders of the gastrointestinal tract, bedsores, which often lead to septicopyemia, are observed.

This pathology should be considered as one of the clinical symptoms of pre-eclampsia in pregnant animals, and favorable factors of the disease are mineral and vitamin deficiency, protein metabolism disorders, double pregnancy, hydrosis.

Secondary osteodystrophy of pregnant animals – this is a chronic endocrine disease of high-yielding cows, which develops as a result of disorders of the function of the pituitary-adrenal system, thyroid and parathyroid glands, and the fetoplacental complex, characterized by systemic bone dystrophy and a violation of carbohydrate-fat, protein, and mineral metabolism (Caldow et al., 1995; Linde-Forsberg, 2010).

Typical clinical signs of this pathology are thinning and osteolysis of the tail vertebrae, ribs, deformation of the chest and horn shoe of the hooves, stiffness and pain when moving and lifting, as well as symptoms of myocardiosis and fatty hepatosis.

In the blood of sick animals, an increased content of protein and inorganic phosphorus is noted; decrease in alkaline reserve and reduced content of hemoglobin, glucose, urea. Calcium levels may increase or decrease.

Most often, the disease is registered in herds of highly productive cows with high-energy rations of non-milking cows. In this regard, the easiest way to control the condition of non-milking animals is the point assessment of fatness, which is recommended to be mastered by veterinary specialists. For the non-milking season, the most desirable score is 3.5.

As is well known, non-milking cows are very poor at regulating nutrient intake to meet their needs, so even with moderate energy rations freely available, they can easily consume large amounts of energy. And this is a risk factor in the development of ketosis, fatty hepatosis, secondary osteodystrophy, complications of the birth and postpartum period.

Unlike alimentary osteodystrophy, the occurrence of secondary osteodystrophy is not associated with a lack of calcium, phosphorus, and other mineral elements, as well as protein and total energy in the diet.

Eclampsia is acute nervous disease, which is the highest stage of manifestation of toxicosis in pregnant women, and develops, as a rule, with nephropathy and is characterized by sudden with tonic and clonic seizures and co-

ma. In cows in the prenatal period, the disease is rarely registered, and the development of the disease is associated with ketosis (Linde-Forsberg, 2010; Avdeenko, 2019).

Eclampsia of pregnant cows associated with toxicosis must be differentiated from hypomagnesemic pasture tetany, which occurs as a result of a decrease in magnesium in the spring period during a sharp transition from a stall type of feeding to pasture and in the fall when feeding a large amount of the leaves of root crops.

Fetal mummification is a polyetiological and most serious pregnancy disorder in females of various animal species, which is most common in multiparous (pigs up to 4 %). In cows, fetal mummification is registered at 4–8 months of pregnancy and is characterized by the cessation of development and death of the fetus without abortion, the production of progesterone by the corpus luteum, which contributes to the formation of the mummified fetus. Common causes include genetic or chromosomal abnormalities, placental defects, infectious agents, abnormal hormone concentrations, and inappropriate drug use (Roberts, 1962; Card, 2011; Lefebvre, 2015; Koreiba et al., 2021).

Fetal mummification occurs in the event of intrauterine death when the cervix does not open and the fetus undergoes aseptic transformation (resorption of amniotic fluid and tissue juices). As a result, the intrauterine pressure and volume of the fetus decrease, the density of its tissues increases, myometrial contractions intensify, and the fetus acquires a bizarre shape. The fetal tissues are saturated with calcium salts and become stony (Perumal & Srivastava, 2011).

There are cases of fetal maceration, which is an enzymatic process of softening and liquefaction of the fetal tissues. Fetal maceration can be caused by catarrhal or catarrhal-purulent inflammation in the endometrium in the absence of putrefactive microflora (Sameer Ali et al., 2020).

In cows, fetal maceration occurs due to trichomoniasis and is characterized by the cessation of pregnancy signs and discharge of a white or brown mushy mass of unpleasant odour with an admixture of crushed fetal bones from the genital slit (Ate et al., 2011; Card, 2011).

Nutritional and traumatic abortions in cows are common, resulting from deficiencies in feeding and housing and caused by stress factors, blows, bruises to the abdominal walls, jumping and falling, rough fixation, rectal palpation, and enucleation of the corpus luteum (Koreiba et al., 2021).

Less commonly, cattle have the pathology of the reproductive system of contagious origin due to bacteria, viruses, fungi, protozoa and helminths.

Among the infectious diseases of bacterial origin that manifest themselves as signs of damage to the reproductive system of cows in Ukraine, leptospirosis, chlamydia, salmonellosis, listeriosis, campylobacteriosis, pseudomonas, mycoplasmosis are more commonly recorded, anthrax and tuberculosis are very rare, and brucellosis is not recorded (Romano & Fahning, 2013; Chekan, 2023).

In Ukraine, herpesviruses (*BHV-1*, *BHV-4*), pestivirus (*BVDV*), and retrovirus (*BLV*) are the most common pathogens of viral origin in cattle. Foot-and-mouth disease, bluetongue, infectious nodular dermatitis, Akabane dis-

ease, and Rift Valley fever are not registered in Ukraine (Koreiba et al., 2021).

Alphaherpesvirus (*Bovine alphaherpesvirus 1*, *BHV-1*) is a causative agent of infectious rhinotracheitis in cattle, a disease characterized by damage not only to the respiratory tract but also to the genital organs, so this disease is also called pustular vulvovaginitis, coitus exanthema, vesicular vaginitis, and vesicular rash. In infected animals, the genital form of the disease develops, in which inflammation of the vaginal mucosa is observed with the appearance of nodules that turn into pustules and then ulcers. In pregnant cows (especially heifers), abortions occur at 6–8 months of pregnancy.

Bovine gammaherpesvirus 4 (*BHV-4*, *Movav virus*) infection in cattle can be subclinical with no visible clinical signs and manifested only by abortion and retention of membranes or with pronounced clinical signs of endometritis, vulvovaginitis, and mastitis.

The virus of the family *Flaviviridae*, genus *Pestivirus* (*BVDV*) is a causative agent of pestivirus infection, *bovine viral diarrhoea* (*BVD*) or “mucosal disease”, due to its erosive and ulcerative damage.

The virus, when it enters the body, including through sexual contact, multiplies and spreads throughout the body via the lymphatic and circulatory systems; it affects the walls of blood vessels, which leads to impaired blood circulation, hyperaemia, mucosal edema, necrotic changes, and erosion. In addition, the virus can cross the placental barrier, which can lead to abortion.

Abortions of leptospirosis origin are observed in the last months of pregnancy and are caused by *Leptospira* serovars *L. hardjo* (type *hardjo-prajinto*), *L. pomona*, *L. canicola*, *L. icterohemorrhagiae*, *L. grippotyphosa*; however, only *Leptospira hardjo* (type *hardjo-bovis*) is a host-adapted to the cattle.

As a result of *L. hardjo-bovis* colonisation of the reproductive system and kidneys (where the pathogen can persist for a long time and be excreted in the urine), cattle become a dangerous source of infection in the herd and infect other animals and humans. In addition to traditional abortions in the last months of pregnancy, cattle infected with *L. hardjo-bovis* show a general decrease in reproductive capacity: lower fertilisation rates, increased embryo deaths in the early stages of pregnancy, stillbirths, and the birth of weak, non-viable offspring. If the fetus is retained in the uterus, it decomposes or mummifies, and the afterbirth is swollen and compacted.

The infection caused by *Chlamydomphila abortus* does not manifest itself until the animal aborts in the last months of pregnancy or gives birth to a weak, non-viable foetus. In pregnant animals, chlamydia penetrate the uterus and multiply in the amniotic membranes, causing placental abruption, necrosis, and fetal infection. Abortions in cows at 7–9 months of pregnancy are considered the main clinical sign of chlamydial infection, although abortions may occur in the first half of pregnancy.

Salmonellosis in cows is usually latent, but is activated at calving and manifests itself as a sexual infection (abortion, stillbirth) and intestinal infection.

Campylobacteriosis is associated with abortions in the first or early second half of pregnancy with post-abortion complications (retention of afterbirth, vaginitis, metritis;

in heifers there are granulation vaginitis, cervicitis, salpingitis) (Roberts, 1986; Barrier et al., 2013; Dervishi & Ametaj, 2017; Egyedy & Ametaj, 2022).

In cows with mycoplasmosis, serous-purulent vaginal discharge and swelling of the uterine mucosa are observed. Abortions occur without noticeable symptoms at 7–9 months of pregnancy. The mucous membrane of the vagina and uterus is reddened and hyperemic; there is a serous-purulent exudate in the uterine lumen (Chekan, 2023).

In pseudomoniasis, the development of gynaecological pathology, vaginitis, and endometritis are noted, which in turn leads to a decrease in fertility.

With listeriosis, abortions in cows are observed at 4–7 months of pregnancy, which are complicated by afterbirth retention, endometritis and mastitis.

In cows with trichomoniasis, the mucous membrane of the vagina and vulva is swollen, a small amount of mucus is discharged from the vagina, and small bubbles appear on its mucous membrane. After abortion, cows develop purulent catarrhal endometritis. At 2–4 months of pregnancy, 40–50 % of cows are aborted (Koreiba et al., 2021).

Conclusions

The consequences of pregnancy and abortion in cows include delayed afterbirth, exacerbation of vaginitis, development of purulent catarrhal and purulent fibrinous inflammation in the uterus, salpingitis, mastitis, prolongation of the service period, numerous unproductive inseminations and prolonged infertility and barrenness.

The analysis of literature data of domestic and foreign authors showed that pregnancy diseases and abortions are widespread in cows, have non-contagious and contagious etiology, are often complicated by diseases of the reproductive organs, leading to persistent infertility and milk yield and cause significant economic losses, consisting of a shortage of offspring, milk, as well as the cost of treating animals with complications after abortion.

Currently, there are very few specialists who are well-versed in the causes of pregnancy diseases and effective preventive measures. Therefore, the problem of the spread of pregnancy diseases, as well as abortions, their outcome, and complications in cows is very complex, of great practical importance, and requires further study.

Prospects for further research are to study the causes of the spread of pregnancy pathology and to develop effective preventive measures for premature abortion in heifers and cows.

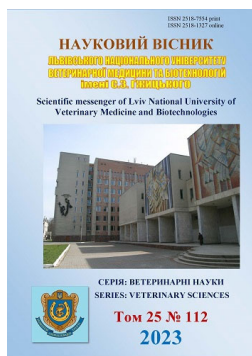
Conflict of interest

The author declare that there is no conflict of interest.

References

- Ametaj, B. N. (2017). Periparturient Diseases of Dairy Cows. A Systems Biology Approach. DOI: 10.1007/978-3-319-43033-1.
- Ate, I. U., Bello, A., Nenshi, P. M., Allam, L., & Rashidat, M. (2011). Fetal maceration associated with

- brucella ovis infection in a yankassa ewe. REDVET: Resist Electronic a De Veterinaria, 12, 1–6.
- Avdeenko, V. (2019). Syndrome “Eclampsia” Mechanism of Pregnant Cows and Effectiveness of Antioxidant P reparations. American Journal of Biomedical Science & Research, 1(3), 140–143. DOI: 10.34297/ajbsr.2019.01.000529.
- Barrier, A. C., Mason, C., Dwyer, C. M., Haskell, M. J., Macrae, A. I. (2013). Stillbirth in dairy calves is influenced independently by dystocia and body shape. The Veterinary Journal, 197, 220–223. DOI: 10.1016/j.tvjl.2012.12.019.
- Braun, W. F. (2007). Noninfectious prenatal pregnancy loss in the doe. In: Youngquist RS, Threlfall WR, editors. Current Therapy in Large Animal Theriogenology. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 555–561.
- Caldow, G., Wain, B., Grant, A., & Lewis, M. (1995). Bovine osteodystrophies. Vet Rec., 136(3), 80. DOI: 10.1136/vr.136.3.80-a.
- Card, C. E. (2011). Fetal maceration and mummification. In: McKinnon AO, Squires EL, Vaala WL, Varner DD, editors. Equine Reproduction. 2nd ed. Ames (IA): Blackwell, 2373–2375.
- Chekan, O. M. (2023). Prevalence of subclinical abortions i n cows due to mycotoxicosis. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 6(2), 3–7. DOI: 10.32718/ujvas6-2.01.
- Christianson, W. T. (1992). Stillbirths, mummies, abortions, and early embryonic death. Vet Clin North Am Food Anim Pract, 8(3), 623–639. DOI: 10.1016/s0749-0720(15)30708-8.
- Dervishi, E., & Ametaj, B. N. (2017). Retained Placenta: A Systems Veterinary Approach. Periparturient Diseases of Dairy Cows, 121–137. DOI: 10.1007/978-3-319-43033-1_7.
- Drost, M. (2007). Complication during gestation in the cow. Theriogenology, 68, 487–491.
- Egyedy, A., & Ametaj, B. N. (2022). Mammary Gland Infection and Its Association with Other Periparturient Diseases of Dairy Cows, 3, 881–906. DOI: 10.20944/preprints202208.0041.v1.
- Gábor, G., Kastelic, J. P., Abonyi-Tóth, Z., Gábor, P., Endrődi, T., Balogh, O. G. (2016). Pregnancy Loss in Dairy Cattle: Relationship of Ultrasound, Blood Pregnancy-Specific Protein B, Progesterone and Production Variables. Reprod Domest Anim, 51(4), 467–473. DOI: 10.1111/rda.12703.
- Koreiba, L. V., Alekseeva, N. V., & Duda, Y. V. (2021). Abortions and their consequences in cows. Animal husbandry today, 8, 26–33.
- Lefebvre, R. C. (2015). Fetal mummification in the major domestic species: current perspectives on causes and management. Veterinary Medicine: Research and Reports, 6, 233–244. DOI: 10.2147/VMRR.S59520.
- Linde-Forsberg, C. (2010). Abnormalities in pregnancy, parturition, and the periparturient period, in: Ettinger SJ and Feldmen J (editors), Textbook of Veterinary Internal Medicine. Elsevier Saunders, St Louis, Missouri, 7, 1890–1901.
- Mudaliar, M., Thomas, F. C., & Eckersall, P. D. (2017). Omic Approaches to a Better Understanding of Mastitis in Dairy Cows. Periparturient Diseases of Dairy Cows, 139–183. DOI: 10.1007/978-3-319-43033-1_8.
- Niswender, G. D. (2004). Getting Cows Pregnant and Keeping Them Pregnant Requires Progesterone. American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings, 37, 73–77. DOI: 10.21423/aabppro20044905.
- Perumal, P., & Srivastava, S. K. (2011). Mummified fetus and a Pup with Eviscerated Intestines in Normal Litter. Indian Pet Journal, 10, 122.
- Roberts, S. J. (1962). The enigma of fetal mummification. J Am Vet Med Assoc, 140, 691–698.
- Roberts, S. J. (1986). Veterinary Obstetric and Genital Diseases. 3rd ed. Newton Abbot, UK: David and Charles. Disease and accidents of the gestation period, 123–144. URL: <https://vetbooks.ir/veterinary-obstetrics-and-genital-diseases-3rd-edition>.
- Roberts, S. J. (2004). Veterinary obstetrics and genital diseases (Theriogenology), Indian reprint, 2nd ed. New Dehli: CBS Publishers and Distributors.
- Romano, J. E., & Fahning, M. L. (2013). Effects of early pregnancy diagnosis by per rectal palpation of the amniotic sac on pregnancy loss in dairy cattle. J Am Vet Med Assoc, 243, 1462–1467. DOI: 10.2460/javma.243.10.1462.
- Sameer Ali, M., Rajadurai, A., Arul, V., Manimaran, N., Periyasamy, G. (2020). Surgical management of dystocia due to Fetal emphysema in a crossbred cow. J. Entomol. Zool. Stud, 8(2), 1704–1705. URL: <https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue2/PartAC/8-2-290-425.pdf>.
- Uematsu, M., Sasaki, Y., Kitahara, G., Sameshima, H., & Osawa, T. (2013). Risk factors for stillbirth and dystocia in Japanese Black cattle. The Vet J, 198(1), 212–216. DOI: 10.1016/j.tvjl.2013.07.016.
- Vikram, R., Joshi, V., Khatti, A., Babu, M., Biam, K. P., & Barman, D. (2020). Fetal Mummification in Domestic Animals: A Critical Review. Int. J. Livest. Res., 10, 15–22. URL: <http://ijlr.org/issue/vol-10-11-pp-15-22>.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11211
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636:[615.322:582.933:581.43]:636.5.084

Perspectives of the use of macro- and micro elements in poultry feeding

R. O. Borkovskyi, A. V. Berezovskyi✉

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 25.08.2023
Received in revised form
25.09.2023
Accepted 26.09.2023

Sumy National
Agrarian University,
Gerasim Kondratiev Str., 160,
Sumy, 40000, Ukraine.
Tel.: +38-050-330-21-90
E-mail: bav13@meta.ua

Borkovskyi, R. O., & Berezovskyi, A. V. (2023). Perspectives of the use of macro- and micro elements in poultry feeding. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 67–72. doi: 10.32718/nvlvet11211

Poultry breeding is one of the fastest growing segments of the agricultural sector in many countries of the world, including Ukraine. Currently, Ukraine ranks 8th in terms of production of eggs and broilers in the world. A sufficient amount of minerals and vitamins in the diet is the key to good production of poultry products. Feeding feed deficient in vitamins and minerals can cause numerous health problems in chickens, including death in some cases. The poultry farmer must monitor the health of the chickens every day. Therefore, the development of the practice of feeding a balanced diet with the necessary amount of minerals to prevent premature disease of poultry caused by nutrient deficiency is relevant today. In poultry farming, mineral substances are used as one of the ways to increase metabolism in birds. Mineral substances are part of the molecules of complex organic structures that participate in metabolic processes, including digestion, thereby improving the assimilation and use of feed nutrients. The lack of microelements in feed causes diseases of the joints of the limbs of poultry, a decrease in its productivity, and a deterioration in the quality of eggshells. Zinc, copper, manganese, iron, iodine, selenium, cobalt are important trace elements in the feed of broiler chickens. Therefore, the effectiveness of the use of trace elements is an actual topic of modern poultry feeding. Mineral substances are useful in poultry farming, as they provide prevention of various diseases. Organic minerals in small amounts can be added to the diet of birds, because minerals are better absorbed by the bird than mineral salts. Demand for alternative natural feed additives with mineral content is important, especially as an alternative to antibiotics. They can have a preventive effect against various diseases, participate in numerous physical and biochemical mechanisms and basic processes of growth and development. However, further large-scale research is needed for the further use of macro- and micronutrients in commercial poultry farming.

Key words: Mineral substances, poultry farming, metabolic processes, macro- and micronutrients, biochemical mechanisms, eggshells, poultry products.

Перспективи використання макро- та мікроелементів у годівлі птиці

Р. О. Борковський, А. В. Березовський✉

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Птахівництво є одним із найбільш швидкозростаючих сегментів сільськогосподарського сектора в багатьох країнах світу, включаючи Україну. В даний час Україна посідає 8 місце за величиною виробництва яєць та бройлерів у світі. Достатня кількість мінералів і вітамінів у раціоні є запорукою продуктивного виробництва продукції з птиці. Згодовування корму з дефіцитом вітамінів і мінералів може спричинити численні проблеми зі здоров'ям курчат, включаючи смерть у деяких випадках. Птахівник повинен стежити за здоров'ям курчат щодня. Тому актуальним є на сьогодні розвиток практики годівлі збалансованим раціоном з необхідною кількістю мінералів для запобігання передчасному захворюванню птиці, викликаному дефіцитом нутрієнтів. У птахівництві мінеральні речовини використовують як один із способів посилення обміну речовин у птахів. Мінеральні речовини входять до складу молекул складних органічних структур, які беруть участь у метаболічних процесах, у тому числі в травленні, тим самим поліпшуючи засвоєння та використання поживних речовин корму. Нестача мікроелементів у кормах викликає захворювання суглобів кінцівок сільськогосподарської птиці, зниження її продуктивності, погіршення якості яєчної шкаралупи. Важливими мікроелементами в годівлі курчат-бройлерів є цинк, мідь, марганець, залізо, йод, селен, кобальт. Тому ефективність використання мікрое-

лементів є актуальною темою сучасної годівлі птахівництва. Мінеральні речовини є корисними у птахівництві, оскільки забезпечують профілактику різних захворювань. Попит на використання альтернативних природних кормових добавок з умістом мінеральних речовин є важливим, особливо як альтернатива антибіотикам. Вони можуть мати профілактичну дію проти різних захворювань, брати участь у численних фізико-біохімічних механізмах та основних процесах росту та розвитку. Однак для подальшого використання макро- та мікроелементів у промисловому птахівництві необхідні подальші масштабні дослідження.

Ключові слова: мінеральні речовини, птахівництво, метаболічні процеси, макро- та мікроелементи, біохімічні механізми, яєчна шкаралупа, продукти птахівництва.

Вступ

Птахівництво є одним із найбільш швидкозростаючих сегментів сільськогосподарського сектора в багатьох країнах світу, включаючи Україну (Bashchenko et al., 2020; Shnurenko et al., 2021; Poberezhets et al., 2022). В даний час Україна посідає 8 місце за величиною виробництва яєць та бройлерів у світі. Достатня кількість мінералів і вітамінів у раціоні є запорукою продуктивного виробництва продукції з птиці (Sobolev et al., 2019, 2022). Згодовування корму з дефіцитом вітамінів і мінералів може спричинити численні проблеми зі здоров'ям курчат, включаючи смерть у деяких випадках. Птахівник повинен стежити за здоров'ям курчат щодня (Sobolev & Guttyj, 2019; Brezvyun et al., 2021; Ostapyyuk et al., 2021; Razanova et al., 2022).

Актуальність теми: розвиток практики годівлі збалансованим раціоном з необхідною кількістю мінералів для запобігання передчасному захворюванню птиці, викликаному дефіцитом нутрієнтів.

Мета дослідження

Мета та завдання дослідження: проаналізувати перспективи використання макро- та мікроелементів у годівлі птиці.

Результати та їх обговорення

У розвинутих країнах світу 95 % домашньої птиці вирощується в інтенсивних умовах. Однак у країнах, що розвиваються, зазвичай практикується екстенсивна система вирощування. М'ясо птиці, яке також називають білим м'ясом, легко засвоюється, має вищу поживну цінність, більше білка, менше жиру, добре джерело комплексу вітамінів В, заліза та фосфору. Погане годування зазвичай спостерігається у домашньої птиці, що може призвести до дефіциту багатьох вітамінів і мінералів, необхідних для підтримки здоров'я птиці.

Домашня курка набула більшого поширення в усьому світі та складає понад 90 % світового поголів'я птиці. Качки та індички складають 5 % та 2 % відповідно. Інші види птиці складають близько 3 % від загального поголів'я птиці в світі.

У птахівництві мінеральні речовини використовують як один із способів посилення обміну речовин у птахів. Мінеральні речовини входять до складу молекул складних органічних структур, які беруть участь у метаболічних процесах, у тому числі в травленні, тим самим покращуючи засвоєння та використання поживних речовин корму (Rodina, 2022). Нестача мікроелементів у кормах викликає захворювання суглобів

кінцівок сільськогосподарської птиці, зниження її продуктивності, погіршення якості яєчної шкаралупи. Важливими мікроелементами в годівлі курчат-бройлерів є цинк, мідь, марганець, залізо, йод, селен, кобальт. Тому ефективність використання мікроелементів є актуальною темою сучасної годівлі птахівництва.

Проаналізуємо важливість макро- та мікроелементів в раціоні птиці та до чого призводить їх нестача (табл. 1) (Rodina, 2022).

Вітаміни також відіграють важливу роль у годівлі птиці. Тому проаналізуємо важливість вітамінів в раціоні птиці та до чого призводить їх нестача (табл. 2) (Rodina, 2022).

Відомо, що в раціонах курчат-бройлерів використовують вітамінно-мінеральні премікси, що містять неорганічні солі. Ці премікси сприятливі для обмінних процесів, але мають низьку біодоступність (2–10 % прийнятих з кормом) і можуть руйнувати вітаміни. Органічні сполуки мінеральних речовин порівняно з неорганічними мають вищу біодоступність і позитивно впливають на продуктивні та репродуктивні функції птиці (Savchenko, 2022).

Дослідники провели експеримент із годівлею і дійшли висновку, що бройлери, яких годували кормом з низьким вмістом білка, показали гірший коефіцієнт конверсії корму порівняно з тими, яких годували кормом з низьким вмістом ліпідів і вуглеводів. Крім того, було встановлено (Zhilochkina et al., 2022), що корми з низьким рівнем сирого протеїну погіршують коефіцієнт конверсії корму та живу масу бройлерів у періоди 0–21 та 22–32 дні. Дослідники вважають, що вміст білка в раціоні має більш важливий вплив на ріст бройлерів порівняно з мікроелементами, вуглеводами та ліпідами. Тому необхідно більш детально дослідити вплив макро- та мікроречовин на стан здоров'я птиці.

Дефіцит деяких незамінних амінокислот у кормі (гліцин + серин, валін, ізолейцин, фенілаланін + тирозин) може спричинити дисбаланс дієтичних амінокислот. Відповідно до проведеного дослідження (Alagawany et al., 2020), споживання залежить не тільки від рівня сирого протеїну в раціоні, а й також від якості та балансу амінокислот, мінеральних речовин і вітамінів. Для підвищення якості корму, окрім амінокислот, було додано селен (селенові дріжджі або селеніт натрію) в кількості 0,3 ppm (Zhilochkina et al., 2022). Корм з додаванням 0,3 ppm органічного селену поліпшив життєздатність бройлерів на 35-й і 42-й дні. Згідно з дослідженням, цей ефект може бути пов'язаний зі зміцненням імунної системи, посиленням лейкоцитозу і, отже, гуморальним і клітинним впливом проти патогенів.

Таблиця 1

Аналіз впливу макро - та мікроелементів у раціоні птиці

№	Назва нутрієнтів	Функції в організмі	Дефіцит
1	Кальцій (Ca)	Необхідний для формування кісток, згортання крові, роботи серця та виробництва яєць	Призводить до рахіту, поганого росту, м'яких кісток, м'якої і деформованої яєчної шкаралупи та поганої продуктивності яєць
2	Фосфор (P)	Необхідний для засвоювання вуглеводів, розвитку кісток і виробництва яєць	Викликає рахіт, поганий ріст, м'які кістки і погану якість яєчної шкаралупи
3	Магній (Mg)	Необхідний для життєво важливих метаболічних функцій	Призводить до втрати апетиту, млявості, спазмів, уповільнення росту та раптової смерті
4	Натрій і калій (Na, K)	Входять до складу крові, жовчі та рідин організму і необхідні для росту, травлення та кислотно-лужного балансу	Призводить до сповільнення росту, погіршення травлення та зміни кислотно-лужного балансу
5	Залізо і мідь (Fe, Cu)	Необхідні для утворення пігменту крові	Призводить до появи анемії
6	Кобальт (Co)	Є складовою вітаміну B12	Призводить до уповільнення росту, зниження здатності до виведення яєць та смерті
7	Цинк (Zn)	Необхідний для активації ферментів організму	Призводить до неправильного росту, поганого оперення та вкорочення кісток ніг
8	Селен (Se)	Необхідний для функціонування м'язів, розвитку імунітету	Призводить до м'язової дистрофії та слабкої імунної реакції
9	Марганець (Mn)	Необхідний для формування кісток, а також для засвоювання фосфору.	Призводить до поганої виводимості, перозису, збільшення суглобів і хиткої ходи
10	Йод (I)	Входить до складу щитовидної залози і необхідний для роботи організму	Викликає порушення реакцій та активності організму

Таблиця 2

Аналіз впливу вітамінів у раціоні птиці

№	Назва нутрієнтів	Функції в організмі	Дефіцит
1	Вітамін А	Необхідний для росту, здоров'я очей і вологих поверхонь тіла	Викликає поганий ріст, слабкість і зниження несучості
2	Вітамін D	Необхідний для засвоювання кальцію, підтримки апетиту, а також допомагає травленню та зміцнює нервову систему	Призводить до погіршення росту тіла, втрати апетиту і в деяких випадках призводить до смерті
3	Вітамін B2	Необхідний для сприяння росту	Призводить до зниження росту, поганої несучості та до паралічу скручених пальців
4	Вітамін B12	Необхідний для підтримки нормального росту та гарного оперення	Призводить до анемії, уповільнення росту та до загибелі ембріонів
5	Вітамін B9	Необхідний для гарного росту та оперення	Призводить до уповільненого росту, слабого розвитку пір'я, зниження несучості, до перозису та паралічу
6	Вітамін B5	Необхідний для підтримки шкіри здоровою, а також для доброго росту	Призводить до ураження ротової порожнини, ніг та до дерматиту
7	Вітамін B6	Допомагає підтримувати хороший ріст	Призводить до уповільнення росту та судом
8	Вітамін B4	Необхідний для підтримки хорошого росту	Призводить до зниження росту, несучості та до ожиріння печінки

Для птиці мінеральні речовини необхідні як частина активатора гормонів і ферментів, для формування скелета і яєчної шкаралупи, а також для підтримки кислотно-лужного балансу (Na, K, Cl) та осмотичного гомеостазу. Останнім часом зросло використання мінеральних речовин в органічній формі (амінокислотний ліганд, хелатні амінокислоти, протеїнази). Застосування джерел органічних мінералів у годівлі птиці може запобігти створенню мінералами неперетравлюваних комплексів з деякими харчовими компонентами та взаємним мінеральним антагонізмом у кишечнику, що може знизити швидкість їх всмоктування (Hada et al., 2012).

Органічні мінерали в невеликих кількостях можна додавати до раціону птахів, оскільки мінерали краще засвоюються птицею, ніж мінеральні солі. Новою формою мінеральної добавки до раціону птиці є та-

кож біомаса, збагачена мікроелементами за допомогою процесу біосорбції (Belkhanchi et al., 2023). Додавки з мікроелементами, як Zn(II), Cu(II), Mn(II), Co(II) та Cr(III), були кращими для курей-несучок, ніж неорганічні солі. Дослідники вивчили антиоксидантні властивості харчових добавок органічного та неорганічного Zn, Cu та Mn на білих несучках, і результати показали, що обидві форми цинку, міді та марганцю допомагають зменшити окислювальний стрес в курей.

Птиця потребує наявності в раціоні як макроелементів, так і мікроелементів. Макроелементи, такі як кальцій (Ca) і фосфор (P), є найбільш поширеними елементами в організмі. До цієї групи також належать хлорид (Cl), магній (Mg), калій (K), натрій (Na та сірка (S). Необхідний вміст цих елементів у раціоні зазвичай перевищує 100 мг/кг корму. Мікроелементи, такі як марганець (Mn), селен (Se), мідь (Cu), залізо

(Fe) і цинк (Zn) необхідні для розвитку курчат, оскільки вони активні в багатьох метаболічних процесах – вони є кофакторами ферментів і компонентами молекул (Alagawany et al., 2020). Вони необхідні в раціоні птиці в дуже малих кількостях, зазвичай близько 0,01 %. Мікроелементи беруть участь у фізіологічних функціях, необхідних для підтримки життя, включаючи ріст, розмноження, функцію імунної системи, енергетичний метаболізм і формування кісток.

Кальцій (Ca) є основним елементом у харчуванні птиці. Це важливий компонент для мінералізації кісток і оболонок, утворення тромбів і скорочення м'язів. Раціон птиці, що містить 0,80 % Ca, поліпшує стан птахів. Нестача іонів кальцію в кістках призводить до погіршення структури скелета та зниження міцності кісток. Оптимальне співвідношення доступного кальцію і фосфору в комбікормі для бройлерів має бути 2:1, що зумовлено сильною взаємодією між цими елементами. Варто підкреслити, що фосфор має бути у формі нефітату, який є біологічно доступним для птиці (Alagawany et al., 2020). Цей елемент у фітатно-фосфорній формі присутній в інгредієнтах рослинного походження, що погано засвоюється птицею через відсутність травного ферменту – фітази. Доповнення фітази екзогенним шляхом до раціону дає можливість поліпшити показники росту, параметри кісток і помітне утримання фосфору у птиці, навіть якщо їх постачали з бідними на фосфор раціонами. Крім того, фітаза збільшує доступність фосфору для тварин, який використовувався для біохімічних функцій в організмі.

Фосфор – необхідний мінерал для домашньої птиці та відіграє значну роль у твердих і м'яких тканинах тіла. На потреби птиці в ньому впливають різні фактори, включаючи рівень кальцію в їжі. Використання фосфору у великих дозах може спричинити евтрофікацію (Zhilochkina et al., 2022). Фосфор і кальцій співіснують у багатьох біологічних функціях, але харчова потреба в цих мінералах взаємозалежна. Кальцію належить головна роль у поліпшенні будови скелета, формування ячної шкаралупи і кровоносної тканини птиці.

Mn, Zn і Cu є структурними компонентами та каталізаторами антиоксидантного ферменту, діють на медіатори імунітету та ферменти, а також беруть участь у синтезі карбонатів і мукополісахаридів, необхідних для формування кісток.

Манган (Mn) сприяє метаболізму вуглеводів, ліпідів і амінокислот. Він бере участь у багатьох біохімічних процесах. Відіграє важливу роль у розвитку кісток, росту, формуванні ячної шкаралупи та запобігання перозису. Крім того, це основний компонент, який захищає клітини від окислювального стресу. Деякі дослідники рекомендували додавати до раціону 90 мг Mn/kg корму для запобігання різним розладам, таким як перозис. Таким чином, Mn у харчуванні птиці має вирішальне значення через його роль у розвитку ячної шкаралупи та кісток і метаболізмі поживних речовин.

Цинк (Zn) сприяє підтримці імунної функції, продуктивності росту і розвитку скелета курчат-бройлерів (Ligas et al., 2021). Zn відіграє багато ролей

як антиоксидантний агент і бере участь у гормональній функції, включаючи гормони підшлункової залози (глюкагон та інсулін), гормони росту та статеві гормони. Додавання Zn у початковий і культивативний раціони на рівнях 40 і 32 мг/кг корму відповідно сприяло зростанню курчат-бройлерів і знижувало виділення Zn у навколишнє середовище. Цинк відіграє корисну роль у тканинах підшлункової залози, запобігаючи окислювальному пошкодженню та активізуючи секрецію підшлункової залози від травних ферментів і таким чином стимулюючи перетравлення поживних речовин. Zn перешкоджає пошкодженню мембран від окислення, а також може частково зупинити утворення вільних радикалів та інших реактивних речовин. Цинк бере участь у метаболічних шляхах і є ключовим компонентом клітинного захисту від окисного стресу. Дієтичні органічні добавки цинку поліпшують продуктивність росту, імунітет, антиоксидантні властивості, травлення поживних речовин і вміст цинку в сирому м'ясі, а також зниження перекисного окислення ліпідів у м'ясі. Додавання органічного цинку позитивно вплинуло на імунологічну здатність шляхом підвищення рівня імуноглобулінів (IgA, IgM та IgG), а також може покращити клітинну реакцію бройлерів. Дієтична добавка цинк-метіоніну (Zn-Met) у дозі 25, 50, 75 або 100 мг/кг раціону підвищила рівень Zn і знижила рівень тригліцеридів у крові, холестерину і призвела до поліпшення антиоксидантної здатності курей-несучок.

Мідь (Cu) бере участь як у гуморальному (сприяє виробленню імуноглобулінів), так і в клітинному імунітеті (допомагає в усуненні вторгнення бактерій) (Alagawany et al., 2020). Вона демонструє імуномодулюючу дію та підтримує належний мікробіологічний баланс у травному тракті. Таким чином, її використовували у птахівництві як харчову добавку завдяки її мікробіологічній активності та здатності збільшення ваги тіла. Мідь як кормова добавка має корисний вплив на модифікацію бактеріальної мікрофлори в кишечнику. Додавання сульфату міді (до 200 мг/кг корму) до раціонів бройлерів сприятливо вплинуло на продуктивність росту. Дослідили, що 150 мг мідного купоросу/кг корму для курчат-бройлерів знижує загальну кількість патогенних мікроорганізмів у кишківнику. Додавання міді в раціон курчат-бройлерів поліпшує продуктивність росту, знижує рівень тригліцеридів і холестерину в плазмі крові, а також холестерину в м'ясі. Дієтична добавка Cu на рівнях 8,77 та 11,6 мг/кг корму може покращити ріст і вихід тушки гусенят у віці від 28 до 70 днів. Крім того, мідь є прооксидантом у своїй незв'язаній формі. Сіль міді у фармакологічній дозі знижує активність 7 α -гідроксилази холестерину. Мідь бере участь у транспорті та метаболізмі заліза і утворення еритроцитів. Додавання міді є ефективним способом поліпшення гематологічних параметрів у курчат-бройлерів. Таким чином, мідь є мікроелементом, який бере участь у багатьох фізіологічних процесах та імунітеті, і вона необхідна для оптимального здоров'я та росту домашньої птиці.

Залізо (Fe) допомагає в транспортуванні й зберіганні кисню, поліпшенні метаболізму білка, антиокси-

слення та імунізації всередині організму. Залізо важливе як ко-фактор для функціонування багатьох ферментів і білків. Забезпечення належного рівня Fe (60 мг/кг корму) у раціоні бройлерів може підвищити продуктивність (Ligas et al., 2021). Деякі дослідження показали, що використання органічних добавок заліза в годуванні птиці може посилити їх імунітет і антиоксидантну здатність, знизити сироватковий холестерин. Таким чином, залізо допомагає транспортувати та зберігати кисень, бере участь у постачанні енергії, метаболізмі білка, а також зміцнює імунітет та антиоксидантну здатність.

Селен (Se) є важливим мікроелементом для підтримки росту та здоров'я тварин. При додаванні до раціону він підтримує високу репродуктивну дію птиці. Ступінь виводимості та плідності курчат було покращено завдяки додаванню органічного селену. Селен збільшує вагу та підвищує імунітет. Селен відіграє важливу роль у зміцненні здоров'я, оскільки він є одним із найактивніших природних антиоксидантів. Крім того, селен підтримує цілісність тканин, захищає організм від окислювального стресу та запобігає виникненню захворювань.

Йод (I) сприяє правильному функціонуванню щитовидної залози, оскільки він є складовою гормонів, які відіграють важливу роль у регуляції метаболізму, клітинному окисненні та активності проміжних клітин. Збагачення продуктів тваринного походження йодом може бути досягнуто шляхом постачання багатьох дієтичних джерел йоду (NaI, KI та Ca) та рівнів йоду в раціоні тварин. У раціон птиці йод додають переважно мінеральні премікси у вигляді йодованої солі. Йод є дуже важливим мікроелементом у годівлі курей-несучок і має сильний вплив на продуктивність росту птахів (Zhilochkina et al., 2022). Додавання йоду (2 мг/кг корму) до питної води значно прискорює ріст бройлерів. Ефективність йоду в підвищенні росту птиці зумовлена його головною роллю в регуляції обміну речовин.

Хром (Cr) відіграє важливу роль у птахівництві. Це потужний антиоксидант і гіпохолестеринемічний засіб. Відомо, що хром знижує рівень холестерину, підвищує рівень холестерину ліпопротеїдів високої щільності та поліпшує травлення поживних речовин. Харчовий хром має цінний вплив на імунну дію і систему антиоксидантного захисту. Хром впливає на збільшення ваги (відносну вагу органів і розвиток м'язів). Сприятливий вплив хрому на репродуктивну здатність, а також на фізіологічні властивості. Хром може також пом'якшувати вплив стресових факторів, таких як екологічний, харчовий, фізіологічний та фізичний стрес. Збільшення ваги можна досягти, якщо до раціону бройлерів додавати пропіонат хрому в кількості 400 млрд⁻¹. Дієтичні добавки хрому підвищили імунні функції курей, вакцинованих вірусом пташиного грипу (Hada et al., 2012). При дефіциті цього елемента порушується вуглеводний і білковий обмін. Тому хром необхідний для підвищення продуктивності птиці завдяки його важливим функціям у рості, метаболізмі та зниженні перекисного окислення ліпідів і білків

Висновки

Отже, макро- та мікроречовини є корисними у птахівництві як для підтримки харчових потреб, так і для фармакологічних переваг, таким чином забезпечуючи профілактику різних захворювань. Будучи природними компонентами раціону птиці, вони можуть подолати побічні ефекти та обмеження хімічних препаратів. Попит на використання альтернативних природних кормових добавок є важливим, особливо як альтернатива заміні антибіотиків у кормах для птиці як факторів росту. Макро- та мікроелементи можуть прискорювати ріст домашньої птиці та мати профілактичну дію проти захворювань. І навпаки, застосування макро- та мікроречовин для лікування захворювань ще належить перевірити. Звичайні харчові добавки, включаючи амінокислоти, мінерали та вітаміни, життєво важливі для обмінних процесів птиці, беручи участь у численних фізико-біохімічних механізмах та основних процесах росту та розвитку. Модифікація мінерального, вітамінного та амінокислотного складу яєць або м'яса може допомогти у розробці функціональних харчових продуктів, які можуть мати потенційне застосування для профілактики та лікування захворювань.

Перспективи подальших досліджень. Для використання макро- та мікроелементів у промисловому птахівництві необхідні подальші масштабні дослідження і впровадження у виробництво.

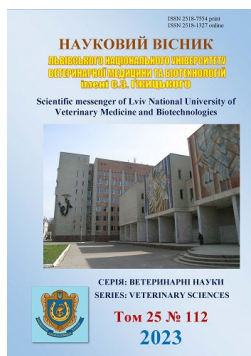
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Tiwari, R., Yatoo, M. I., Karthik, K., Michalak, I., & Dhama, K. (2020). Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health - a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 41(1), 1–29. DOI: 10.1080/01652176.2020.1857887.
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Gutj, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., Leskiv, & Kh. Ya. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 164–168. DOI: 10.15421/2020_276.
- Belkhanchi, H., Ziat, Y., Hammi, M., & Ifguis, O. (2023). Formulation, optimization of a poultry feed and analysis of spectrometry, biochemical composition and energy facts. *South African Journal of Chemical Engineering*, 44, 31–41. DOI: 10.1016/j.sajce.2023.01.005.
- Brezvyn, O. M., Guta, Z. A., Gutj, B. V., Fijalovych, L. M., Karpovskiy, V. I., Shnaider, V. L., Farionik, T. V., Dankovych, R. S., Lisovska, T. O., Bushuieva, I. V., Parchenko, V. V., Magrelo, N. V., Slobodjuk, N. M., Demus, N. V., & Leskiv, Kh. Ya. (2021). The influence of HamekoTox on the morphological and biochemical indices of the blood of laying hens in spon-

- taneous fumonisin toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 249–253. DOI: 10.15421/2021_107.
- Hada, F. H., Malheiros, R. D., Silva, J. D. T., Marques, R. H., Gravena, R. A., Silva, V. K., Moraes, V. M. B. (2012). Effect of Protein, Carbohydrate, Lipid, and Selenium Levels on the Performance, Carcass Yield, and Blood Changes in Broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 385–394 <https://www.scielo.br/rbca/a/rjHDS4bZHJ7ZywMHWMRpKPf/?format=pdf&lang=en>.
- Ligas, B., Izydorczyk, G., Mikula, K., Skrzypczak, D., Konkol, D., Korczyński, M., Witek-Krowiak, A., & Chojnacka, K. (2021). Valorization of postextraction residues-analysis of the influence of new feed additives with micronutrients on eggs quality parameters. *Poultry Science*, 100(11), 101416. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101416.
- Ostapuyuk, A. Y., Holubieva, T. A., Guttyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021_199.
- Poberezhets, J. M., Guttyj, B. V., Yaremchuk, O. S., Chudak, R. A., Farionik, T. V., Razanova, O. P., & Skoromna, O. I. (2022). Effectiveness of mineral supplementon productivity and hematological parameters of meat quails. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(105), 23–29. DOI: 10.32718/nvlvet10504.
- Razanova, O., Yaremchuk, O., Guttyj, B., Farionik, T., & Novgorodskaya, N. (2022). Dynamics of some mineral elements content in the muscle, bone and liver of quails under the apimin influence. *Scientific Horizons*, 25(5), 22–29. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.22-29.
- Rodina, O. V. (2022). Analiz rynku miasa ptytsi v Ukraini: suchasnyi vektor u konteksti prodovolchoi bezpeky. *Pidpriemnytstvo ta innovatsii*, 23, 91–95. DOI: 10.37320/2415-3583/23.16 (in Ukrainian).
- Rodina, O. V. (2022). Analiz rynku miasa ptytsi v Ukraini: suchasnyi vektor u konteksti prodovolchoi bezpeky. *Pidpriemnytstvo ta innovatsii*, 23, 91–95. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/31087.pdf> (in Ukrainian).
- Savchenko, T. V. (2022). State and prospects of the development of regional markets of poultry products in the conditions of European integration. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod National University. Series: International economic relations and the world economy*, 44, 77–82. DOI: 10.32782/2413-9971/2022-44-12 (in Ukrainian).
- Shnurenko, E. O., Studenok, A. A., Karpovskiy, V. I., Trokoz, V. O., Guttyj, B. V., Torzhash, A. Y., & Radchikov, V. F. (2021). Autonomous regulation of antioxidant protection and protein exchange in chickens. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 23(103), 43–50. DOI: 10.32718/nvlvet10307.
- Sobolev, O. I., & Guttyj, B. V. (2019). The quality of gosling meat depending on the level of lithium in mixed fodders. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(2), 3–6. DOI: 10.32718/ujvas2-2.01
- Sobolev, O. I., Guttyj, B. V., Darmohray, L. M., Soboliev, S. V., Ivanina, V. V., Kuzmenko, O. A., Karkach, P. M., Fesenko, V. F., Bilkevych, V. V., Mashkin, Y. O., Trofymchuk, A. M., Stavetska, R. V., Tkachenko, S. V., Babenko, O. I., Klopenko, N. I., & Chernyuk, S. V. (2019). Lithium in the natural environment and its migration in the trophic chain. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 195–203. URL: <https://www.ujecology.com/articles/lithium-in-the-natural-environment-and-its-migration-in-the-trophic-chain.pdf>.
- Sobolev, O. I., Guttyj, B. V., Kuzmenko, P. I., Riznychuk, I. F., Kyshlaly, O. K., & Soboliev, S. V. (2022). Selenium and its modeling effect on the body of young geese. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 61–69. DOI: 10.32718/nvlvet-a9608.
- Sobolev, O. I., Guttyj, B. V., Soboliev, S. V., Fesenko, V. F., Bilkevych, V. V., Babenko, O. I., Klopenko, N. I., Kachan, A. D., Kosior, L. T., Lastovska, I. O., Vered, P. I., Shulko, O. P., Onyshchenko, L. S., & Slobodeniuk, O. I. (2019). The influence of different doses of lithium additive in mixed feed on the balance of nitrogen in organism of goslings. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 91–96. URL: <https://www.ujecology.com/articles/the-influence-of-different-doses-of-lithium-additive-in-mixed-feed-on-the-balance-of-nitrogen-in-organism-of-goslings.pdf>.
- Sobolev, O. I., Guttyj, B. V., Soboliev, S. V., Shaposhnik, V. M., Sljusarenko, A. A., Stoyanovskyy, V. G., Kamratska, O. I., Karkach, P. M., Bilkevych, V. V., Stavetska, R. V., Babenko, O. I., Bushtruk, M. V., Starostenko, I. S., Klopenko, N. I., Korol'-Bezpal, L. P., & Bezpal, I. F. (2019). Digestibility of nutrients by young geese for use of lithium in the composition of fodder. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 1–6. URL: <https://www.ujecology.com/articles/digestibility-of-nutrients-by-young-geese-for-use-of-lithium-in-the-composition-of-fodder.pdf>.
- Zhilochkina, T. I., Egorov, I. A., Andrianova, E. N., Mkrtchyan, M. E., & Taimusova, E. N. (2022). Effect of the complex of microelements in the form of L-asparagines on zootechnical parameters and morphometry of bone and muscle tissue of broiler chickens. *BIO Web of Conferences*, 48, 03005. DOI: 10.1051/bioconf/20224803005.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11212
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.933:612.1:636.4

Changes in peripheral blood parameters of lambs with spontaneous eimeriosis

O. V. Filipenko✉

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

Article info

Received 26.08.2023

Received in revised form
26.09.2023

Accepted 27.09.2023

National University of Life and
Environmental Sciences of
Ukraine, Polkovnyka Potekhina
str., 16, Kyiv, 03041, Ukraine.
Tel.: +38-044-527- 82-42
E-mail: filipenko208.vf@gmail.com

Filipenko, O. V. (2023). Changes in peripheral blood parameters of lambs with spontaneous eimeriosis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 73–77. doi: 10.32718/nvlvet11212

In order to study the morphological and biochemical parameters of the blood of lambs affected by the causative agent of eimeria, an experimental group of animals of the Romanov breed, two months old, was formed. The lambs were spontaneously infected with the causative agent of eimeria, which was confirmed by laboratory and clinical studies. The second group of animals was free from eimeria and was kept separately. According to the results of blood tests of sick lambs, a decrease in the number of peripheral blood erythrocytes by 29.66 %, an increase in the total number of leukocytes by 47.12 % compared to the blood parameters of the control group of animals was revealed. A change in leukogram parameters was also noted: an increase in the number of eosinophils by 55.43 %, young neutrophils by 75 %. At the same time, there was a decrease in the number of rod-shaped neutrophils and an increase in the number of segmented neutrophils by 8.7 and 29.51 %, respectively. A decrease in the number of lymphocytes and monocytes by 31.68 and 12 %, respectively, was registered. Biochemical changes in the blood serum of sick lambs also underwent changes. A decrease in the content of total protein by 36.06 %, albumin by 13.09 % was established. An increase in the content of globulins and dysproteinemia was noted. Hemoglobin content was also reduced compared to blood parameters of healthy lambs by 32.25 %, as well as glucose content by 27.83 %. The activity level of ALT and AST increased by 43.43 and 33.15 %, respectively, as well as a slight decrease in GGT activity. The difference was statistically significant ($P < 0.01$ and $P < 0.05$). Differences in the blood parameters of sick lambs have been established and indicate a syndrome of the body's general inflammatory reaction, anemia, damage to the alimentary canal by the causative agent of eimeria and intoxication.

Key words: eimeria, lambs, morphological and biochemical indicators of blood, erythrocytes, leukocyte formula.

Зміни показників периферійної крові ягнят за спонтанного еймеріозу

О. В. Філіпенко✉

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

З метою вивчення морфологічних та біохімічних показників крові ягнят, що були уражені збудником еймеріозу, було сформовано дослідну групу тварин Романовської породи двомісячного віку. Ягнята були спонтанно інвазовані збудником еймеріозом, що підтверджено лабораторними та клінічними дослідженнями. Друга група тварин була вільною від еймерій та утримувалась окремо. За результатами випробувань крові хворих ягнят виявлено зменшення кількості еритроцитів периферійної крові на 29,66 %, збільшення загальної кількості лейкоцитів на 47,12 % порівняно з показниками крові контрольної групи тварин. Також виявляли зміни у показниках лейкограми: збільшення кількості еозинофілів на 55,43 %, юних нейтрофілів на 75 %. Водночас виявили зменшення кількості паличкоядерних та збільшення кількості сегментоядерних нейтрофілів на 8,7 та 29,51 % відповідно. Реєстрували зменшення кількості лімфоцитів та моноцитів на 31,68 та 12 % відповідно. Біохімічні зміни сироватки крові хворих ягнят також зазнавало змін. Встановлено зниження вмісту загального білка на 36,06 %, альбуміну на 13,09 %. Виявлено зростання вмісту глобулінів та диспротеїнемію. Вміст гемоглобіну також був знижений, порівняно з показниками крові здорових ягнят, на 32,25 %, як і вміст глюкози на 27,83 %. Рівень активності АЛТ та АСТ зростав на 43,43 та 33,15 % відповідно, а також децю знижувалась активність ГГТ. Різниця виявилась статистично значущою ($P < 0,01$ та $P < 0,05$). Встановленні відмінності у показниках крові

хворих ягнят вказують на синдром загальної запальної реакції організму, анемію, ураження травного каналу збудником еймеріозу та інтоксикацією.

Ключові слова: еймеріоз, ягнята, морфологічні та біохімічні показники крові, еритроцити, лейкоцитарна формула

Вступ

Різноманітні паразитози овець надзвичайно поширені у всьому світі та завдають значних економічних збитків, що складаються зі зниження продуктивності, погіршення якості тваринницької продукції, а також загибелі тварин. Водночас найбільш частою причиною ураження травного каналу у ягнят є найпростіші паразити роду *Eimeria* (Ernst & Benz, 1986; Silva et al., 2014; Mohamaden et al., 2018). Даний вид паразитів локалізується та розвивається у тонких та товстих кишках заражених тварин. Для еймерій характерна сувора видова приналежність до хазяїв, в яких вони паразитують. Тварини заражаються аліментарним шляхом при заковтуванні контамінованого спорульованими ооцистами корму або води. В організмі овець спорозоїти виходять із ооцист та потрапляючи до клітин слизової оболонки кишок – ентероцитів, піддаються численному бінарному поділу. Екзогенна стадія розвитку проходить в зовнішньому середовищі та вимагає належних умов: температури, вологості та кисню (Kareem & Yücel, 2015).

Даний паразитоз характеризується вираженими клінічними симптомами: пригніченням тварини, відсутністю апетиту, болями у ділянці черевної порожнини, діареєю. Фекалії набувають водянистої консистенції з домішками крові та значної кількості слизу. В подальшому у таких тварин спостерігають анемії, виснаження, дегідратація і загибель (Andrade et al., 2012; Roeber et al., 2013; Keeton & Navarre, 2018). Найбільша летальність молодняку реєструється за діареї з домішками значної кількості крові (Kareem & Yücel, 2015). Еймеріоз може протікати у клінічній та прихованій формах (Lagares, 2008).

Еймерії найбільш часто уражають молодих тварин у віці до 4 місяців. Клінічні ознаки можуть також проявлятися і в дорослих тварин. Проте дорослі тварини частіше виступають в ролі паразитоносіїв (Lopes et al., 2013).

За еймеріозу виявляють значні економічні витрати, що пов'язані з лікуванням тварин, втрати приростів маси тіла та загибель ягнят, особливо у віці до трьох місяців (Reeg, et al., 2005; Elmadawy & Elkhayat, 2014; Ramadan et al., 2018).

Традиційно боротьба із еймеріозом овець ведеться шляхом ретельного дотримання зоогігієнічних вимог, а також введенням до корму кокцидіостатичних препаратів або проведення щеплення живими чи ослабленими паразитами (Mohamed et al., 2022).

Водночас – за реєстрації виражених клінічних ознак за еймеріозу овець лікування в більшості є мало-ефективним, проте важкість протікання хвороби можна зменшити за допомогою раннього застосування деяких кокцидіостатиків (Kareem & Yücel, 2015).

За еймеріозу спостерігають зміни в гематологічному профілі крові хворих ягнят, які характеризуються зниженням кількості еритроцитів і вмісту гемогло-

біну, а також зміни стосувалися і гематокриту (Ghanem & Abd El-Raof, 2005).

Мета дослідження

Саме тому метою даної роботи було визначення змін морфологічних та біохімічних показників периферійної крові хворих на еймеріоз ягнят.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились на вівцях Романовської породи двомісячного віку, які утримувалися в умовах фермерських господарств Черкаської області, України. Тварин підбирали за принципом аналогів: орієнтовно однієї ваги, статі (баранчики), важкістю клінічних проявів, умов утримання та годівлі.

За попередніми дослідженнями нами було виявлено, що в даних господарствах ягнята були інвазовані збудником еймеріозу чотирьох таксонів: *Eimeria arloingi*, рівень екстенсивності інвазії складав 41 %; *E. crandallis* (екстенсивність інвазії (EI) – 29 %), *E. intricate* (EI – 15 %), *E. faurei* (EI – 15 %). Рівень ураження збудником еймеріозу серед дослідних ягнят місячного віку становив 95 %, за амплітуди інтенсивності інвазії 587 – 10000 ооцист (Soroka & Filipenko, 2022).

З метою вивчення впливу еймерій на морфологічні та біохімічні показники крові ягнят було сформовано дві групи тварин по 10 голів у кожній. Перша група ягнят була контрольною, тварини були вільними від збудника еймеріозу та утримувалися окремо. Друга група ягнят мала клінічні симптоми еймеріозу та у фекальних масах знаходили ооцисти еймерій.

Для досліджень кров у ягнят відбиралась шляхом пункції яремної вени вранці перед годівлею, у дві пробірки: в одну пробірку з антикоагулянтном (гепарином) для проведення морфологічних досліджень та в другу пробірку без стабілізатора, для проведення біохімічних досліджень. Зразки крові відбирали на 7 та 14 добу від початку лікування. Окремо відбирали кров у хворих ягнят на початку лікування для подальшого дослідження та порівняння.

Визначення гематологічних показників крові (кількість еритроцитів та лейкоцитів) проводили шляхом підрахунку формених елементів крові у камері Горяєва. Лейкоцитарну формулу визначали шляхом підрахунку лейкоцитів у пофарбованому мазку за Романовським-Гімзою. Вміст гемоглобіну визначали за допомогою гемоглобінціанідного методу (Vlizlo et al., 2012). Біохімічні показники сироватки крові визначали за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора “DS-261” (Sinnova, КНР) закритого типу з проточною кюветою та фотоелектроколориментру “Arel AP-120”. Вміст загального білка визначали біуретовою реакцією, а співвідношення – за допомогою електрофорезу в поліакриламідному гелі.

Всі дослідження були проведені відповідно до Конвенції Ради Європи про охорону хребетних тварин, що використовуються в експериментах та в інших наукових цілях від 18 березня 1986 р., Директиви Європейського парламенту та Ради ЄС 2010/63/ЄС від 22 вересня 2010 р. про захист тварин, які використовуються для наукових цілей та Закону України від 21 лютого 2006 р. № 3447-IV (із змінами від 22.06.2017 р. № 2120-VIII) “Про захист тварин від жорстокого поводження”.

Розробка даного протоколу схвалена комісією з біоетики Національного університету біоресурсів і природокористування України (висновок комісії з біоетики № 21/22 від 18.09.2022 р.).

Статистична обробка отриманих даних проводилась за допомогою програмного забезпечення SAS версії 9.X для Mac (SAS Institute Inc., США).

Результати та їх обговорення

Морфологічні дослідження крові дозволяють отримати опис якісних та кількісних характеристик клітин крові, що в подальшому дасть можливість оцінити перебіг основного захворювання та спрогнозувати його закінчення. Також гематологічні дослідження дають безцінну інформацію щодо патогенезу хвороби та розуміння механізмів участі окремих органів та систем у цьому процесі.

Таблиця 1

Морфологічні показники крові хворих на еймеріоз ягнят ($M \pm m$)

Гематологічні параметри		Ягнята, що вільні від ооцист еймерій (n = 10)	Хворі на еймеріоз ягнята (n = 10)
Еритроцити, Т/л		11,8 ± 0,19	8,3 ± 0,32**
Лейкоцити, Г/л		9,2 ± 0,27	17,4 ± 0,98**
Базофіли, %		0	0
Еозинофіли, %		2,54 ± 0,36	5,7 ± 1,5**
Нейтрофіли, %	Юні	0,2 ± 0,07	0,8 ± 0,14*
	Паличкоядерні	4,6 ± 0,2	4,2 ± 0,4*
	Сегментоядерні	34,68 ± 2,1	49,2 ± 2,7
Лімфоцити, %		55,48 ± 1,88	37,9 ± 3,4**
Моноцити, %		2,5 ± 0,21	2,2 ± 0,04**

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ – щодо показників контрольної групи ягнят

Така реакція є відповіддю організму – як елемент фізіологічного компенсаторного механізму на подразнення продуктами обміну, що утворюються в результаті паразитування еймерій. Поява юних нейтрофілів у гематологічному профілі може свідчити про порушення нейтрофілопоезу, що призвело до появи у кровоносному руслі молодих форм клітин. Кількість лімфоцитів у крові хворих ягнят також зазнавала змін, зокрема реєстрували різке зменшення лімфоцитів на 31,68 % та моноцитів на 12 % ($P < 0,01$) порівняно з тваринами, що не хворіли на еймеріоз. Такі зміни можуть свідчити про гострий перебіг захворювання.

Біохімічні зміни сироватки крові хворих тварин прямо залежать від збудника, місця його паразитування, способу живлення, особливостей впливу на організм хазяїна та перебігу основного захворювання, що є основою еволюційної стратегії паразито-хазяїнної взаємодії (Karapehlivan et al., 2007).

За результатами визначення морфологічних показників крові ягнят, які були хворі на еймеріоз, встановлено достовірне зменшення кількості еритроцитів на 29,66 % ($P < 0,01$) порівняно з тваринами, які за результатами лабораторних досліджень були вільні від ооцист еймерій та не мали клінічних ознак. Еритропенія свідчить про крововтрати, що пов'язані з ураженням одноклітинними паразитами стінки кишок та розвиток геморагічного ентериту. Водночас у хворих тварин був зареєстрований абсолютний лейкоцитоз: загальна кількість лейкоцитів збільшилась на 47,12 % ($P < 0,05$) порівняно зі здоровими ягнятами.

Загальний лейкоцитоз, вочевидь, свідчить про синдром загальної запальної реакції організму на проникнення паразитів до внутрішнього середовища та масивні uszkodження травного каналу ягнят. Звертає на себе увагу і суттєва еозинофілія за еймеріозу ягнят – кількість еозинофілів збільшилась порівняно зі здоровими тваринами, на 55,43 % ($P < 0,05$), що може свідчити про суттєву алергізацію за даного паразитозу. Збільшення кількості юних нейтрофілів у переферійній крові на 75 % ($P < 0,01$) свідчить про порушення гемоцитопоезу нейтрофілів. Виявляли незначне зниження паличкоядерних (на 8,7 %) та збільшення сегментоядерних (на 29,51 %) нейтрофілів ($P < 0,01$), що може свідчити про дегенеративне зміщення ядра вправо (табл. 1).

За результатами біохімічних випробувань сироватки крові ягнят, що були хворі на еймеріоз, встановлено зниження вмісту загального білка на 36,03 % ($P < 0,01$) та альбуміну на 13,09 % ($P < 0,05$) порівняно з біохімічними дослідженнями біологічного матеріалу від здорових ягнят. Зниження рівня загального білка та альбумінів може свідчити про порушення білоксинтезуючої функції печінки, а також недостатнє надходження білків разом із кормом через ураження травного каналу та порушення всмоктування поживних речовин. Водночас виявляли зростання вмісту глобулінів у сироватці крові хворих ягнят на 11,96 % ($P < 0,01$). Гіперглобулінемія може свідчити про посилений синтез глобулінів в організмі на фоні ураження еймеріями – як імунологічна реакція організму на присутність найпростіших паразитів у травному каналі. Альбуміново-глобулінове співвідношення, або

коефіцієнт де Рітиса, був зниженим, що свідчило про диспротейнемію та дистрофічні зміни у печінці.

Вміст гемоглобіну також знижувався у сироватці крові хворих тварин на 32,25 % ($P < 0,05$), що свідчить про значні крововтрати, які виникають через

порушення цілісності судин травного каналу. Виявляли зниження вмісту глюкози на 27,83 % ($P < 0,01$), що є причиною порушення всмоктування та надходження поживних речовин із кишок (табл. 2).

Таблиця 2

Біохімічні показники сироватки крові хворих на еймеріоз ягнят ($M \pm m$)

Біохімічні параметри	Ягнята, що вільні від ооцист еймерій (n = 10)	Хворі на еймеріоз ягнята (n = 10)
Загальний білок, г/л	65,5 ± 0,96	41,9 ± 0,57**
Гемоглобін, г/л	124,0 ± 2,7	84,0 ± 0,69*
Альбуміни, г/л	31,3 ± 0,35	27,2 ± 1,13*
Глобуліни, г/л	30,9 ± 2,2	35,1 ± 2,14**
Коефіцієнт де Рітиса	1,01	0,77
Глюкоза, ммоль/л	3,8 ± 0,72	2,84 ± 0,23**
АЛТ, од/л	28,4 ± 1,71	50,24 ± 2,85*
АСТ, од/л	54,6 ± 3,74	81,68 ± 3,62**
ГГТ, од/л	42,1 ± 2,03	36,18 ± 2,7**

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ – щодо показників контрольної групи ягнят

За результатами досліджень аланінамінотрансферази (АЛТ) та аспартатамінотрансферази (АСТ) виявляли підвищення активності цих ферментів у крові ягнят, що були уражені еймеріями на 43,43 та 33,15 % ($P < 0,01$) відповідно. Підвищення активності зазначених ферментів є свідченням реакції центрального органу детоксикації – печінки на продукти запалення та метаболізму еймерій, що потрапляють до внутрішнього середовища організму хворих ягнят. Також виявляли статистично незначне зниження рівня гамма-глутамілтрансферази (ГГТ).

Найбільш поширені та значущі паразити травного тракту овець – *Eimeria* (Bartels et al., 2010). Саме ці паразитичні найпростіші є причиною діареї, анемії, зневоднення, затримки росту, характеризуються високою захворюваністю та летальністю (Ghanem & Abd El-Raof, 2005). За еймеріозу виявляють значні гематологічні зміни у морфологічних показниках крові, зокрема реєструють зниження кількості еритроцитів та гемоглобіну (Ghanem & Abd El-Raof, 2005; Anumol et al., 2012). Крім того, паразитування одноклітинних паразитів призводить до ураження стінки кишок, їх запалення та, як наслідок – запальних процесів, що характеризуються суттєвими змінами гематологічного профілю, зокрема виявляють різке підвищення загальної кількості лейкоцитів (Salem, 2017). Результати наших досліджень морфологічних показників крові хворих на еймеріоз ягнят узгоджуються з дослідженнями вчених, що вивчали дане питання.

Також за результатами біохімічних досліджень виявляли зниження вмісту загального білка та альбумінів, збільшення кількості глобулінів, а також підвищення активності ферментів сироватки крові у хворих тварин (Zajac & Conboy, 2006). Зміни цих показників можна пояснити зниженням апетиту та властивостями кишкової стінки всмоктувати поживні речовини, оскільки за еймеріозу втрачаються епітеліальні клітини кишок, які відшаровуються, що в подальшому призводить до кривавої діареї (Sheikh et al., 2005). Зазначені вище дослідження також узгоджуються з отриманими нами результатами.

Висновки

За ураження ягнят збудником еймеріозу виявляли суттєві зміни морфологічних та біохімічних показників крові, які були пов'язані із впливом одноклітинних паразитів на стінку кишок, ураженням слизової оболонки травного каналу, дегідратцією, впливом продуктів запалення та метаболізму еймерій на організм тварин.

Так, за еймеріозу ягнят виявляли еритропенію, лейкоцитоз, еозинофілію, лімфоцитопенію та моноцитопенію, а також збільшення кількості агранулоцитів: сегментоядерних нейтрофілів.

За біохімічного дослідження сироватки крові хворих на еймеріоз ягнят виявляли зниження вмісту загальної кількості білка та гемоглобіну, а також гіпоальбумінемію, гіперглобулінемію і диспротейнемію. Також виявляли зниження рівня глюкози та статистично значуще підвищення активності АСТ та АЛТ.

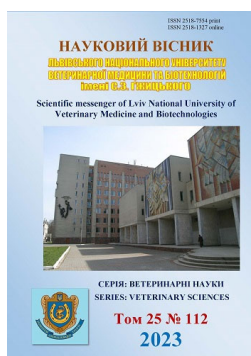
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Andrade, A. L. F., Jr. Silva, P. C., Aguiar, E. M., & Santos, F. G. (2012). Use of coccidiostat in mineral salt and study on ovine eimeriosis. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 21(1), 16–21. DOI: 10.1590/S1984-29612012000100004.
- Anumol, J., Tresamol, P. V., Vinodkumar, K., & Saseendranath, M. R. (2012). Hemato biochemical alterations in goats infected with coccidiosis. *Tamilnadu. Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 8(3), 163–165. URL: <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=bioche>.
- Bartels, C. J., Holzhauer, M., Jorritsma, R., Swart, W.A., Lam, T. J. (2010) Prevalence, prediction and risk fac-

- tors of enteropathogens in normal and non-normal faeces of young Dutch dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 93(2-3), 162–169. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2009.09.020.
- Elmadawy, R. S. & Elkhayat, H. M. (2014) Efficacy of clindamycin, yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and clindamycin-*Saccharomyces cerevisiae* combination versus toltrazuril on experimentally induced coccidiosis in lambs. *International Journal of Applied and Natural Sciences*, 3(5), 99–110.
- Ernst, F. V., & Benz, G. W. (1986). Intestinal coccidiosis in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2(2), 283–229. DOI: 10.1016/s0749-0720(15)31238-x.
- Ghanem, M. M., & Abd El-Raof, Y. M. (2005). Clinical and Haemato-Biochemical studies on lamb Coccidiosis and changes following amprolium and sulphadimthoxine therapy. *Benha Veterinary Medical Journal*, 16(2), 286–300. URL: https://www.researchgate.net/publication/267548147_Clinical_and_Haemato-Biochemical_studies_on_lamb_Coccidiosis_and_changes_following_amprolium_and_sulphadimthoxine_therapy.
- Karapehlivan, M., Atakisi, E., Atakisi, O., Yucayurt, R., & Pancarci, S. (2007). Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. *Small Ruminant Research*, 73(1-3), 267–271. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.12.006.
- Kareem, S. I., & Yücel, Ş. Y. (2015). Prevalence of *Eimeria* species in sheep in Sulaimaniya province, Iraq. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(4), 317–322. URL: <https://www.entomoljournal.com/archives/2015/vol3issue4/PartE/3-4-73-663.pdf>.
- Keeton, S. T., & Navarre, C. B. (2018). Coccidiosis in large and small ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 34(1), 201–208. DOI: 10.1016/j.cvfa.2017.10.009.
- Lagares, A. F. B. F. (2008). Parasites de pequenos ruminant esnaregiaio da cova da Bara (Dissertacao). Faculdade de Medicina Veterinaria Universidade Tecnica de Lisboa, Lisboa. URL: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/960?locale=en>.
- Lopes, W. D. Z., Borges, F. D. A., Faiolla, T. D. P., Antunes, I. T. A., Borges, D. G. I., Rodriguez, F. D. S., Feraro, G. F. R., & Texeira, W. F. O. (2013). *Eimeria* species in young and adult sheep raised under intensive and/semi intensive system of a herd from Umuarama city, Parana state, Brazil. *Agencia Rur Santa Maria*, 43(11), 2031–2036. DOI: 10.1590/S0103-84782013001100018.
- Mohamaden, W. I., Sallam, N. H., & Abouelhasan, E. M. (2018) Prevalence of *Eimeria* species among sheep and goats in Suez Governorate. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 6(1), 65–72. DOI: 10.1016/j.ijvsm.2018.02.004.
- Mohamed, H. I., Arafa, W. M., & El-Dakhly, K. M. (2022) Ovine coccidiosis and associated risk factors in Minya, Egypt. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 1, 137. DOI: 10.1186/s43088-022-00318-9.
- Ramadan, M. Y., Elmadway, R. S., Lashin, A. I., & ELd-iarby, A. S. (2018). Prevalence of *Eimeria* species in sheep with a special reference to vaccinated pregnant ewes for maternal immunity for the first time. *Benha Veterinary Medical Journal*, 34(3), 218–231. DOI: 10.21608/BVMJ.2018.44747.
- Reeg, K. J., Gauly, M., Bauer, C., Mertens, C., Erhardt, G., & Zahner, H. (2005). Coccidial infection in housed lambs: oocysts excretion, antibody levels and genetic influence on the infection. *Veterinary Parasitology*, 127(3-4), 209–219. DOI: 10.1016/j.vetpar.2004.10.018.
- Roeber, F., Jex, A. R., & Gasser, R. B. (2013). Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance—an Australian perspective. *Parasit Vectors*, 6, 153. DOI: 10.1186/1756-3305-6-153.
- Salem, N. Y. (2017). Effect of lactation on hemato-biochemical and minerals constituents in small ruminant. *International Journal of Veterinary Science*, 6, 53–56. URL: <https://www.ijvets.com/pdf-files/Volume-6-no-1-2017/53-56.pdf>.
- Sheikh, G. N., Dar, M. S., & Das, G. (2005). Efficacy of Triclabendazole on biochemical profile in ovine fascioliasis. *Indian Journal of Small Ruminants*, 11(2), 223–225.
- Silva, L. M. R., Muñoz Caro, T., Rüdiger, G., Vila-Viçosa, M. J. M., Cortes, H. C., Hermosilla, T., & Taubert, A. (2014). The apicomplexan parasite *Eimeria arloingi* induces caprine neutrophil extracellular traps. *Parasitology Research*, 113(8), 2797–2807. DOI: 10.1007/s00436-014-3939-0.
- Soroka, N., & Filipenko, O. (2022). Efficacy of decoquinate in pelleted feed in case of eimeriosis in lambs. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 13(3), 57–64. DOI: 10.31548/ujvs.13(3).57–64.
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratich, I. B. (2012). Laboratory research methods in biology, veterinary medicine and veterinary. Lviv (in Ukrainian).
- Zajac, A. M., & Conboy, G. A. (2006). *Veterinary clinical parasitology*, 7th ed., WileyBlackwell, Iowa, USA.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11213
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616.003:616-006-099:636.2

The state of the body's immune system of beef cows with signs of endotoxemia

I. R. Lozynskyi¹, B. V. Gutyj¹, R. M. Ivashkiv¹, M. M. Ilchyshyn², T. V. Martyshuk¹, V. B. Todoruk^{2,3},
O. O. Dashkovskiy¹, N. V. Magrelo¹, H. V. Sus¹, V. V. Voroniak¹, U. M. Vus¹

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

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 26.08.2023

Received in revised form

26.09.2023

Accepted 27.09.2023

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

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.

Vinnitsia National Agrarian
University, Soniachna Str., 3,
Vinnitsia, 21000, Ukraine.

Lozynskyi, I. R., Gutyj, B. V., Ivashkiv, R. M., Ilchyshyn, M. M., Martyshuk, T. V., Todoruk, V. B., Dashkovskiy, O. O., Magrelo, N. V., Sus, H. V., Voroniak, V. V., & Vus, U. M. (2023). The state of the body's immune system of beef cows with signs of endotoxemia. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 78–82. doi: 10.32718/nvlvet11213

During the development of endotoxemia of various etiologies, secondary immunodeficiency occurs in animals, which progresses due to exposure to toxic metabolites. The work aimed to study the influence of endotoxemia on the dynamics of indicators of the immune system of beef cows. The research was conducted on the Ukrainian black and spotted dairy breed beef cows. In cows with signs of endotoxemia, clinical signs such as swelling of the external genital organs and mammary gland, anemia of the mucous membranes, depressed state, impaired appetite, and functional disorders of the antrum and intestines were characteristic. The main immunological tests characterizing the state of the immune system of beef cows are indicators of humoral immunity (bactericidal and lysozyme activity of blood serum), cellular immunity (T- and B-lymphocytes), indicators of non-specific resistance of the organism (phagocytic activity and phagocytic index). In beef cows with clinical manifestations of endotoxemia, inhibition of cellular, humoral, and non-specific links of the immune system was established, which led to the development of the so-called secondary immunodeficiency. This is evidenced by a decrease in the bactericidal and lysozyme activity of blood serum, a decrease in the number of T- and B-lymphocytes, and a decrease in the phagocytic index and phagocytic activity of the blood of sick cows. In particular, it was established that the lowest indicator of bactericidal and lysozyme activity was observed in the 9th month of pregnancy in the experimental group of cows, where it decreased by 15.9 and 4.91 %, respectively, compared to the control. In the above study periods, a decrease in the phagocytic activity of neutrophils by 5.04 % and the phagocytic index by 33.3 % was established compared to the indicators of the control group. During the analysis of cellular immunity, similar changes were found in determining the number of T- and B-lymphocytes; they were lower by 12.5 % and 4.19 %, respectively. Changes in the indicators of the immune system are significant and objective markers of the state of the cow's body during the development of endotoxemia, regardless of its causes.

Key words: pregnant cows, endotoxemia, immune system, bactericidal and lysozyme activity of blood serum, T- and B-lymphocytes, phagocytic activity, phagocytic index.

Introduction

One of the critical tasks in intensive livestock farming is to ensure healthy and viable young cattle. Non-infectious diseases of beef cows are often the cause of mortality of newborn calves. It is known that many diseases in pregnant animals are accompanied by intoxication. One of the reasons for the occurrence of internal intoxication is insufficient feeding of pregnant cows. It is important to note that beef cows' feeding and maintenance

conditions significantly affect their future offspring's health (Grymak et al., 2020; Bashchenko et al., 2021, 2023).

The term “endotoxin” is conditional since any normal metabolite exhibits toxic properties when excessively accumulated in the body of animals. According to the literature, endotoxins include tissue protein breakdown products, peroxides and other free radical oxidation products, low-molecular-weight, and microorganism toxins

(Mazurkevych Saulko, 2016; Gutyj et al., 2018; Mylostyvyi et al., 2021, 2023).

It is essential to consider that many diseases partly depend on the development of endogenous intoxication. Most of the clinical and immunological signs of this problem can be described as a discrepancy between the formation and elimination of products of normal and disturbed (in the case of pathology) metabolism (Mudrak et al., 2016; Saulko et al., 2017; Borshch et al., 2020, 2021).

The effect of endogenous intoxication factors on the body of pregnant cows is focused on three main directions. The first is the stoppage of exchange processes due to the delay in removing or removing the end products of exchange. The second is the transition of synthesis to the production of non-physiological compounds, which can lead to the “lethal synthesis” of toxic substances in the internal environment. The third direction is damage to cell membranes, which is the most harmful. According to modern ideas, the mechanisms of action of endotoxins on the body of pregnant cows are based on the determining role of the immune system (Broda et al., 2013; Denkovich et al., 2021; Slivinska et al., 2021).

All adverse effects of endotoxins on the organs and systems of the whole organism are revealed through a specific reaction to their primary negative effect. This reaction limits and expands the harmful effects of such substances and their penetration into the internal environment, which can be reflected as endotoxiosis (Grymak et al., 2020).

Modern ideas about the mechanism of action of endotoxins on the body of pregnant cows are based on the leading role of the immune system, which protects animals from infections and eliminates foreign agents of endogenous and exogenous nature. It has been established that toxic metabolites in the development of endotoxiosis in animals inhibit the activity of the body's immune system and reduce the body's resistance to the harmful effects of environmental factors (Vishchur et al., 2015).

The aim of the research

The work aimed to study the influence of the development of endotoxiosis on the dynamics of indicators of the immune system of pregnant cows.

Material and methods

The experiments were carried out in the laboratory of the Department of Hygiene, Sanitation, and General Veterinary Prevention, named after M. V. Demchuk, Stepan Gzhytskyi NUVMB, as well as FE “Mezhyrichia” (Zarichia village, Lviv region)

The research was conducted on the Ukrainian black and spotted dairy breed pregnant cows. We followed the norms and rules that are mandatory in zootechnical research, including the selection and maintenance of analog animals in groups, the procurement process, and the accounting of feed use. The cows' diet was carefully prepared and balanced regarding nutrients and minerals, ensuring that they needed the essential elements for healthy nutrition.

To achieve the goals of this series of studies, we formed two groups of 10 beef cows each: control and experimental. Cows of the control group had a physiological course of pregnancy. Clinical signs of endotoxiosis, such as swelling of external genital organs and mammary glands, anemia of mucous membranes, depressed state, impaired appetite, and functional disorders of pre-stomachs and intestines, were found in the animals of the experimental group.

Blood for biochemical studies was collected from animals from the jugular vein. The blood was stabilized with heparin. The blood serum was separated from the formed elements by centrifugation for 5–8 min at 3000 rpm.

The phagocytic activity of neutrophils (PhA) and phagocytosis (PhI) intensity was determined using generally accepted methods to modify Chumachenko V. E. et al. The total number of T-lymphocytes (E-RUK) - by the method of spontaneous rosette formation with ram erythrocytes according to M. Jondal et al. (Chumachenko V. E. et al., 1991), the total number of B-lymphocytes – according to N. F. Mendes et al. Bactericidal activity of blood serum (BABS) – according to the method by Yu. M. Markov; blood serum lysozyme activity (BSLA) – photonephelometrically, according to the method of V. G. Dorofeychuk (Vlizlo et al., 2012).

The obtained numerical values of the results of the biochemical blood indicators were expressed in international units of the SI system. The research results were subjected to biometric analysis by the method of mathematical statistics adopted in biology and medicine, using Microsoft Excel, “Statistica 5.0”.

The degree of probability, compared to the control group's data, was – $P < 0.05$ – *, $P < 0.01$ – **, $P < 0.001$ – ***.

Results and discussion

Immunity is a set of protective mechanisms of the body to preserve its genetic stability. Immunity helps the body fight against various external factors: bacteria, viruses, toxins, foreign bodies, and others (Martyshuk & Hutyi, 2021; Kuljaba et al., 2022).

Humoral immunity is known to be supported by specific macromolecules that function in the internal fluids of animal organisms. Blood plasma contains particular proteins capable of neutralizing microorganisms and toxins entering body fluids (Kisera et al., 2021; Gutyj et al., 2022).

The bactericidal activity of blood serum (BABS) is a critical factor in the body's natural resistance to the humoral immunity type, which confirms the blood's ability to self-purify. This is a property of blood serum due to the presence of a complex of substances, such as complement, antibodies, lysozyme, and properdin, which can neutralize or destroy the cells of microorganisms.

The data in Table 1 shows that the bactericidal activity of blood serum in pregnant cows in the control and experimental groups showed specific differences. For example, in the 8th month of pregnancy, in the control group of cows that had a physiological course of pregnancy, the bactericidal activity was 90.62 ± 2.87 %, while in pregnant cows with signs of endotoxiosis, it was at the level

of 80.30 ± 2.64 %. The lowest rate of bactericidal activity was observed in the 9th month of pregnancy in the exper-

imental group of cows, where compared to the control group, it decreased by 15.9 %, respectively.

Table 1

Indicators of humoral immunity in cows with a physiological course of pregnancy and in cows with the development of endotoxycosis ($M \pm m$, $n = 10$)

Month of pregnancy	Group of animals	BSLA, %	BABS, %
8	C	28.84 ± 0.89	90.62 ± 2.87
	E	$22.44 \pm 0.71^{***}$	$80.30 \pm 2.64^*$
9	C	24.42 ± 0.85	85.21 ± 2.81
	E	$19.51 \pm 0.69^{***}$	$69.31 \pm 2.55^{***}$

Lysozyme activity of blood serum in fat cows with an ordinary course of calving in the 9th month of pregnancy was slightly lower than in the 8th month. In the heifers of the experimental group, a decrease in this activity was observed both in the 8th and 9th months, where compared to the control group, it decreased by 6.4 % and 4.91 %, respectively (Table 1).

Therefore, during the analysis of the indicators of humoral immunity, it was found that in pregnant cows suffering from endotoxycosis, a decrease in both bactericidal and lysozyme activity of blood serum is observed.

In the future, we investigated non-specific immunity, namely the immune system of animals, not related to antigens and antibodies. This system includes phagocytosis and general non-specific resistance. In addition to a decrease in the activity of humoral immunity in cows with indicators of endotoxycosis, we established suppression of a non-specific link of the immune system, revealed in a decrease in the phagocytic activity of neutrophils and a reduction in the phagocytic index.

Table 2

Indicators of non-specific immunity in cows with a physiological course of pregnancy and in cows with the development of endotoxycosis ($M \pm m$, $n = 10$)

Month of pregnancy	Group of animals	Phagocytic activity, %	Phagocytic index, units
8	C	63.89 ± 2.11	5.68 ± 0.14
	E	$59.32 \pm 2.14^*$	$4.22 \pm 0.17^{***}$
9	C	62.15 ± 2.27	7.80 ± 0.25
	E	$57.11 \pm 2.19^*$	$5.85 \pm 0.18^{***}$

It was established that on the 8th and 9th month of gestation in the blood of the control group of animals, the phagocytic activity of neutrophils and the phagocytic index were within the range of $63.89 \pm 2.11 - 62.15 \pm 2.27$ % and $5.68 \pm 0.14 - 4.22 \pm 0.17$ units. According to the development of endotoxycosis in the pregnant cows of the research group during the research periods indicated above, reduced phagocytic activity of neutrophils by 4.57 % and 5.04 %, and a phagocytic index by 25.7 % and 33.3 % were established compared to the indicators of the control group (table 2).

Therefore, the results obtained in the research indicate that in pregnant cows with clinical signs of endotoxycosis, a non-specific link of the immune system is suppressed.

Table 3 shows the indicators of cellular immunity in cows with a physiological course of pregnancy and those that developed endotoxycosis. It was found that in the 8th month of gestation, the number of T-lymphocytes in the blood of the control group of cows fluctuated within 47.53 ± 2.15 %. In the 9th month of pregnancy, the number of these lymphocytes in this group increased slightly, and compared to the previous values, it increased by 6.3 %.

Table 3

Indicators of cellular immunity in cows with a physiological course of pregnancy and in cows with the development of endotoxycosis ($M \pm m$, $n = 10$)

Month of pregnancy	Group of animals	T-lymphocytes, %	B-lymphocytes, %
8	C	47.53 ± 2.15	17.42 ± 0.91
	E	45.11 ± 2.31	16.91 ± 0.78
9	C	53.83 ± 2.47	22.02 ± 0.87
	E	$41.33 \pm 2.21^{**}$	$17.83 \pm 0.82^{**}$

A reduced number of T-lymphocytes with signs of endotoxycosis was found in pregnant cows during the entire study period. The minimum number of T-lymphocytes in

the blood of cows from the experimental group was observed in the 9th month of gestation, where the ratio of

these cells decreased by 12.5 % compared to the control group.

Similar changes were detected in determining the number of B-lymphocytes during the analysis of cellular immunity. In pregnant cows suffering from endotoxemia, the number of B-lymphocytes was lower by 0.51 % and 4.19 % at the 8th and 9th months of gestation, respectively.

We explain the decrease in the number of T- and B-lymphocytes in cows suffering from endotoxemia by the effect of toxins on the immune system of the sick cows of the experimental group. Thus, a decrease in the number of studied indicators indicates a weakening of the body's resistance to the development of endotoxemia.

Conclusions

1. In pregnant cows with clinical manifestations of endotoxemia, cellular, humoral, and non-specific links of the immune system are suppressed, which leads to the development of the so-called secondary immunodeficiency. This is evidenced by a decrease in the bactericidal and lysozyme activity of blood serum, a decrease in the number of T- and B-lymphocytes, and a reduction in the phagocytic index and phagocytic action of the blood of sick cows.

2. Changes in the immune system indicators are significant and objective markers of the state of the cow's body during the development of endotoxemia, regardless of its causes.

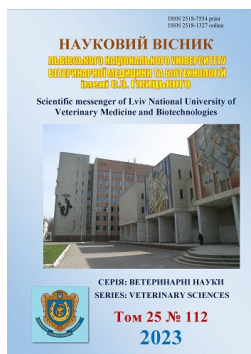
Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebylitsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Gutj, B. V. (2021). The cow's calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021_105.
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Y. M., Lesyk, Y. V., Iskra, R. Y., & Gutj, B. V. (2023). Peculiarities of growth and further productivity of purebred and crossbred cows. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 118–124. DOI: 10.15421/022318.
- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Gutj, B. V., Soboleva, S. V., Kachan, L. M., Mashkin, Yu. O., Bilkevich, V. V., Stovbetska, L. S., KochukYashchenko, O. A., Shalovylo, S. H., Cherniy, N., Matryshuk, T. V., Guta, Z. A., & Bodnar, P. V. (2021). Hematological status of cows with different stress tolerance. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(7), 14–21. DOI: 10.15421/2021_237.
- Borshch, O. O., Ruban, S. Yu., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Gutj, B. V., Afanasenko, V. Yu., Malina, V. V., Ivantsiv, V. V., Fedorchenko, M. M., Bondarenko, L. V., Katsaraba, O. A., Chorniy, M. V., Shchepetilnikov, Y. O., Sachuk, R. M., Dmytriv, O. Y., & Kava, S. (2021). Strength of limbs and hoof horn from local Ukrainian cows and their crossbreeding with Brown Swiss and Montbeliarde breeds. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 174–177. DOI: 10.15421/2021_160.
- Borshch, O. O., Ruban, S. Yu., Gutj, B. V., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Kosior, L. T., Fedorchenko, M. M., Kirii, A. A., Pivtorak, Y. I., Salamakha, I. Yu., Hordiichuk, N. M., Hordiichuk, L. M., Kamratska, O. I., & Denkovich, B. S. (2020). Comfort and cow behavior during periods of intense precipitation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 98–102. DOI: 10.15421/2020_265.
- Broda, N. A., Mudrak, D. I., Vishchur, O. I., Ratskyi, M. I., Leshovska, N. M., & Solovodzinska, I. V. (2013). Stan systemy antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu tilnykh koriv za umov tekhnohennoho navantazhennia ta dii koryhuiuchykh chynnykiv. *Biologhiia tvaryn*, 15(2), 17–23. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2013_15_2_4 (in Ukrainian).
- Denkovich, B. S., Pivtorak, Y. I., Gordiyshuk, N. M., Gutj, B. V., & Leskiv, Kh. Ya. (2021). The effect of probiotic feed bio additive "Progal" on scar fermentation in dairy cows. *Colloquium-journal*, 22(109), 63–66. DOI: 10.24412/2520-6990-2021-22109-63-66.
- Grymak, Y., Skoromna, O., Stadnytska, O., Sobolev, O., Gutj, B., Shalovylo, S., Hachak, Y., Grabovska, O., Bushueva, I., Denys, G., Hudyma, V., Pakholkiv, N., Jarochoovich, I., Nahirniak, T., Pavliv, O., Farionik, T., & Bratyuk, V. (2020). Influence of "Thireomagnile" and "Thyrioton" preparations on the antioxidant status of pregnant cows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 122–126. DOI: 10.15421/2020_19.
- Gutj, B., Grymak, Y., Hunchak, V., Mysak, A., Nazaruk, N., Brezvyin, O., Hariv, I., Shcherbatyy, A., Semeniv, B., Bushueva, I., Parchenko, V., & Kaplaushenko, A. (2018). Preclinical searches of the preparation Thireomagnile. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 688–695. DOI: 10.15421/2018_267.
- Gutj, B., Martyschuk, T., Khariv, I., & Guta, Z. (2022). The immune status of the organism of bulls under cadmium load and the effects of correcting factors. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 3–9. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002622.
- Kisera, Y. V., Martyniv, Y. V., & Gutj, B. V. (2021). Dynamics of morphological, immunological and histological changes in microsporia in guinea pigs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 206–211. DOI: 10.15421/022129.
- Kuljaba, O., Stybel, V., Gutj, B., Peleno, R., Semaniuk, V., Busol, L., Leskiv, K., Semaniuk, N., Pryima, O., Mazur, I., & Turko, Y. (2022). The effect of butaselmavit and closaverm A on the immune status of cows with experimental fasciolosis sensitized by atypical mycobacteria. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(108), 82–85. DOI: 10.32718/nvvet10812.
- Martyschuk, T. V., & Hutj, B. V. (2021). Immunofiziologichni stan ta antyoksydantnyi potentsial orhanizmu porosiat za umov oksydatsiinoho stresu ta dii koryhuiuchykh chynnykiv: monohrafiia. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Mazurkevych, A. Y., Saulko, V. V. (2016). Erytrotsytni indeksy krovi tilnykh koriv ta teliat za defitsytu essent-

- sialnykh mikroelementiv. *Biologiya tvaryn*, 18(4), 162. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2016_18_4_62 (in Ukrainian).
- Mudrak, D. I., Vishchur, O. I., Broda, N. A., Matiukha, I. O., & Matlakh, I. Y. (2016). Vplyv vitaminno-mineralnogo kompleksu "Olihovit" na pokaznyky nespetsyfichnoi rezystentnosti v krovі tilnykh koriv-pervistok ta yikh teliat. *Biologiya tvaryn*, 18(3), 168. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2016_18_3_67 (in Ukrainian).
- Mylostyvyi, R., Izboldina, O., Midyk, S., Gutij, B., Marenkov, O., & Kozyr, V. (2023). The Relationship between Warm Weather and Milk Yield in Holstein Cows. *World Vet. J.*, 13(1), 134–143. DOI: 10.54203/scil.2023.wvj14.
- Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Tsap, S., Begma, N., Cherniy, N., Gutij, B., & Izboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *J Anim Behav Biometeorol*, 9(4), 2134. DOI: 10.31893/jabb.21034
- Saulko, V. V., Dovha, L. V., & Mazurkevych, A. Y. (2017). Erytrohrama krovі tilnykh koriv ta teliat riznykh bioheokhimichnykh provintsii za mikroelementoziv. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biologii tvaryn*, 18(1), 76–81. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt_2017_18_1_13 (in Ukrainian).
- Saulko, V. V., Mazurkevych, A. Y., & Dovha, L. V. (2017). Aktyvnist transaminaz u syrovatsi krovі tilnykh koriv riznykh bioheokhimichnykh zon. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biologii tvaryn*, 18(2), 53–57. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt_2017_18_2_11 (in Ukrainian).
- Slivinska, L. G., Vlizlo, V. V., Shcherbatyy, A. R., Lukashchuk, B. O., Gutij, B. V., Drach, M. P., Lychuk, M. G., Maksymovych, I. A., Leno, M. I., Rusyn, V. I., Chernushkin, B. O., Fedorovych, V. L., Zinko, H. O., Prystupa, O. I., & Yaremchuk, V. Y. (2021). Influence of heavy metals on metabolic processes in cows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 284–291. DOI: 10.15421/2021_112.
- Vishchur, O. I., Mudrak, D. I., Broda, N. A., Ratskyi, M. I., Matiukha, I. O., Slypaniuk, O., & Suprovych, T. M. (2015). Vplyv vitaminno-mineralnogo kompleksu "Olihovit" na pokaznyky fahotsytozu neitrofiliv krovі u tilnykh koriv-pervistok ta yikhnikh teliat. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho*, 17(3), 3–8. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2015_17_3_3 (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Raty'ch, I. B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen' u biologiyi, tvary'nn'y'cztyvi ta veterynarnij medy'cy'ni: dovidny'k. L'viv: Spolom (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11214

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

UDC 619:615.038

Definition of Acute Toxicity and Cumulative Properties of the Drug “Lipointersil”

Yu. Yu. Lavryshyn¹, B. V. Gutyj^{1✉}, B. M. Verveha², O. T. Kutsan³, V. M. Hunchak¹, I. I. Khariv¹,
V. I. Kushnir⁴, R. O. Vasiv¹, Kh. Ya. Leskiv¹, Z. A. Guta¹

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

²Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

³Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Sciences, Kyiv, Ukraine

⁴State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Lviv, Ukraine

Article info

Received 29.08.2023

Received in revised form

02.10.2023

Accepted 27.09.2023

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

Danylo Halytsky Lviv
National Medical University,
Pekarska str., 69, Lviv,
79010, Ukraine.

Institute of Veterinary Medicine of
the National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine,
Donetska str, 30, Kyiv,
03151, Ukraine.

State Scientific-Research Control
Institute of Veterinary Medicinal
Products and Feed Additives,
Donetska Str., 11, Lviv,
79019, Ukraine.

Lavryshyn Yu. Yu., Gutyj B. V., Verveha B. M., Kutsan O. T., Hunchak V. M., Khariv I. I., Kushnir V. I., Vasiv R. O., Leskiv Kh. Ya., & Guta Z. A. (2023). Definition of Acute Toxicity and Cumulative Properties of the Drug “Lipointersil”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 83–89. doi: 10.32718/nvlvet11214

The research aimed to determine the acute toxicity and cumulative properties of the liposomal drug “Lipointersil” based on interferon and spotted milk thistle. The acute toxicity of the “Lipointersil” drug was assessed in white rats, aged 2–3 months, with a body weight of 170–180 g through intragastric and intramuscular administration. After administration of the drug, the dose and the number of animals that died were recorded, and the median lethal dose (DL_{50}) of the investigated drug was calculated using the method of H. Kerber. The cumulative properties were determined in white rats aged 2–3 months, weighing 170–185 g, using the subchronic toxicity test method by K. S. Lim et al., modified by K. K. Sydorov. Based on the conducted research, it was established that the “Lipointersil” drug, according to the State Standard of Ukraine 85.2-37-736:2011, belongs to class IV toxicity (slightly toxic substances). The LD_{50} for intragastric and intramuscular administration in white rats is 5166.66 and 5833.33 mg/kg of body weight, respectively. In determining of the cumulative properties of the “Lipointersil” drug, no deaths of experimental animals were observed during the study. Moreover, the animals remained active, fed well, and had dense, shiny fur. The coefficient of accumulation of the “Lipointersil” drug was more than 8.31 units, indicating its weakly pronounced cumulative properties. Prolonged daily administration for 24 days of “Lipointersil” had no significant impact on the functional state of the liver and kidneys. Under long-term (24 days) daily administration in increasing doses, the drug “Lipointersil” caused slight destruction of hepatocyte membranes, as indicated by the increased activity of alanine and aspartate aminotransferases and alkaline phosphatase.

Key words: toxicity, liposomal drug, cumulative, interferon, milk thistle.

Визначення параметрів гострої токсичності та кумулятивних властивостей препарату “Ліпоінтерсил”

Ю. Ю. Лавришин¹, Б. В. Гутий^{1✉}, Б. М. Вервега², О. Т. Куцан³, В. М. Гунчак¹, І. І. Харів¹,
В. І. Кушнір⁴, Р. О. Васів¹, Х. Я. Леськів¹, З. А. Гута¹

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

²Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

³Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

⁴Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів, Україна

Метою досліджень було визначення гострої токсичності, а також кумулятивних властивостей ліпосомального препарату “Ліпоінтерсил” на основі інтерферону та розторопші плямистої. Гостру токсичність препарату “Ліпоінтерсил” визначали на білих щурах, 2–3-місячного віку, масою тіла 170–180 г за внутрішньошлункового та внутрішньом’язового введення. Після введення препарату враховували дозу та кількість тварин, які загинули, та вираховували середньосмертельну дозу (DL_{50}) досліджуваного препарату за методом Г. Кербера. Визначення кумулятивних властивостей проводили на білих щурах 2–3-місячного віку, масою тіла 170–185 г тест-методом “субхронічної токсичності” за К. S. Lim із співавторами, у модифікації К. К. Сидорова. На основі проведених досліджень встановлено, що препарат “Ліпоінтерсил” згідно СОУ 85.2-37-736:2011 належить до IV класу токсичності (малотоксичні речовини). DL_{50} за внутрішньошлункового та внутрішньом’язового введення білим щурам становить, відповідно 5166,66 та 5833,33 мг/кг маси тіла. При визначенні кумулятивних властивостей препарату “Ліпоінтерсил” загибелі дослідних тварин упродовж дослідів не було виявлено. При цьому тварини були активними добре поїдали корми, шерсть була густою, блискучою. Коефіцієнт кумуляції препарату “Ліпоінтерсил” становив більше 8,31 одиниці, що вказує про слабо виражені його кумулятивні властивості. Довготривале щоденне введення протягом 24 діб “Ліпоінтерсилу” мало вплив на функціональний стан печінки та нирок. За умов довготривалого (24 доби) щоденного введення у зростаючих дозах препарат “Ліпоінтерсил” викликає незначну деструкцію мембран гепатоцитів, про що вказує підвищення активності аланін-, аспартат-аміотрансфераз та лужної фосфатази.

Ключові слова: токсичність, ліпосомальний препарат, кумуляція, інтерферон, розторопша плямиста.

Вступ

У практиці ветеринарної медицини для посилення імунної системи використовують інтерферон (Stravskyi & Stravska, 2013; Oksamytnyi, 2017). Інтерферон як один з ключових чинників захисних механізмів імунної системи тварин проявляє свій вплив завдяки системній дії на організм за умов різних негативних чинників (Kramariev & Yevtushenko, 2019). Нині ефективність застосування ліпосомальних препаратів на основі інтерферонів, в тому числі й у ветеринарній медицині, не викликає сумнівів. Вона доведена численними клінічними дослідженнями (Leshovska et al., 2010). І якщо спочатку такі дослідження були виконані на лабораторних тваринах, то згодом вони були проведені майже на всіх видах сільськогосподарських і домашніх тварин (Leshovska et al., 2010). Інтерферони істотно впливають на В- і Т-ланцюг імунітету (Kuznietsov & Kopeichenko, 2016), завдяки чому стабілізується імунний гомеостаз організму тварин (Maslianko et al., 2010). Варто зазначити, що γ -інтерферони є особливо ефективними стимуляторами імунобіологічної реактивності організму, α - і β -типів (Fediak & Semeniv, 2011; Hrynychuk et al., 2020). Антибактеріальна активність інтерферону обумовлена підвищенням під його впливом синтезу імуноглобулінів, фагоцитарної активності, а також посиленням цитотоксичної активності природних кілерів (Maslianko & Levkivskyi, 2010). Інтерферони впливають на імунну систему організму тварин різними шляхами, викликаючи зміну експресії мембранних рецепторів і антигенів системи ГКГ; функціональної активності імункомпетентних клітин; кількісного і якісного складу виділених цитокінів та продукції і секреції внутрішньоклітинних білків (Loshak et al., 2014).

Інтерферон виконує контрольну-регуляторну функцію, яка спрямована на підтримку сталості фізіологічних процесів (Kens et al., 2018). Під впливом інтерферону підвищується ефективність імунного розпізнавання антигену й фагоцитоз, спрямовані на елімінацію збудника або антигенно змінених клітин, а також відбувається корекція вторинних імунodefіци-

тів (Dziublyk, 2016). Інтерферон є важливим фактором неспецифічної резистентності та проявляє антимікробні, антивірусні, антипроліферативні і імуномодуючі властивості завдяки посиленню експресії поверхневих антигенів головного комплексу гістосумісності I і II класів, підвищенню ефекторних функцій макрофагів, зокрема продукції супероксидних та нітросидних радикалів, збільшенню антигеносередкованої цитотоксичності макрофагів, пов’язаної із експресією Fc γ -рецепторів IgG (Zotsenko et al., 2010).

Імуностимулювальну дію розторопші плямистої проявляють флаволігнани об’єднані під загальною назвою – “Силімарин” (Gutyj et al., 2022, 2023). Це суміш трьох ізомерів: силібіліну, силікрістину та силідіаніну (Slobodian et al., 2021, 2022). Біологічна дія флаволігнанів на організм тварин і птиці досить різноманітна, і особливо важлива, гепатопротекторна і імуностимулювальна (Martyshuk et al., 2023). Вони пролонгують дію адреналіну і пригнічують гіалуронідазу, активують ряд ензимів – протеїнкіназу, фосфодіестеразу, циклооксигеназу. Розторопша містить високий рівень вітамінів групи В, А, Е, К, попередники вітаміну Д, каротиноїди, широкий набір макроелементів – Магній, Ферум, Кальцій, Калій, та мікроелементів – Цинк, Купрум, Йод та Марганець (Ostapuyuk et al., 2021).

У процесі біотрансформації “Силімарину” в печінці тварин утворюються парні сполуки з глюкуроноювою кислотою і фосфосульфатами. Після кон’югації 80 % цих сполук виділяються зі жовчу в кишечник і там розщеплюються сапрофітною мікрофлорою. Варто зазначити, що в кишечнику 40 % виділеного “Силімарину” повторно реабсорбується і надходить у печінку, а звідти проникає у кров (Martyshuk et al., 2021). За такої ситуації можна стверджувати про ентеро-гепато-ентеральний кругообіг “Силімарину” (Martyshuk & Gutyj, 2019).

В експериментальних дослідженнях на лабораторних тваринах (Martyshuk et al., 2019), встановлено що ліпосомальні препарати, які містять розторопшу плямисту гальмують утворення токсичних продуктів пероксидації – гідроперекисів ліпідів, дієнових кон’югатів, ТБК-активних продуктів та відновлюють

резерв печінкових ліпідів – і водорозчинних антиоксидантів (Gutyj et al., 2018).

Загалом, комплексне застосування інтерферонів на розторопші плямистій є перспективним для застосування у клінічній ветеринарній медицині. Це в першу чергу стосується використання цих чинників як засобів нормалізації антиоксидантного та імунного гомеостазу, стимуляції Т- і В-клітинної ланки імунітету.

На кафедрі фармакології та токсикології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького було розроблено ліпосомальний препарат на основі інтерферону та розторопші плямистої.

Мета дослідження

Вивчити параметри гострої токсичності, а також кумулятивні властивості ліпосомального препарату “Ліпоінтерсил”.

Матеріал і методи досліджень

Гостру токсичність препарату “Ліпоінтерсил” визначали на білих щурах, 2–3-місячного віку, масою тіла 170–180 г за внутрішньошлункового та внутрішньом’язового введення. При цьому, параметри гострої токсичності досліджуваного препарату визначали у два етапи: орієнтовному та розгорнутому досліді. В орієнтовному досліді на кожну дозу препарату використовували по 3 тварини. При проведенні розгорнутого досліді було сформовано за принципом аналогів шість груп тварин по шість тварин у кожній.

При визначенні гострої токсичності за внутрішньошлункового введення в орієнтовному досліді препарат застосовували в дозах 1000, 3000, 5000 та 7000 мг/кг маси тіла. При проведенні розгорнутого досліді препарат вводили в діапазоні доз 3000, 4000, 5000, 6000 та 7000 мг/кг маси тіла. Досліджуваний препарат вводили зранку, натще внутрішньошлунково, одноразово за допомогою шприца із зондом.

При визначенні гострої токсичності за внутрішньом’язового введення в орієнтовному досліді препарат “Ліпоінтерсил” застосовували в дозах 2000, 4000, 6000 та 8000 мг/кг маси тіла. При проведенні розгорнутого досліді препарат застосовували в діапазоні доз 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 та 8000 мг/кг маси тіла.

Після введення препарату, спостереження за лабораторними тваринами вели протягом 14 діб. При цьому враховували такі показники: зовнішній вигляд, поведінку тварин, стан шерсті, видимих слизових оболонок, відношення до корму, ритм, частоту

дихання, час виникнення та характер інтоксикації, її важкість, перебіг, час загибелі тварин або їх одужання.

Після введення препарату враховували дозу та кількість тварин, які загинули, та вираховували середньосмертельну дозу (DL_{50}) досліджуваного препарату за методом Г. Кербера (Vasylyev et al., 2021; Kushnir et al., 2022).

Визначення кумулятивних властивостей проводили на білих щурах 2–3-місячного віку, масою тіла 170–185 г тест-методом “субхронічної токсичності” за К. С. Lim із співавторами, у модифікації К. К. Сидорова. Для проведення досліджень було сформовано 2 групи тварин (контрольну та дослідну) по 6 щурів в кожній. Тваринам дослідної групи досліджуваний засіб вводили упродовж 24 діб у дозі $1/10 DL_{50}$. При цьому через кожні 4 доби дозу препарату збільшували у 1,5 рази. Середню сумарну введену дозу препарату на одну дослідну тварину визначали за К. К. Сидоровим. Коефіцієнт кумуляції вираховували за формулою Ю. Г. Кагана і В. В. Станкевич (Sachuk et al., 2021; Karpenko et al., 2022; Kushnir et al., 2022):

$$K_{\text{кум}} = DL_{50\text{ n}} : DL_{50\text{ i}}$$

де: $K_{\text{кум}}$ – коефіцієнт кумуляції,

$DL_{50\text{ n}}$ – середні летальні дози при n – разовому введенні

$DL_{50\text{ i}}$ – середні летальні дози при одноразовому введенні

З метою вивчення впливу препарату на організм лабораторних тварин, на наступну добу після припинення застосування препарату “Ліпоінтерсил” щурів декапітували за умов легкого ефірного наркозу та відбирали кров для проведення гематологічних і біохімічних досліджень за загальноновизначеними методами та проводили визначення вагових коефіцієнтів маси внутрішніх органів.

Результати та їх обговорення

Визначення параметрів гострої токсичності препарату “Ліпоінтерсил” проводили в орієнтовному та розгорнутих досліді.

За визначення в орієнтовному досліді гострої токсичності препарату на білих щурах за внутрішньошлункового застосування, було встановлено, що застосування препарату “Ліпоінтерсил” у дозах 1000 та 3000 мг/кг не викликало загибелі тварин. Тоді як, за застосування препарату у дозі 5000 та 7000 мг/кг викликало загибель, відповідно, 66,6 та 100 % тварин. Результати визначення гострої токсичності в орієнтовному досліді наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Показники токсичності препарату “Ліпоінтерсил” на білих щурах

Кількість тварин у групі	Доза препарату, мг/кг	Число загиблих тварин	
		всього	у %
3	1000	0	0
3	3000	0	0
3	5000	2	66,6
3	7000	3	100

При проведенні розгорнутого дослідження було встановлено, що застосування препарату “Ліпоінтерсил” у дозі 4000 мг/кг маси тіла і вище спричиняв клінічні ознаки інтоксикації через 5–7 годин, які характеризувалися порушенням координації рухів, тремором

окремих м’язів. Загибель щурів проходила протягом 1–4 доби в прямій залежності від дози введеного препарату. Результати визначення DL_{50} на білих щурах наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Визначення DL_{50} препарату “Ліпоінтерсил” за внутрішньо шлункового введення білим щурах

Доза препарату, (мг/кг)	3000	4000	5000	6000	7000
Вижило	6	5	3	2	0
Загинуло	0	1	3	4	6
Z	0,5	2	3,5	5	
d	1000	1000	1000	1000	
z d	500	2000	3500	5000	

DL_{50} розраховували за формулою:

$$DL_{50} = DL_{100} - \Sigma (z d) / m,$$

де: DL_{100} – доза, від якої загинули всі тварини;

Σ – символ суми;

z – половина загальної кількості тварин, які загинули від двох наступних доз;

d – різниця двох наступних доз;

m – кількість тварин у групі на кожну дозу

Згідно з формулою DL_{50} препарату “Ліпоінтерсил” складала:

$$DL_{50} = 7000 - (11000:6) = 7000 - 1833,33 = 5166,66 \text{ мг/кг.}$$

У подальшому проводили визначення гострої токсичності препарату “Ліпоінтерсил” за внутрішньом’язового застосування. В орієнтовному досліді було встановлено, що застосування препарату у дозі

2000 мг/кг не викликало загибелі тварин, тоді як за введення Ліпоінтерсилу в дозі 8000 мг/кг відзначали 100 % загибель. Результати визначення гострої токсичності в орієнтовному досліді наведено у таблиці 3.

При проведенні розгорнутого дослідження було встановлено, що застосування препарату “Ліпоінтерсил” у дозі 5000 мг/кг маси тіла і вище, вже через 4–5 годин відмічали появу клінічних ознак інтоксикації, які характеризувалися тремором окремих м’язів, порушенням координації рухів. Загибель тварин наступала протягом 1–5 діб. Кількість тварин, що загинули, була в прямій залежності від дози введеного препарату. Результати визначення DL_{50} на білих щурах наведено у таблиці 4.

Таблиця 3

Показники токсичності препарату “Ліпоінтерсил” на білих щурах

Кількість тварин у групі	Доза препарату, мг/кг	Число загиблих тварин	
		всього	у %
3	2000	0	0
3	4000	1	33,3
3	6000	2	66,6
3	8000	3	100

Таблиця 4

Визначення DL_{50} препарату “Ліпоінтерсил” за внутрішньом’язового введення білим щурам

Доза препарату, (мг/кг)	3000	4000	5000	6000	7000	8000
Вижило	6	5	4	3	2	0
Загинуло	0	1	2	3	4	6
Z	0,5	1,5	2,5	3,5	5	
d	1000	1000	1000	1000	1000	
z d	500	1500	2500	3500	5000	

DL_{50} розраховували за формулою:

$$DL_{50} = DL_{100} - \Sigma (z d) / m,$$

де: LD_{100} – доза, від якої загинули всі тварини;

Σ – символ суми;

z – половина загальної кількості тварин, які загинули від двох наступних доз;

d – різниця двох наступних доз;

m – кількість тварин у групі на кожну дозу

Згідно з формулою DL_{50} препарату «Ліпоінтерсил» складала:

$$DL_{50} = 8000 - (13000:6) = 8000 - 2166,66 = 5833,33 \text{ мг/кг.}$$

Отже, препарат “Ліпоінтерсил” згідно СОУ 85.2-37-736:2011 належить до IV класу токсичності (малотоксичні речовини). DL_{50} за внутрішньом’язового та внутрішньом’язового введення білим щурам становить, відповідно 5166,66 та 5833,33 мг/кг маси тіла.

При визначенні кумулятивних властивостей

препарату “Ліпоінтерсил” загибелі дослідних тварин упродовж дослідів не було виявлено. При цьому тварини були активними добре поїдали корми, шерсть була густою, блискучою.

Сумарна середня введена доза на одного щура становила:

$$DL_{50n} = (583,3 \cdot 4) + (874,95 \cdot 4) + (1312,4 \cdot 4) + (1968,6 \cdot 4) + (2952,9 \cdot 4) + (4429,4 \cdot 4) = 48486,2 \text{ мг/кг.}$$

Згідно з формулою, коефіцієнт кумуляції ($K_{\text{кум}}$) становить:

$$K_{\text{кум}} = 48486,2:5833,3 = 8,31 \text{ одиниць}$$

Отже, коефіцієнт кумуляції препарату “Ліпоінтерсил” становив більше 8,31 одиниці, що вказує про слабо виражені його кумулятивні властивості.

У подальшому проводили визначення вагових коефіцієнтів маси внутрішніх органів. Результати досліджень наведено у таблиці 5.

Таблиця 5

Коефіцієнти маси внутрішніх органів білих щурів ($M \pm m, n = 6$)

Органи	Групи тварин	
	контроль	дослід
Печінка	31,3 $\pm$ 1,1	28,2 $\pm$ 1,0*
Серце	4,07 $\pm$ 0,26	4,16 $\pm$ 0,22
Селезінка	3,87 $\pm$ 0,42	4,11 $\pm$ 0,39
Нирка ліва	3,71 $\pm$ 0,21	3,51 $\pm$ 0,23
Нирка права	3,52 $\pm$ 0,21	3,34 $\pm$ 0,17
Легені	9,82 $\pm$ 0,59	10,81 $\pm$ 1,01
Маса	210,2 $\pm$ 2,3	205,9 $\pm$ 3,6

Як видно з даних наведених у таблиці 5, 24-добове введення препарату “Ліпоінтерсил” у наростаючих дозах у тварин дослідної групи викликало вірогідне зменшення коефіцієнтів маси печінки на 9,9 % ($P < 0,05$) та тенденцію до зниження вагових коефіцієнтів маси нирок. Зокрема, коефіцієнти маси правої нирки були зниженими на 5,1 % та лівої на 5,4 %, порівняно до показників контрольної групи тварин. Вагові коефіцієнти маси серця, селезінки і легень тварин дослідної групи дещо були вищими за показники контрольної групи.

Отже, довготривале щоденне введення протягом 24 діб “Ліпоінтерсилу” мало вплив на функціональний стан печінки та нирок.

За дослідження морфологічних показників крові щурів за внутрішньом’язового введення препарату “Ліпоінтерсил” у зростаючих дозах, нами встановлено підвищення рівня гемоглобіну на 7,7 % та кількості еритроцитів на 4 % відносно показників контрольної групи.

Нами виявлені зміни показників лейкоцитарного профілю. Встановлено збільшення, порівняно з контрольною групою, кількості нейтрофілів на 4,2 % та зниження кількості лімфоцитів на 3,3 %, еозинофілів – на 0,26 % та моноцитів – на 0,6 %.

Довготривале введення препарату “Ліпоінтерсил” у зростаючих дозах суттєво впливало на деякі біохімічні показники дослідних тварин (табл. 7). А саме, активність АлАТ вірогідно підвищилась, на

14,8 % ($P < 0,05$), АсАТ – на 12,3 % ($P < 0,05$) та лужної фосфатази – на 28,6 % ($P < 0,05$) порівняно з щурами контрольної групи.

При дослідженні рівня загального протеїну встановлено, що у дослідній групі даний показник становив $63,3 \pm 1,30$ г/л тоді як у контрольній групі він був дещо вищим і відповідно становив $68,5 \pm 1,74$ г/л.

На порушення функціонального стану нирок та печінки, за таких умов, вказувало зростання на 15,8 % ($P < 0,05$) рівня креатиніну та зниження концентрації сечовини у сироватці крові на 13,1 % відносно показників контрольної групи.

Таблиця 6

Морфологічні показники крові білих щурів на 24-ту добу дослідів з вивчення кумулятивних властивостей препарату “Ліпоінтерсил” ($M \pm m, n = 6$)

Показники	Група	
	контроль	дослідна
Гемоглобін, г/л	121,4 $\pm$ 1,89	130,7 $\pm$ 2,75**
Еритроцити, Т/л	6,21 $\pm$ 0,67	6,46 $\pm$ 0,69
Гематокрит, %	37,9 $\pm$ 1,01	39,6 $\pm$ 1,24
Лейкоцити, Г/л	11,20 $\pm$ 2,11	11,91 $\pm$ 3,14
Еозинофіли, %	2,11 $\pm$ 0,11	1,85 $\pm$ 0,10
Нейтрофіли, %	23,3 $\pm$ 1,68	27,5 $\pm$ 0,79*
Лімфоцити, %	72,4 $\pm$ 1,75	69,1 $\pm$ 1,61
Моноцити, %	2,1 $\pm$ 0,42	1,5 $\pm$ 0,69

Таблиця 7

Біохімічні показники крові білих щурів у кінці дослідів з визначення кумулятивних властивостей препарату “Ліпоінтерсил” ($M \pm m, n = 6$)

Показники	Групи тварин	
	контроль	дослідна
Протеїн загальний, г/л	68,5 $\pm$ 1,74	63,3 $\pm$ 1,30*
Альбуміни, г/л	29,3 $\pm$ 0,89	26,09 $\pm$ 1,53
Глобуліни, г/л	39,2 $\pm$ 2,16	37,21 $\pm$ 4,08
АлАТ, Од/л	83,1 $\pm$ 3,52	95,4 $\pm$ 3,44*
АсАТ, Од/л	161,1 $\pm$ 4,68	180,9 $\pm$ 5,52*
ЛФ, Од/л	147,0 $\pm$ 25,6	189,0 $\pm$ 19,5*
Креатинін, мкмоль/л	91,2 $\pm$ 3,8	105,6 $\pm$ 5,5*
Сечовина, ммоль/л	6,02 $\pm$ 0,23	5,23 $\pm$ 0,57

Отже, за умов довготривалого (24 доби) щоденного введення у зростаючих дозах препарат “Ліпоінтерсил” викликає незначну деструкцію мембран гепатоцитів, про що вказує підвищення активності аланін-, аспартат-аміотрансфераз та лужної фосфатази.

Висновки

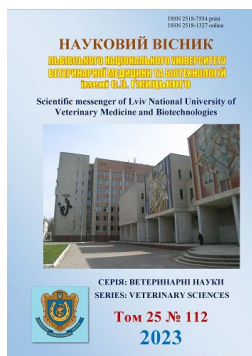
За визначеними параметрами гострої токсичності на лабораторних тваринах ліпосомальний препарат “Ліпоінтерсил” належить до IV класу токсичності – малотоксичні сполуки. DL_{50} ліпосомального препарату за внутрішньошлункового та внутрішньом’язового введення білим щурам становить, відповідно 5166,66 та 5833,33 мг/кг маси тіла. Коефіцієнт кумуляції препарату “Ліпоінтерсил” становить більше 8,31 одиниці, що вказує про слабо

виражені його кумулятивні властивості.

References

- Dziublyk, I. V. (2016). Interferony: pryroda, mekhanizmy dii ta klinichne zastosuvannya preparativ interferonu. *Zdorove rebenka*, 5, 79–84. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zd_2016_5_14 (in Ukrainian).
- Fediak, I. O., & Semeniv, D. V. (2011). Doslidzhennia dynamiky farmatsevtichnoho rynku v Ukraini interferoniv-alfa, yaki rekomendovano dlia etiotropnoi terapii khvorykh na virusni hepatyty. *Farmatsevtichni zhurnal*, 6, 12–18 (in Ukrainian).
- Gutyj, B. V., Martyshuk, T. V., Parchenko, V. V., Kaplaushenko, A. H., Bushueva, I. V., Hariv, I. I., Bilash, Y. P., Brygadyrenko, V. V., Turko, Y. I., & Radzykhovskiy, M. L. (2022). Effect of liposomal drug based on interferon and extract from *Silybum marianum* on antioxidative status of bulls against the background of contamination of fodders by cadmium and plumbum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(4), 419–425. DOI: 10.15421/022255.
- Gutyj, B., Grymak, Y., Hunchak, V., Mysak, A., Nazaruk, N., Brezvyin, O., Hariv, I., Shcherbatyy, A., Semeniv, B., Bushueva, I., Parchenko, V., & Kaplaushenko, A. (2018). Preclinical searches of the preparation Threomagnile. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 688–695. DOI: 10.15421/2018_267.
- Gutyj, B., Hariv, I., Gunchak, V., Sobolta, A., Prijma, O., & Iesina, E. (2018). The influence of «Amprolinsile» and brovitacoccide on the activity of blood serum enzymes by the eumeriosic invasion. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 20(83), 51–55. DOI: 10.15421/nvlvet8310.
- Gutyj, B., Martyshuk, T., Khalak, V., Zezekalo, M., Omelchenko, O., Todoriuk, V., Khymynets, P., Vyslotska, L., Vus, U., & Prysiashniuk, V. (2023). The influence of feed additive “Sylymevit” on indicators of the immune system of piglets at weaning. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(110), 104–109. DOI: 10.32718/nvlvet11017.
- Gutyj, B., Voloshyn, R., Stybel, V., Verveha, B., Sachuk, R., Starostenko, I., Mylostyvyi, R., Kushnir, V., Mazur, I., Khariv, I., Turko, Y., Khalak, V., & Magrelo, V. (2023). The state of the immune system of rats under conditions of oxidative stress and the influence of the feed additive “Sylymevit”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(110), 131–136. DOI: 10.32718/nvlvet11022.
- Hrynychuk, A. F., Davydenko, I. S., Hrynychuk, F. V., & Polianskyi, I. Yu. (2020). Eksperymentalne obgruntuвання intraocherevynnoho zastosuvannya interferonu $\alpha 2b$ dlia likuvannya hostroho perytonitu. *Shpytalna khirurhiia. Zhurnal imeni L. Ya. Kovalchuka*, 1, 46–50. DOI: 10.11603/2414-4533.2020.1.10736 (in Ukrainian).
- Karpenko, Y., Hunchak, Y., Gutyj, B., Hunchak, A., Parchenko, M., & Parchenko, V. (2022). Advanced research for physico-chemical properties and parameters of toxicity piperazinium 2-((5-(furan-2-YL)-4-phenyl-4H-1,2,4-triazol-3-YL)THIO)acetate. *Science Rise: Pharmaceutical Science*, 2(36), 18–25. DOI: 10.15587/2519-4852.2022.255848.
- Kens, O. V., Lukianenko, N. S., & Hnateiko, O. Z. (2018). Vplyv imunomoduliuchoi terapii interferonom alfa-2b rekombinantnym liudyny na riven tsytokiniv u krovi ditei z povtornymi epizodamy hostroho obstruktyvnoho bronkhitu. *Sovremennaia pedyatryia*, 1, 30–38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sped_2018_1_7 (in Ukrainian).
- Kramariiev, S. O., & Yevtushenko, V. V. (2019). Dosvid zastosuvannya nazalnykh form interferonu v likuvanni y profilaktytsi hostrykh respiratornykh infektsii. *Aktualna infektolohiia*, 7(4), 217–223. URL: <http://ir.library.nmu.com/handle/123456789/6887> (in Ukrainian).
- Kushnir, V. I., Kushnir, I. M., Patereha, I. P., Kutsan, O. T., Zhovnir, O. M., & Gutyj, B. V. (2022). Comparative assessment of various methods of studying the skin toxicity of a wound-healing drug. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(2), 3–7. DOI: 10.32718/ujvas5-2.01.
- Kuznietsov, S. V., & Kopeichenko, T. S. (2016). Interferonoterapiia hostrykh respiratornykh virusnykh infektsii u ditei. *Aktualnaia ynfektolohiia*, 1, 48–50. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/akinf_2016_1_12 (in Ukrainian).
- Leshovska, N. M., Broda, N. A., Ratskyi, M. I., & Mudrak, D. I. (2010). Vplyv vitaminiv A, D3, E, selenitu natriiu ta interferonu na vmist vitaminiv A ta E u plazmi krovei koriv i teliat. *Biolohiia tvaryn*, 12(2), 156–159. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2010_12_2_23 (in Ukrainian).
- Loshak, O. O., Novyk, I. I., Petrytsiuk, T. V., & Pysariiev, A. O. (2014). Interferon alfa-2b v kompleksnii terapii vnutrishnoutrobnykh infektsii u novonarodzenykh z bakterialno-virusnymi mikst-infektsiiamy. *Neonatolohiia, khirurhiia ta perynatalna medytsyna*, 4(1), 136–139. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nkhp_2014_4_1_24 (in Ukrainian).
- Martyschuk, T. V., & Gutyi, B. V. (2019). Influence of feed additive “Butaselmavit Plus” on the indicators of rats blood under the conditions of their poisoning with Tetrachloromethane. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(2), 79–83. DOI: 10.32819/2019.71014.
- Martyschuk, T. V., & Gutyj, B. V. (2019). Influence of feed additive “Butaselmavit-Plus” on antioxidant status of rats in conditions of oxidative stress. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 21(90), 76–81. DOI: 10.32718/nvlvet-a9013.
- Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Martyschuk, T. V., Gutyj, B. V., Vishchur, O. I., & Todoriuk, V. B. (2019). Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(2), 27–30. DOI: 10.32718/ujvas2-2.06.

- Martyshuk, T., Gutyj, B., Sobolieva, S., Khalak, V., Vozna, O., & Todoruk, V. (2023). The effectiveness of the use of the feed additive “Butaselmavit-plus” as part of compound feed for young pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 92–98. DOI: 10.32718/nvlvet-a9816.
- Maslianko, R. P., & Levkivskiy, D. M. (2010). Osoblyvosti funktsionuvannia systemy interferonu u neonatalnykh tvaryn. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 12, 3(2), 102–107. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_3%282%29__20 (in Ukrainian).
- Maslianko, R. P., Padovskiy, A. I., Fliunt, R. B., Shekel, V. F. (2010). Systema interferonu i yii rol u zakhysnykh funktsiiakh orhanizmu. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 12, 3(2), 108–114. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-interferonu-i-yiyi-rol-u-zahisnih-funktsiyah-organizmu> (in Ukrainian).
- Oksamytnyi, V. M. (2017). Interferony: zastosuvannia u veterynarii. *Biolohiia tvaryn*, 19(3), 55–68. DOI: 10.15407/animbiol19.03.055 (in Ukrainian).
- Ostapuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021_199.
- Sachuk, R., Stravskyy, Y., Gutyj, B., Velesyk, T., Katsaraba, O., & Zhyhaliuk, S. (2021). Study of acute toxicity of the drug «Kolidev 8M» with a single intragastric injection in laboratory animals. *ScienceRise: Biological Science*, 2(27), 44–48. DOI: 10.15587/2519-8025.2021.235952.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Shalovylo, S. H., Holovach, P. I., Pavliv, O. V., Kalyn, B. M., Kurtyak, B. M., Hachak, Yu. R., Martyshuk, T. V., Demus, N. V., & Shnaider, V. L. (2022). Influence of “Metisevit Plus” feed additive on morphological and biochemical parameters of bull blood under conditions of lead-cadmium loading. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(106), 54–61. DOI: 10.32718/nvlvet10609.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Darmohray, L. M., & Povochnikov, M. G. (2021). Antioxidant status of the organisms of young bulls in the conditions of lead-cadmium load and effect of correcting factors. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 315–320. DOI: 10.15421/022142.
- Stravskiy, Ya. S., & Stravska, S. M. (2013). Vykorystannya hermatranolu v liposomalnii emulsii u profilaktytsi pisliaotelnoi patolohii koriv. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 22, 574–578 (in Ukrainian).
- Vasylyev, D., Priimenko, B., Aleksandrova, K., Mykhalchenko, Y., Gutyj, B., Mazur, I., Magrelo, N., Sus, H., Dashkovskyy, O., Vus, U., & Kamratska, O. (2021). Investigation of the acute toxicity of new xanthine xenobiotics with noticeable antioxidant activity. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (1), 315–318. DOI: 10.15421/2021_47.
- Zotsenko, V. M., Spivak, M. Ya., Yushchysyna, O. A. (2010). Osoblyvosti interferonovoho ta tsytokinovoho statusu koriv za fastsiolozu. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 12, 2(1), 112–117. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_2%281%29__24 (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11215

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

UDC 636.597.09:616.34-097

Morphogenesis of immune formations of ducks' intestine

T. A. Mazurkevych✉, S. I. Usenko

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

Article info

Received 29.08.2023

Received in revised form
02.10.2023

Accepted 03.10.2023

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.
Tel.: +38-050-545-87-79
E-mail: tamazur@ukr.net

Mazurkevych, T. A., & Usenko, S. I. (2023). Morphogenesis of immune formations of ducks' intestine. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 90–97. doi: 10.32718/nvlvet11215

The morphogenesis of immune formations of duck intestines was studied. Material for histological studies was taken from Blagovarsky cross broiler ducks aged from one to 420 days. The obtained sections were stained with Karatsi's hematoxylin and eosin – to establish the features of the microscopic structure of intestinal immune formations, Weigert's hematoxylin and picrofuchsin according to Van Gieson and aniline blue in combination with acid fuchsin and Orange G according to Mallory – to identify collagen fibers, resorcin-fuchsin according to Weigert – for differentiation of elastic fibers. To determine reticular fibers, sections were impregnated with 1–2 % argentum nitrate solution according to the modified Kelemen method. Electron microscopy studies were carried out to study the ultrastructure of the immune formations of the intestines of 180-day-old ducks. The studies have established that the intestinal wall in the places where immune formations of the intestines in ducks are localized is formed by tunica mucosa, tunica muscularis and tunica serosa, the area of which in all immune formations changes unevenly and asynchronously with the birds' age. The tunica mucosa occupies the largest area, which changes unevenly and asynchronously, reaching maximum values (from 71.66 ± 0.25 to 81.28 ± 0.19 %) during the first 25 days of the ducks' life. The tunica muscularis occupies a smaller area than the tunica mucosa. It decreases unevenly in the first 25 days of a bird's life, and in older birds it increases and reaches maximum values (35.68 ± 0.49 – 46.67 ± 1.39 %) in 330- and 420-day-old birds. The tunica serosa occupies the smallest area. In day-old birds, this indicator is the highest (from 2.47 ± 0.07 to 6.20 ± 0.02 %) and decreases with age by 1.24–6.52 times. Lymphoid tissue, which determines the functions of immune formations, is located in their tunica mucosa and tunica muscularis. It is detected in the tunica mucosa of all immune formations and the tunica muscularis of caecal diverticula from the bird's one-day age, in the tunica muscularis of other immune structures – from the age of 10–20 days. The total area of lymphoid tissue increases from one day (27.03 ± 0.88 – 31.72 ± 0.04 %) to 150 days of age in ducks in Peyer's patches of the duodenum and jejunum and cecal diverticula (59.86 %, 59.58 ± 1.28 , 65.12 ± 0.50 %), up to 210 days of age in Peyer's patches of the ileum (71.64 ± 1.03 %), up to 330 days of age in Peyer's patches of the cecum (37.84 ± 5.12 %), up to 420 days of age in Meckel's diverticulum (55.24 ± 0.37 %). In older birds, the area of lymphoid tissue decreases, which indicates the beginning of its involution and, accordingly, the involution of immune formations.

Key words: Peyer's patches, Meckel's diverticulum, cecal diverticula, lymphoid tissue.

Морфогенез імунних утворень кишечника качок

Т. А. Мазуркевич✉, С. І. Усенко

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

Досліджено морфогенез імунних утворень кишечника качок. Матеріал для гістологічних досліджень відбирали від брой лерних качок Благоварського кросу віком від однієї до 420 днів. Отримані зрізи фарбували гематоксином Караці та еозином – для встановлення особливостей мікроскопічної будови імунних утворень кишечника, гематоксином Вейгерта та пікрофуксином за Ван Гізон і аніліновим синім у комбінації з кислим фуксином та оранж G за Маллорі – для виявлення колагенових волокон, резорцин-фуксином за Вейгертом – для диференціації еластичних волокон. Для визначення ретикулярних волокон зрізи імпрегнували 1–2 % розчином аргентуму нітрату за модифікованим методом Келемена. Електронномікроскопічні дослідження проводили для вивчен-

ня ультрамікроструктури імунних утворень кишечника качок віком 180 діб. Проведеними дослідженнями встановлено, що стінка кишечника в місцях локалізації імунних утворень кишечника качок утворена слизовою, м'язовою і серозною оболонками, площа яких в усіх імунних утвореннях нерівномірно та асинхронно змінюється з віком птиці. Слизова оболонка займає найбільшу площу, яка нерівномірно та асинхронно змінюється, досягаючи максимальних значень (від $71,66 \pm 0,25$ до $81,28 \pm 0,19$ %) впродовж перших 25 діб життя качок. М'язова оболонка займає меншу площу, ніж слизова оболонка. Вона нерівномірно зменшується у перші 25 діб життя птиці, а в старшій збільшується і досягає максимальних значень ($35,68 \pm 0,49$ – $46,67 \pm 1,39$ %) у 330- і 420-добової птиці. Серозна оболонка займає найменшу площу. У добової птиці цей показник найбільший (від $2,47 \pm 0,07$ до $6,20 \pm 0,02$ %) і з віком зменшується у 1,24–6,52 рази. Лімфоїдна тканина, яка обумовлює функції імунних утворень, розташована в їх слизовій та м'язовій оболонках. У слизовій оболонці всіх імунних утворень і м'язовій оболонці сліпокишкових дивертикулів вона виявляється з добового віку птиці, в м'язовій оболонці інших імунних структур – з 10–20-добового. Загальна площа лімфоїдної тканини збільшується від добового ($27,03 \pm 0,88$ – $31,72 \pm 0,04$ %) до 150-добового віку качок в плямках Пейєра дванадцятипалої і порожньої кишок та сліпокишкових дивертикулах (відповідно $56,86 \pm 0,95$ %, $59,58 \pm 1,28$, $65,12 \pm 0,50$ %), до 210-добового віку в плямці Пейєра клубової кишки ($71,64 \pm 1,03$ %), до 330-добового віку в плямках Пейєра сліпих кишок ($37,84 \pm 5,12$ %), до 420-добового віку у дивертикулі Меккеля ($55,24 \pm 0,37$ %). У птиці старшого віку площа лімфоїдної тканини зменшується, що свідчить про початок її інволюції і відповідно – інволюції імунних утворень.

Ключові слова: плямки Пейєра, дивертикул Меккеля, сліпокишкові дивертикули, лімфоїдна тканина.

Вступ

Імунні утворення кишечника птахів представлені плямками Пейєра, дивертикулом Меккеля, сліпокишковими мигдаликами і сліпокишковими дивертикулами. Вказані структури належать до периферичних органів гемо- і лімфопоезу (Souza et al., 2022; Nagy et al., 2022). Тобто в них за дії антигену лімфоцити диференціюються у ефекторні клітини, які продукують імуноглобуліни, забезпечуючи формування клітинного та гуморального імунітету. Структурно-функціональну основу імунних утворень кишечника птахів формує лімфоїдна тканина (Hamed & Shahmizad, 2021; Nagy et al., 2022).

Лімфоїдна тканина асоційована із слизовими оболонками (mucous associated lymphoid tissue – MALT) більшості птахів добре розвинена (Sohel et al., 2020). У птахів MALT складається з лімфоїдних клітин, які в основному розташовані у власній пластинці слизової оболонки і підслизовій основі кишечника і дихальних шляхів (Madkour et al., 2022). Таким чином, вона утворює першу лінію захисту від шкідливих антигенів, які потрапляють в організм під час годівлі і дихання (Casadei & Salinas, 2019). Лімфоїдна тканина складається з розсіяних або агрегованих лімфоїдних клітин або добре організована в первинні і вторинні лімфоїдні вузлики, які розділені міжвузликовими скупченнями лімфоїдних клітин (Kuroono, 2022). У деяких стратегічних анатомічних місцях лімфоїдна тканина організована в мигдалики. Останні є складними лімфоїдними органами, що часто містять крипти, які вистелені лімфоепітелієм (Khomich et al., 2020).

Лімфоїдна тканина, асоційована зі стінкою трубчастих органів травлення, дихання, сечо-статевих органів, представлена Т- і В-зонами. Т-зона представлена дифузною лімфоїдною тканиною, а В-зона – ЛВ з центрами розмноження (Khomich et al., 2020; Nagy et al., 2022).

Плямки Пейєра – це скупчення лімфоїдної тканини зі значним вмістом лімфоїдних вузликів (Nagy et al., 2022; Park et al., 2023). Вони характеризуються потовщеними ворсинками та помітним накопиченням лімфоїдних клітин в епітелії, власній пластинці та підслизовій основі, що мікроскопічно відрізняє їх від інших ділянок кишечника (Smith et al., 2022). Розви-

ток лімфоїдної тканини плямок Пейєра відбувається поступово, від дифузної її форми до вузликової (Sohel et al., 2020).

Дивертикул Меккеля є залишком жовткового мішка. Після вилуплення через нього до кишечника відбувається транспорт поживних речовин із жовткового мішка. Крім того, дивертикул Меккеля виконує захисну функцію. Пізніше в його слизовій оболонці з'являються крипти (Gofur, 2020). Морфофункціонально зрілим дивертикул вважають тоді, коли в скупченнях дифузної лімфоїдної тканини з'являються лімфоїдні вузлики. Лімфоїдна тканина розташована навколо просвіту дивертикула, який в окремих місцях вистелений лімфоепітелієм (Gofur, 2020; Nagy et al., 2022).

Апікальними сліпокишковими дивертикулами визначають лімфоїдну тканину, яка виявляється в стінках верхівок сліпих кишок птахів (Hamed & Shahmizad, 2021; Nagy et al., 2022). Вона містить добре розвинені агреговані вторинні лімфоїдні вузлики і виявляється у власній пластинці та підслизовій основі слизової оболонки (Nochi et al., 2018; Hamed & Shahmizad, 2021; Nagy et al., 2022). Поверхневий епітелій слизової оболонки апікальних сліпокишкових дивертикулів безпосередньо контактує з вузликами. Серед його клітин переважають стовпчасті епітеліоцити. Також виявляється невелика кількість келихоподібних клітин та окремі М-клітини (Nochi et al., 2018). Деякі вторинні вузлики проникають у м'язову оболонку та підсерозну основу серозної оболонки (Nochi et al., 2018).

Мета дослідження

Мета роботи – дослідження морфогенезу імунних утворень кишечника качок – плямок Пейєра, дивертикула Меккеля і сліпокишкових дивертикулів качок.

Матеріал і методи досліджень

Гістологічні дослідження виконували у науковій лабораторії імуноморфології кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин імені академіка В.Г. Касьяненка Національного університету біоресурсів і природокористування України. Електронно-мікроскопічні дослідження виконані в Центрі колек-

тивного користування електронними мікроскопами (ЦККЕМ) НАН України при лабораторії електронної мікроскопії Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.

Усі маніпуляції та евтаназію птахів здійснювали шляхом гострого знекровлення під етерним наркозом, для якого використовували Хлоретил у вигляді інгаляцій. Всі процедури проводили відповідно до “Загальних етичних принципів експериментів над тваринами” (Україна, 2001) (Rezников, 2003), що узгоджується з Законом України “Про захист тварин від жорстокого поводження” від 21.02.2006 року № 3447-IV (Law of Ukraine, 2006) та Положенням “Європейської конвенції про захист тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей” (1986 р.) (European convention for..., 1986).

Матеріал для дослідження відібрали від 80 бройлерних качок Благоварського кросу віком 1 доба, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 330 і 420 діб (по п’ять голів кожного віку).

Для гістологічних досліджень гострим лезом вирізали шматочки кишок з розташованими в них плямками Пейєра і відділяли дивертикул Меккеля і сліпокишкові дивертикули від кишок, де вони локалізовані. Відібраний матеріал етикетували і фіксували у 5–10 % водному розчині нейтрального формаліну протягом 5 діб і рідині Карнуа. Після фіксації у формаліні відібраний матеріал промивали у проточній воді, зневоднювали у спиртах зростаючої концентрації, ущільнювали і заливали у парафін за загальноприйнятою методикою (Goralskyi et al., 2019; Suvarna et al., 2019).

Матеріал, залитий у парафін, поміщали на дерев’яні блоки, з яких на санному мікротомі МПС–2 виготовляли зрізи товщиною 5–10 мкм. Зрізи фарбували гематоксиліном Караці та еозином – для встановлення особливостей мікроскопічної будови імунних утворень кишечника, гематоксиліном Вейгерта та пікрофуксином за Ван Гізона і аніліновим синім у комбінації з кислим фуксином та оранж G за Маллорі – для виявлення колагенових волокон, резорцинфуксином за Вейгертом – для диференціації еластичних волокон (Goralskyi et al., 2019; Suvarna et al., 2019). Для визначення ретикулярних волокон зрізи імпрегнували 1–2 % розчином аргентуму нітрату за методом Келемена (Goralskyi et al., 2019), який було модифіковано співробітниками кафедри гістології, цитології та ембріології Національного університету біоресурсів і природокористування України (Khomych et al., 2014). Зафарбовані та імпрегновані зрізи заключали в канадський бальзам (Goralskyi et al., 2019; Suvarna et al., 2019). Для гістологічних досліджень використовували світлові мікроскопи “Olympus” (Японія), “МБИ-6” та МБС-2.

Електронномікроскопічні дослідження проводили для вивчення ультрамікроструктури імунних утворень кишечника качок віком 180 діб, а саме клітинного складу їх лімфоїдної тканини, поверхневого епітелію та власної пластинки. Для цих досліджень матеріал відібрали не пізніше ніж за 5 хв після забою птиці. Досліджувані структури розрізали на шматочки завбільшки 1,5 мм³, фіксували у 2,5 % глутаральдегіді упродовж 1 год за t +4 °C, промивали 0,1 М Na-

кокадилатним буфером і знову фіксували у 2 % розчині осмієвої кислоти. Далі шматочки зневоднювали в етанолах зростаючої міцності та ацетоні й заливали у суміш епон-аралдит за загальноприйнятою методикою. Зразки вміщували у капсули, заливали сумішшю епоксидних смол (епону і аралдиту), які полімеризувалися протягом 24 год за t +37 °C і 24 год за t +60 °C (Ovalle & Nahimey, 2020). Ультратонкі зрізи товщиною 50–90 нм отримували на ультрамікротомі LKB-III B за допомогою скляних одноразових ножів. Зрізи наносили на колодієву основу і переносили на сітки, контрастували розчинами уранілацетату і пломбуму цитрату та досліджували під трансмісійним електронним мікроскопом JEM–1230 (JEOL, Японія). Морфологічні об’єкти фотографували камерою, вбудованою в електронний мікроскоп, на чорно-білу плівку та аналізували.

Результати та їх обговорення

Гістологічними дослідженнями встановлено, що стінка кишечника в місцях локалізації плямок Пейєра, а також стінка дивертикула Меккеля і сліпокишкових дивертикулів має таку ж будову, як і стінка інших частин кишечника. Тобто вона утворена слизовою, м’язовою і серозною оболонками.

На поперечному зрізі стінки кишечника в місцях локалізації імунних утворень її оболонки займають не однакову площу. Серед них найбільша площа припадає на слизову оболонку. Вона нерівномірно та асинхронно змінюється, досягаючи максимальних значень впродовж перших 25 діб життя птиці. Так, площа слизової оболонки до 10-добового віку качок збільшується у плямці Пейєра клубової кишки майже у 1,13 раза ($80,40 \pm 0,30$ %), до 20-добового – у плямках порожньої кишки більш ніж у 1,15 раза ($73,84 \pm 0,08$ %) та дивертикулі Меккеля у 1,33 раза ($81,28 \pm 0,19$ %), до 25-добового – у плямці Пейєра дванадцятипалої кишки в 1,13 раза ($71,66 \pm 0,25$ %), у плямках сліпих кишок у 1,11 раза ($77,71 \pm 0,41$ %) і в сліпокишкових дивертикулах в 1,08 раза ($74,21 \pm 0,63$ %). Найінтенсивніше збільшення площі слизової оболонки відбувається від першої до 5 доби – у дивертикулі Меккеля (у 1,17 раза), від 5 до 10 доби – у плямках Пейєра клубової (у 1,07 раза) та сліпих (у 1,05 раза) кишок і сліпокишкових дивертикулах (у 1,04 раза), від 15 до 20 доби – у плямках порожньої кишки (у 1,08 раза) і від 20 до 25 доби – у плямці дванадцятипалої кишки (в 1,03 раза). У качок старшого віку площа слизової оболонки нерівномірно зменшується: у плямці Пейєра дванадцятипалої кишки – в 1,19 раза, у плямках порожньої – в 1,21 раза, клубової – в 1,27 раза, сліпих кишок – у 1,73 раза, у дивертикулі Меккеля – в 1,23 раза і в сліпокишкових дивертикулах – у 2,06 раза.

М’язова оболонка за площею у стінці кишечника в місцях локалізації імунних утворень займає друге місце. Вона нерівномірно зменшується впродовж перших 25 діб життя птиці. Площа цієї оболонки до 10-добового віку качок зменшується у плямці Пейєра клубової кишки майже у 1,47 раза ($17,47 \pm 0,23$ %), до 20-добового – у плямках порожньої кишки більш ніж

у 1,36 раза ($22,89 \pm 0,08$ %) та дивертикулі Меккеля у 2,24 раза ($14,60 \pm 0,18$ %), до 25-добового – у плямці Пейера дванадцятипалої кишки в 1,21 раза ($25,29 \pm 0,26$ %), у плямках сліпих кишок більше ніж у 1,35 раза ($20,23 \pm 0,40$ %) і в сліпокишкових дивертикулах у 1,17 раза ($24,15 \pm 0,70$ %). Паралельно із найінтенсивнішим збільшенням площі слизової оболонки реєструється найінтенсивніше зменшення площі м'язової оболонки: від першої до 5 доби – у дивертикулі Меккеля (більше ніж в 1,42 раза), від 5 до 10 доби – у плямках Пейера клубової (у 1,28 раза) та сліпих (у 1,15 раза) кишок і сліпокишкових дивертикулах (у 1,08 раза), від 15 до 20 доби – у плямках Пейера порожньої кишки (у 1,21 раза) і від 20 до 25 доби – у плямці дванадцятипалої кишки (у 1,03 раза). У птиці старшого віку цей показник збільшується до 240 доби у сліпокишкових дивертикулах у 2,57 раза ($62,11 \pm 2,58$ %), до 330 доби – у плямках Пейера порожньої кишки майже у 1,75 раза ($40,01 \pm 0,52$ %), до 420 доби – у плямках дванадцятипалої, клубової та сліпих кишок відповідно у 1,55 раза ($39,07 \pm 0,16$ %), 2,04 раза ($35,68 \pm 0,49$ %) та майже у 2,63 раза ($53,15 \pm 1,05$ %). У дивертикулі Меккеля площа м'язової оболонки збільшується до 330-добового віку у 2,21 раза ($32,24 \pm 0,35$ %), але не досягає значення добового віку.

Серозна оболонка займає найменшу площу в стінці кишечника в місцях локалізації імунних утворень. У добової птиці вона найбільша (від $2,47 \pm 0,07$ до $6,20 \pm 0,02$ %). З віком птиці цей показник нерівномірно зменшується: у плямці Пейера дванадцятипалої кишки – в 6,52 раза, у плямках порожньої кишки – в 5,32 раза, клубової кишки – в 3,22 раза, сліпих кишок – у 1,24 раза, в дивертикулі Меккеля – у 4,37 раза, у сліпокишкових дивертикулах – у 1,79 раза.

Відомо, що функціональну основу імунних утворень трубчастих органів травлення ссавців і птахів формує лімфоїдна тканина, яка розташована у власній пластинці слизової оболонки і підслизовій основі (Male et al., 2020; Davison, 2022; Smith et al., 2022).

Згідно з результатами досліджень, лімфоїдна тканина імунних утворень кишечника качок розташована у власній пластинці та підслизовій основі слизової оболонки і в м'язовій оболонці (рис. 1, 2). Це призводить до зміни їх параметрів: збільшення товщини, розпушення епітелію і пучків гладких м'язових клітин тощо. Подібні зміни слизової оболонки імунних утворень кишечника курей описували й інші дослідники (Kannan et al., 2018; Qu, 2018; Talkad et al., 2019; Soheli et al., 2020; Dahariya et al., 2020).

Епітелій слизової оболонки кишечника в місцях локалізації імунних утворень простий стовпчастий облямовковий. Серед його клітин виявляли облямовкові, келихоподібні, ентероендокринні та М-клітини (рис. 3, 4, 5). Останні, завдяки електронно-мікроскопічним дослідженням, у 1972 р. диференціювали від ентероцитів і лімфоцитів у фолікуласоціюваному епітелії плямок Пейера людини R. L. Owen і A. L. Jones (Mörbe et al., 2021). Наявність М-клітин в епітелії імунних утворень птахів спостерігали (Alizadeh et al., 2020; Dyshlyuk, 2021; Smith et al., 2022).

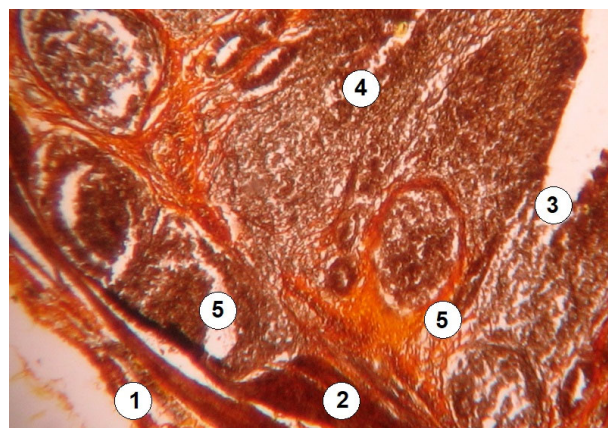


Рис. 1. Плямка Пейера дванадцятипалої кишки качки віком 60 діб: 1 – серозна оболонка; 2 – м'язова оболонка; 3 – слизова оболонка; 4 – дифузна лімфоїдна тканина; 5 – вторинні лімфоїдні вузлики. Імпрегнація аргентуму нітратом, $\times 400$

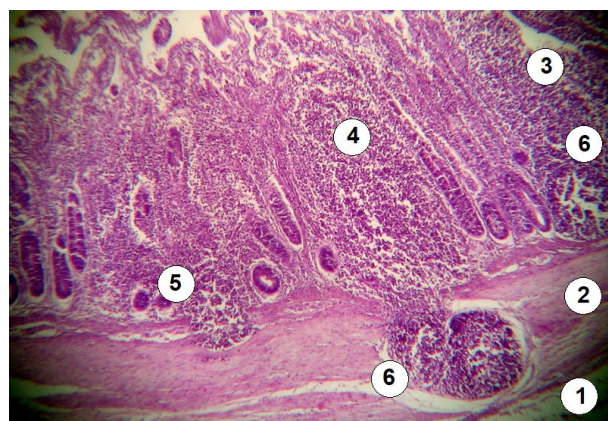


Рис. 2. Лімфоїдна тканина плямки Пейера порожньої кишки качки віком 20 діб: 1 – серозна оболонка; 2 – м'язова оболонка; 3 – слизова оболонка; 4 – дифузна лімфоїдна тканина; 5 – первинний лімфоїдний вузлик; 6 – вторинний лімфоїдний вузлик. Фарбування гематоксиліном та еозином, $\times 40$

Відомо, що ці клітини мають епітеліальне походження (Igweze, 2019; Kobayashi et al., 2019). Вони набули здатності фагоцитувати антигени і представляти їх антигенпрезентуючим клітинам (В-клітини пам'яті, дендритні клітини, макрофаги) та Т4+ клітинам (Kimura, 2018; Kulkarni & Newberry, 2019). Антигенпрезентуючі клітини мігрують у лімфоїдну тканину, де виділяють антиген, який контактує з CD4+ або CD8+ Т-лімфоцитами та В-лімфоцитами, запускаючи імунні реакції і викликаючи імунну відповідь (Kimura, 2018; Allaire et al., 2018; Dillon & Lo, 2019; Kulkarni & Newberry, 2019; Stefaniak et al., 2019; Nagy et al., 2022).

В місцях локалізації лімфоїдної тканини лімфоїдні клітини інфільтрують поверхневий епітелій та епітелій крипт, перетворюючи його на лімфоєпітелій. Таке ж явище в імунних утвореннях органів травлення курей описали Nagatake et al. (2019), Khomich et al. (2020), Dyshlyuk (2021).

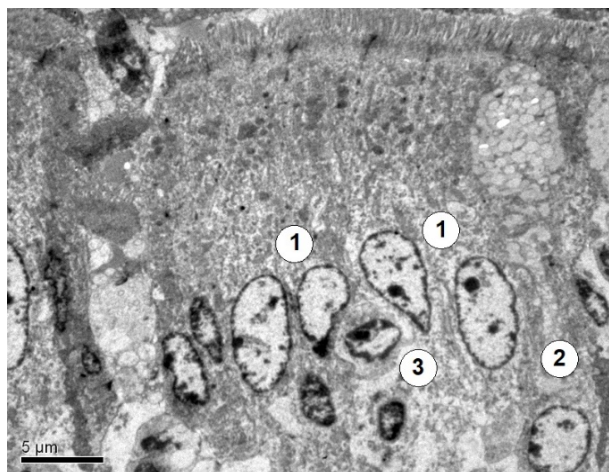


Рис. 3. Епітелій слизової оболонки порожньої кишки качки віком 180 діб: 1 – облямівкові клітини; 2 – келихоподібна клітина; 3 – інтраепітеліальні диморфіти. Електроннограма, $\times 2500$

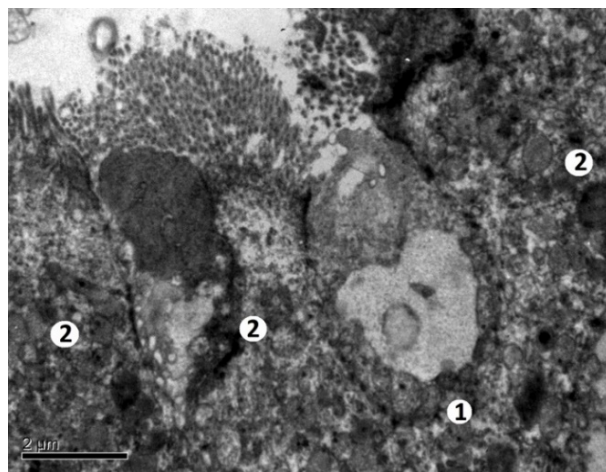


Рис. 4. М-клітина в епітелії плямки Пейєра порожньої кишки качки віком 180 діб: 1 – М-клітина; 2 – облямівкові клітини. Електронно-грама, $\times 8000$

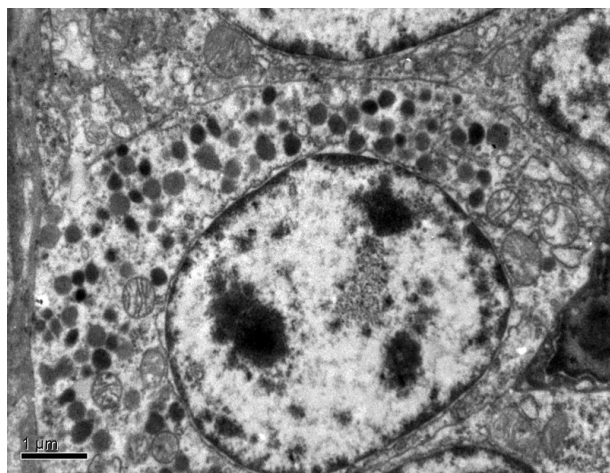


Рис. 5. Ентероендокриноцит епітелію клубової кишки качки віком 180 діб. Електроннограма, $\times 10\,000$

Крім клітин епітелію, гістологічними і субмікроскопічними дослідженнями в стінці кишечника в місцях локалізації імунних утворень виявили лімфоїдні клітини, фіброblastи, фіброцити, тучні клітини, гладкі м'язові клітини, ретикулярні клітини, колагенові, еластичні і ретикулярні волокна, що є їх структурними елементами.

Також субмікроскопічними дослідженнями підтверджено наявність в імунних утвореннях кишечника венул з високим ендотелієм, через які відбувається міграція лімфоцитів із крові в ділянки локалізації лімфоїдної тканини. Венули з високим ендотелієм виявляли у стравохідному мигдалику курей (Dyshlyuk, 2021), плямках Пейєра ссавців (Shirakabe, 2020).

Лімфоїдна тканина зумовлює функціональні особливості імунних утворень. У зв'язку з цим показники її вмісту в цих утвореннях дають змогу робити висновки про їхню функціональну активність і початок інволюції.

Як зазначено вище, лімфоїдна тканина імунних утворень кишечника качок розташована у слизовій і м'язовій оболонках. Її загальна площа збільшується нерівномірно й асинхронно до 150-добового віку пти-

ці у плямці Пейєра дванадцятипалої у 2,43 раза ($56,86 \pm 0,95\%$) та порожньої у 2,56 раза ($59,58 \pm 1,28\%$) кишок і сліпокишкових дивертикулах у 2,77 раза ($65,12 \pm 0,50\%$), до 210-добового – у плямці клубової кишки майже у 3,11 раза ($71,64 \pm 1,03\%$), до 330-добового – у плямках сліпих кишок у 2,31 раза ($37,84 \pm 5,12\%$) і до 420-добового віку – у дивертикулі Меккеля у 1,74 раза ($55,24 \pm 0,37\%$). Найінтенсивніше зростання цього показника реєструється від першої до 5 доби життя качок у плямці Пейєра клубової (у 1,34 раза) та сліпих (у 1,34 раза) кишок і дивертикулі Меккеля (у 1,18 раза), від 15 до 20 доби – у сліпокишкових дивертикулах (у 1,27 раза), від 120 до 150 доби – у плямках дванадцятипалої (у 1,27 раза) і порожньої кишок (у 1,24 раза). У птиці старшого віку вміст лімфоїдної тканини зменшується, що свідчить про початок її інволюції і відповідно – інволюції імунних утворень. Так, у плямці Пейєра дванадцятипалої кишки цей показник зменшується у 1,37 раза, плямках порожньої кишки – у 2,41 раза, плямці клубової кишки – в 1,39 раза, у плямках сліпих кишок – у 1,23 раза, у сліпокишкових дивертикулах – у 5,5 раза.

Тобто, за даними проведених досліджень, імунні утворення кишечника качок досягають максимальної

функціональної активності в неоднакові строки їхнього життя. З цим пов'язані й неоднакові строки настання їх інволюції. Подібні зміни вмісту лімфоїдної тканини в імунних утвореннях трубчастих органів травлення свійської качки спостерігала Khomich et al. (2020), Logvinova et al. (2020), Logvinova & Oliyar (2021), а в імунних утвореннях трубчастих органів травлення курей – Verma et al. (2019), Dyshlyuk (2021), Nagy et al. (2022).

Лімфоїдну тканину в слизовій оболонці всіх імунних утворень кишечника виявили у добових качок. У качок цього віку вона зареєстрована і в м'язовій оболонці сліпокишкових дивертикулів. У м'язовій оболонці інших утворень лімфоїдна тканина з'являється пізніше: у плямках Пейєра дванадцятипалої, клубової і сліпих кишок – з 10 доби, у дивертикулі Меккеля – з 15 доби і в плямках порожньої кишки – з 20 доби. Площа лімфоїдної тканини в м'язовій оболонці менша, ніж у слизовій всіх імунних утворень кишечника качок. Зі збільшенням першого показника, другий – зменшується. Площа лімфоїдної тканини слизової оболонки нерівномірно і хвилюподібно зменшується у плямці Пейєра дванадцятипалої кишки до 150-добового віку качок у 1,38 раза ($72,67 \pm 1,14$ %), до 330-добового – у плямках Пейєра порожньої кишки більше ніж у 1,35 раза ($73,71 \pm 0,49$ %) і сліпокишкових дивертикулах у 2,26 раза ($38,05 \pm 2,29$ %), до 420-добового – у плямках Пейєра клубової кишки більше ніж у 1,5 раза ($65,86 \pm 0,77$ %), сліпих кишок майже у 1,63 раза ($61,46 \pm 1,09$ %), у дивертикулі Меккеля у 1,28 раза ($78,45 \pm 0,47$ %). У плямці Пейєра дванадцятипалої кишки до 420-добового віку качок площа лімфоїдної тканини у слизовій оболонці збільшується у 1,19 раза ($86,75 \pm 1,50$ %). Збільшення площі лімфоїдної тканини у м'язовій оболонці відбувається нерівномірно й асинхронно до 150-добового віку качок у 3,58 раза у плямці Пейєра дванадцятипалої кишки ($27,33 \pm 1,14$ %), до 330-добового – майже в 3,55 раза у плямках порожньої кишки ($26,29 \pm 0,49$ %) і майже у 4,42 раза у сліпокишкових дивертикулах ($61,95 \pm 2,29$ %), до 420-добового віку – у 43,77 раза у плямці Пейєра клубової ($34,14 \pm 0,77$ %) та у 15,42 раза у плямках сліпих ($38,54 \pm 1,09$ %) кишок і в 13,81 раза у дивертикулі Меккеля ($16,79 \pm 0,12$ %). У качок старшого віку у плямці Пейєра дванадцятипалої кишки площа лімфоїдної тканини у м'язовій оболонці зменшується у 2,06 раза.

Висновки

Таким чином, проведеними дослідженнями встановлено, що стінка кишечника в місцях локалізації імунних утворень кишечника качок має таку будову, як і стінка кишечника. Тобто вона утворена слизовою, м'язовою і серозною оболонками, площа яких в усіх імунних утвореннях нерівномірно та асинхронно змінюється з віком птиці. Слизова оболонка займає найбільшу площу, яка нерівномірно та асинхронно змінюється, досягаючи максимальних значень (від $71,66 \pm 0,25$ до $81,28 \pm 0,19$ %) впродовж перших 25 діб життя качок. М'язова оболонка за площею займає друге місце. Вона нерівномірно зменшується у перші

25 діб життя птиці, а в старшій збільшується і досягає максимальних значень ($35,68 \pm 0,49$ – $46,67 \pm 1,39$ %) у 330- і 420-добовій птиці. Серозна оболонка займає найменшу площу. У добовій птиці цей показник найбільший (від $2,47 \pm 0,07$ до $6,20 \pm 0,02$ %) і з віком зменшується у 1,24–6,52 раза.

Гістологічними й електронномікроскопічними дослідженнями встановлено, що в стінці імунних утворень кишечника качок виявляються клітини поверхневого епітелію (облямківкові, келихоподібні, ентероендокринні, М-клітини, серед яких розташовані лімфоїдні клітини), фіброласти, фіброцити, гладкі м'язові клітини, тучні клітини, лімфоїдні клітини, макрофаги, колагенові, еластичні і ретикулярні волокна.

Лімфоїдна тканина, яка обумовлює функції імунних утворень, розташована в їх слизовій та м'язовій оболонках. У слизовій оболонці всіх імунних утворень і м'язовій оболонці сліпокишкових дивертикулів вона виявляється з добового віку птиці, в м'язовій оболонці інших імунних структур – з 10–20-добового. Загальна площа лімфоїдної тканини збільшується від добового ($27,03 \pm 0,88$ – $31,72 \pm 0,04$ %) до 150-добового віку качок в плямках Пейєра дванадцятипалої і порожньої кишок та сліпокишкових дивертикулах (відповідно $56,86 \pm 0,95$ %, $59,58 \pm 1,28$ %, $65,12 \pm 0,50$ %), до 210-добового віку в плямці Пейєра клубової кишки ($71,64 \pm 1,03$ %), до 330-добового віку в плямках Пейєра сліпих кишок ($37,84 \pm 5,12$ %), до 420-добового віку в дивертикулі Меккеля ($55,24 \pm 0,37$ %). У птиці старшого віку площа лімфоїдної тканини зменшується, що свідчить про початок її інволюції і відповідно – інволюції імунних утворень.

Відомості про конфлікт інтересів

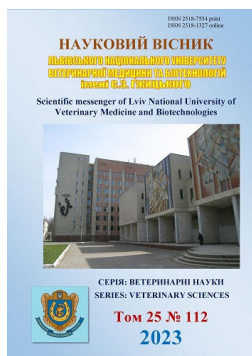
Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

- Alizadeh, M., Shojadoost, B., Astill, J., Taha-Abdelaziz, K., Karimi, S. H., Bavananthasivam, J., ... & Sharif, S. (2020). Effects of in ovo inoculation of multi-Strain Lactobacilli on cytokine gene expression and antibody-mediated Immune responses in chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 105. DOI: 10.3389/fvets.2020.00105.
- Allaire, J. M., Crowley, S. M., Law, H. T., Chang, S. Y., Ko, H. J., & Vallance, B. A. (2018). The intestinal epithelium: central coordinator of mucosal immunity. *Trends in immunology*, 39(9), 677–696. DOI: 10.1016/j.it.2018.04.002.
- Byrka, O., Yurchenko, V., Kushch, M., & Liakhovich, L. (2023). Morphofunctional features of Meckel's diverticulum of geese. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 66(1), 175–183. URL: https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art23.pdf.
- Casadei, E., & Salinas, I. (2019). Comparative models for human nasal infections and immunity. *Developmental & Comparative Immunology*, 92, 212–222. DOI: 10.1016/j.dci.2018.11.022.

- Dahariya, N., Sathapathy, S., Patra, R., Mishra, U. K., Sahu, S. K., Samal, L., ... & Joshi, S. K. (2020). Age wise histological studies on the major lymphoid organs in various chicken genotypes. *Journal of Animal Research*, 10(5), 811–819. DOI: 10.30954/2277-940X.05.2020.20.
- Davison, F. (2022). The importance of the avian immune system and its unique features. In *Avian immunology*. Academic Press, 2022, 1–9. DOI: 10.1016/B978-0-12-818708-1.00010-5.
- Dillon, A., & Lo, D. D. (2019). M cells: intelligent engineering of mucosal immune surveillance. *Frontiers in immunology*, 10, 1499. DOI: 10.3389/fimmu.2019.01499.
- Dyshlyuk, N. (2021). Morphogenesis of the wall of glandular part of the stomach in chickens during postnatal period of ontogenesis. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 12(4), 66–78.
- European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986, March). URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_137.
- Gofur, M. R. (2020). Meckel's diverticulum in animals and birds: An immuno-pathoclinical perspective. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 18(1), 1–12. DOI: 10.33109/bjvmj2020am1.
- Goralskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2019). Fundamentals of histological technique and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions. *Zhytomyr* (in Ukrainian).
- Hamed, S., & Shahmizad, M. (2021). Histological characterization of the gut-associated lymphoid tissue in three-month old guinea fowls (*Numida meleagris*). *The Philippine Journal of Veterinary Medicine*, 58(1), 96–101. URL: <https://ovcre.uplb.edu.ph/journals-uplb/index.php/PJVM/article/view/601>.
- Igweze, J. F. (2019). Study of cargo uptake in M-cells differentiated from Intestinal Organoid derived cell Monolayers (Doctoral dissertation, University of Toronto (Canada)), 1–80. URL: https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/108331/1/Igweze_Justice_201911_MSc_thesis.pdf.
- Kannan, T. A., Ramesh, G., Ushakumari, S., Vairamuthu, S., & Sivakumar, M. (2018). Age related ultrastructural changes in lymphoid organs of Nandanam layer chicken (*Gallus domesticus*). *J. Entomol. Zool. Stud*, 6, 1417–1421. URL: <https://www.entomoljournal.com/archives/2018/vol6issue4/PartX/6-3-347-194.pdf>.
- Khomich, V. T., Usenko, S. I., & Dyshliuk, N. V. (2020). Morphofunctional features of the esophageal tonsil in some wild and domestic bird species. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(2), 207–213. DOI: 10.15421/022030.
- Khomych, V. T., Usenko, S. I., Mazurkevych, T. A., Dyshlyuk, N. V., & Stegnei, Zh. G. (2014). Ukrainian patent for utility model 92763 IPC: G01N 33/00. Method of impregnation of paraffin tissue sections with silver nitrate; applicant and patent holder National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. No. u 201308503; declared on 08.07.2013; published on September 10, 2014; Bul. No. 17.
- Kimura, S. (2018). Molecular insights into the mechanisms of M-cell differentiation and transcytosis in the mucosa-associated lymphoid tissues. *Anatomical science international*, 93(1), 23–34. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12565-017-0418-6>.
- Kobayashi, N., Takahashi, D., Takano, S., Kimura, S., & Hase, K. (2019). The roles of Peyer's patches and microfold cells in the gut immune system: relevance to autoimmune diseases. *Frontiers in immunology*, 10, 2345. DOI: 10.3389/fimmu.2019.02345.
- Kulkarni, D. H., & Newberry, R. D. (2019). Intestinal macromolecular transport supporting adaptive immunity. *Cellular and molecular gastroenterology and hepatology*, 7(4), 729–737. DOI: 10.1016/j.jcmgh.2019.01.003.
- Kurono, Y. (2022). The mucosal immune system of the upper respiratory tract and recent progress in mucosal vaccines. *Auris Nasus Larynx*, 49(1), 1–10. DOI: 10.1016/j.anl.2021.07.003.
- Law of Ukraine No. 3447-IV “On the protection of animals from cruelty”. (2006, February). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/3447-15> (in Ukrainian).
- Logvinova, V. V. (2021). Postnatal morphogenesis of lymphoid tissue of the small intestine mucosa in Muscovy ducks (*Cairina moschata*). *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences: Collective monograph / University of Sciences in Lublin, Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2, 319–341. URL: https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/6335*.
- Logvinova, V. V., & Oliyar, A. V. (2021) Histoarchitecture of the lymphoid formations of the small intestine mucosa in Muscovy ducks. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: “Veterinary Medicine”*. Sumy NAU. 1(52), 31–37. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/5189> (in Ukrainian).
- Logvinova, V. V., Oliyar, A. V., & Lieshchova, M. A. (2020). Formuvannia imunnykh struktur tonkoi kyshky muskusnykh kachok (*Cairina moschata*). *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(1), 50–55. DOI: 10.32819/2020.81008 (in Ukrainian).
- Madkour, F. A., Mohamed, S. A., Abdalla, K. E., & Ahmed, Y. A. (2022). Developmental stages and growth of the proventriculus of post-hatching Muscovy duck: Light and electron microscopic study. *Microscopy research and technique*, 85(1), 56–70. DOI: 10.1002/jemt.23884.
- Male, D., Male, V., & Peebles, R. S. (2020). *Immunology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Mörbe, U. M., Jørgensen, P. B., Fenton, T. M., von Burg, N., Riis, L. B., Spencer, J., & Agace, W. W. (2021). Human gut-associated lymphoid tissues (GALT); diversity, structure, and function. *Mucosal immunology*, 14(4), 793–802. DOI: 10.1038/s41385-021-00389-4.
- Nagatake, T., Kunisawa, J., & Kiyono, H. (2019). Lymphoid tissues associated with gastrointestinal (GI) mucosa. *Lymph Node Metastasis in Gastrointestinal Cancer*, 111–126. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-4699-5_5.

- Nagy, N., Olah, I., & Vervelde, L. (2022). Structure of the avian lymphoid system. *Avian Immunology*, 11–44. DOI: 10.1016/B978-0-12-818708-1.00027-0.
- Nochi, T., Jansen, C. A., Toyomizu, M., & van Eden, W. (2018). The Well-Developed Mucosal Immune Systems of Birds and Mammals Allow for Similar Approaches of Mucosal Vaccination in Both Types of Animals. *Frontiers In Nutrition*, 5, 60. DOI: 10.3389/fnut.2018.00060.
- Ovalle, W. K., & Nahirney, P. C. (2020). *Netter's Essential Histology*, 3rd Edition. Elsevier.
- Park, J. I., Cho, S. W., Kang, J. H., & Park, T. E. (2023). Intestinal Peyer's Patches: Structure, Function, and In Vitro Modeling. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 20, 341–353. DOI: 10.1007/s13770-023-00543-y.
- Qu, W. (2018). Characterization of antigen-presenting cells in chicken peyer's patches by immunohistochemical staining (Doctoral dissertation). URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/187124187.pdf>.
- Reznikov, O. H. (2003). General ethical principles of experiments on animals. *The first National Congress on Bioethics. Endocrinology*, 8(1), 142–145.
- Saleh, T. F., Altaey, O. Y., & Ahmed, N. S. (2022). Avian caecal tonsils Anatomy and Histology, A species comparison in five Iraqi domesticated birds. *AL-Qadisiyah Journal of Veterinary Medicine Sciences*, 21(2), 19–30. URL: <https://www.iasj.net/iasj/download/853f0c79b223ef3e>.
- Shirakabe, K., Higashiyama, M., Shibuya, N., Horiuchi, K., Saruta, M., & Hokari, R. (2020). Microscopic observation of lymphocyte dynamics in rat Peyer's patches. *Journal of Visualized Experiments*, 160, e61568. DOI: 10.3791/61568.
- Smith, A. L., Powers, C., & Beal, R. (2022). The avian enteric immune system in health and disease. In book: *Avian Immunology*, 303–326. DOI: 10.1016/B978-0-12-818708-1.00030-0.
- Sohel, M. S. H., Islam, K. N., & Rahman, M. L. (2020). Growth and distribution of intestinal mucosa associated lymphoid tissues and peyer's patches in native chicken (*Gallus gallus domesticus*) of Bangladesh. *Res J. Vet. Pract*, 8(4), 56–61. DOI: 10.17582/journal.rjvp/2020/8.4.56.61.
- Souza, C. D., McEntire, M., Valli, V. E. T., & Jacobs, R. M. (2022). Structure and Function of Primary and Secondary Lymphoid Tissue. *Schalm's Veterinary Hematology*. Wiley Online Library. DOI: 10.1002/9781119500537.ch9.
- Stefaniak, T., Madej, J. P., Graczyk, S., Siwek, M., Łukaszewicz, E., Kowalczyk, A., ... & Bednarczyk, M. (2019). Selected prebiotics and synbiotics administered in ovo can modify innate immunity in chicken broilers. *BMC veterinary Research*, 15, 1–9. URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12917-019-1850-8>.
- Suvarna, S. K., Layton, C., & Bancroft, J. D. (2019). *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques*. Eight Ed., Elsevier, 584. DOI: 10.1016/C2015-0-00143-5.
- Talkad, M. S., D'souza, P., & Marimuthu, S. (2019). Small intestinal gut-associated lymphoid tissue histomorphometry analysis in broilers supplemented with Stodi®. *Journal of Medicinal Plants*, 7(5), 141–145. URL: <http://staging.naturalremedy.com/wp-content/uploads/2021/05/GALT-Journal-of-Medicinal-Plants-Studies-2019.pdf>.
- Verma, R., Gupta, S. K., Karmore, S. K., Shukla, S., & Barhaiya, R. K. (2019). Histomorphological and Histochemical Studies on Caecal Tonsils of Kadaknath Fowl. *Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology*, 14(3), 1–4. URL: <https://acspublisher.com/journals/index.php/ijvsbt/article/view/2593>.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11216
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:616-07:616.61:636.8

Prevalence and features of early diagnosis of chronic kidney disease in cats

O. Ya. Ostrovskiy✉, L. G. Slivinska

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

Article info

Received 04.09.2023
Received in revised form
05.10.2023
Accepted 06.10.2023

Stepan Gzhyskyi National
University of Veterinary
Medicine and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-063-456-67-70
E-mail: oleh.ostrovskiy@gmail.com

Ostrovskiy, O. Ya., & Slivinska, L. G. (2023). Prevalence and features of early diagnosis of chronic kidney disease in cats. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 98–106. doi: 10.32718/nvlvet11216

Chronic kidney disease (CKD) in cats is a long-term process characterized by the irreversible loss of metabolic, endocrine, and excretory functions of the kidneys, usually due to the development of nephrosclerosis. The overall prevalence of CKD in cats is approximately 2 % to 4 % and increases to 30–40 % in cats older than 10 years. It is the second leading cause of death. CKD can occur due to polycystic disease, pyelonephritis, glomerulonephritis, neoplasia, amyloidosis, viral infections, urolithiasis and is the most common cause of hypertension in cats, accounting for 20 to 60 % of cases. Cats often have a combined course of hyperthyroidism and CKD. For CKD in cats, hyporexia (64.8 %), polyuria and polydipsia (56.7 %), anemia of mucous membranes (67.5 %), impaired coordination of movements (35 %), vomiting (43 %), ulcerative stomatitis were most often noted (37.8 %). Polyuria, polydipsia, polyphagia, nausea, and vomiting were detected in cats with combined course of hyperthyroidism. It was established that the 1st stage of CKD passes without pronounced changes in the blood serum but with the preservation of the symptoms of the disease. The concentration of cystatin C in the blood serum of cats with impaired kidney function at all stages was higher ($P > 0.001$) compared to clinically healthy animals by 13.9, 34.7, and 73.6 %. In cats at II–IV stages, a significant increase in azotemia was established, accompanied by an increase in creatinine and urea content ($P > 0.001$) compared to clinically healthy animals. A clear tendency to decrease the rate of glomerular filtration was established at different stages of CKD: at II – 115.8 ± 1.43 ml/min/1.73; the third – 101.7 ± 1.02 ; IV – 83.9 ± 1.20 ml/min/1.73. The level of SDMA in the blood serum of cats was higher ($P < 0.001$) in stage II (21.30 ± 0.64 µg/dl), III (30.96 ± 1.17 µg/dl), and IV (91.87 ± 12.54 µg/dl) compared to the control group. A violation of mineral and bone metabolism was established, even in the early stages of the disease, which was characterized by a decrease ($P < 0.001$) in the level of total calcium and an increase in the level of inorganic phosphorus and potassium in the blood serum of cats. In the combined course of CKD and hyperthyroidism, an increase ($P < 0.001$) in the level of the total hormone T4 in blood serum was found in diseased cats in stages II and IV. Arterial hypertension was established in 16 cats, the risk of which increased from moderate ($148 \pm 4.7/98 \pm 3.8$ mmHg at the II stage of the course) to high at the IV stage (188 ± 3.8 mmHg. and 116.7 ± 4.06 mmHg). The development of anemic syndrome, microcytic hyperchromic anemia, and changes in the physical properties and chemical composition of urine were established.

Key words: stages of CKD, arterial hypertension, hyperthyroidism, creatinine, symmetrical dimethylarginine, inorganic phosphorus, total calcium, T4, glomerular filtration rate, cystatin C, urine.

Поширення та особливості ранньої діагностики хронічної хвороби нирок у котів

О. Я. Островський✉, Л. Г. Слівінська

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

Хронічна хвороба нирок (ХХН) у котів – це тривалий процес, що характеризується незворотною втратою метаболічної, ендокринної та екскреторної функцій нирок, як правило, внаслідок розвитку нефросклерозу. Загальна поширеність ХХН у котів стано-

вить приблизно від 2 % до 4 % і зростає до 30–40 % у котів старших 10 років та посідає друге місце серед основних причин їх смерті. ХХН може виникати за полікістозу, пієлонефриту, гломерулонефриту, неоплазій, амілоїдозу, вірусних інфекцій, сечокам'яної хвороби і є найбільш поширеною причиною гіпертензії у котів, що становить від 20 до 60 % випадків. У котів часто зустрічаються поєднаний перебіг гіпертиреозу і ХХН. За ХХН у котів найчастіше відмічали гіпорексію (64,8 %), поліурію та полідипсію (56,7 %), анемічність слизових оболонок (67,5 %), порушення координації рухів (35 %), блювання (43%), виразковий стоматит (37,8 %). За ХХН у котів з поєднаним перебігом гіпертиреозу виявляли поліурію, полідипсію, поліфагію, нудоту і блювання. Встановлено, що І стадія ХХН перебігає без виражених змін в сироватці крові, але із збереженням симптоматики захворювання. Концентрація цистатину С у сироватці крові котів із порушенням функції нирок на усіх стадіях була вищою ($P > 0,001$) порівняно з клінічно здоровими тваринами на 13,9; 34,7 та 73,6 %. У котів на II–IV стадіях встановлено суттєве наростання азотемії, що супроводжується збільшенням вмісту креатиніну і сечовини ($P > 0,001$) порівняно з клінічно здоровими тваринами. Встановлено чітку тенденцію до зниження швидкості клубочкової фільтрації на різних стадіях ХХН: на II – $115,8 \pm 1,43$ мл/хв/1,73; третій – $101,7 \pm 1,02$; IV – $83,9 \pm 1,20$ мл/хв/1,73. Рівень СДМА у сироватці крові котів був вищий ($P < 0,001$) на II стадії ($21,30 \pm 0,64$ мкг/дл), III ($30,96 \pm 1,17$ мкг/дл) і IV ($91,87 \pm 12,54$ мкг/дл) порівняно з контрольною групою. Встановлено порушення мінерального та кісткового метаболізму, навіть на ранніх стадіях захворювання, що характеризувалось зниженням ($P < 0,001$) рівня загального Кальцію, збільшення рівня неорганічного Фосфору та Калію у сироватці крові котів. За поєданого перебігу ХХН і гіпертиреозу встановлено збільшення ($P < 0,001$) рівня гормону загального T_4 в сироватці крові у хворих котів на II–IV стадіях. У 16 котів встановлена артеріальна гіпертензія, ризик якої зростає від помірної ($148 \pm 4,7/98 \pm 3,8$ мм.рт.ст. на II стадії перебігу) до високого на IV стадії ($188 \pm 3,8$ мм.рт.ст. та $116,7 \pm 4,06$ мм.рт.ст.). Встановлено розвиток анемічного синдрому та мікроцитарної гіпехромної анемії, зміни фізичних властивостей та хімічного складу сечі.

Ключові слова: стадії ХХН, артеріальна гіпертензія, гіпертиреоз, креатинін, симетричний диметиларгінін (СДМА), неорганічний Фосфор, загальний Кальцій, T_4 , швидкість клубочкової фільтрації, цистатин С, сеча.

Вступ

Виникнення хронічної хвороби нирок недооцінюється як у медицині, так і у ветеринарії (Conroy et al., 2019). Хронічна хвороба нирок (ХХН) у котів – це тривалий процес, що характеризується незворотною втратою метаболічної, ендокринної та екскреторної функцій нирок, як правило, внаслідок розвитку нефросклерозу. Загальна поширеність хронічної хвороби нирок у котів становить приблизно від 2 % до 4 % і зростає до 30–40 % у котів старших 10 років та посідає друге місце серед основних причин їх смерті (Marino et al., 2014; Brown et al., 2016; Holovakha et al., 2020; Kongtasai et al., 2022).

Хронічна хвороба нирок є кінцевою стадією ряду різних захворювань або станів, а не окремою хворобою і може виникати за полікістозу нирок (вроджені вади), пієлонефриту (бактеріальні ураження), гломерулонефриту, неоплазій (лімфосаркома), амілоїдозу, вірусних інфекцій (лейкоз, вірусний інфекційний перитоніт), сечокам'яної хвороби (Lokes, 2010; Morozenko & Krasovskiy, 2023).

Хронічна хвороба нирок у котів тісно пов'язана із серцево-судинними хворобами (ССХ). Обидві категорії захворювань мають спільні ризики, зокрема гіпертензію. Існує певний взаємозв'язок між ними, артеріальна гіпертензія (АГ) сприяє розвитку хронічної хвороби нирок, а вона в свою чергу – гіпертензії. Пошкодження нирок може призвести до підвищення артеріального тиску (АТ) та як наслідок до гіпертензії і, в подальшому, гіпертензія може призвести до пошкодження нирок (Gansevoort et al., 2013). Такий тісний взаємозв'язок між АГ та ХХН дає можливість полегшити перебіг обох захворювань шляхом контролю гіпертензії. ХХН є найбільш поширеною причиною гіпертонії у котів і за даними літературних джерел становить від 20 до 60 % випадків (Lawson & Jepson, 2021). Системне вимірювання артеріального кров'яного тиску вказує на ступінь ризику захворювання ХХН та є важливим фактором для встановлення діагнозу.

Нормальний рівень кров'яного тиску життєво необхідний для функціонування, як кожного окремого органу зокрема, так і організму в цілому. Підвищення артеріального тиску виникає внаслідок затримки іонів натрію і води в організмі та активації ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (Ames et al., 2019). Стійка артеріальна гіпертензія є небезпечною для органів-мішеней (ТОД), зокрема і нирок, які підтримують нормальний рівень артеріального тиску.

У котів часто зустрічаються поєднаний перебіг гіпертиреозу і хронічної хвороби нирок. Відомо, що між гормонами щитовидної залози та функцією нирок існує взаємодія, при якій протікають фізіологічно антагоністичні процеси. Гіпертиреоз викликає катаболізм білків, збільшує нирковий кровотік і швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ). Ці процеси роблять традиційні ниркові маркери нечутливими для виявлення хронічної хвороби нирок у котів з неконтрольованим гіпертиреозом (Yu et al., 2022).

Проте вироблення і метаболізм симетричного диметиларгініну (СДМА) може бути змінений дисфункцією щитовидної залози незалежно від швидкості клубочкової фільтрації (Peterson et al., 2019; Ostrovs'kyj & Slivins'ka, 2021; Kongtasai et al., 2022).

Існує цілий ряд нових, малодосліджених, ниркових біомаркерів у котів (альбумін, СДМА, цистатин С, ліпокалін, трансферин, фактор росту фібробластів FGF23 та інші), які потребують ще комбінованої аналітичної, біологічної та клінічної перевірки (Marino et al., 2014; O'Neill et al., 2014; Hall et al., 2018; Kongtasai et al., 2022).

Діагностика захворювань нирок домашніх котів є однією з актуальних проблем сучасної ветеринарної медицини. Для діагностики хронічної хвороби нирок (ХХН) розроблено клінічні, біохімічні та інструментальні методи, однак багато питань щодо ранньої діагностики ХХН залишаються маловідомими.

Мета дослідження

Вивчити поширення, встановити інформативність ранніх діагностичних тестів за хронічної хвороби нирок у котів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились у клініці дрібних тварин кафедри внутрішніх хвороб тварин та клінічної діагностики Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Під час виконання роботи всього було досліджено 86 котів, з них 37 – з ХХН. У 14 котів різних порід діагностовано поєднаний перебіг гіпертиреозу і ХХН на різних стадіях хвороби I (3), II (2), III (5), IV (4), а у 16 – артеріальна гіпертензія і ХХН. У контрольну групу входили 10 клінічно здорових тварин. Хронічну хворобу нирок діагностували у котів у віці старше 6–7 років (65 %) та старше 10 років (35 %) різних порід (британська, персидська, шотландська, ангорська і метиси). Усіх тварин досліджували за наступною схемою: збір анамнестичних даних (вік, стать, порода, маса тіла), клінічне дослідження, тонометрія, лабораторні аналізи крові і сечі.

Відбір крові у котів здійснювали з підшкірної вени передпліччя. Гематологічні дослідження проводили за допомогою аналізатора Mythic 18, біохімічні – автоматичного біохімічного аналізатора “Mindray BS-120” (Китай) із використанням реагентів фірми PZ Cormay S.A. (Польща). Загальний наліз сечі проводили за допомогою урологічного аналізатора “URYXXON Relax Vet” та тест-смужки “Medi-Test Combi 10 Vet” і отримували осад сечі в день забору, протягом 24 години. ТонOMETрію проводили тонометром “Pet MAP+II”.

В сироватці крові визначали СДМА імунофлюоресцентним методом, вміст цистатину С у сироватці крові – імунотурбідиметричним методом та концентрацію гормону Т4 у ветеринарній лабораторії “Labovet” м. Львів.

Результати біохімічних досліджень наведені у відповідності до Міжнародної системи одиниць, рекоме-

ндованої для використання в клінічній лабораторній практиці. Аналіз результатів досліджень проводився за допомогою програмного пакету Statistica 7.0 (StatSoft Inc., США). Дані представлені в таблиці у вигляді $x \pm SE$ ($x \pm$ стандартне відхилення). Для порівняння різниці середніх параметрів між контрольною та експериментальною групами ми використовували критерій Тьюкі, де відмінності вважалися статистично значущими при $P < 0.05$ для всіх даних.

Усі маніпуляції з тваринами проводилися відповідно до Європейської конвенції “Про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей” (Страсбург, 1986) та “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, прийнятих Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.). Експерименти проводилися відповідно до принципів гуманності, викладених у директиві Європейського Співтовариства.

Результати та їх обговорення

За хронічної хвороби нирок у котів встановлено стадійність захворювання згідно рекомендацій (IRIS) та симптоми, які найчастіше зустрічаються на кожній стадії: гіпорексія – у 64,8 % тварин, поліурія та полідипсія – 56,7 %, анемічність слизових оболонок – 67,5 %, порушення координації рухів – 35 %, блювання – 43 %, виразковий стоматит – 37,8 %.

При клінічному дослідженні котів з поєднаним перебігом гіпертиреозу і ХХН виявляли поліурію, полідипсію, поліфагію, нудоту і блювання, які характерні як для ХХН так і гіпертиреозу.

Разом із клінічними дослідженнями провели визначення основних діагностичних маркерів ХХН (вмісту креатиніну, сечовини, неорганічного Фосфору, загального Кальцію, Калію, СДМА, цистатину С, швидкості клубочкової фільтрації, гормону Т4) та інших біохімічних показників крові (загального білка, альбуміну, АсАТ, АлАТ, холестеролу, глюкози) (табл. 1). встановлено їх зміни за стадіями перебігу хвороби.

Таблиця 1

Деякі біохімічні показники крові котів за хронічної хвороби нирок

Показники	Клінічно здорові, n = 10	II стадія n = 10	III стадія n = 10	IV стадія n = 10
Загальний протеїн, г/л	55,6–75,0 65,5 ± 2,09	62,8–75,8 68,8 ± 1,38	71,5–82,4 76,8 ± 1,16***	78,2–92,4 86,6 ± 1,59***
Альбумін, г/л	27,5–38,0 31,9 ± 1,04	24,7–38,5 33,4 ± 1,26	35,0–45,2 38,6 ± 1,19***	26,3–35,1 29,7 ± 1,12
АлАТ, од/л	15,0–40,4 32,6 ± 1,04	48,5–67,9 56,8 ± 2,06***	85,0–106,0 95,8 ± 2,32***	115,4–172,0 142,3 ± 6,14***
АсАТ, од/л	18,0–42,0 31,5 ± 2,65	44,0–59,6 50,8 ± 1,62***	71,0–85,0 77,6 ± 1,71***	72,0–105,0 92,5 ± 3,52***
Холестерол, ммоль/л	1,8–3,5 2,1 ± 0,20	3,8–5,8 4,5 ± 0,21***	3,8–4,5 4,1 ± 0,09***	4,5–8,1 5,9 ± 0,39***
Глюкоза, ммоль/л	4,1–5,8 5,0 ± 0,17	3,4–7,0 4,7 ± 0,38	4,9–9,6 7,10 ± 0,50**	4,6–8,1 6,3 ± 0,33**

Примітка: P < 0,05*, P < 0,01*, P < 0,001*** – порівняно з клінічно здоровими

Креатинін є одним із кінцевих продуктів азотного обміну. У здорових тварин креатинін фільтрується клубочковим апаратом нефрона і не реабсорбується в каналцях, тому визначення його вмісту в сироватці крові є важливим показником фільтраційної функції клубочків нирок (Hall et al., 2014).

Відомо, що у котів I стадії ХХН перебігає без підвищення рівня креатиніну в сироватці крові, але із збереженням симптоматики захворювання (Lokes, 2010). В результаті лабораторного дослідження нами встановлено, що вміст креатиніну в сироватці крові котів на I стадії ХХН був в межах фізіологічних коливань. У котів на II стадії ХХН вміст креатиніну в си-

роватці крові підвищувався до $185,9 \pm 8,44$ мкмоль/л, що у 2,1 рази більше ($P < 0,001$) порівняно з клінічно здоровими тваринами. У тварин на III стадії (компенсації) даний показник в середньому становив $332,0 \pm 12,84$ мкмоль/л і був вищий ($P < 0,001$) у 1,78 рази порівняно з тваринами на II стадії ХХН. Нами встановлено, що на IV стадії декомпенсації (тяжкої азотемії) в сироватці крові котів за ХХН вміст креатиніну в середньому становив $642,7 \pm 52,33$ (450–1003) мкмоль/л і був вищим ($P < 0,001$) у 6,7; 3,5; 1,9 рази порівняно з показниками у клінічно здорових тварин та на II і III стадіях.

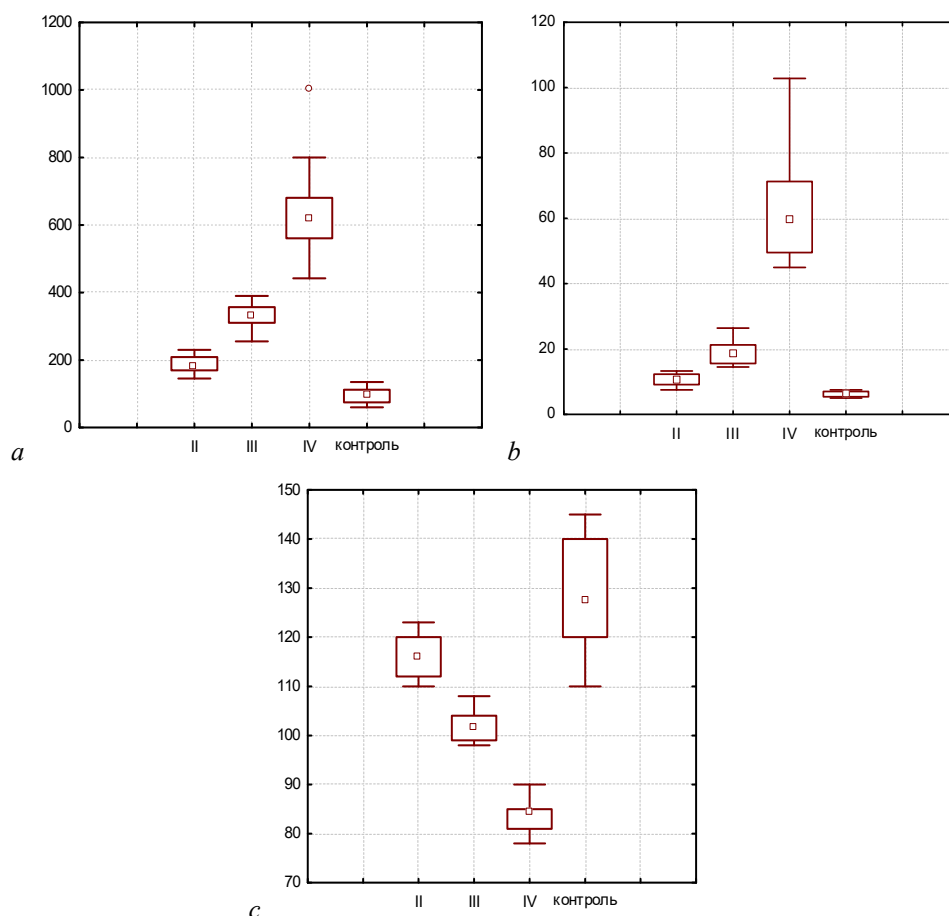


Рис. 1. Вміст креатиніну, сечовини та швидкість клубочкової фільтрації у сироватці крові котів за II, III, IV стадії ХХН та клінічно здорових: а – вміст креатиніну (мкмоль/л); б – вміст сечовини (ммоль/л); с – швидкість клубочкової фільтрації (мл/хв/1,73).

Сироваткову концентрацію креатиніну (sCr) зазвичай використовують як маркер швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ) у котів. На жаль концентрація креатиніну в сироватці крові за ХХН має кілька обмежень. Зв'язок між sCr і ШКФ не є лінійним, що обмежує чутливість креатиніну для виявлення ранніх захворювань нирок. На концентрацію креатиніну в сироватці крові впливає м'язова маса пацієнта, що призводить до широкого референтного діапазону (Hall et al., 2018). Також відомо, що значне зниження функціонального стану нирок може не супроводжуватися відповідним підвищенням рівня креатиніну, інколи навіть протягом декількох діб (Kongtasai,

2022). Тому нами здійснений пошук нових, більш точних маркерів пошкодження нирок.

Вміст сечовини в сироватці крові є одним із маркерів аутоінтоксикації у тварин. За зміною її концентрації у сироватці крові проводять моніторинг перебігу ниркової недостатності, особливо на перших двох стадіях ХХН.

Нами встановлено збільшення вмісту сечовини у сироватці крові котів на всіх стадіях ХХН. Зокрема на другій стадії ХХН даний показник був вищим на 70 % порівняно з клінічно здоровими тваринами. III і IV стадії ХХН характеризувалися збільшенням вмісту сечовини у 1,8; 5,6 та 3,0; 10,1 рази порівняно з тваринами на другій стадії та клінічно здоровими відповідно.

Швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ) є показником ниркової фільтрації та екскреції, завдяки якому виявляють зниження функції органів набагато раніше, ніж більш широко використовувані ниркові біомаркери. Зазвичай використовувані непрямі маркери ШКФ, сироватковий креатинін (sCr) і сечовина, не є достатньо чутливими або специфічними для раннього виявлення ниркової дисфункції. В результаті досліджень нами встановлено чітку тенденцію до зниження даного показника на різних стадіях ХХН: на другій стадії ХХН ШКФ становила $115,8 \pm 1,43$ мл/хв/1,73; на третій – $101,7 \pm 1,02$; четвертій – $83,9 \pm 1,20$ мл/хв/1,73. Отже, ШКФ є одним з ранніх маркерів порушення функції нирок і її зміни настають значно раніше, ніж зниження концентраційної функції нирок і накопичення в крові азотистих шлаків (Hendy-Willson & Pressler, 2011).

Одними із сучасних маркерів оцінки функції нирок є СДМА та АДМА (симетричний і асиметричний диметиларгінін), оскільки їхні рівні тісно пов'язані зі швидкістю клубочкової фільтрації. Проте існує сильніший кореляційний зв'язок між клубочковою фільтрацією та рівнем СДМА, порівняно з АДМА, незважаючи на високу хімічну подібність між молекулами.

Тому симетричний СДМА більш інформативний, ніж АДМА у тварин з хронічною хворобою нирок. Симетричний диметиларгінін у сироватці крові (СДМА) – це новий біомаркер функції нирок. Завдяки його проведення у 2,2 % котів частіше стали діагностувати ХХН на ранній стадії при нормальному рівні креатиніну в сироватці крові ще до появи азотемії (Hall et al., 2014; Maeda et al., 2015).

Нами встановлено, що рівень СДМА у сироватці крові котів на I стадії ХХН був підвищений і в середньому становив $16,6 \pm 0,41$ мкг/дл ($14,0\text{--}18,2$) за норми < 14 мкг/дл. На II стадії ($21,30 \pm 0,64$ мкг/дл), III ($30,96 \pm 1,17$ мкг/дл) і IV ($91,87 \pm 12,54$ мкг/дл) даний показник був вищий ($P < 0,001$) порівняно з контрольною групою. Підвищений рівень СДМА (> 14 мкг/дл) може бути використано для ранньої діагностики ХХН, що дозволить призначити своєчасне лікування тварин та сповільнення прогресування захворювання на тривалий період. Отже, тест на СДМА є клінічно важливим і надійним інструментом для діагностики ранньої ХХН у дрібних тварин, коли рівень креатиніну все ще знаходиться в межах норми (Jepson et al., 2013).

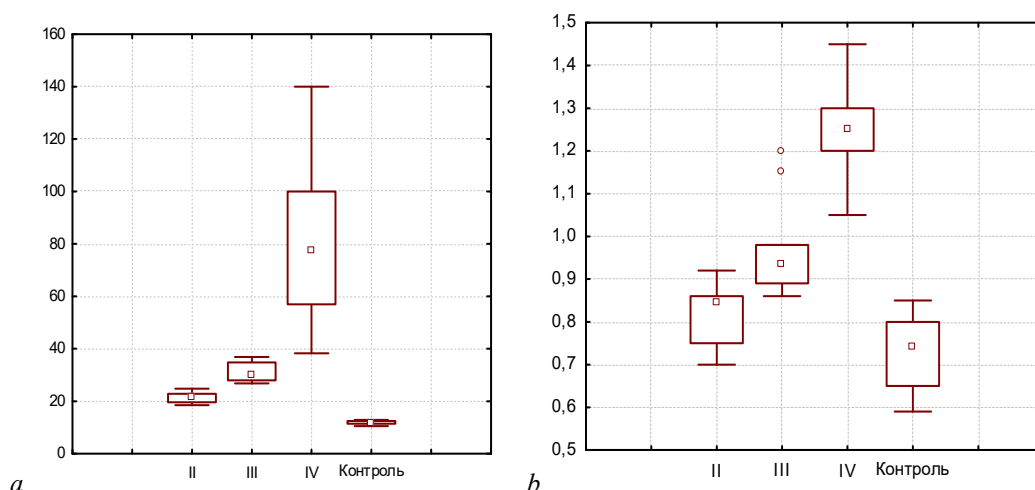


Рис. 2. Вміст симетричного диметиларгініну та цистатину С у сироватці крові котів за II, III, IV стадії ХХН та клінічно здорових: а – вміст симетричного диметиларгініну (мкг/дл); б – вміст цистатину С (мг/л).

Цистатин С – це білок із групи інгібіторів цистеїнових протеаз, який вільно фільтрується нирками через клубочкову мембрану завдяки малій молекулярній масі і його рівень відносно стабільний в системній циркуляції. Ці властивості дозволяють розглядати Цистатин С як показник, що відображає видільну функцію нирок. Цистатин С в сироватці крові є чутливим маркером порушення ШКФ, негативно корелює з величиною швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ), особливо при відсутності збільшення креатиніну. Функція нирок може виявитися зниженою більш ніж на 50 % до того моменту, коли рівень креатиніну тільки перевищить верхню межу норми. Тому підвищення рівня Цистатину С є інформативним вже на ранніх стадіях порушення видільної функції нирок і чим важчий процес, тим вище його концентрація в крові. Цистатин С у сироватці крові (sCysC) є потенційним біомаркером для раннього виявлення хронічної

хвороби нирок (ХХН) у котів (Poświatowska-Kaszczyńska, 2012; Ghys et al., 2014; Ghys et al., 2016).

Концентрація цистатину С у сироватці крові котів із порушенням функції нирок на усіх стадіях була вищою ($P > 0,001$) порівняно з клінічно здоровими тваринами. Зокрема на II стадії ХХН його концентрація була вищою на 13,9 % порівняно з клінічно здоровими тваринами; на III – 34,7 % і IV – 73,6 % відповідно.

Аналіз даних довів, що цистатин С є більш надійним параметром, ніж креатинін, для оцінки функції нирок у котів, а визначення цистатину С у сироватці крові має діагностичне значення на ранніх стадіях ХХН у котів.

У котів із хронічною хворобою нирок (ХХН) спостерігаються порушення мінерального та кісткового метаболізму, навіть на ранніх стадіях захворювання.

Нирки відіграють основну роль у гомеостазі Кальцію та фосфатів. Поступове зниження кількості функ-

ціонуючих нефронів при ХХН призводить до затримки фосфату, що стимулює вироблення фосфатних гормонів, фактора росту фібробластів 23 (FGF23) і, згодом, паратиреоїдного гормону (ПТГ), щоб підтримувати фізіологічні концентрації фосфату в плазмі (Tang et al., 2022).

У ході досліджень нами встановлено, що вміст загального Кальцію у сироватці крові котів на II стадії в середньому становив $2,50 \pm 0,04$ ммоль/л, що на 4,2 %

вище порівняно з клінічно здоровими котами. Очевидно, на II стадії ХХН у котів проходять процеси коли адаптаційна реакція, яка впливає на регуляцію метаболізму Кальцію, а також на ремоделювання кісток, не може запобігти підвищенню концентрації фосфату в плазмі, а це сприяє ектопічній кальцифікації. Ці адаптаційні реакції разом називаються хронічною хворобою нирок – розладом мінералів і кісткової тканини (Van Den Broek et al., 2017).

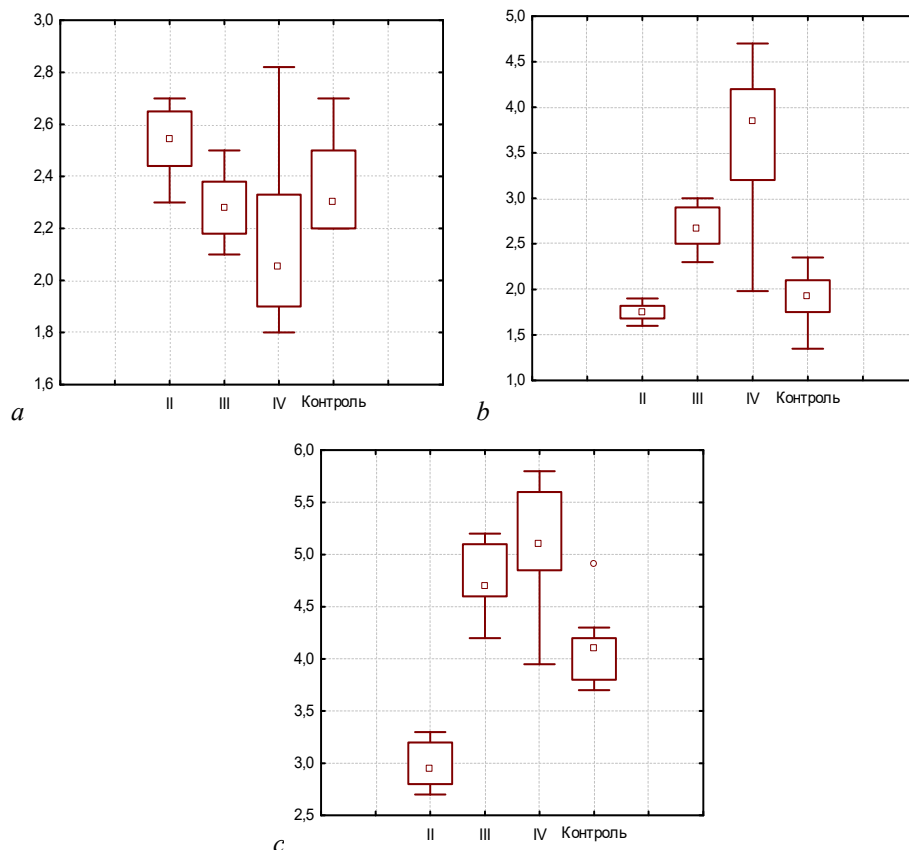


Рис. 3. Вміст загального Кальцію, неорганічного Фосфору та Калію у сироватці крові котів за II, III, IV стадії ХХН та клінічно здорових: *a* – вміст загального Кальцію (ммоль/л); *b* – вміст неорганічного Фосфору (ммоль/л); *c* – вміст Калію (ммоль/л)

Натомість, у котів з III і IV стадіями ХХН вміст загального Кальцію у сироватці крові знижується до $2,35 \pm 0,05$ і $2,19 \pm 0,10$ ммоль/л, що пов'язано з виділенням Кальцію із сечею внаслідок порушення реабсорбції в дистальних канальцях нефрону.

Відомо, що фосфорний гомеостаз регулюється кишечником, кістками і паращитовидними залозами, хоча на даний час не повністю вивчений (Laflamme et al., 2020). В результаті проведених досліджень встановлено, що міст неорганічного Фосфору у сироватці крові котів на перших двох стадіях ХХН знаходився в межах фізіологічних коливань (1,3–2,4 ммоль/л). У котів на III стадії ХХН вміст неорганічного Фосфору збільшувався ($P < 0,001$) на 34,4 % та 55,4 порівняно з контролем і II стадією. На IV стадії – збільшувався ($P < 0,001$) відповідно на 1,9, 2,2 і 1,4 рази порівняно з здоровими тваринами на II і III стадіях. Таке зростання вмісту неорганічного Фосфору на III і IV стадіях ХХН вказує на ураження клубочків, канальців, інтерстиції нирок, що призводить до порушення його виділення

(Laflamme et al., 2020). Як вказує (Sławuta et al., 2019), гіперфосфатемія майже завжди виникає в ході ХХН, що стимулює секрецію паращитовидних залоз і у міру прогресування хвороби, викликає вторинний нирковий гіперпаратиреоз. Оскільки Фосфат вільно фільтрується в клубочках, концентрацію фосфору в сироватці крові можна розглядати як маркер ШКФ (Chakrabarti et al., 2013).

Діагностика гіпертиреозу у котів вимагає поєднання анамнезу, результатів клінічного огляду та специфічного клініко-патологічного тестування. Тиреотоксикоз і катаболізм призводять до втрати ваги на фоні нормального або підвищеного апетиту. Коти з гіпертиреозом також можуть бути збудженими та голосними, мати тахіпное та навіть дихати відкритим ротом за відсутності респіраторних захворювань. Тахікардія та легкі або помірні систолічні шуми також є відносно поширеними, що виникають в результаті змін у серцево-судинній гемодинаміці. Нарешті, поліурія, полідипсія, шлунково-кишкові розлади, такі

як блювання та діарея, а також недоглянутий вигляд завершують класичний список клінічних ознак у котів з гіпертиреозом. На відміну від цих класичних клінічних ознак, “апатичний гіпертиреоз” у 10 % котів проявляється гіпорексією та млявістю (Yu et al., 2022).

Найчастіше остаточний діагноз на гіпертиреоз ставлять за підвищеним рівнем загального тироксину (Т₄). Нами встановлено, що рівень загального Т₄ в сироватці крові у хворих котів на II–IV стадії ХХН коливалася в межах 57–105,9 нмоль/л і був вище фізіологічних коливань (5–50 нмоль/л).

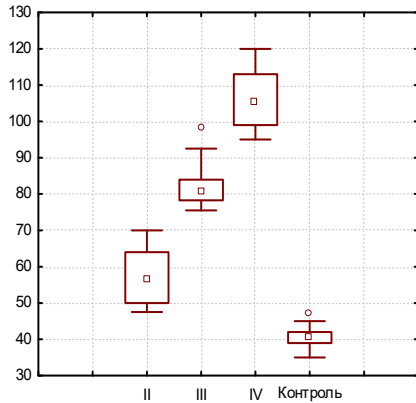


Рис. 4. Вміст загального Т₄ у сироватці крові котів за II, III, IV стадії ХХН та клінічно здорових (нмоль/л).

При обстеженні 37 котів з ХХН на різних стадіях хвороби (IRIS), у 16 – встановлена артеріальна гіпертензія. Залежно від стадії перебігу – ризик гіпертензії зростає від мінімального 138/92 мм.рт.ст. (I стадія перебігу) до помірного і становив 148 ± 4,7/98 ± 3,8 мм.рт.ст. (II стадія перебігу). В III стадії перебігу був високий АТ і становив: систолічний

164 ± 4,3 мм.рт.ст., діастолічний 103,6 ± 4,7 мм.рт.ст. В азотемічній IV стадії перебігу ХХН котів систолічний і діастолічний АТ крові також був високим та в середньому становив: 188 ± 3,8 мм.рт.ст. та 116,7 ± 4,06 мм.рт.ст. відповідно.

За ХХН встановлено розвиток анемічного синдрому та мікроцитарної гіпехромної анемії, що, очевидно, зумовлено зменшенням продукування еритропоєтину нирками (табл. 2).

Найбільш вираженим анемічний синдром був на термінальній стадії, коли ендогенна інтоксикація організму досягла найбільшого рівня, зокрема вміст гемоглобіну у крові котів на III і IV стадії ХХН становив в середньому 95,2 ± 2,14 і 75,9 ± 3,39 г/л, кількість еритроцитів – 4,7 ± 0,13 і 3,4 Т/л відповідно. Лейкограма характеризувалась реактивним лейкоцитозом із зрушенням ядра вліво, особливо на IV стадії ХХН, що вказує на наявність збудників інфекцій у нирках.

Дослідження сечі є обов’язковим при встановленні діагнозу на будь-яке захворювання нирок. Особливістю котів є здатність виділяти невелику кількість концентрованої сечі кислої реакції (Jepson et al., 2013). Встановлено, що за хронічної хвороби нирок фізичні властивості та хімічний склад сечі змінюється. Сеча у котів за ХХН світло-жовтого кольору, прозора та слабого запаху, що вказує на низьку її концентрацію. На II стадії ХХН питома вага сечі в середньому становила – 1,016 ± 0,11; на III – 1,012 ± 0,09; на IV – 1,010 ± 0,12. Слід відзначити, що водневий показник у сечі котів на усіх стадіях знаходився в межах фізіологічних коливань, що вказує на низьку інформативність даного показника за ХХН. Гематурію діагностували у 20 % хворих тварин, що, очевидно, є ознакою порушення цілісності судин гломерул.

Таблиця 2

Гематологічні показники котів за хронічної хвороби нирок

Показники	Клінічно здорові n = 10	II стадія n = 10	III стадія n = 10	IV стадія n = 10
Еритроцити, Т/л	5,8–9,7 7,3 ± 0,38	5,4–6,3 5,9 ± 0,10**	3,9–5,2 4,7 ± 0,13***	2,9–4,5 3,4 ± 0,14***
Гемоглобін, г/л	120,0–138,0 130,0 ± 1,79	105,0–120,0 113,5 ± 1,86***	87,0–109,0 95,2 ± 2,14***	73,0–87,0 75,9 ± 3,39***
Гематокрит, л/л	0,36–0,45 0,42 ± 0,11	0,26–0,30 0,28 ± 0,50***	0,21–0,29 0,24 ± 0,77***	0,15–0,22 0,19 ± 0,13***
Середній об’єм еритроцитів, фл	37,0–46,5 42,7 ± 1,20	41,4–43,4 42,2 ± 0,26	36,8–40,4 38,4 ± 0,32*	33,5–39,5 36,0 ± 0,53***
Середній об’єм гемоглобіну в еритроциті, пг	12,5–16,4 15,0 ± 0,44	12,3–15,7 13,8 ± 0,38	16,4–20,1 18,2 ± 0,35***	22,3–26,8 24,8 ± 0,47***
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, г/л	295,0–350,0 320,7 ± 5,44	275,0–320,0 301,6 ± 6,90	256,0–310,0 281,9 ± 5,47**	220,0–270,0 248,4 ± 4,93***
Лейкоцити, Г/л	5,8–8,4 7,3 ± 0,27	9,0–14,5 11,1 ± 0,47***	11,4–20,0 13,6 ± 0,80***	14,5–29,1 20,0 ± 1,73***
Тромбоцити, Т/л	390,0–580,0 457,2 ± 24,28	325,0–428,0 369,3 ± 11,49**	200,0–286,0 241,1 ± 9,72***	119,0–215,0 171,9 ± 11,68***

Примітки: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001 порівняно з клінічно здоровими

За мікроскопії осаду сечі виявляли наявність еритроцитів, лейкоцитів, гіалінових і зернистих циліндрів, епітеліальних клітин, бактерій, кристалів.

Протеїнурія є широко використовуваним маркером пошкодження або дисфункції клубочків або каналців нирок. Навіть низька величина протеїнурії пов’язана з розвитком азотемії, що підкреслює важли-

вість включення аналізу сечі при скринінгу котів на ранню ХХН (Bradley et al., 2019). Нами встановлено протеїнурію у більшості дослідних тварин. Окрім цього у сечі котів діагностували мікроальбумінурію. Альбумін – це білок, що виробляється гепатоцитами. Загалом, циркулюючий альбумін не може вільно проходити через клубочковий бар'єр, оскільки його розмір перевищує поріг проникності клубочків. Невелика його кількість, яка проходить у канальцеву рідину, повністю реабсорбується проксимальними канальцевими клітинами. Тому у здорових котів даний показник становить менше 1 мг/дл. Мікроальбумінурія та виражена альбумінурія визначається концентрацією альбуміну в сечі: від 1 до 30 мг/дл та більше 30 мг/дл відповідно (Kongtasai et al., 2022).

Концентрація креатиніну у сечі є нирковим біомаркером. Її підвищення вказує на захворювання клубочків, а також дисфункцію канальців у нирках котів (Kongtasai et al., 2022). Встановлено, що концентрація креатиніну у сечі котів за ХХН була вищою ($P < 0,001$) ніж у клінічно здорових.

Щоб більш детально вивчити білкові втрати за ХХН у котів проведено визначення співвідношення протеїн і креатинін у сечі. В результаті трьох послідовних вимірювань, проведених з інтервалом 2–4 тижні, нами встановлено його збільшення у сечі котів на II, III і IV стадіях в 2,0; 3,0 і 4,4 рази порівняно з клінічно здоровими тваринами, що вказує на стійку протеїнурію. Даний показник без вираженої азотемії може бути раннім тестом для виявлення захворювання клубочків у котів.

Висновки

1. Поширеність ХХН у котів становить від 2 % до 4 % і зростає до 30–40 % у котів старших 10 років та посідає друге місце серед основних причин їх смерті. ХХН є кінцевою стадією за полікістозу нирок, пієлонефриту, гломерулонефриту, неоплазій (лімфосаркома), амілоїдозу, вірусних інфекцій (лейкоз, вірусний інфекційний перитоніт), сечокам'яної хвороби.

2. Рання діагностика ХХН у котів повинна включати визначення в сироватці крові вмісту креатиніну, загального протеїну, концентрації СДМА, цистатину С, ШКФ у сироватці крові, загального Кальцію, неорганічного Фосфору, Калію. Під час обстеження котів, хворих на ХХН, разом із клінічними дослідженнями рекомендується проводити визначення наступних показників у сироватці крові: на I і II стадії – рівень СДМА, III і IV стадіях ХХН – СДМА, креатинін, ШКФ, цистатин С, загальний Кальцій, неорганічний Фосфор.

3. Ранніми тестами за ХХН у сечі є питома вага, протеїн, креатинін та їх співвідношення, альбумін. У хворих котів діагностували гіпостенурію, протеїнурію, мікроальбумінурію, гематурію, збільшення співвідношення протеїн і креатинін, а також наявність у сечі еритроцитів, лейкоцитів, гіалінових і зернистих циліндрів, епітеліальних клітин, бактерій, кристалів.

4. Висока концентрація СДМА сироватці крові (> 14 мкг/дл) у котів з гіпертиреозом є високоспецифіч-

ним, але нечутливим тестом для прогнозування ХХН після лікування. Моніторинг пацієнта з артеріальною гіпертензією за ХХН повинен включати аналіз сечі, скринінг ниркового профілю крові.

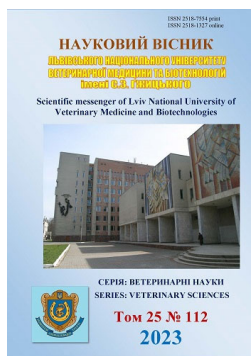
Відомості про конфлікт інтересів.

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Ames, M. K., Atkins, C. E., & Pitt, B. (2019). The renin-angiotensin-aldosterone system and its suppression. *Vet. Intern. Med.*, 33, 363–382. DOI: 10.1111/jvim.15454.
- Bradley, R., Tagkopoulou, I., Kim, M., Kokkinos, Y., Panagiotakos, T., Kennedy, J., Meyer, D. G., Watson, P., & Elliott, J. (2019). Predicting early risk of chronic kidney disease in cats using routine clinical longitudinal laboratory tests and machine learning. *J. Vet. Intern. Med.*, 33(6), 2644–2656. DOI: 10.1111/jvim.15623.
- Brans, M., Daminet, S., Mortier, F., Duchateau, L., Lefebvre, H. P., & Paepe, D. (2021). Plasma symmetric dimethylarginine and creatinine concentrations and glomerular filtration rate in cats with normal and decreased renal function. *J. Vet. Intern. Med.*, 35, 303–311. DOI: 10.1111/jvim.15975.
- Brown, C. A., Elliott, J., Schmiedt, C. W., & Brown, S. A. (2016). Chronic kidney disease in aged cats: clinical features, morphology, and proposed pathogenesis. *Veterinary Pathology*, 53(2), 309–326. DOI: 10.1177/0300985815622975.
- Chakrabarti, S., Syme, H. M., Brown, C. A., & Elliott, J. (2013). Histomorphometry of feline chronic kidney disease and correlation with markers of renal dysfunction. *Vet. Pathol.*, 50, 147–155. DOI: 10.1177/0300985812453176.
- Conroy, M., Brodbelt, D. C., O'Neill, D., Chang, Y.-M., & Elliott, J. (2019). Chronic kidney disease in cats attending primary care practice in the UK: a VetCompass™ study. *Vet. Rec.*, 184 (17), 526. DOI: 10.1136/vr.105100.
- Gansevoort, R. T., Correa-Rotter, R., Hemmelgarn, B. R., Jafar, T. H., Heerspink Lambers, J. H., Mann, F. J., Matsushita, K., & Wen, C. P. (2013). Chronic kidney disease and cardiovascular risk: epidemiology, mechanisms, and prevention. *Lancet*. 382(9889), 339–352. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60595-4.
- Ghys, L., Paepe, D., Smets, P., Lefebvre, H., Delanghe, J., Daminet, S. (2014). Cystatin C: a new renal marker and its potential use in small animal medicine. *J. Vet. Intern. Med.*, 28, 1152–1164. DOI: 10.1111/jvim.12366.
- Ghys, L. F. E., Paepe, D., Lefebvre, H. P., Reynolds, B. S., Croubels, S., Meyer, E., Delanghe, J. R., & Daminet, S. (2016). Evaluation of Cystatin C for the detection of chronic kidney disease in cats. *J. Vet. Intern. Med.*, 30(4), 1074–1082. DOI: 10.1111/jvim.14256.
- Hall, J. A., Fritsch, D. A., Yerramilli, M., Obare, E., Yerramilli, M., & Jewell, D. E. (2018). A longitudinal study on the acceptance and effects of a therapeutic renal food in pet dogs with IRIS-stage 1 chronic kidney disease. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 102, 297–307. DOI: 10.1111/jpn.12692.

- Hall, J. A., Yerramilli, M., Obare, E., Yerramilli, M., & Jewell, D. E. (2014). Comparison of serum concentrations of symmetric dimethylarginine and creatinine as kidney function biomarkers in cats with chronic kidney disease. *J. Vet. Intern. Med.*, 28(6), 1676–1683. DOI: 10.1111/jvim.12445.
- Holovakha, V. I., Mostovyi, E. V., Sliusarenko, A. O., Piddubnyak, O. V., Suslova, N. I., & Matsinovich, M. S. (2020). Macronutrient status and indicators of acid-alkaline blood balance in cats with chronic renal failure. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(2), 266–271. DOI: 10.15421/022039.
- Horalska, I., Sakhnyuk, V., Chernysh, I., Horalskiy, L., & Sokulskyi, I. (2021). Informativeness of clinical and laboratory tests for the diagnosis of chronic renal failure in small animals. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 96–101. DOI: 10.32718/nvlvet10416.
- Jepson, R. E., Coulton, G. R., & Cowan, M. L. (2013). Evaluation of mass spectrometry of urinary proteins and peptides as biomarkers for cats at risk of developing azotaemia. *Am. J. Vet. Res.*, 74(2), 333–342. DOI: 10.2460/ajvr.74.2.333.
- Kongtsai, T., Paepe, D., Meyer, E., Mortier, F., Marynissen, S., Stammeleer, L., Defauw, P., & Daminet, S. (2022). Renal biomarkers in cats: A review of the current status in chronic kidney disease. *J. Vet. Intern. Med.*, 36(2), 379–396. DOI: 10.1111/jvim.16377.
- Vlizlo, V. V., Fedorchuk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen' u biologii', tvarynnyctvi ta veterynarnij medycyni: dovidnyk. L'viv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Laflamme, D., Backus, R., Brown, S., Butterwick, R., Czarnecki-Maulden, G., Elliott, J., Fascetti, A., & Polzin, D. (2020). A review of phosphorus homeostasis and the impact of different types and amounts of dietary phosphate on metabolism and renal health in cats. *Vet. Intern. Med.*, 34(6), 2187–2196. DOI: 10.1111/jvim.15961.
- Lawson, J. S., & Jepson, E. R. (2021). Feline comorbidities: The intermingled relationship between chronic kidney disease and hypertension. *J. Feline Med. Surg.* 23(9), 812–822. DOI: 10.1177/1098612X211037872.
- Lokes, P. I. (2010). Metabolichnij profil' sobak ta domashnih kotiv za hronichnoi nirkovoï nedostatnosti. *Visnik Poltav. derzh. agrar. akad.*, 1, 91–98 (in Ukrainian).
- Maeda, H., Sogawa, K., Sakaguchi, K., Saori, A. B. E., Sagizaka, W., Mochizuki, S., Horie, W., Watanabe T., Shibata Y., Satoh M., Sanda A., Nomura F., Suzuki J. (2015). Urinary albumin and transferrin as early diagnostic markers of chronic kidney disease. *J. Vet. Med. Sci.*, 77(8), 937–943. DOI: 10.1292/jvms.14-0427.
- Marino, C. L., Lascelles, B. D., Vaden, S. L., Gruen, M. E., & Marks, S. L. (2014). Prevalence and classification of chronic kidney disease in cats randomly selected from four age groups and in cats recruited for degenerative joint disease studies. *J. Feline Med. Surg.*, 16, 465–472. DOI: 10.1177/1098612X13511446.
- Marino, C. L., Lascelles, B. D., Vaden, S. L., Gruen, M. E., & Marks S. L. (2014). Prevalence and classification of chronic kidney disease in cats randomly selected from four age groups and in cats recruited for degenerative joint disease studies. *J. Feline Med. Surg.*, 16, 465–472. DOI: 10.1177/1098612X13511446.
- Morozenko, D., & Krasovs'kyj, O. (2023). Hronichna hvoroba nyrok domashnih kotiv. *Zhurnal Veterinary Topic*, 1, 16–18 (in Ukrainian).
- O'Neill, D. G., Church, D. B., McGreevy, P. D., Thomson, P. C., & Brodbelt, D. C. (2014). Prevalence of disorders recorded in cats attending primary-care veterinary practices in England. *Vet. J.*, 202, 286–291. DOI: 10.1016/j.tvjl.2014.08.004.
- Ostrovsk'kyj, O., & Slivins'ka, L. (2021). Koncentracija SDMA v syrovatci krovi jak marker HHN u kotiv za gipertyreozu. Conference “Modern methods of diagnostic, treatment and prevention in veterinary medicine”, 117–118. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/conference/article/view/4525> (in Ukrainian).
- Peterson, M. E., Varela, F. V., Rishniw, M., & Polzin, D. J. (2018). Evaluation of serum symmetric dimethylarginine concentration as a marker for masked chronic kidney disease in cats with hyperthyroidism. *J. Vet. Intern. Med.*, 32, 295–304. DOI: 10.1111/jvim.15036.
- Poświatowska-Kaszczyńska, I. (2012). Usefulness of serum cystatin c measurement for assessing renal function in cats. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 56, 235–239. DOI: 10.2478/v10213-012-0042-0.
- Ślawa, P., Kumiega, E., Sikorska-Kopyłowicz, A., Sapikowski, G., & Kurosad, A. (2019). An attempt to use the serum concentration of the phosphate (Pi) and the Ca x P product as markers of the progression of chronic kidney disease in cats *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 22(4), 647–652. DOI: 10.24425/pjvs.2019.129976.
- Tang, P.-K., Jepson, R. E., Chang, Y.-M., Geddes, R. F., Hopkinson, M., & Elliott, J. (2022). Risk factors and implications associated with renal mineralization in chronic kidney disease in cats. *J. Vet. Intern. Med.*, 36(2), 634–646. DOI: 10.1111/jvim.16363.
- Van Den Broek, D. H. N., Chang, Y.-M., Elliott, J., & Jepson, R. E. (2017). Chronic kidney disease in cats and the risk of total hypercalcemia. *J. Vet. Intern. Med.*, 31(2), 465–475. DOI: 10.1111/jvim.14643.
- Yu, L., Lacorcía, L., & Johnstone, T. (2022). Hyperthyroid cats and their kidneys: a literature review. *Aust. Vet. J.*, 100(9), 415–432. DOI: 10.1111/avj.13179.
- Bragato, N., Borges, N. C., & Fioravanti, M. C. S. (2017). B-mode and Doppler ultrasound of chronic kidney disease in dogs and cats. *Veterinary Research Communications*, 41, 307–315. DOI: 10.1007/s11259-017-9694-9.
- Hendy-Willson Von E.V., Pressler M.B. (2011). An overview of glomerular filtration rate testing in dogs and cats. *The Vet. J.*, 188(2), 56–165. DOI: 10.1016/j.tvjl.2010.05.006.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11217
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.4:636.087.7:612.1.

Application of Globigen Jump Start feed additive in feeding lactating sows and piglets

T. Y. Prudyus¹✉, Y. I. Kyryliv²

¹Institute of animal biology NAAS, Lviv, Ukraine

²Institute of Agriculture of the Carpathian Region, Lviv region, Pustomyty district, Obroshyno, Ukraine

Article info

Received 07.09.2023
Received in revised form
09.10.2023

Accepted 10.10.2023

Institute of animal biology NAAS,
V. Stusa Str., 38, Lviv,
79034, Ukraine.
Tel.: +38-067-322-22-58
E-mail: tarasvet126@gmail.com

Institute of Agriculture of the
Carpathian Region
M. Grushevskogo Str., 5,
Lviv region, Pustomyty district,
Obroshyno, 81115, Ukraine.

Prudyus, T. Y., & Kyryliv, Y. I. (2023). Application of Globigen Jump Start feed additive in feeding lactating sows and piglets. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 107–112. doi: 10.32718/nvlvet11217

Modern methods of pig breeding increasingly use various immunotropic, probiotic agents and feed additives that affect the intestinal microbiota when used in feeding farrowing and lactating sows. The research was conducted in the conditions of a pig farm in the Kyiv region. The number of sows at the pig complex is 500 heads, PIC genetics. Clinically healthy sows with 2–3 farrowing and without rest with similar performance were selected for the study. Two groups of sows were formed by analogs, which were kept in one farrowing ward 5 days before farrowing, with 8 heads in each of the control and experimental groups. For the experiment on sows and piglets in the early rearing period, the Globigen Jump Start feed additive was used. We studied the effect of feeding Globigen Jump Start feed additive, which contains specific IgY immunoglobulins in rations for gilt sows and piglets in the early growing period in the amount of 1 kg and 2 kg per ton of compound feed, respectively. As a result of research, it was established that feeding the drug mentioned above to sows contributed to better preservation of the live weight of lactating sows by 20% compared to sows of the control group. Under the influence of the addition of a feed additive, the quality of sow milk improved. In particular, there was a tendency to increase certain amino acids (cystine, valine, isoleucine, arginine, lysine, and glutamic acid) and some macro- and microelements (magnesium, zinc, sodium, phosphorus, and slightly calcium). Adding the Globigen Jump Start feed additive to piglets' diet increased average daily gains by 18.52%, a decrease in diarrhea by 45.83%, and better feed conversion.

Key words: sows, piglets, Globigen Jump Start feed additive, lactation, milk composition, live weight, preservation.

Застосування кормової добавки Глобіген Джамп Старт в годівлі лактуючих свиноматок та поросят

Т. Я. Прудіус¹✉, Я. І. Кирилів²

¹Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

²Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААНУ, с. Оброшине, Україна

Сучасні методи розвитку свинарства все частіше використовують різноманітні імунотропні, пробіотичні засоби і добавки до кормів, які впливають на кишкову мікробіоту при застосуванні в годівлі поросних і лактуючих свиноматок. Дослідження проводилося в умовах свиногокомплексу, що в Київській області. Кількість свиноматок на свиногокомплексі – 500 голів, генетики PIC, породи Велика Біла. Для дослідження були відібрані свиноматки, клінічно здорові з 2–3 опоросами та без перегулів із подібною продуктивністю. Було сформовано дві групи свиноматок методом аналогів, яких утримували в одному пологовому відділенні за 5 днів до опоросу по 8 голів у контрольній та дослідній групах. Для проведення дослідів на свиноматках та порослятах раннього періоду вирощування було використано кормову добавку Глобіген Джамп Старт. Вивчали вплив згодовування кормової добавки Глобіген Джамп Старт, яка містить специфічні IgY імуноглобуліни в раціонах для поросних свиноматок та порослят раннього періоду вирощування в кількості 1 кг та 2 кг на тонну комбікорму відповідно. В результаті досліджень встановлено, що згодовування

вищевказаного препарату свиноматкам сприяло кращому збереженню живої маси лактуючих свиноматок на 20 % порівняно із свиноматками контрольної групи. Під впливом додавання кормової добавки поліпшувалася якість молока свиноматок. Зокрема, спостерігалася тенденція до підвищення окремих амінокислот (цистину, валіну, ізолейцину, аргініну, лізину та глутамінової кислоти) і деяких макро- та мікроелементів (магнію цинку, натрію фосфору і незначно кальцію). Додавання до раціону поросят кормової добавки Глобіген Джамп Старт сприяло підвищенню середньодобових приростів на 18,52 %, зниженню проносів на 45,83 % та кращій конверсії корму.

Ключові слова: свиноматки, поросята, кормова добавка Глобіген Джамп Старт, лактація, склад молока, жива маса, збереження.

Вступ

Збереженість поросят, їх ріст та розвиток в ранньому віці залежить від фізіологічного стану лактуючих свиноматок, якості молозива та молока, що є запорукою підвищення ефективності свинарства (Baban & Berehovets, 2015; Kheseker, 2017; Martyshuk & Hutyi, 2021). Сучасна практика розвитку свинарства має тенденцію до застосування різних імуноотропних, пробіотичних препаратів та кормових добавок, які справляють вплив на кишкову мікробіоту при застосуванні в годівлі поросних і лактуючих свиноматок, а також додавання до корму поросят знижує рівень патогенної мікрофлори в кишківнику і в подальшому сприяє кращому перетравленню та засвоєнню поживних та біологічно активних речовин (Biliavtseva & Hutsol, 2016; Prudyus et al., 2021). Цей механізм має безпосередній вплив на якість молока у свиноматок як на початку лактації, так і в піковий його період. На ріст та розвиток поросят раннього віку впливає відсутність власного активного імунітету та недорозвиненість шлунково-кишкового тракту, що призводить до поганого засвоєння поживних речовин. У зв'язку з цим з метою зниження дії стресу під час відлучення актуальним є застосування екологічно чистих та високоефективних препаратів природного походження. Це особливо актуально в найбільш критичні періоди розвитку новонароджених тварин (Polishchuk & Bulavkina, 2010; Ibatullin et al., 2013; Martyshuk et al., 2020, 2021, 2022).

Мета дослідження

У зв'язку з цим ми вивчали вплив специфічних імуноглобулінів IgY, що містяться в кормовій добавці Глобіген Джамп Старт, на продуктивність свиноматок та якість молока в піковий період лактації. Водночас досліджували вплив даної добавки на ріст та розвиток поросят раннього віку від народження і до відлучення.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилося в умовах свинокомплексу, що в Київській області. Кількість свиноматок на свинокомплексі – 500 голів, генетики РІС, породи Велика Біла. Для дослідження були відібрані свиноматки клінічно здорові з 2–3 опоросами та без перегулів із подібною продуктивністю.

Для проведення дослідів на свиноматках та поросятах раннього періоду вирощування було використано кормову добавку Глобіген Джамп Старт, яка складається із сухих дріжджів та яєчного порошку. Це сухий порошок коричнево-жовтого кольору із рН

вище ніж 4,2, що витримує температуру нагрівання до 80 °C та дозволяє його використовувати під час приготування гранульованих кормів.

Дослід проводився в два етапи. На I етапі досліджували вплив згодовування кормової добавки Глобіген Джамп Старт поросним свиноматкам. Мета дослідів – вивчити швидкість молокоутворення у свиноматок та якість молока, визначити вміст загального білка в молоці, його амінокислотний склад, вміст мікро- та макро- елементів, морфологічний та біохімічний склад крові під час лактації і їхній вплив на ріст та розвиток поросят-сисунів (Vlizlo, 2012).

Для реалізації мети було сформовано дві групи свиноматок методом аналогів, яких утримували в одному пологовому відділенні за 5 днів до опоросу по 8 голів у контрольній та дослідній групах. Усі тварини споживали стандартний раціон, збалансований за всіма поживними та біологічно-активними речовинами. Крім того, тварини дослідної групи додатково отримували до раціону кормову добавку Глобіген Джамп Старт виробництва EW Nutrition у кількості 1кг/т готового корму. Готовий корм згодовували за допомогою годівниць-дозаторів тричі на день.

Таблиця 1

Схема досліджень

Групи	Кількість голів	Основний раціон годівлі
Контрольна	8	Основний раціон (ОР)
Дослідна	8	ОР + 1,0 кг/т Глобіген Джамп Старт

Перший етап досліджень тривав 33 доби. Початком першого етапу досліджень вважається 110 доба поросності свиноматок, коли їх переводили із відділення поросності в родильний зал, а завершення – день відлучення, що становить 28 діб від моменту опоросу. В ході експерименту аналізували стан здоров'я свиноматок, споживання корму, лактаційний період та його вплив на ріст і розвиток поросят. Для цього із кожної групи було відібрано по три свиноматки, від яких на 21 добу лактації (пік лактації) відбирали кров для аналізу на морфологічні та біохімічні показники і зразки молока.

На другому етапі додавали Глобіген Джамп Старт в престаартерний корм для поросят раннього віку, отриманих від свиноматок, які були відібрані для дослідів. Дослідний корм поросяткам задавали з п'ятої доби після народження і до відлучення шляхом підсилення його в годівниці в міру його поїдання поросятами. Престаартерний корм мав розсипчасту форму. Тривалість дослідів – 28 діб від моменту народження і до відлучення. Дослід тривав і після відлучення поро-

сят протягом 14 діб до досягнення віку 43 доби. Поросята продовжували споживати престартерний корм, такий як і в маточнику. Протягом досліджу вали ріст, розвиток поросят, наявність проносів, збереження. В престартерний корм тваринам дослідної групи додавали до раціону кормову добавку Глобіген Джамп Старт виробництва EW Nutrition у кількості 2 кг/т готового корму.

Таблиця 2

Схема досліджу

Групи	Кількість голів	Характер годівлі
Контрольна	99	Основний раціон (ОР)
Дослідна	100	ОР + 2,0 кг / т Глобіген Джамп Старт

Зразки крові та молока від свиноматок відбирали на 21 добу лактації. Кров досліджували в лабораторії ТОВ “Центр ветеринарної діагностики” на біохімічні та морфологічні показники. Молоко від свиноматок досліджували в лабораторії ТОВ “СС Біолайтс”. Зразки крові від поросят відбирали з яремної вени на 5–14–28 добу життя та досліджували біохімічні і морфологічні показники в лабораторії ТОВ “Центр ветеринарної діагностики”.

Визначення амінокислотного складу молока проводили шляхом аналізу амінокислот на амінокислотному аналізаторі Syscam S433 з постколоночною дериватизацією нінгідрином.

Для дослідження вмісту макро- та мікроелементів використовували атомно-емісійний спектрометр з індуктивно зв’язаною плазмою (ІСП-ОЕС). (Analytik Jena, Німеччина, модель: Plasma Quant PQ 9000 Elite ICP OES).

Результати та їх обговорення

Аналізуючи результати першого етапу досліджень, зокрема застосування кормової добавки “Глобіген Джамп Старт” в корм лактуючим свиноматкам після постановки їх в маточне відділення, спостерігаємо позитивний вплив даної добавки на продуктивність свиноматок. Із даних [таблиці 3](#), на час постановки досліджу свиноматки мали по три опороси та майже однакову масу тіла. При опоросі свиноматок було народжено всього 101 поросля в контрольній групі, з них 2 мертвнонароджених та 99 живих поросят. В дослідній групі було всього 103 голови народжених, з них 3 мертвнонароджених та 100 поросят живих ([табл. 4](#)). Протягом досліджу, який тривав 33 доби, свиноматки контрольної групи спожили 240,9 кг готового корму, а дослідної групи – 234,3 кг, що на 2,73 % менше і становило в розрахунку на одну голову 7,3 кг та 7,1 кг відповідно. Водночас свиноматки дослідної групи втратили 20 % своєї ваги за період

лактації щодо свиноматок контрольної групи, свиноматки якої втратили 25 % своєї маси порівняно з початком лактаційного періоду. З даних літератури відомо, що коли свиноматка втрачає за період лактації більше ніж 25 кг маси тіла, в наступному статевому циклі кількість овульованих яйцеклітин зменшується до 10 при нормі у дорослих 20 (від 12 до 25) ([Baban & Berehovets, 2015](#)). На зменшення маси тіла не вплинула кількість народжених поросят, а також період їх вигодовування до 28 доби життя.

У [таблиці 4](#) наведені дані щодо показників продуктивності поросят раннього віку.

Поросята народжуються менш фізіологічно зрілими, ніж, наприклад, телята. Зокрема, “фізіологічна анемія” у них зумовлена незрілістю кісткового мозку – основного органу кровотворення в постембріональний період. До того ж поросята надзвичайно чутливі до дії різних хвороботворних факторів, які викликають захворювання травного каналу (через недостатню бар’єрну функцію слаборозвиненого шлунка) легенів та інших органів ([Baban & Berehovets, 2015](#); [Prudyus & Kyryliv, 2019](#)).

Жива маса поросят при народженні в контрольній групі була вищою щодо дослідної на 10,40 %. При споживанні тільки молока свиноматок – на п’яту добу життя у поросят контрольної групи жива маса тіла складала 0,21 кг, а поросят дослідної групи 2,35 кг, що на 0,25 кг більше, або на 11,9 %. Середньодобовий приріст маси тіла у поросят контрольної групи складав 0,17 кг, а в дослідній – 0,24 кг. Така тенденція може бути пов’язана зі зниженням рівня патогенної мікрофлори, що виділяється свиноматками з каловими масами, та обсіменінням сосків вимені, а також вищою кількістю імуноглобулінів в молозиві та молоці свиноматок дослідної групи. Відомо, що за 28 днів лактації свиноматка в середньому виробляє 300 кг молока. Протягом лактації молоко виробляється нерівномірно. Найбільше його виділяється у другій та третій декадах молочного періоду, після чого інтенсивність продукування молока поступово знижується. Піком лактації прийнято вважати 21 день. Очевидно, що під впливом кормової добавки Глобіген Джамп Старт кількість виробленого молока збільшується та покращується його якість. В результаті цього спостерігаємо вірогідну тенденцію підвищення живої маси в поросят на 14-у та 28-у добу життя, у поросят дослідної групи на 15,3 % ($P < 0,001$) та 10,56 % ($P < 0,001$) відповідно.

Препарат в кількості 2 кг/т готового комбікорму додавали поросяткам в престартовий корм. Готовий комбікорм згодовували з 5 дня від народження і до переходу на стартовий корм. Тривалість досліджу 14 днів. Результати досліджень наведені в [таблиці 5](#).

Таблиця 3

Продуктивні показники свиноматок ($M \pm m$)

Показники	Групи	
	Контрольна	Дослідна
Кількість свиноматок, гол.	8	8
Кількість опоросів	3	3
Маса свиноматок на початок опоросу, кг	220,0 $\pm$ 0,16	219,8 $\pm$ 0,28
Жива маса свиноматок на час відлучки, кг	195,0 $\pm$ 0,16	199,8 $\pm$ 0,28***
Кількість витраченого корму на свиноматку, кг/добу	7,30	7,10
Загальна кількість корму для свиноматок за період, кг (від постановки і до моменту відлучки)	240,9	237,6

Таблиця 4

Показники продуктивності поросят раннього віку ($M \pm m$)

Показники	Групи	
	Контрольна	Дослідна
Всього народжених поросят, гол.	101	103
Народжено живих поросят, гол.	99	100
Народжено мертвих поросят, гол.	2	3
Жива маса поросят при народженні, кг	1,25 $\pm$ 0,012	1,18 $\pm$ 0,005***
Жива маса поросят на 5 добу життя, кг	2,10 $\pm$ 0,02	2,36 $\pm$ 0,02***
Жива маса поросят на 14 добу життя	3,15 $\pm$ 0,033	3,63 $\pm$ 0,008***
Жива маса поросят на 28 добу, кг	7,10 $\pm$ 0,065	7,85 $\pm$ 0,053***
Середньодобовий приріст живої маси поросят за період 0–28 доби, г	209,00 $\pm$ 0,0026	238,00 $\pm$ 0,0019***
Збереження, %	100	100
Кількість наявних проносів, гол.	5	0
Кількість тварин, що загинули від діареї, гол.	-	-
Загальна кількість використаного престаартеру, кг (до часу відлучки – 28 доби)	68,31	70,00
Кількість спожитого корму на 1 поросеня від 0 до 28 доби, г	0,69	0,70

Таблиця 5

Продуктивні показники поросят на дорощуванні ($M \pm m$)

Показники	Групи	
	Контрольна	Дослідна
Кількість поросят, гол.	99	100
Маса поросят на час відлучки, кг	7,10 $\pm$ 0,065	7,85 $\pm$ 0,053***
Маса поросят при переході на стартовий корм 42 день, кг	10,88 $\pm$ 0,023	12,27 $\pm$ 0,021***
Кількість витраченого корму з 28 по 42 добу, кг	5,5 $\pm$ 0,09	6,0 $\pm$ 0,06***
Середньодобовий приріст живої маси поросят за період з 28 по 42 добу, г	270 $\pm$ 0,0037	316 $\pm$ 0,0029***
Конверсія корму з 28 по 42 добу	1,46 $\pm$ 0,039	1,36 $\pm$ 0,025*
Абсолютний приріст, кг	3,78 $\pm$ 0,052	4,42 $\pm$ 0,41****
Прояв проносів, гол/період	24	13
Збереження, %	100	100

Аналізуючи результати досліджень зразків молока свиноматок, ми бачимо, що масова частка білка в дослідній групі є вищою на 3,21 %, що позитивно впливає на поросят дослідної групи і збільшення живої маси на 12,38 % на п'яту добу життя при споживанні тільки молока від свиноматок та на 10,56 % на час відлучення при споживанні молока свиноматок та престаартерного корму щодо контрольної групи (табл. 6).

Важливим фактором росту поросят є надходження достатньої кількості протеїну та незамінних амінокислот, які впливають на ріст м'язової тканини, формування імунітету, синтезу ензимів та гормонів. Аналізуючи амінокислотний склад молока свиноматок, спостерігаємо тенденцію до збільшення в дослідній

групі лімітуючої амінокислоти лізину на 8,05 %, яка впливає на ріст та розвиток тіла тварини. Лізин бере участь у синтезі гормонів, ферментів і антитіл. Підтвердженням позитивного впливу молока від лактуючих свиноматок дослідної групи на ріст поросят є тенденція до підвищення амінокислоти треонін на 4,41 % порівняно з контрольною групою. Ця амінокислота справляє вплив на ріст м'язової тканини, стимулює імунну, травну системи та синтез ферментів, що своєю чергою впливає на ріст новонароджених поросят. Глутамінова кислота впливає на синтез амінокислот в організмі, регулює ріст м'язової тканини, формування нервової системи. Її кількість в молоці свиноматок дослідної групи має тенденцію до збільшен-

ня на 7,05 % щодо контрольної групи, а також аспарагінової кислоти, якої було вище на 5,56 % відповідно.

В таблиці 7 наведені дані про вміст макро- і мікроелементів у молоці лактуючих свиноматок.

Поряд зі зростання загального білка в молоці свиноматок дослідної групи та вмісту амінокислот відбулися зміни у вмісті мікро-, макроелементів. Важливіми макро- елементами для новонароджених поросят є

Кальцій та Фосфор, які формують розвиток скелету тварин. Поросята після народження споживають тільки молоко свиноматки, тому наявність їх в молоці є важливою. В дослідній групі спостерігалася тенденція до зростання Кальцію на 1,90 %, що забезпечує проникність мембран клітини, активує синтез ферментів та сприяє засвоєнню Фосфору і Цинку.

Таблиця 6

Амінокислотний склад молока лактуючих свиноматок ($M \pm m$, $n = 3$)

Показники	Групи	
	Контрольна	Дослідна
Масова частка білка, %	13,70 $\pm$ 0,19	14,14 $\pm$ 1,25
Валін, %	0,64 $\pm$ 0,02	0,74 $\pm$ 0,03
Пролін, %	1,12 $\pm$ 0,02	1,19 $\pm$ 0,05
Фенілаланін, %	0,52 $\pm$ 0,01	0,56 $\pm$ 0,03
Лейцин, %	1,02 $\pm$ 0,03	1,11 $\pm$ 0,07
Ізолейцин, %	0,33 $\pm$ 0,01	0,37 $\pm$ 0,02
Гістидин, %	0,41 $\pm$ 0,01	0,41 $\pm$ 0,04
Гліцин, %	0,47 $\pm$ 0,01	0,48 $\pm$ 0,04
Глутамінова кислота, %	2,27 $\pm$ 0,08	2,43 $\pm$ 0,13
Аргінін, %	0,63 $\pm$ 0,02	0,69 $\pm$ 0,04
Аспарагінова кислота, %	1,08 $\pm$ 0,03	1,14 $\pm$ 0,08
Аланін, %	0,65 $\pm$ 0,01	0,63 $\pm$ 0,09
Треонін, %	0,68 $\pm$ 0,02	0,71 $\pm$ 0,06
Метіонін, %	0,19 $\pm$ 0,01	0,20 $\pm$ 0,02
Лізин, %	0,87 $\pm$ 0,02	0,94 $\pm$ 0,05
Тирозин, %	0,47 $\pm$ 0,01	0,48 $\pm$ 0,05
Серин, %	0,74 $\pm$ 0,02	0,76 $\pm$ 0,08
Цистин, %	0,33 $\pm$ 0,02	0,38 $\pm$ 0,02

Таблиця 7

Макро- та мікроелементний склад молока лактуючих свиноматок ($M \pm m$, $n = 3$)

Показники	Групи	
	Контрольна	Дослідна
Масова частка Кальцію, г/кг	1,05 $\pm$ 0,17	1,07 $\pm$ 0,14
Масова частка Натрію, г/кг	0,91 $\pm$ 0,10	0,98 $\pm$ 0,17
Масова частка Феруму, мг/кг	1,59 $\pm$ 0,22	1,59 $\pm$ 0,24
Масова частка Цинку, мг/кг	17,52 $\pm$ 2,19	20,31 $\pm$ 0,51
Масова частка Магнію, г/кг	0,13 $\pm$ 0,03	0,16 $\pm$ 0,02
Масова частка Фосфору, г/кг	1,16 $\pm$ 0,06	1,24 $\pm$ 0,04
Масова частка Калію, г/кг	1,31 $\pm$ 0,03	1,28 $\pm$ 0,04

Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот багатьох ферментів, фосфопротеїдів, фосфоліпідів, відіграє важливу роль в обміні вуглеводів, регулюванні кислотно-лужної рівноваги в організмі, біологічних реакцій та обміні енергії (Kambur et al., 2013; Novhorodska & Fabiianska, 2017; Popsui, 2017; Usenko et al., 2019). Тенденція до підвищення цього елементу в дослідній групі молока свиноматок була на 6,9 % порівняно з контрольною групою (Biliavtseva & Hutsol, 2016). Цинк сприяє підвищенню кількості поросят-нормотрофіків та зниженню кількості поросят-гіпотрофіків і випадків мертвонароджуваності, знижує розвиток паракератозу у поросят (Biliavtseva & Hutsol, 2016). В нативному зразку молока свиноматок дослідної групи спостерігаємо тенденцію до його підвищення на 15,92 % порівняно з контрольною групою.

Висновки

1. Застосування кормової добавки Глобіген Джамп Старт у кількості 1 к/т комбікорму в раціоні поросних свиноматок сприяє:
 - меншому зниженню живої маси свиноматок на час відлучення поросят порівняно з контрольною групою на 5 кг;
 - вищій масі поросят на 12,38 % на 5 добу життя;
 - тенденції до збільшення в молоці лактуючих свиноматок цистину, валіну, ізолейцину, аргініну, лізину і глутамінової кислоти на 7,04–15,62 % та макро- і мікро елементів Магнію, Цинку, Натрію, Фосфору та незначно Кальцію.
2. Додавання до раціону поросят кормової добавки Глобіген Джамп Старт в кількості 2 кг на тонну комбікорму сприяє підвищенню середньодобових

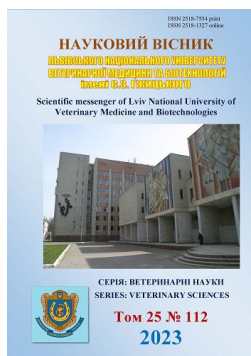
приростів на 18,52 %, зниженню проносів на 45,83 % та кращому використанню корму.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Baban, O., & Berehovets, I. (2015). Neplidnist svynomatok. *Ahroekspert*, 5(82), 15–19 (in Ukrainian).
- Biliavtseva, V. V., & Hutsol, A. V. (2016). Hematologichni pokaznyky molodniaku svynei pry zghodovuvanni BVMD “Enervik”. *Naukovotekhnichniy biuletyn. Dnipropetrovsk*, 1(1), 32–36. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ndbnndc_2016_4_1_8 (in Ukrainian).
- Biliavtseva, V. V., & Hutsol, A. V. (2016). Vidhodivelnii pokaznyky svynei pry zghodovuvanni BVMD “Enervik”. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Hzhetskoho*, 18(3), 3–8 (in Ukrainian).
- Hutsol, A. V., Kyryliv, Ya. I., & Mazurenko M. O. (2013). Biokhimichni pokaznyky krovi svynei pry zghodovuvanni fermentnykh preparativ. *Zbirnyk nauk. prats PDATU. Kamianets-Podilskyi*, 21, 80–82 (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., Chyhryn, A. I., Otchenashko, V. V. ta in. (2013). *Praktykum po hodivli s/h tvaryn. Zhytomyr “Polissia”* (in Ukrainian).
- Kambur, M. D., Zamazii, A. A., Pikhtirova, A. V., & Kassih, V. Yu. (2013). Vykorystannia mikroelementiv tkanyamy molochnoi zalozy svynomatok z riznymi typamy vyshchoi nervovoi diialnosti za 21-u dobu laktatsii. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*, 68, 108–113. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/avpvet_2013_68_22 (in Ukrainian).
- Kheseker, A. (2017). Hodivlia svynomatok naprykintsi porosnosti-pochatku laktatsii. *Prybutkove svynarstvo*, 5(41). URL: <https://pigua.info/uk/post/godivlasvinomatok-naprikinci-porosnosti-pochatku-laktacii> (in Ukrainian).
- Novhorodska, N. V., & Fabiianska, O. L. (2017). Vplyv riznykh doz tsynku i marhantsiu na produktyvnist molodniaku svynei. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnologii*, 1(95), 60–65. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2017_1_10 (in Ukrainian).
- Polishchuk, A. A., & Bulavkina, T. P. (2010). Suchasni kormovi dobavky v hodivli tvaryn ta ptytsi. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 2, 66–69. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2010/02/63.pdf> (in Ukrainian).
- Popsui, V. (2017). Mineralna zabezpechenist ratsioniv svynei. *Zhurnal “Propozytsiia”*. <https://propozitsiya.com/ua/mineralna-zabezpechenist-ratsioniv-svinei> (in Ukrainian).
- Prudyus, T. Ya., Hutsol, A. V., Hutsol, N. V., & Musenko, O. O. (2021). Efektyvnist vykorystannia Hlobihen Dzham Start v prestarternomy kormi y hodivli porosiat pisly vidluchenny. *Naukovyi visnyk DNDKI*, 22(1), 184–190. DOI: 10.36359/scivp.2021-22-1.22 (in Ukrainian).
- Prudyus, T., & Kyryliv, Y. (2019). The effectiveness of the use of drugs Globigen Pig Dozer and Globigen Jump Start when growing pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(91), 94–97. DOI: 10.32718/nvlvet-a9116.
- Shini, S., & Bryden, W. L. (2021). Probiotics and Gut Health: Linking Gut Homeostasis and Poultry Productivity. *Animal Production Science*, 62(12), 1090–1112. DOI: 10.1071/an20701.
- Usenko, S. O., Siabro, A. S., Berezhnyskyi, V., Chukhlib, Y. V., Slynko, V., & Myronenko, O. (2019). Novitni aspekty mineralnoho zhyvlennia svynei. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 126–133. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.15 (in Ukrainian).
- Vahjen, W., Pietruszynska, D., Starke, I.C., & Zentek, J. (2015). High dietary zinc supplementation increases the occurrence of tetracycline and sulfonamide resistance genes in the intestine of weaned pig. *Gut Pathog*, 7(23), 1–5. DOI: 10.1186/s13099-015-0071-3.
- Vlizlo, V. V. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni*. Lviv: Spolom (in Ukrainian).
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Zhelavskyi, M. M., Midyk, S. V., Fedorchenko, A. M., Todoriuk, V. B., Nahirniak, T. B., Kisera, Ya. V., Sus, H. V., Chemerys, V. A., Levkivska, N. D., & Iglitskej, I. I. (2020). Effect of Butaselmavit-Plus on the immune system of piglets during and after weaning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 347–352. DOI: 10.15421/2020_106.
- Martyshuk, T., Gutyj, B., Vyshchur, O., Paterega, I., Kushnir, V., Bigdan, O., et al. (2022). Study of Acute and Chronic Toxicity of “Butaselmavit” on Laboratory Animals. *Arch Pharm Pract.*, 13(3), 70–75. DOI: 10.51847/XHwVCyfBZ3.
- Martyshuk, T. V., & Hutyi, B. V. (2021). Imunofiziologichniy stan ta antyoksydantnyi potentsial orhanizmu porosiat za umov oksydatsiinoho stresu ta dii koryhuiuchykh chynnykiv: monohrafiia. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11218
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 639.09:618.19-002]:636.2.034.082.32

Characteristics of bacterial contamination of the mammary gland secretion of lactating cows with subclinical mastitis

A. M. Pasternak¹, V. I. Koshevoy^{1✉}, S. V. Naumenko¹, M. L. Radzykhovskiy², P. M. Skliarov³

¹State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Article info

Received 11.09.2023

Received in revised form

11.10.2023

Accepted 12.10.2023

State Biotechnological University,
Kharkiv, Alchevskyyh Str., 44,
61002, Ukraine.
Tel.: +38-063-075-75-40
E-mail:
vsevolod_koshevoy@yahoo.com

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.

Dnipro State Agrarian and
Economic University,
Sergiy Efremov Str., 25,
Dnipro, 49600, Ukraine.

Pasternak, A. M., Koshevoy, V. I., Naumenko, S. V., Radzykhovskiy, M. L., & Skliarov, P. M. (2023). Characteristics of bacterial contamination of the mammary gland secretion of lactating cows with subclinical mastitis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 113–117. doi: 10.32718/nvlvet11218

Subclinical mastitis (SCM) in lactating cows is a common disease characterized by a change in the composition of mammary gland secretion, especially due to an increase in number of somatic cells in it over a long period of time. Etiologically, this disease arises as a result of the pathogenic effect of mixed infections caused mainly by bacteria of *Staphylococcus* and *Streptococcus* genera. It should be noted that due to high prevalence, reduction of milk yield and changes in the physical and chemical properties of milk of cows, SCM is a more important problem than clinical forms of mastitis. Thus, the aim of the work was to determine the main causative agents of SCM in lactating cows and their resistance to antibiotics in order to justify the feasibility of using alternative means in the schemes of therapy and prevention of this disease. During the bacteriological examination of mammary gland secretion, streptococci were differentiated by morphological and cultural-biochemical properties, and the pathogenicity of staphylococci was determined by the ability to coagulate rabbit blood plasma in the conditions of the testing laboratory of Smartbiolab LLC (Kharkov) in 2019–2021. Subclinical mastitis in lactating cows was determined using a sample with 5 % dimastine and a thermographic study. Before taking milk samples, the udders were wiped with 70 % alcohol, and the milk was expressed in sterile tubes. The samples were transported in plastic boxes with cooling elements (at a temperature of 8–10 °C) and were examined no later than 4 hours after the moment of selection. The results of research in selected samples *Streptococcus* spp., which has β -hemolytic properties, was found in 42.9 % of samples, *E. coli* with hemolytic properties in 28.6 %, and *Staphylococcus haemolyticus* and *Staphylococcus aureus* in 14.2 % each. The detected pathogens were characterized by the following indicators of antibiotic resistance: *E. coli* isolates were insensitive to 8 antibiotics (ampicillin, penicillin, streptomycin, neomycin, spectinomycin, spiramycin, lincomycin, chloramphenicol), and *Streptococcus* spp. (penicillin, amoxicillin, amoxicillin + clavulonic acid, streptomycin, norfloxacin, gatifloxacin, lincomycin) and *Staphylococcus aureus* (ampicillin, penicillin, amoxicillin, streptomycin, oxytetracycline, ceftiofur and lincomycin) up to 7, respectively.

Key words: cows, subclinical mastitis, lactation period, alternative means of therapy, streptococci, staphylococci, escherichia, antibiotic resistance.

Особливості бактеріальної контамінації секрету молочної залози корів лактаційного періоду за субклінічного маститу

A. M. Пастернак¹, В. І. Кошевой^{1✉}, С. В. Науменко¹, М. Л. Радзиховський², П. М. Склярів³

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ, Україна

³Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Субклінічний мастит (СКМ) у корів лактаційного періоду є поширеним захворюванням, що характеризується зміною складу секрету молочної залози, особливо за рахунок підвищення у ньому кількості соматичних клітин протягом тривалого періоду. Етіологічно дана хвороба виникає внаслідок хвороботворної дії змішаних інфекцій, викликаних переважно бактеріями родів *Staphylococcus* і *Streptococcus*. Зазначимо, що через велику поширеність, зниження надоїв і зміни фізико-хімічних властивостей молока корів СКМ є більш важливою проблемою, ніж клінічні форми маститу. Таким чином, метою роботи було визначення основних збудників СКМ у корів лактаційного періоду та їх стійкості до антибіотичних засобів для обґрунтування доцільності застосування альтернативних засобів у схемах терапії і профілактики даного захворювання. За бактеріологічного дослідження секрету молочної залози проводили диференціацію стрептококів за морфологічними та культурально-біохімічними властивостями, визначали патогенність стафілококів за здатністю коагулювати плазму крові кролика в умовах випробувальної лабораторії ТОВ “Смартбіолаб” (м. Харків) у 2019–2021 рр. Субклінічний мастит у корів лактаційного періоду визначали за допомогою проби з 5 % димастином та термографічним дослідженням. Перед відбором проб молока дойки протирали 70 % спиртом, а молоко зціджували у стерильні пробірки. Проби транспортували в пластикових боксах з охолоджуючими елементами (за температури 8–10 °C) та досліджували не пізніше ніж через 4 години з моменту відбору. Результатами досліджень у відібраних зразках було виявлено у 42,9 % проб *Streptococcus spp.*, що володіє β -гемолітичними властивостями, у 28,6 % – *E. coli*, що володіє гемолітичними властивостями, і по 14,2 % – *Staphylococcus haemolyticus* та *Staphylococcus aureus*. Виявлені збудники характеризувалися такими показниками стійкості до антибіотичних засобів: ізоляти *E. coli* були нечутливими до 8 антибіотиків (ампіцилін, пеніцилін, стрептоміцин, неомицин, спектиномицин, спірамицин, лінкомицин, левоміцетин (хлорамфенікол), а *Streptococcus spp.* (пеніцилін, амоксицилін, амоксицилін + клавулонова кислота, стрептоміцин, норфлуксацин, гатифлуксацин, лінкомицин) та *Staphylococcus aureus* (ампіцилін, пеніцилін, амоксицилін, стрептоміцин, окситетрациклін, цефтіофур та лінкомицин) до 7 відповідно.

Ключові слова: корови, субклінічний мастит, лактаційний період, альтернативні засоби терапії, стрептококи, стафілококи, ешерихії, антибіотикорезистентність.

Вступ

Концепція “Єдине здоров’я” сприяє інтегрований оцінці здоров’я людини, тварин і навколишнього середовища з метою прискорення прогресу на благо всіх видів, таким чином мастит як поширене захворювання з наслідками для добробуту є ідеальним об’єктом для підходу One Health (Hughes & Watson, 2018; Pace et al., 2022). Враховуючи це, особливого значення набуває субклінічний мастит (СКМ), що характеризується зміною складу молока та високою кількістю соматичних клітин протягом тривалого періоду, часто спричинений бактеріальною інфекцією (Kirsanova et al., 2019; Chen et al., 2022). Скринінг у польових умовах виявив поширеність СКМ у 55 % досліджених корів, що був наслідком змішаних інфекцій, викликаних переважно *Staphylococcus sp.* і *Streptococcus sp.* (Sharma et al., 2023). Стурбованість дослідників викликає нещодавно висунута гіпотеза, що імуносупресія внаслідок захворювання або носійства вірусу лейкозу великої рогатої худоби також сприяє СКМ (Nakada et al., 2023).

Субклінічна форма захворювання через велику поширеність, зниження надоїв і зміни фізико-хімічних властивостей молока є більш важливою, ніж клінічні форми маститу (Rahman et al., 2016). Є суперечливі дані щодо взаємозв’язку СКМ з розвитком неплідності у корів лактаційного періоду (Dahl et al., 2017). За даними Ranasinghe et al. (2021), за СКМ у корів зменшується ефективність штучного осіменіння, а тривалість днів періоду від отелення до наступного осіменіння була довшою порівняно і даними контролю (79 і 64 дні відповідно). Натомість Villa-Arcila et al. (2017) показано, що СКМ, діагностований у перший місяць після отелення, не впливав на тривалість періоду до наступного осіменіння. Також доведено, що вплив СКМ на можливе виникнення неплідності є вищим у корів старшого віку (Dahl et al., 2020).

Стада, які доїли за допомогою автоматичної системи доїння, мали в середньому на 6,9 % вищу захворюваність на СКМ, а зразки секрету молочної залози, що були відібрані для бактеріологічного дослідження,

також показали динаміку зростання захворюваності на мастит корів-первісток із великою варіацією захворюваності на різних фермах (Santman-Berends et al., 2012). Високопродуктивні корови внаслідок інтенсивного обміну речовин є більш схильними до захворювання на мастит. Так, у 3,1 % корів виявлено клінічний мастит у перші 60 днів після отелення, при цьому ймовірність клінічного маститу була більшою для корів, які виробляли >15 л/день під час останнього стадного тесту попередньої лактації, ніж для корів, які виробляли <10 л/день (McDougall et al., 2022). Таким чином, актуальним науковим завданням є виявлення маститу на субклінічній стадії та його своєчасне лікування.

Основними етіологічними чинниками маститу у корів є різні представники бактеріального походження, а успішна боротьба з мікробним фактором неможлива без урахування їх біологічних властивостей та підбору лікувальних препаратів, що мають високу антимікробну активність.

Мета дослідження

Тому метою наших досліджень було визначення основних збудників субклінічного маститу у корів лактаційного періоду та їхньої стійкості до антибіотичних засобів для обґрунтування доцільності застосування альтернативних засобів у схемах терапії і профілактики даного захворювання.

Матеріал і методи дослідження

Для досягнення поставленої мети провели бактеріологічне дослідження секрету молочної залози хворих на субклінічний мастит корів ТОВ СВК “Восток” в умовах випробувальної лабораторії ТОВ “Смартбіолаб” (м. Харків) у 2019–2021 рр.

Субклінічний мастит у корів лактаційного періоду визначали за допомогою проби з 5 % димастином та термографічним дослідженням (Pasternak et al., 2017). Її проводили на молочно-контрольних пластинках. При цьому вранці перед черговим доїнням після ста-

ранного обмивання, обтирання дійок і видалення з них перших порцій молока з кожної частки вимені здювали по 50–100 мл молока у стерильні склянки, закупорювали і відправляли у лабораторію. Перед відбором проб молока дійки протирали 70 % спиртом, а молоко здіжували у стерильні пробірки. Проби транспортували в пластикових боксах з охолоджуючими елементами (за температури 8–10 °C) та досліджували не пізніше ніж через 4 години з моменту відбору.

Мікрофлору досліджуваних проб молока перевіряли на чутливість до антибіотиків за допомогою диск-дифузійного методу на середовищі Мюллера–Хінтона. Для виявлення чутливості мікроорганізмів використовували антибіотики різних поколінь пеніцилінового ряду (Ампіцилін, Пеніцилін, Амоксицилін, Амоксицилін + клавулонова кислота, Клоксацилін), аміноглікозиди (Гентаміцин, Стрептоміцин, Канаміцин, Неоміцин, Спектиноміцин), макролід (Тілозин, Азитроміцин, Спіраміцин), тетрацикліни (Доксацикліну гідрохлорид та Окситетрациклін), похідні хінолону (Енрафлораксацин, Офлораксацин, Норфлораксацин, Гатифлораксацин, Ципрофлораксацин, Марбофлораксацин) та різних груп (Цефтіофур, Лінкоміцин, Левоміцетин (Хлорамфенікол), Поліміксин, Котримаксазол, Енрафлораксацин + Сульфаметоксазол, Енрафлораксацин + Ципрофлораксацин).

Наші дослідження включали вивчення: цукролітичних та гемолітичних властивостей, утворення ферментів декарбоксилаз, оксидаз, каталази, плазмокоагулази, перетворення нітратів у нітрити тощо. Проводили пересіви на елективні середовища, такі як сольовий агар, агар Ендо, кров'яний агар, строкатий ряд Гісса. За допомогою специфічних сироваток проводили підтвердження ідентифікації мікроорганізмів (Radzikhovskiy et al., 2023).

Результати та їх обговорення

Відомо, що сучасні вимоги до терапії хвороб бактеріального генезу потребують постійного підвищення рівня безпечності для зменшення загрози антибіотикорезистентності особливо небезпечних бактеріальних агентів і уникнення поширення умовнопатогенної мікрофлори (Sachuk et al., 2019). Результати бактеріологічних досліджень молока наведено на рисунку 1.

Як свідчать одержані дані, у 42,9 % проб було виявлено *Streptococcus* spp., що володіє β-гемолітичними властивостями, у 28,6 % – *E. coli*, що володіє гемолітичними властивостями і по 14,2 % – *Staphylococcus haemolyticus* та *Staphylococcus aureus*. Отримані дані узгоджуються з результатами Heikkilä et al. (2018), що визначили участь двох основних збудників СКМ – *Staphylococcus aureus* та незолотисті стафілококи. Цими ж авторами було оцінено ступінь втрати молочної продуктивності, викликаной *Staphylococcus aureus* – діагностований до піку лактації СКМ викликав зменшення молочної продуктивності на 7,1 % (2,3 кг/добу), тимчасом як діагностований

між 54 і 120 днями лише 4,3 % (1,4 кг/день). Крім виявлених нами збудників, є дані про участь в етіології СКМ у корів лактаційного періоду *Streptococcus uberis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus* species, *Corynebacterium* species, *Enterobacter* species, *Micrococcus* species, *Pseudomonas* species тощо (Villa-Arcila et al., 2017; Girma & Tamir, 2022).

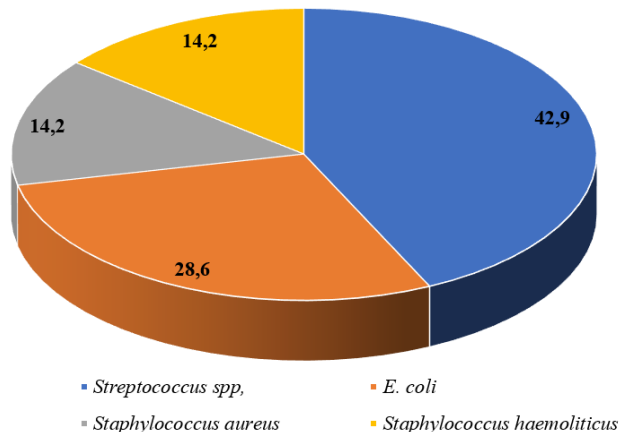


Рис. 1. Поширеність виділених збудників субклінічного маститу у корів лактаційного періоду, %

Крім цього, визначили чутливість мікрофлори до антибактеріальних препаратів (табл. 1).

Staphylococcus aureus є поширеним патогеном, що часто викликає стійкі інтрамаммарні інфекції у молочних корів і володіє вираженою резистентністю до антимікробних препаратів, в тому числі за рахунок можливого біоплівкоутворення (Veh et al., 2015). Проведеними нами дослідженнями показано, що виділена мікрофлора переважно виявляла невисоку чутливість до антибактеріальних препаратів. Так, ізоляти *Staphylococcus haemolyticus* були нечутливими – 48,3 % або мали помірну чутливість до антибіотика – 44,8 %.

Ізоляти *E. coli* були нечутливими до 8 антибіотиків (ампіцилін, пеніцилін, стрептоміцин, неоміцин, спектиноміцин, спіраміцин, лінкоміцин, левоміцетин (хлорамфенікол), а *Streptococcus* spp. (пеніцилін, амоксицилін, амоксицилін + клавулонова кислота, стрептоміцин, норфлораксацин, гатифлораксацин, лінкоміцин) та *Staphylococcus aureus* (ампіцилін, пеніцилін, амоксицилін, стрептоміцин, окситетрациклін, цефтіофур та лінкоміцин) до 7.

Для ефективного контролю субклінічного маститу у стадах молочних корів необхідні рання діагностика та належне лікування, а також впровадження відповідних заходів профілактики (Girma & Tamir, 2022). Rahman et al. (2016) стверджують, що найбільш ефективними у терапії СКМ в овець є хлорамфенікол, ципрофлораксацин і неоміцин. Збудники, виділені нами з секрету молочної залози корів, хворих на СКМ були нечутливими до даних антибіотичних засобів, що обумовлює застосування альтернативних препаратів.

Таблиця 1

Чутливість мікрофлори до антибактеріальних препаратів

Антибіотики (вказані назви діючих речовин)		Чутливість ізолятів			
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus spp.</i>	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>
Пеніциліни	Ампіцилін	—	+	—	—
	Пеніцилін	—	—	—	—
	Амоксицилін	—	—	+	—
	Амоксицилін + клавулонова кислота	+	—	+	—
	Клоксацилін	+	+	+	—
Аміноглікозиди	Гентаміцин	+	+	+	±
	Стрептоміцин	—	—	—	±
	Канаміцин	+	+	+	±
	Неоміцин	+	+	—	±
	Спектиноміцин	+	+	—	±
Макроліди	Тілозин	+	+	+	—
	Азитроміцин	+	+	+	±
	Спіраміцин	+	+	—	±
Тетрацикліни	Доксацикліну гідрохлорид	+	+	+	—
	Окситетрациклін	—	+	+	—
Похідні хінолону	Енрафлораксин	+	+	+	±
	Офлораксин	+	+	+	±
	Норфлораксин	+	—	+	—
	Гатифлораксин	+	—	+	—
	Ципрофлораксин	+	+	+	—
	Марбофлораксин	+	+	+	±
Різні групи	Цефтіофур	—	+	+	+
	Лінкоміцин	—	—	—	—
	Левоміцетин (Хлорамфенікол)	+	+	—	±
	Поліміксин	+	+	+	—
	Ко-Тримаксозол	+	+	+	—
	Енрафлораксин + Сульфаметоксазол	+	+	+	±
	Енрафлораксин + Ципрофлораксин	+	+	+	±

Примітка: “+” – ізолят чутливий до антибіотика; “±” – ізолят помірно чутливий до антибіотика; “—” – ізолят нечутливий до антибіотика

Отже, можливість використання озонорозчинних препаратів як альтернативи антибактеріальним засобам підтверджено виділеними збудниками з секрету молочної залози корів лактаційного періоду за субклінічного маститу (*Streptococcus spp.*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*), адже озон і препарати на його основі володіють антимікробними властивостями щодо вищенаведених збудників. Крім того, використання ефективних і безпечних засобів лікування корів за субклінічного маститу призводить до зменшення економічних витрат внаслідок зниження репродуктивної здатності, обумовленої розвитком СКМ, адже він знижує фертильність лактуючих корів – подібно до клінічного маститу (Schrack et al., 2001; Sinha et al., 2014; Sachuk et al., 2020).

Висновки

Досліджені проби секрету молочної залози корів за субклінічного маститу характеризувалися такими показниками бактеріальної контамінації:

1. *Streptococcus spp.*, що володіє β-гемолітичними властивостями, було виявлено у 42,9 % проб, крім того, було ідентифіковано *E. coli*, що володіє гемолітичними властивостями (28,6 %), *Staphylococcus*

haemolyticus (14,2 %) та *Staphylococcus aureus* (14,2 %).

2. Виділені ізоляти володіли низькою чутливістю до антимікробних засобів – нечутливими були 48,3 % *Staphylococcus haemolyticus*, тимчасом як *Streptococcus spp.* та *Staphylococcus aureus* були резистентними до 7, а *E. coli* – до 8 антибіотиків.

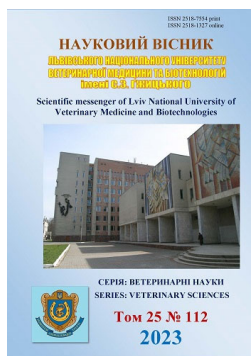
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bates, A. J., King, C., Dhar, M., Fitzpatrick, C., & Laven, R. A. (2022). Retention of internal teat sealants over the dry period and their efficacy in reducing clinical and subclinical mastitis at calving. *Journal of dairy science*, 105(6), 5449–5461. DOI: 10.3168/jds.2021-21585.
- Chen, X., Chen, Y., Zhang, W., Chen, S., Wen, X., Ran, X., Wang, H., Zhao, J., Qi, Y., & Xue, N. (2022). Prevalence of subclinical mastitis among dairy cattle and associated risks factors in China during 2012–2021: A systematic review and meta-analysis. *Research in veterinary science*, 148, 65–73. DOI: 10.1016/j.rvsc.2022.04.007.

- Dahl, M. O., De Vries, A., Galvão, K. N., Maunsell, F. P., Risco, C. A., & Hernandez, J. A. (2020). Combined effect of mastitis and parity on pregnancy loss in lactating Holstein cows. *Theriogenology*, 143, 57–63. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2019.12.002.
- Dahl, M. O., Maunsell, F. P., De Vries, A., Galvao, K. N., Risco, C. A., & Hernandez, J. A. (2017). Evidence that mastitis can cause pregnancy loss in dairy cows: A systematic review of observational studies. *Journal of dairy science*, 100(10), 8322–8329. DOI: 10.3168/jds.2017-12711.
- Girma, A., & Tamir, D. (2022). Prevalence of Bovine Mastitis and Its Associated Risk Factors among Dairy Cows in Ethiopia during 2005-2022: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Veterinary medicine international*, 2022, 7775197. DOI: 10.1155/2022/7775197.
- Heikkilä, A. M., Liski, E., Pyörälä, S., & Taponen, S. (2018). Pathogen-specific production losses in bovine mastitis. *Journal of dairy science*, 101(10), 9493–9504. DOI: 10.3168/jds.2018-14824.
- Hughes, K., & Watson, C. J. (2018). The Mammary Microenvironment in Mastitis in Humans, Dairy Ruminants, Rabbits and Rodents: A One Health Focus. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 23(1-2), 27–41. DOI: 10.1007/s10911-018-9395-1.
- Kirsanova, E., Heringstad, B., Lewandowska-Sabat, A., & Olsaker, I. (2019). Alternative subclinical mastitis traits for genetic evaluation in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 102(6), 5323–5329. DOI: 10.3168/jds.2018-16104.
- McDougall, S., Williamson, J., Gohary, K., & Lacy-Hulbert, J. (2022). Risk factors for clinical or subclinical mastitis following infusion of internal teat sealant alone at the end of lactation in cows with low somatic cell counts. *New Zealand veterinary journal*, 70(2), 79–87. DOI: 10.1080/00480169.2021.1977200.
- Nakada, S., Fujimoto, Y., Kohara, J., & Makita, K. (2023). Economic losses associated with mastitis due to bovine leukemia virus infection. *Journal of dairy science*, 106(1), 576–588. DOI: 10.3168/jds.2021-21722.
- Pace, R. M., Pace, C. D. W., Fehrenkamp, B. D., Price, W. J., Lewis, M., Williams, J. E., McGuire, M. A., & McGuire, M. K. (2022). Sodium and Potassium Concentrations and Somatic Cell Count of Human Milk Produced in the First Six Weeks Postpartum and Their Suitability as Biomarkers of Clinical and Subclinical Mastitis. *Nutrients*, 14(22), 4708. DOI: 10.3390/nu14224708.
- Pasternak, A., Skliarov, P., & Zhigalova, O. (2017). Thermographic diagnosis of mastitis and its control at the microscopic level. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(82), 159–165. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/1357>.
- Radzikhovskiy, N., Dyshkant, O., Vygovska, L., Kulishenko, O., & Davydenko, P. (2023). Traditional methods of diagnosing infectious mastitis in cattle. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 24(1), 157–162. DOI: 10.36359/scivp.2023-24-1.21.
- Rahman, B., Ownagh, A., Mardani, K., & Farrokhi Ardebili, F. (2016). Prevalence and molecular characterization of staphylococci isolated from sheep with subclinical mastitis in West-Azerbaijan province, Iran. *Veterinary research forum: an international quarterly journal*, 7(2), 155–162. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4959344>.
- Ranasinghe, R. M. S. B. K., Deshapriya, R. M. C., Abeygunawardana, D. I., Rahularaj, R., & Dematawewa, C. M. B. (2021). Subclinical mastitis in dairy cows in major milk-producing areas of Sri Lanka: Prevalence, associated risk factors, and effects on reproduction. *Journal of dairy science*, 104(12), 12900–12911. DOI: 10.3168/jds.2021-20223.
- Sachuk, R. M., Stravsky, Y. S., Shevchenko, A. M., Katsaraba, O. A., Kostyshyn, Y. Y., & Zhyhalyuk, S. V. (2019). Distribution, etiology and prevention of subclinical mastitis in cows. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(2), 18–21. DOI: 10.32718/ujvas2-2.04.
- Sachuk, R. M., Stravsky, Ya. S., Shevchenko, A. M., Katsaraba, O. A., & Zhigalyuk S. V. (2020). Efficacy of udder hygiene products of ‘Forticept’ line in the prevention of Subclinical mastitis in cows. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 6(1), 5–10. DOI: 10.36016/JVMBBS-2020-6-1-1.
- Santman-Berends, I. M., Olde Riekerink, R. G., Sampimon, O. C., van Schaik, G., & Lam, T. J. (2012). Incidence of subclinical mastitis in Dutch dairy heifers in the first 100 days in lactation and associated risk factors. *Journal of dairy science*, 95(5), 2476–2484. DOI: 10.3168/jds.2011-4766.
- Schrick, F. N., Hockett, M. E., Saxton, A. M., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., & Oliver, S. P. (2001). Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *Journal of dairy science*, 84(6), 1407–1412. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70172-5.
- Sharma, D., Kaniyathan, S., Manimaran, A., Kumaresan, A., Sivaram, M., Rajendran, D., Wankhade, P. R., Sejian, V., & Banu, S. (2023). Seasonal, physiological and bacteriological risk factors for subclinical mastitis in dairy cows maintained under different farming conditions. *The Journal of dairy research*, 90(2), 164–172. DOI: 10.1017/S0022029923000389.
- Sinha, M. K., Thombare, N. N., & Mondal, B. (2014). Subclinical mastitis in dairy animals: incidence, economics, and predisposing factors. *The Scientific World Journal*, 2014, 523984. DOI: 10.1155/2014/523984.
- Veh, K. A., Klein, R. C., Ster, C., Keefe, G., Lacasse, P., Scholl, D., Roy, J. P., Haine, D., Dufour, S., Talbot, B. G., Ribon, A. O., & Malouin, F. (2015). Genotypic and phenotypic characterization of *Staphylococcus aureus* causing persistent and nonpersistent subclinical bovine intramammary infections during lactation or the dry period. *Journal of dairy science*, 98(1), 155–168. DOI: 10.3168/jds.2014-8044.
- Villa-Arcila, N. A., Sanchez, J., Ratto, M. H., Rodriguez-Lecompte, J. C., Duque-Madrid, P. C., Sanchez-Arias, S., & Ceballos-Marquez, A. (2017). The association between subclinical mastitis around calving and reproductive performance in grazing dairy cows. *Animal reproduction science*, 185, 109–117. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2017.08.010.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11219
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 638.1:661.8'074.5:577.118

Content of proline and heavy metals in beekeeping products of different agro-ecological conditions of Ukraine

M. M. Broshkov[✉], O. O. Bezalychna, A. P. Kytaeva, V. M. Yasko

Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

Article info

Received 13.09.2023
Received in revised form
16.10.2023
Accepted 17.10.2023

Odessa State Agrarian University,
Panteleymonivska Str., 13,
Odessa 65012, Ukraine.
Tel.: +38-099-191-26-22
E-mail: vstupodau@ukr.net

Broshkov, M. M., Bezalychna, O. O., Kytaeva, A. P., & Yasko, V. M. (2023). Content of proline and heavy metals in beekeeping products of different agro-ecological conditions of Ukraine. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 118–122. doi: 10.32718/nvlvet11219

The production of beekeeping plays a crucial role in the population's nutrition. Bees yield valuable dietary products, such as honey, and provide raw materials for the food industry, such as beeswax. In addition to these primary products, bees produce royal jelly, flower pollen, propolis, homogenate of drone larvae, and bee venom. In regions with advanced agriculture, bees are utilized to pollinate entomophilous crops. Bee pollination enhances plants' similarity and yield, improving agricultural product quality. Honey-producing bees consume pollen, with flower pollen from nectariferous plants serving as the raw material, followed by bee bread, which is brought into the hive. However, the agroclimatic conditions in various regions of Ukraine only sometimes provide sufficient diversity of nectariferous plants to adequately meet the protein and mineral nutrition needs of bees. Minerals in animal organisms perform crucial functions, providing structural integrity to the skeleton and constituting essential components of organic compounds, vitamins, and enzymatic systems. In contemporary animal production, heavy metals threaten the health of both humans and animals. According to established norms, many of these metals are vital elements that must be included in the animal diet. Inadequate or excessive levels of these elements in the animal body can lead to the inactivation of enzymatic systems, impaired reproduction, decreased productivity, and reduced product quality. Heavy metals, especially mercury, lead, chromium, and nickel, are more dangerous toxins in living organisms at elevated concentrations. The chemical composition of living organisms and their impact on geochemical processes varies. To ensure normal vitality and the production of high-quality animal products, animals must be provided with a balanced diet and an optimal content of minerals that contribute to increased productivity and production efficiency. Therefore, studying the content of heavy metals such as iron, copper, zinc, lead, cobalt, and cadmium in honey obtained under different agroecological conditions in Ukraine is of significant economic importance. The research results indicate that the content of heavy metals in honey from the Western region, except iron and zinc, was higher than in the Southern region. Specifically, for copper, this advantage amounted to 86.725 mg/kg or 1.4 times, for lead – 50.203 mg/kg or 2.8 times, for cobalt – 57.865 mg/kg or 24.2 times, and for cadmium – 4.663 mg/kg or 2.7 times. Honey from the Southern region had a higher iron content of 0.237 mg/kg or 1.1 times, and zinc by 4.412 mg/kg or 5.5 times compared to honey from the Western region. Based on the obtained data, it is established that honey from the Western region has a higher content of heavy metals than honey from the Southern region, indicating more significant contamination of nectariferous plants in the Western region.

Key words: bees, metals, region, proline, honey.

Вміст проліну та важких металів у продукції бджільництва різних агроекологічних умов України

М. М. Брошков[✉], О. О. Безалічна, А. П. Китаєва, В. М. Ясько

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

У харчуванні населення важливу роль відіграє продукція бджільництва. Від бджіл одержують цінний дієтичний продукт – мед і сировину для харчової промисловості віск. Окрім основних продуктів, від бджіл одержують маточне молочко, квітковий пилок, прополіс, гомогенат трутневих личинок, бджолину отруту. У районах розвиненого землеробства бджіл використовують на запиленні ентомофільних культур. Запилення бджолами рослин підвищує їх схожість й врожайність, поліпшує якість продукції. Медоносні бджоли споживають пергу, сировиною для якої є квітковий полок рослин медоносів, а потім бджолине обніжжя, яке заноситься до вулика. Однак агрокліматичні умови різних регіонів України не завжди забезпечують достатню різноманітність медоносних рослин для потреб білкового і мінерального живлення бджіл на належному рівні. Мінеральні речовини в організмі тварин виконують важливі функції. Вони надають структурність і міцність скелету, входять до складу органічних сполук, вітамінів та ферментних систем. В умовах сучасного виробництва продукції тваринництва особливо небезпечно для здоров'я людей і тварин мають важкі метали. Але багато з них є життєво важливими і необхідними елементами, які обов'язково повинні, відповідно з нормами входити до раціону тварин. За їх нестачі або занадто надлишку в організмі тварин інактивуються ферментні системи, погіршується відтворення, зменшується продуктивність і погіршується якість продукції. А у підвищених концентраціях важкі метали особливо ртуть, свинець, хром, нікель діють на живий організм як небезпечніша отрута. Хімічний склад живих організмів і їх вплив на геохімічні процеси різний. Для нормальної життєдіяльності і продукування високоякісної продукції тварини повинні забезпечуватися повноцінною годівлею й оптимальним вмістом мінеральних речовин, які сприяють підвищенню продуктивності і ефективності виробництва продукції. Тому вивчення вмісту таких важких металів як залізо, мідь, цинк, свинець, кобальт і кадмій у меді, одержаному у різних агроекологічних умовах України має важливе народногосподарське значення. У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст важких металів у меді Західного регіону, за винятком заліза і цинку, був більший, ніж у меді Південного регіону. Так за вмістом міді ця перевага становила 86,725 мг/кг або у 1,4 рази, свинцю – 50,203 мг/кг або у 2,8 рази, кобальту – 57,865 мг/кг або 24,2 рази, кадмію – 4,663 мг/кг або 2,7 рази. Мед південного регіону мав більший вміст заліза на 0,237 мг/кг або у 1,1 рази, цинку – 4,412 мг/кг або 5,5 рази порівняно з медом Західного регіону. Отже на підставі одержаних даних встановлено, що мед Західного регіону має більший вміст важких металів порівняно з медом Південного регіону, що свідчить про більше забруднення медоносних рослин у Західному регіоні.

Ключові слова: бджоли, метали, регіон, пролін, мед.

Вступ

Бджільництво є важливою галуззю сільського господарства. Від бджіл одержують цінний дієтичний продукт – мед і сировину для легкої промисловості – віск та багато інших цінних видів продукції. У районах розвиненого землеробства бджіл використовують для запилення ентомофільних культурних рослин. Запилення бджолами рослин підвищує їх схожість й врожайність, поліпшує якість продукції. Цей метод запилення є одним з основних агроприймів вирощування сільськогосподарських культур (Bohdanov, 2005; Halias, 2009; Perig, 2022).

Медоносні бджоли споживають пергу, первинною сировиною для якої є квітковий пилок рослин медоносів, а потім бджолине обніжжя, яке заноситься робочими бджолами до вулика. Перга – це концентрат протеїнів, незамінних амінокислот, макро- та мікроелементів, вітамінів, ліпідів. Однак, не завжди рослини і погодні умови різних природно-кліматичних зон можуть забезпечити достатньо різноманітність медоносних рослин для потреб білкового і мінерального живлення бджіл на належному рівні. Тому для бджіл все ширше використовуються технології підгодовлі добавками різного складу, компоненти яких впливають на фізіолого-біохімічні процеси в організмі медоносних бджіл, а отже і на якісний склад, одержаної від них продукції. У світі все більше людей прагне до виробництва і споживання органічно вирощеної і екологічно безпечної продукції, у тому числі й продукції бджільництва (Petko & Fedorovych, 2022; Gutj et al., 2023).

Мінеральні речовини виконують в організмі тварин важливі функції: надають структурність і міцність скелету, виступають у ролі складової частини органічних сполук, вітамінів та ферментних систем, контролюють водний баланс, безпосередньо приймають участь у скороченні м'язів та перенесенні

імпульсів (Kovalskyi et al., 2020). В умовах сучасного виробництва продукції тваринництва разом з різними отрутохімікатами, гербіцидами, пестицидами особливу небезпеку для здоров'я тварин і людей являють важкі метали. Майже усі елементи таблиці Д. І. Менделєєва є забруднювачами середовища для проживання людини (Brodshneider & Croilsheim, 2010). Але багато з них є життєво важливими і необхідними елементами, які обов'язково повинні, відповідно з нормами входити до раціону тварин. За їх нестачі або занадто надлишку в організмі інактивуються ферментні системи, погіршується відтворення, зменшується продуктивність і погіршується якість продукції (Klitsenko et al., 2001).

А у підвищених концентраціях важкі метали, особливо ртуть, свинець, хром, нікель діють на живий організм як найнебезпечніша отрута (Brodshneider & Croilsheim, 2010). Ступень забруднення навколишнього середовища важкими металами у багатьох регіонах сягає критичних рівнів. Хімічний склад живих організмів і їх вплив на геохімічні процеси неоднакові. У процесі еволюції живі тваринні організми адаптувалися до певного хімічного складу середовища. Це зумовлено з одного боку різноманітністю хімічного складу флори і фауни, а з іншого визначало підвищену чутливість організмів до змін концентрації в середовищі тих або інших елементів. Оскільки склад поверхні землі неоднорідний, то на ній є регіони з підвищеним або пониженим вмістом тих або інших хімічних елементів. Ці області відрізняються від сусідніх областей за вмістом хімічних елементів або їх сполук і внаслідок цього виникає різна біологічна реакція з боку місцевої флори і фауни. Такі місцевості одержали назву біогеохімічних провінцій. Біологічні реакції організмів на мінливість геохімічних факторів можуть проявлятися в таких формах: толерантності; утворенні нових рас, видів; ендемічних захворювань, загибелі організмів. Останні фактори проявляються

при занадто різкій недостатності або надлишку будь-якого хімічного елемента у середовищі. Тварини одержують мінеральні речовини із рослинного корму. Недостача або надлишок хімічних елементів у ґрунті, а отже й у рослинних і тваринних організмах змінює характер депонування елементів, послаблює або підсилює синтез біологічно активних продуктів, веде до перебудови обміну речовин. У результаті цього відбувається адаптація організмів до нових умов, або викликаються ендемічні захворювання, які можуть привести до загибелі тварин (Fedak, 2022; Galatiuk et al., 2023).

Для нормальної життєдіяльності і продукування високоякісної продукції тварини повинні забезпечуватися повноцінною годівлею й оптимальним вмістом мінеральних речовин, які сприяють підвищенню продуктивності і ефективності виробництва продукції (Hrabarivska, 2021; Kovalskyi et al., 2021).

Залізо – широко розповсюджене у тваринних і рослинних організмах є їх складовою частиною. Потреба сільськогосподарських тварин у цьому мікроелементі задовольняється за рахунок вмісту його у кормах, але при нестачі його у кормах він є лімітуючим. Сполуки заліза в організмі тварин виконують окислювальні функції. Основною ознакою дефіциту заліза у тварин є мікроцитарна гіпохромна анемія, яка виникає внаслідок недостатнього синтезу гемоглобіну і супроводжується відставанням у рості молодняку. Надлишки заліза у раціоні токсичні, вони погіршують засвоєння фосфору і міді в організмі тварин, зменшують відкладання вітаміну А у печінці молодняку, зменшують вживання корму і прирости живої маси (Kovalchuk et al., 2019).

Мідь – незамінний елемент для життєдіяльності тварин. За вмістом міді у органах тіла тварин поділяють на три групи: з високим вмістом цього елемента (печінка, мозок, селезінка, кістки, шкіра, волосаний покрив), з середнім (м'язи, нирки, підшлункова залоза, серце) і з низьким (залози внутрішньої секреції, статеві органи). Мідь необхідна для кровотворення. Вона активізує включення заліза в структуру гена і сприяє визріванню еритроцитів на різних стадіях розвитку. При дефіциті міді зменшується число еритроцитів без зміни в них концентрації гемоглобіну. Мідь приймає участь у процесах остеогенезу, захисних функціях організму, пігментації і кератинізації вовни і пір'я, входить до складу мідь утримуючих білків з ферментотивною функцією. Вона є складовою частиною багатьох ферментів. Як нестача так і надлишок міді в організмі тварин приводить до різних порушень їх росту і розвитку захворювань (Kovalchuk et al., 2019).

Кобальт – приймає участь у синтезі вітаміну B₁₂, активує утворення ферментів. Нестача кобальту у раціоні тварин сприяє їх захворюванням. Основними ознаками гіпокобальтозу є: анемія, втрата апетиту, зміни вовнового покриву, виснаженість, різке падіння рівня вітаміну B₁₂ у складі крові і печінки (Kovalchuk et al., 2019).

Цинк виконує багато функцій у організмі тварин. Він впливає на ріст, розвиток, відтворювальну функцію, кісткоутворення; кровоутворення, обмін нуклеїнових кислот, білків, вуглеводів. Цинк утворює комплекси з нуклеотидами із різних тканин, але менш міцні, ніж з амінокислотами. У жуйних тварин дефіцит цинка супроводжується порушенням відтворної функції, запаленням слизової оболонки рота і носа, крововиливами, ущільненням шкіри, огрубінням вовнового покриву, характерного скрежетання зубами. У крові і кістках зменшується активність лугової фосфатази (Kalinin et al., 1998; Kovalchuk et al., 2019).

Недоліки кадмію токсичні для організму тварин. За даними (Vishchur et al., 2019; Saranchuk et al., 2021) встановлено, що для зменшення токсичного пресингу високого рівня кадмію на білковий обмін в організмі свиней можна використовувати кормові буряки (7–8 % від загальної поживності раціону або пектинову добавку (1,5 г/кг живої маси). Тому вивчення вмісту важких металів у продукції бджільництва має важливе народногосподарське значення.

Мета дослідження

Порівняльне визначення впливу важких металів і проліну у меді, одержаному у різних агроекологічних зонах України. Визначити вміст Заліза, Міді, Цинку, Свинцю, Кобальту, Кадмію та Проліну.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на приватних пасіках двох агроекологічних зон України: Західного і Південного регіонів, що знаходилися у промислових зонах. Для дослідження брали зразки меду літнього різнотрав'яно-квіткового медозбору. У зразках біологічного матеріалу визначали вміст деяких важких металів на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ 115 ПК Одержані результати опрацьовували статистично з використанням мікрокалькулятора CITIZEN-135 з визначенням середніх величин (X) та їх похибки (Sx), коефіцієнта вірогідності (Cv), ступеня достовірності (P) за коефіцієнтом Стюдента.

Результати та їх обговорення

Наявність і накопичення важких металів у продукції медоносних бджіл залежить від багатьох чинників, у тому числі й від віку бджіл, фізіологічного стану, екологічної ситуації регіону, кількості використання і виду кормів, агроекологічних умов розміщення пасіки.

Життєдіяльність і продуктивність тварин значною мірою залежить від вмісту в раціоні мінеральних речовин (Klitsenko et al., 2001). Вміст деяких важких металів у продукції бджолиних сімей (меді), одержаної з різних регіонів України наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Вміст важких металів у меді різних агроекологічних регіонів, мг/кг

Важкий метал	Західний регіон (n=3)			Одеський регіон (n=3)		
	X ± Sx	±σ	CV, %	X ± Sx	±σ	CV, %
Залізо	3,546 ± 0,965	2,534	100,0	3,783 ± 1,056	1,494	39,5
Мідь	294,125 ± 25,921	68,562	23,3	207,40 ± 153,835	217,523	104,9
Цинк	0,984 ± 0,145	0,383	38,9	5,396 ± 6,494***	9,163	170,2
Свинець	7 8,730 ± 36,490	96,516	122,6	28,527 ± 15,890	22,468	78,7
Кобальт	60,355 ± 64,107	169,562	280,9	2,49 ± 1,644	2,325	93,4
Кадмій	7,366 ± 3,364	8,898	120,8	2,703 ± 1,153	1,630	60,3

Результати проведених нами досліджень свідчать, що за вмістом мінеральних речовин мед Західного регіону, за винятком заліза і цинку, переважав мед Південного регіону. Так, за вмістом міді ця перевага становила 86,725 мг/кг або 1,4 рази, свинцю –

50,203 мг/кг або 2,8 рази, кобальту – 57,865 мг/кг або 24,2 рази, кадмію – 4,663 мг/кг або 2,7 рази. Мед Південного регіону має більший вміст заліза на 0,237 мг/кг або 1,1 рази, цинку – на 4,412 мг/кг або 5,5 рази порівняно з медом Західного регіону.

Таблиця 2

Вміст проліну у меді різних регіонів

Регіон	n	X ± Sx	±σ	CV, %
Західний	3	648,006 ± 58,915	83,306	12,8
Південний	3	245,760 ± 92,562	92,562	53,2

За вмістом проліну мед Західного регіону переважає мед Південного регіону на 402,246 мг/кг або 12,6 рази, що свідчить про високу забрудненість важкими металами медоносних рослин.

Висновки

На підставі одержаних даних можна зробити висновок, що мед Західного регіону має більший вміст важких металів порівняно з медом Південного регіону, що свідчить про більше забруднення медоносних рослин у Західному регіоні.

Перспективи подальших досліджень. Планується продовжувати дослідження вмісту важких металів та вільних амінокислот у продукції бджільництва різних агроекологічних зон України.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bohdanov, H. O. (2005). Biolohichna tsinnist bdzholynoho obnizhzhia. Biolohiia tvaryn, 5(1), 49–159 (in Ukrainian).
- Brodshneider, R., & Croilsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. Ahiolologie, 41(3), 278–294. DOI: 10.1051/apido/2010012.
- Fedak, V. (2022). Features of pathogenesis in sacbrood virus at honey bees (*Apis mellifera* L.). Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 24(96), 118–125. DOI: 10.32718/nvlvet-a9616.
- Galatiuk, O., Yarovets, V., Babenko, V., Cherevatov, V., Gutiy, B., Hryhorenko, A., Strilchuk, M., & Stolyar, I. (2023). II. Morphometry of wings of worker bees of

the subspecies *Apis mellifera mellifera* L. (Polissya population of Zhytomyr region). ScienceRise: Biological Science, 1(34), 38–49. DOI: 10.15587/2519-8025.2023.275588.

Gutyj, B. V., Fotina, T. I., Kysterna, O. S., Behas, V. L., Yevstafieva, V. O., Feshchenko, D. V., & Zghozinska, O. A. (2023). State epizootic monitoring of contagious diseases of bees in the territory of the Volyn region. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 6(1), 58–62. DOI: 10.32718/ujvas6-1.09.

Halias, M. L. (2009). Kochivlia-zaporuka vysokoi produktyvnosti. Pasika, 7, 5–6 (in Ukrainian).

Hrabarivska, V. (2021). Influence of conditions of keeping bee families in wintering on their productivity. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences, 23(95), 141–146. DOI: 10.32718/nvlvet-a9521.

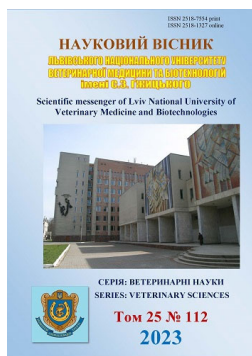
Kalinin, V., Zasiakin, A., & Melnychuk, D. (1998). Vplyv vazhkykh metaliv na metobolichni protsesy u tvaryn. Visnyk aharnoi nauky, 34–36 (in Ukrainian).

Klitsenko, H. T., Kulyk, M. F., Kosenko, N. V., & Lisovenko, V. T. (2001). Mineralne zhyvlennia tvaryn. Kyiv. Svit (in Ukrainian).

Kovalchuk, I., Dvylyuk, I., Lecyk, Y., Dvylyuk, I., & Gutyj, B. (2019). Physiological relationship between content of certain microelements in the tissues of different anatomic sections of the organism of honey bees exposed to citrates of argentum and cuprum. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 10(2), 177–181. DOI: 10.15421/021926.

Kovalskyi, Y., Kovalska, L., Golovach, P., Fedak, V., & Druzhbiak, A. (2020). Manganese metabolism in the body of the honey bee (*Apis mellifera* L.) at different periods of ontogenesis. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series:

- Agricultural Sciences, 22(93), 74–78. DOI: 10.32718/nvlvet-a9313.
- Kovalskyi, Yu., Gutyj, B., Fedak, V., Kovalska, L., Druzhbiak, A. (2021). The influence of feed quality on the development and productivity of bee queens. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 23(95), 71–75. DOI: 10.32718/nvlvet-a9510.
- Perig, N. (2022). Study of the influence of protein food on the development and productivity of queen bees. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 76–81. DOI: 10.32718/nvlvet-a9713.
- Petko, M., & Fedorovych, V. (2022). Exterior features and morphometric parameters of the bees' wing of different breeding crosses of the Carpathian breed. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 101–105. DOI: 10.32718/nvlvet-a9613.
- Saranchuk, I. I., Vishchur, V. Ya., Gutyj, B. V., & Klim, O. Ya. (2021). Effect of various amounts of sunflower oil in feed additives on breast tissues' functional condition, reproductivity, and productivity of honey bees. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 344–349. DOI: 10.15421/2021_51.
- Vishchur, V. Y., Gutyj, B. V., Nischemenko, N. P., Kushnir, I. M., Salata, V. Z., Tarasenko, L. O., Khimych, M. S., Kushnir, V. I., Kalyn, B. M., Magrelo, N. V., Boiko, P. K., Kolotnytskyy, V. A., Velesyk, T., Pundyak, T. O., Gubash, O. P. (2019). Effect of industry on the content of fatty acids in the tissues of the honey-bee head. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 174–179. URL: <https://www.ujecology.com/articles/effect-of-industry-on-the-content-of-fatty-acids-in-the-tissues-of-the-honeybee-head.pdf>.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11220
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.09:577.773.42:661.847-022.532]:001.891.53

Acute toxicity of zinc carbonate nanocrystals on white mice model

V. I. Koshevoy¹✉, S. V. Naumenko¹, O. L. Orobchenko², I. I. Bespalova³

¹State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

²National Scientific Center “Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine” of NAAS, Kharkiv, Ukraine

³Institute of Scintillation Materials of NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Article info

Received 15.09.2023

Received in revised form

16.10.2023

Accepted 17.10.2023

State Biotechnological University,
Kharkiv, Alchevskykh Str., 44,
61002, Ukraine.
Tel.: +38-063-075-75-40
E-mail:
vsevolod_koshevoy@yahoo.com

National Scientific Center
Institute of Experimental and
Clinical Veterinary Medicine,
Pushkinska Str., 83, Kharkiv,
61023, Ukraine.

Institute of Scintillation Materials
of NAS of Ukraine, Nauky ave. 60,
Kharkiv, 61072, Ukraine.

Koshevoy, V. I., Naumenko, S. V., Orobchenko, O. L., & Bespalova, I. I. (2023). Acute toxicity of zinc carbonate nanocrystals on white mice model. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 123–130. doi: 10.32718/nvlvet11220

Zinc-based nanoparticles (NPs) are successfully used to meet the mineral needs of animals and poultry, capable of increasing the growth rate and the efficiency of their use of feed. Nanoparticles of zinc oxide are widely used, which are superior to conventional sources of zinc in terms of pharmacological activity and bioavailability, have a positive effect on productivity and antioxidant protection, and increase reproductive potential. However, a detailed investigation of their toxicological parameters showed the risks of their introduction into the body, as a result of which a large number of zinc oxide NPs were synthesized by the methods of “green chemistry”, the main drawback of which is a complex methodology and a high level of costs. We investigated the acute toxicity of a colloidal solution of zinc carbonate nanocrystals in a model of white mice. The experiment was conducted on 42 female non-linear white mice, 3–4 months old, with a live weight of 21–23 g, kept under optimal vivarium conditions. According to the principle of analogues, 6 experimental groups were formed: mice were injected with a colloidal solution of zinc carbonate nanoparticles in doses (by absolute weight of the drug) of 15,000.0; 20000.0; 25000.0; 30000; 35000.0 and 40000.0 mg/kg of body weight based on the absolute weight of the drug, which according to the active substance (zinc carbonate nanoparticles) was (37.5; 50.0; 62.5; 75.0; 87.5 and 100, 0 mg/kg of body weight), orally using an esophageal-gastric tube. Mice of the control group were injected with distilled water in a volume of 0.2 cm³ according to the same protocol. The clinical condition of the experimental animals was observed for 14 days, noting the appearance and development of clinical signs of poisoning, the time of death or recovery to the physiological norm. After the death (diagnostic slaughter) of the animals, a pathological autopsy was performed. Clinical observations showed that a single intragastric administration of the drug to mice of experimental groups 1-6 did not cause acute poisoning. The deaths of mice in all experimental groups were not observed during the 14-day observation period, as a result of which the LD₅₀ indicator could not be calculated. At the same time, the maximum possible injected dose of the colloidal solution of zinc carbonate nanoparticles (by absolute weight) was 40,000.0 mg/kg of body weight (100.0 mg/kg by active substance), which allows the drug to be assigned to the VI class of toxicity – substances are relatively harmless (LD₅₀ > 15000.0 mg/kg of body weight), and according to the degree of danger up to IV class – low-hazardous substances (LD₅₀ > 5000.0 mg/kg of body weight).

Key words: nanoparticles, zinc, toxicity, white mice.

Гостра токсичність нанокристалів цинку карбонату на моделі білих мишей

В. І. Кошевой¹✉, С. В. Науменко¹, О. Л. Оробченко², І. І. Беспалова³

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

²ННЦ “Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини” НААН, м. Харків, Україна

³Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України, м. Харків, Україна

Наночастинки (НЧ) на основі Цинку успішно використовуються для задоволення потреб тварин і птиці у мінеральних речовинах, здатні підвищувати швидкість росту та ефективність використання ними корму. Широко застосованими є наночастинки цинку оксиду, які переважають звичайні джерела цинку за фармакологічною активністю й біодоступністю, позитивно впливають на продуктивність і антиоксидантний захист, підвищують репродуктивний потенціал. Проте детальне з'ясування їх токсикологічних параметрів показало ризики їх введення в організм, внаслідок чого було синтезовано велику кількість НЧ оксиду цинку методами "зеленої хімії", основним недоліком яких є складна методика та високий рівень витрат. Нами було досліджено гостру токсичність колоїдного розчину нанокристалів цинку карбонату на моделі білих мишей. Експеримент було проведено на 42 самках нелінійних білих мишей 3–4-місячного віку, живою масою 21–23 г, що утримувались за оптимальних умов віварію. За принципом аналогів було сформовано 6 дослідних груп: мишам вводили колоїдний розчин наночастинок карбонату цинку в дозах (за абсолютною масою препарату) 15000,0; 20000,0; 25000,0; 30000; 35000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла за абсолютною масою препарату, що за діючою речовиною (наночастинами карбонату цинку) становило (37,5; 50,0; 62,5; 75,0; 87,5 і 100,0 мг/кг маси тіла), перорально за допомогою стравохідно-шлункового зонду. Мишам контрольної групи за аналогічним регламентом вводили дистильовану воду в об'ємі 0,2 см³. За клінічним станом дослідних тварин спостерігали упродовж 14 діб, відмічаючи появу та розвиток клінічних ознак отруєння, строки загибелі або відновлення до фізіологічної норми. Після загибелі (діагностичного забою) тварин проводили патологоанатомічний розтин. Клінічні спостереження показали, що одноразове внутрішньошлункове введення препарату мишам дослідних груп 1–6 не викликало картини гострого отруєння. Загибелі мишей у всіх дослідних групах не спостерігали протягом 14-добового терміну спостереження, внаслідок чого показник LD₅₀ розрахувати не вдалося. При цьому максимально можлива введена доза колоїдного розчину наночастинок карбонату цинку (за абсолютною масою) становила 40000,0 мг/кг маси тіла (100,0 мг/кг за діючою речовиною), що дозволяє віднести препарат до VI класу токсичності – речовини відносно нешкідливі (LD₅₀ > 15000,0 мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин (LD₅₀ > 5000,0 мг/кг маси тіла).

Ключові слова: наночастинки, цинк, токсичність, білі миші.

Вступ

Цинк – есенціальний мікроелемент, життєво важливий для метаболічних функцій, росту та покращення роботи залоз тварин і птиці, що є кофактором активності до 300 різних ензимів та відіграє важливу роль у транскрипції генів і поділі клітин, багатьох інших процесах (Naumenko et al., 2023). Відомо, що на задоволення потреб птиці в Цинку, кількість даного мікроелементу у раціоні повинна бути майже в 20-30 разів більшою, ніж у тварин, виходячи з низького рівня його засвоюваності. Крім того, вплив теплового стресу може збільшувати потребу у Цинку та впливати на баланс між іншими мікроелементами в організмі птиці, знизити засвоєння вітамінів і поживних речовин (Abdel-Wareth et al., 2022; Dosoky et al., 2022).

Наночастинки (НЧ) металів, в тому числі Цинку, можна успішно використовувати для задоволення потреб у мінеральних речовинах тварин і птиці, вони здатні підвищувати швидкість росту та використання ними корму (Mahmoud et al., 2021). Відомо, що наночастинки цинку оксиду (ZnO-NPs) переважають звичайні джерела цинку за фармакологічною активністю й біодоступністю, позитивно впливають на продуктивність і антиоксидантний захист, підвищують репродуктивний потенціал, проте потребують детального з'ясування токсикологічних параметрів (Khodaei-Motlagh et al., 2022). Johnson et al. (2015) довели, що вивільнення Zn²⁺ з ZnO-NPs запускає синтез надмірної кількості внутрішньоклітинних АФО, що призводить до аутофагічної загибелі імунних клітин і підтверджує їх потенційний вплив на імунітет тварин. Крім того, результати свідчать про те, що ZnO-NPs можна використовувати як ефективний фунгіцид (Patra et al., 2012).

Останнім часом застосування НЧ металів для корекції мікроелементозів тварин набуває поширеного впровадження головною умовою якого стала комплексна оцінка їх токсикологічних властивостей з метою відвернення негативного впливу на організм і його функції (Koshevoy & Naumenko, 2023). Переважна більшість даних щодо токсичності НЧ на основі Цин-

ку білим мишам як біогенного елементу, що має важливе значення в організмі тварин і людини стосується ZnO-NPs, серед яких основні параметри токсичності ZnO-NPs було визначено з використанням систем *in vitro*, у яких відсутні складні взаємодії клітина-клітина, клітина-матрикс та гормональні ефекти, що можливо визначити *in vivo* (Sharma et al., 2012; Haberb et al., 2015).

За різних способів введення відзначають різноманітні токсичні впливи, що обумовлені дозуванням, форм-фактором і розміром НЧ. Пероральне введення ZnO-NPs викликає зменшення маси тіла тварин, але приводить до збільшення його концентрації в сироватці крові, печінці та нирках, підвищує активність трансаміназ, однак не виявляє впливу на кишкову мікробіоту та вміст Феруму, Купруму і Мангану у нирках, печінці, м'язах стегна (Wang et al., 2017a). ZnO-NPs за перорального введення абсорбувалися в кровообіг, після чого їх біорозподіл відбувався в печінці, селезінці та нирках, тоді як за внутрішньочеревного введення вони залишалися у сироватці крові протягом 72 годин і накопичувалися у тканинах серця, легенів і сім'яників. Кліренс ZnO-NPs у сироватці крові починався через 6 годин після перорального введення та порівняно з мікрочастинками оксиду цинку наноформа демонструвала набагато вищу поглинальну здатність і біорозподіл у тканинах при внутрішньошлунковому введенні (Li et al., 2012).

Значне накопичення наночастинок у печінці може призводити до пошкодження клітин за перорального впливу ZnO-NPs (300 мг/кг). Було також виявлено, що ZnO-NPs викликають окислювальний стрес, про який свідчить збільшення перекисного окислення ліпідів (Sharma et al., 2012). У дозі 500 мг/кг ж. м. відзначали розвиток оксидативного стресу та значне підвищення рівня дофаміну та норадреналіну в корі головного мозку, що свідчить про нейротоксичний потенціал цих наночастинок. Ці зміни також підтверджувалися інгібуванням цинк- і купрумзалежної супероксиддисмутази, що вважаються важливими біомаркерами окисного стресу (Shrivastava et al., 2014).

За гострого інтратрахеального введення Wang et al. (2017b) спостерігали втрату маси тіла мишей, розвиток запального процесу і гіперпластичних змін в легенях, накопичення Нітрогену оксиду та малонового діальдегіду (МДА) в гомогенатах легень, тощо. Використання значно меншої дози сприяло подібним змінам – відмічали підвищення рівня МДА в легенях і зниження загальної антиоксидантної здатності (3-АОА) через 6 годин, а також підвищення активності лактатдегідрогенази в рідині бронхоальвеолярного лаважу (БАЛ) через 1 день після введення. Прояв запального процесу спостерігали через 3 і 7 днів, про що свідчило збільшення кількості лейкоцитів і концентрації загального білка в рідині БАЛ, а також гістологічні аномалії легень (Guo et al., 2022). Також встановлено збільшення рівня мРНК амілоїду А3 у сироватці крові, як маркеру гострої фази відповіді, на 1-й день дослідження та генотоксичну дію (Hadrup et al., 2019). Загалом, слід відмітити високу дозозалежну інгалаційну токсичність (токсичні явища за введення ≥ 6 мкг ($\geq 0,3$ мг/кг), випадки смертності – 25-100 мкг ($\geq 1,4$ мг/кг) (Jacobsen et al., 2015).

У підгострому експерименті підвищена концентрація Zn^{2+} була виявлена в рідині БАЛ відразу після впливу, встановлено, що ZnO-NPs легко розчинялися в лізосомальній рідині (рН 4,5), але утворювали агрегати та преципітати в інтерстиціальній (рН 7,4), відмічали збільшення макрофагів у рідині БАЛ і помірне збільшення IL-12(p40) і MIP-1 α , але інших запальних або токсичних реакцій не спостерігалось (Adamcakova-Dodd et al., 2014). Jiang et al. (2018) виявили порушення окисно-відновного гомеостазу (зниження співвідношення глутатіону до дисульфідів глутатіону, підвищення гемоксигенази-1 і супероксиддисмутази), зниження синтезу аденозинтрифосфату та вивільнення іонів цинку в легеневих тканинах. Більшість дослідників (Chen et al., 2015) вказували, що токсикологічні механізми, що лежать в основі гострого впливу на легені полягають у фаголізосомальному розчиненні ZnO-NPs в макрофагах з наступним вивільненням іонів Zn^{2+} , натомість, Larsen et al. (2020) встановили що інгалаційна токсичність даних НЧ пов'язана з взаємодією ZnO-NPs з шаром легеневого сурфактанту, що покриває внутрішню частину альвеол, незалежно від розчинення їх у макрофагах. З іншого боку, враховуючи токсичну дію частинок ZnO-NPs після вдихання, додаткові ефекти на пошкоджені легені миші, які характеризуються дисфункцією альвеолярно-капілярних бар'єрів, залишаються неохарактеризованими (Wang et al., 2020).

У субтоксичних дозах ZnO-NPs можуть стимулювати сильну запальну та антиоксидантну відповідь у епітеліальних клітинах легень людини. Цитотоксичність, опосередкована ZnO-NPs, може бути наслідком відмови клітинного окисно-відновного механізму стримувати надмірне утворення АФО. Крім того, вплив одноразової, але відносно високої дози ZnO-NPs шляхом інтраназального введення може спрово-

кувати гострі легеневі запальні реакції *in vivo* у мишей (Saptarshi et al., 2015).

За внутрішньоочеревинного введення ZnO-NPs викликали значні зміни в гематологічних і біохімічних параметрах з більш високою токсичністю через 10 днів, тоді як гістопатологічні ураження спостерігалися в печінці, нирках, селезінці, серці та мозку мишей (Ogunsuyi et al., 2022). Також занепокоєння викликає наявність негативного впливу ZnO-NPs на статеві гормони, що посилювали апоптоз і викликали стероїдогенний ефект у клітинах Лейдіга та збільшували утворення аутофагічної вакуолі, можливо, через зміну активності антиоксидантного ферменту в тестікулярних клітинах миші (Bara & Kaul, 2018). Проаналізувавши значну кількість наукових джерел можна дійти висновку, що основою токсичного впливу НЧ на основі Цинку є дозування (табл. 1).

З даних таблиці 1 видно, що НЧ Цинку синтезовані новітніми технологіями, наприклад, з дотриманням вимог “зеленої хімії” майже не володіють токсичною дією на відміну від поширених у біомедичних дослідженнях ZnO-NPs.

Так, для зменшення токсичного впливу ZnO-NPs останнім часом розроблені нові підходи до його отримання (метод “зеленого синтезу”) або створення наносполук біологічного походження (нанокомпозит із гідролізаців анчоусів та НЧ оксиду цинку (НАНр(3.0)/ZnO-NPs). Останній у добовій дозі до 1,0 г/кг сприяв збільшенню кількості пропіонової та масляної кислот, що вказує на наявність протизапальної активності даного нанокомпозиту, крім того, деякі позитивні реакції в печінці мишей, такі як підвищення глутатіону та зниження вмісту МДА, вказували на покращений окислювальний статус (Song et al., 2018).

НЧ цинку отримані методом “зеленого синтезу” (Zn-NPs-GS) за перорального введення характеризувалися низькою токсичністю – значення LD_{50} вище 5000,0 мг/кг вказує на те, що біогенні наночастинки цинку можна класифікувати як нетоксичні хімічні речовини. Крім того, не було отримано вірогідних змін маркерів гематологічного та оксидативного стресу, гістопатологічних змін. Зауважимо, що розподіл Zn-NPs-GS відбувався, головним чином, в сім'яниках, печінці і головному мозку (Salimi et al., 2019).

Іншим способом, який дозволяє отримати низькотоксичні ZnO-NPs є синтез за допомогою полімеру поліакриламідної гуарової смоли (PAm-g-GG) у лужному середовищі. Отримані таким чином НЧ оксиду цинку (PAm-ZnO-NPs) сприяли зменшенню токсичності шляхом зміни поверхневих реакційних властивостей внаслідок чого, опосередковане гострою фазою запалення через ультраструктурне пошкодження тканини, яке може супроводжувати прогресування анемії було блоковано (Srivastav et al., 2019). З огляду на вищенаведене, актуальним питанням залишається спрямований синтез НЧ на основі Цинку за розроблення високоефективних нанопрепаратів для корекції мікроелементозів та підвищення продуктивності тварин і птиці.

Таблиця 1

Дозозалежні параметри токсичності НЧ на основі Цинку на моделі білих мишей

Спосіб введення	Вид НЧ	Дозування	Отримані результати	Джерело
Внутрішньошлунково	ZnO-NPs	250 мг/кг	зменшення маси тіла, збільшення концентрації Zn в сироватці крові, печінці і нирках	Wang et al. (2017a)
		300 мг/кг	кумуляція у печінці, пошкодження ДНК та апоптоз опосередковані оксидативним стресом	Sharma et al. (2012)
		500 мг/кг	окислювальний стрес в еритроцитах, печінці та мозку, про що свідчить підвищений рівень АФО і змінена активність антиоксидантних ферментів	Shrivastava et al. (2014)
		2500 мг/кг	накопичення в печінці, селезінці та нирках	Li et al. (2012)
	Zn-NPs-GS	1000 мг/кг	відсутність токсичного впливу	Salimi et al. (2019)
	HAHP(3.0)/ZnO-NPs	1000 мг/кг	протизапальна активність, антиоксидантна дія, відсутність токсичного впливу	Song et al. (2018)
	PAm-ZnO-NPs	10–300 мг/кг	зниження токсичності шляхом зміни поверхневих реакційних властивостей	Srivastav et al. (2019)
Інтратрахеально	ZnO-NPs	200–800 мкг/кг	запальні зміни в легенях, інтенсифікація ВРО	Wang et al. (2017b)
		3.5 мг/м ³	відсутність запальних або токсичних реакцій, накопичення Zn ²⁺ у БАЛ	Adamcakova-Dodd et al. (2014)
		20 мкг/тв.	збільшення ПОЛ за зниження 3-АОА, гістологічні зміни	Guo et al. (2022)
		11–100 мкг/кг	генотоксична дія, збільшення рівня мРНК амілоїду A3	Hadrup et al. (2019)
		25–100 мкг (≥1,4 мг/кг)	дозозалежна смертність	
		50 мкг (2,7 мг/кг)	фібротичні зміни легень	Jacobsen et al. (2015)
		≥6 мкг (≥0,3 мг/кг)	десквамація епітелію, пошкодження ДНК	
Внутрішньоочеревинно	ZnO-NPs	10–150 мг/кг	зміни в гематологічних і біохімічних параметрах, гістопатологічні ураження в печінці, нирках, селезінці, серці та мозку	Ogunsuyi et al. (2022)

Мета дослідження

Отже, метою роботи було визначення параметрів гострої токсичності колоїдного розчину наночастинок цинку карбонату на моделі білих мишей.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження виконані в рамках договорів про науково-практичну співпрацю між Державним біотехнологічним університетом МОН України, Інститутом сцинтиляційних матеріалів НАН України та Національним науковим центром “Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини” НААНУ.

НЧ, використані в експерименті синтезовано у відділі наноструктурних матеріалів імені Ю. В. Малюкіна Інституту сцинтиляційних матеріалів НАНУ. Приготування колоїдного розчину НЧ цинку карбонату включало змішування розчинів ацетату цинку Zn(As)₂ і цитрату натрію Na₃Cit у мольному співвідношенні 1:0,75, додавання карбонату натрію Na₂CO₃ у стехіометричному співвідношенні до Zn(As)₂ при інтенсивному перемішуванні, нагрівання отриманої

суміші до 80–85 °С та витримування її при цій температурі і постійному перемішуванні впродовж 40–50 хвилин, проведення діалізу отриманого колоїдного розчину до значення рН 7,4–7,8 та його стабілізації розчином 0,6–6 мас.% полівінілпіролідону. Колоїдний розчин НЧ цинку карбонату мав вихідну концентрацію 2,5 г/дм³.

Експеримент було проведено в лабораторії токсикологічного моніторингу ННЦ “Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини” на 42 самках нелінійних білих мишей 3–4-місячного віку, живою масою 21–23 г, що утримувались за оптимальних умов віварію: температура у приміщенні складала 18,0 ± 2,0 °С, відносна вологість повітря 60–70 %, цикл освітлення день-ніч, упродовж експерименту, складав 10-14 год, а також було забезпечено 10-ти разову зміну об’єму повітря в кімнаті віварію за годину. Для годівлі мишей використовували повнораціонний комбікорм для гризунів. Тварини мали вільний доступ до води та корму.

Перед початком досліджень кожен тварину зважували. Дози, що вводили, розраховували індивідуально, відповідно до маси кожної миші, при цьому об’єм колоїдного розчину наночастинок карбонату цинку,

що вводили внутрішньошлунково не перевищував 1,0 см³.

За принципом аналогів було сформовано 6 дослідних груп: мишам вводили колоїдний розчин наночастинок карбонату цинку в дозах (за абсолютною масою препарату) 15000,0; 20000,0; 25000,0; 30000; 35000,0 і 40000,0 мг/кг маси тіла за абсолютною масою препарату, що за діючою речовиною (наночастинками карбонату цинку) становило (37,5; 50,0; 62,5; 75,0; 87,5 і 100,0 мг/кг маси тіла), перорально за допомогою стравохідно-шлункового зонду. Мишам контрольної групи за аналогічним регламентом вводили дистильовану воду в об'ємі 0,2 см³. У кожній групі (як дослідних, так і контрольній) було по 6 мишей (n = 6). Загальний термін дослідження склав 14 діб. Доза 40000,0 мг/кг маси тіла була лімітуючою, виходячи з фізіологічного об'єму шлунку мишей.

Слід зазначити, що маніпуляції над мишами здійснювали відповідно до існуючих нормативних документів, що регламентують організацію робіт із використанням експериментальних тварин і дотриманням принципів "Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях" (Страсбург, 1986).

За клінічним станом дослідних тварин спостерігали упродовж 14 діб, відмічаючи появу та розвиток клінічних ознак отруєння, строки загибелі або відновлення до фізіологічної норми. Під час клінічного обстеження мишей звертали увагу на поведінку, реакцію на зовнішні подразники, наявність апетиту, стан шкі-

ри, колір слизових оболонок, частоту дихання та дефекації, зміни кольору та консистенції фекалій тощо.

Після загибелі (діагностичного забою) тварин проводили патологоанатомічний розтин. Для встановлення патологоанатомічних змін використовували макроскопічний метод досліджень. Патологоанатомічний розтин виконували за наступною схемою:

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

– на другому – виконували розтин та огляд порожнин тіла та внутрішніх органів, таких як глотка, трахея, гортань, серце, легені, печінка, селезінка, нирки, шлунок, кишечник звертаючи увагу на зміни кольору, консистенції, малюнку та форми органів (Kotsiumbas, 2005).

Результати та їх обговорення

У досліді мишам внутрішньошлунково вводили колоїдний розчин наночастинок карбонату цинку у дозах 15000,0–40000,0 мг/кг маси тіла. Клінічні спостереження показали, що одноразове внутрішньошлункове введення препарату мишам дослідних груп I–6 не викликало картини гострого отруєння. Миші були рухливі, добре реагували на зовнішні подразники, активно споживали корм та воду. Загибелі мишей у всіх дослідних групах не спостерігали протягом 14-добового терміну спостереження (табл. 2).

Таблиця 2

Результати дослідження гострої токсичності нанокристалів цинку карбонату за внутрішньошлункового введення білим мишам.

Показники	Групи шурів:						
	контрольна	дослідна 1	дослідна 2	дослідна 3	дослідна 4	дослідна 5	дослідна 6
Дозування на групу:							
за абсолютною масою препарату, мг/кг	–	15000	20000	25000	30000	35000	40000
за діючою речовиною (НЧ), мг/кг	–	37,5	50,0	62,5	75,0	87,5	100,0
Загибель тварин:							
загинуло, голів	0	0	0	0	0	0	0
вижило, голів	6	6	6	6	6	6	6

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

На розтині у мишей I–III дослідних груп (відносно контрольної групи) не реєстрували змін слизових оболонок ротової порожнини, трахеї, глотки та стравоходу; у шлунку спостерігали залишки корму; гіперемії підшкірної клітковини не відмічали; серце не збільшене в об'ємі, конусоподібної форми, консистенція міокарду пружна; печінка коричневого кольору, пружної; консистенції, не збільшена в об'ємі; селезінка та підшлункова залоза – без змін; нирки коричне-

вого кольору, не збільшені в об'ємі; судини брижі тонкого кишечника не кровонаповнені, ознак запалення в шлунку, тонкому та товстому кишечнику не виявлено. У мишей IV–VI дослідних груп було виявлено здуття у товстому відділі кишечника.

Отже, за результатами токсикологічних досліджень колоїдного розчину наночастинок карбонату цинку показник LD₅₀ розрахувати не вдалося, оскільки загибелі лабораторних тварин не було виявлено протягом 14-ти діб після введення. При цьому максимально можлива введена доза колоїдного розчину наночастинок карбонату цинку (за абсолютною масою) становила 40000,0 мг/кг маси тіла (100,0 мг/кг за діючою речовиною), що дозволяє віднести препарат до VI класу токсичності – речовини відносно нешкідливій (LD₅₀ > 15000,0 мг/кг маси тіла), а за ступенем

небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50} > 5000,0$ мг/кг маси тіла) (Kotsiumbas, 2005).

Подібними токсикологічними параметрами характеризуються й інші НЧ на основі Цинку. Так, ZnO-NPs розміром 50 нм за перорального введення показали LD_{50} 5177 мг/кг·м.т (Kong et al., 2018). Zn-NPs-GS розміром 30–80 нм у формі сфер також мали $LD_{50} > 5000,0$ мг/кг м.т., а їх NOAEL складала < 1 г/кг (Salimi et al., 2019). Аналогічні параметри NOAEL встановлено для НАНр(3.0)/ ZnO-NPs (Song et al., 2018). Також відомо, що біосумісні наногранули ZnO тести на гостру токсичність на швейцарських мишах-альбіносах не показали явної токсичності протягом 14 днів. Зазначимо, що дані наногранули утворювали комплекси 250–500 нм (Gopala Krishna et al., 2016). Натомість, дрібні ZnO-NPs (4 нм) з вираженими антибактеріальними властивостями *in vivo* також демонстрували низьку гостру токсичність ZnO у мишей (Bai et al., 2015).

Перспективи подальших досліджень. Експериментальні дані щодо відсутності токсичної дії колоїдного розчину наночастинок цинку карбонату за гострого перорального введення білим мишам дозволяють авторам даного дослідження означити наступні напрями роботи з даними наноматеріалами, а саме визначення їх токсикологічних параметрів у субхронічному токсикологічному експерименті з акцентом на їх вплив на показники обміну речовин, антиоксидантний статус тварин, оцінка токсикокінетики Цинку за введення даних НЧ та визначення їх безпечності та протизапальної активності альтернативними методами (Koshevoy et al., 2023; Tkachenko et al., 2023).

Висновки

Отримані дані свідчать про відсутність токсичного впливу наночастинок цинку карбонату в умовах гострого експерименту, а показник максимально можливої введеної дози дозволяє оцінити перспективи використання даних наночастинок для розроблення засобу корекції цинкового дефіциту у тварин і птиці та використання їх за підвищення репродуктивної здатності:

1. За результатами токсикологічних досліджень колоїдного розчину наночастинок карбонату цинку на моделі білих мишей загинуло тварин не було виявлено протягом 14-ти діб після введення, внаслідок чого показник LD_{50} розрахувати не вдалося.

2. За абсолютною масою максимально можлива введена доза становила 40000,0 мг/кг маси тіла, що дозволяє віднести препарат до VI класу токсичності – речовини порівняно нешкідливі ($LD_{50} > 15000,0$ мг/кг маси тіла).

3. Слід наголосити, що отримані дані дозволяють віднести наночастинки цинку карбонату за ступенем небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50} > 5000,0$ мг/кг маси тіла).

Відомості про конфлікт інтересів

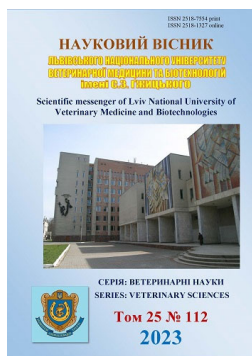
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Abdel-Wareth, A., Hussein, K., Ismail, Z., & Lohakare, J. (2022). Effects of Zinc Oxide Nanoparticles on the Performance of Broiler Chickens Under Hot Climatic Conditions. *Biological trace element research*, 200(12), 5218–5225. DOI: 10.1007/s12011-022-03095-9.
- Adamcakova-Dodd, A., Stebounova, L. V., Kim, J. S., Vor-rink, S. U., Ault, A. P., O'Shaughnessy, P. T., Grassian, V. H., & Thorne, P. S. (2014). Toxicity assessment of zinc oxide nanoparticles using sub-acute and sub-chronic murine inhalation models. *Particle and fibre toxicology*, 11, 15. DOI: 10.1186/1743-8977-11-15.
- Bai, X., Li, L., Liu, H., Tan, L., Liu, T., & Meng, X. (2015). Solvothermal synthesis of ZnO nanoparticles and anti-infection application *in vivo*. *ACS applied materials & interfaces*, 7(2), 1308–1317. DOI: 10.1021/am507532p.
- Bara, N., & Kaul, G. (2018). Enhanced steroidogenic and altered antioxidant response by ZnO nanoparticles in mouse testis Leydig cells. *Toxicology and industrial health*, 34(8), 571–588. DOI: 10.1177/0748233718774220.
- Chen, J. K., Ho, C. C., Chang, H., Lin, J. F., Yang, C. S., Tsai, M. H., Tsai, H. T., & Lin, P. (2015). Particulate nature of inhaled zinc oxide nanoparticles determines systemic effects and mechanisms of pulmonary inflammation in mice. *Nanotoxicology*, 9(1), 43–53. DOI: 10.3109/17435390.2014.886740.
- Dosoky, W. M., Al-Banna, A. A., Zahran, S. M., Farag, S. A., Abdelsalam, N. R., & Khafaga, A. F. (2022). Zinc oxide nanoparticles induce dose-dependent toxicosis in broiler chickens reared in summer season. *Environmental science and pollution research international*, 29(36), 54088–54107. DOI: 10.1007/s11356-022-19156-4.
- Gopala Krishna, P., Paduvarahalli Ananthaswamy, P., Yadavalli, T., Bhangal Mutta, N., Sannaiah, A., & Shivanna, Y. (2016). ZnO nanopellets have selective anticancer activity. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 62, 919–926. DOI: 10.1016/j.msec.2016.02.039.
- Guo, T., Fang, X., Liu, Y., Ruan, Y., Hu, Y., Wang, X., Hu, Y., Wang, G., & Xu, Y. (2022). Acute lung inflammation induced by zinc oxide nanoparticles: Evolution and intervention via NRF2 activator. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 162, 112898. DOI: 10.1016/j.fct.2022.112898.
- Haberl, N., Hirn, S., Holzer, M., Zuchtriegel, G., Rehberg, M., & Krombach, F. (2015). Effects of acute systemic administration of TiO₂, ZnO, SiO₂, and Ag nanoparticles on hemodynamics, hemostasis and leukocyte recruitment. *Nanotoxicology*, 9(8), 963–971. DOI: 10.3109/17435390.2014.992815.
- Hadrup, N., Rahmani, F., Jacobsen, N. R., Saber, A. T., Jackson, P., Bengtson, S., Williams, A., Wallin, H., Halappanavar, S., & Vogel, U. (2019). Acute phase response and inflammation following pulmonary exposure to low doses of zinc oxide nanoparticles in mice. *Nanotoxicology*, 13(9), 1275–1292. DOI: 10.1080/17435390.2019.1654004.
- Jacobsen, N. R., Stoeger, T., van den Brule, S., Saber, A. T., Beyerle, A., Vietti, G., Mortensen, A., Szarek, J.,

- Budtz, H. C., Kermanizadeh, A., Banerjee, A., Ercal, N., Vogel, U., Wallin, H., & Møller, P. (2015). Acute and subacute pulmonary toxicity and mortality in mice after intratracheal instillation of ZnO nanoparticles in three laboratories. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 85, 84–95. DOI: 10.1016/j.fct.2015.08.008.
- Jiang, X., Tang, Q., Zhang, J., Wang, H., Bai, L., Meng, P., Qin, X., Xu, G., Bose, D. D., Wang, B., Chen, C., & Zou, Z. (2018). Autophagy-dependent release of zinc ions is critical for acute lung injury triggered by zinc oxide nanoparticles. *Nanotoxicology*, 12(9), 1068–1091. DOI: 10.1080/17435390.2018.1513094.
- Johnson, B. M., Fraietta, J. A., Gracias, D. T., Hope, J. L., Stairiker, C. J., Patel, P. R., Mueller, Y. M., McHugh, M. D., Jablonowski, L. J., Wheatley, M. A., & Katsikis, P. D. (2015). Acute exposure to ZnO nanoparticles induces autophagic immune cell death. *Nanotoxicology*, 9(6), 737–748. DOI: 10.3109/17435390.2014.974709.
- Khodaei-Motlagh, M., Masoudi, R., Karimi-Sabet, M. J., & Hatefi, A. (2022). Supplementation of sperm cooling medium with Zinc and Zinc oxide nanoparticles preserves rooster sperm quality and fertility potential. *Theriogenology*, 183, 36–40. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2022.02.015.
- Kong, T., Zhang, S. H., Zhang, J. L., Hao, X. Q., Yang, F., Zhang, C., Yang, Z. J., Zhang, M. Y., & Wang, J. (2018). Acute and Cumulative Effects of Unmodified 50-nm Nano-ZnO on Mice. *Biological trace element research*, 185(1), 124–134. DOI: 10.1007/s12011-017-1233-6.
- Koshevoy, V. I., & Naumenko, S. V. (2023). Assessment of reproductive toxicity of metal nanoparticles as components of nanobiotechnologies promising for animal reproduction (review article). *Veterinary Biotechnology*, 42, 56–66. DOI: 10.31073/vet_biotech42-07 (in Ukrainian).
- Koshevoy, V. I., Naumenko, S. V., & Serhienko, V. R. (2023). Assessment of anti-inflammatory properties of metal nanoparticles as potential means of correction of pathologies of the reproductive system of animals. *Veterinary Medicine*, 109, 77–81. DOI: 10.36016/VM-2023-109-14 (in Ukrainian).
- Kotsiumbas, I. Ya. (ed.) (2005). *Doklinichni doslidzhenia veterynarnykh likarskykh zasobiv*. Lviv: Triada plus (in Ukrainian).
- Larsen, S. T., Da Silva, E., Hansen, J. S., Jensen, A. C. Ø., Koponen, I. K., & Sørli, J. B. (2020). Acute Inhalation Toxicity After Inhalation of ZnO Nanoparticles: Lung Surfactant Function Inhibition *In Vitro* Correlates With Reduced Tidal Volume in Mice. *International journal of toxicology*, 39(4), 321–327. DOI: 10.1177/1091581820933146.
- Li, C. H., Shen, C. C., Cheng, Y. W., Huang, S. H., Wu, C. C., Kao, C. C., Liao, J. W., & Kang, J. J. (2012). Organ biodistribution, clearance, and genotoxicity of orally administered zinc oxide nanoparticles in mice. *Nanotoxicology*, 6(7), 746–756. DOI: 10.3109/17435390.2011.620717.
- Mahmoud, M., Yahia, D., Abdel-Magiud, D. S., Darwish, M., Abd-Elkareem, M., & Mahmoud, U. T. (2021). Broiler welfare is preserved by long-term low-dose oral exposure to zinc oxide nanoparticles: preliminary study. *Nanotoxicology*, 15(5), 605–620. DOI: 10.1080/17435390.2021.1905099.
- Naumenko, S., Koshevoy, V., Matsenko, O., Miroshnikova, O., Zhukova, I., & Beshpalova, I. (2023). Antioxidant properties and toxic risks of using metal nanoparticles on health and productivity in poultry. *Journal of World's Poultry Research*, 13(3), 292–306. DOI: 10.36380/jwpr.2023.32.
- Ogunsuyi, O., Ogunsuyi, O., Akanni, O., Alabi, O., Alimba, C., Adaramoye, O., Cambier, S., Eswara, S., Gutleb, A. C., & Bakare, A. (2022). Physiological and histopathological alterations in male Swiss mice after exposure to titanium dioxide (anatase) and zinc oxide nanoparticles and their binary mixture. *Drug and chemical toxicology*, 45(3), 1188–1213. DOI: 10.1080/01480545.2020.1811720.
- Patra, P., Mitra, S., Debnath, N., & Goswami, A. (2012). Biochemical-, biophysical-, and microarray-based antifungal evaluation of the buffer-mediated synthesized nano zinc oxide: an in vivo and in vitro toxicity study. *Langmuir: the ACS journal of surfaces and colloids*, 28(49), 16966–16978. DOI: 10.1021/la304120k.
- Salimi, A., Rahimi, H. R., Forootanfar, H., Jafari, E., Ameri, A., & Shakibaie, M. (2019). Toxicity of microwave-assisted biosynthesized zinc nanoparticles in mice: a preliminary study. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 47(1), 1846–1858. DOI: 10.1080/21691401.2019.1611592.
- Saptarshi, S. R., Feltis, B. N., Wright, P. F., & Lopata, A. L. (2015). Investigating the immunomodulatory nature of zinc oxide nanoparticles at sub-cytotoxic levels in vitro and after intranasal instillation in vivo. *Journal of nanobiotechnology*, 13, 6. DOI: 10.1186/s12951-015-0067-7.
- Sharma, V., Singh, P., Pandey, A. K., & Dhawan, A. (2012). Induction of oxidative stress, DNA damage and apoptosis in mouse liver after sub-acute oral exposure to zinc oxide nanoparticles. *Mutation research*, 745(1-2), 84–91. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2011.12.009.
- Shrivastava, R., Raza, S., Yadav, A., Kushwaha, P., & Flora, S. J. (2014). Effects of sub-acute exposure to TiO₂, ZnO and Al₂O₃ nanoparticles on oxidative stress and histological changes in mouse liver and brain. *Drug and chemical toxicology*, 37(3), 336–347. DOI: 10.3109/01480545.2013.866134.
- Song, R., Yao, J., Shi, Q., & Wei, R. (2018). Nanocomposite of Half-Fin Anchovy Hydrolysates/Zinc Oxide Nanoparticles Exhibits Actual Non-Toxicity and Regulates Intestinal Microbiota, Short-Chain Fatty Acids Production and Oxidative Status in Mice. *Marine drugs*, 16(1), 23. DOI: 10.3390/md16010023.
- Srivastav, A. K., Dhiman, N., Tiwari, R., Arjaria, N., Prakash, J., Jagdale, P., Ayanur, A., Singh, D., Patnaik, S., & Kumar, M. (2019). Sub-acute oral exposure of zinc oxide nanoparticles causes alteration in iron homeostasis through acute phase response: A protective effect by surface modification. *Journal of trace elements in medicine and biology: organ of the Society for Minerals and Trace Elements (GMS)*, 52, 270–287. DOI: 10.1016/j.jtemb.2019.01.008.

- Tkachenko, A., Onishchenko, A., Myasoedov, V., Yefimova, S., & Havranek, O. (2023). Assessing regulated cell death modalities as an efficient tool for in vitro nanotoxicity screening: a review. *Nanotoxicology*, 17(3), 218–248. DOI: 10.1080/17435390.2023.2203239.
- Wang, C., Cheng, K., Zhou, L., He, J., Zheng, X., Zhang, L., Zhong, X., & Wang, T. (2017a). Evaluation of Long-Term Toxicity of Oral Zinc Oxide Nanoparticles and Zinc Sulfate in Mice. *Biological trace element research*, 178(2), 276–282. DOI: 10.1007/s12011-017-0934-1.
- Wang, D., Li, H., Liu, Z., Zhou, J., & Zhang, T. (2017b). Acute toxicological effects of zinc oxide nanoparticles in mice after intratracheal instillation. *International journal of occupational and environmental health*, 23(1), 11–19. DOI: 10.1080/10773525.2016.1278510.
- Wang, P., Zhang, L., Liao, Y., Du, J., Xu, M., Zhao, W., Yin, S., Chen, G., Deng, Y., Li, Y., Xue, X., Yang, Y., Hu, G., & Chen, Y. (2020). Effect of Intratracheal Instillation of ZnO Nanoparticles on Acute Lung Inflammation Induced by Lipopolysaccharides in Mice. *Toxicological sciences: an official journal of the Society of Toxicology*, 173(2), 373–386. DOI: 10.1093/toxsci/kfz234.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11221
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 615.281.9:615.322/.451.1:615.326026,741(477,53)

Investigation of antibacterial activity of tinctures from leaves of *Pyrus communis* of Noyabrskaya variety, *Arctostaphylos adans*, rhizomes of *Potentilla erecta* and *Poltava Bischofite*

A. M. Khyh[✉], S. B. Peredera

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Article info

Received 18.09.2023
Received in revised form
19.10.2023
Accepted 20.10.2023

*Poltava State Agrarian University,
Skovorody St., 1/3, Poltava,
Poltava region, 36003,
Ukraine.
Tel.: +38-099-965-62-32
E-mail: anhelina.khyh@pdaa.edu.ua*

Khyh, A. M., & Peredera, S. B. (2023). Investigation of antibacterial activity of tinctures from leaves of *Pyrus communis* of Noyabrskaya variety, *Arctostaphylos adans*, rhizomes of *Potentilla erecta* and *Poltava Bischofite*. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 131–134. doi: 10.32718/nvlvet11221

The bactericidal effect of medicinal plants (*Pyrus communis* of Lystopadova variety, *Arctostaphylos Adans*, rhizomes of *Potentilla Erecta* and *Bischofite*) on *Staphylococcus aureus* strain 209 and *Escherichia coli* strain 1257 was studied. According to the literature, it was found that the chemical composition of the studied plants contains flavonoids, phenolglycosides, tannins, triterpenoids, amino acids, essential oil, hydroxycinnamic acids, saponins, catechin, sanguinarin, which have antimicrobial effects. The objects of the study were 40 % tinctures of the leaves of *Pyrus communis* Noyabrskaya, *Arctostaphylos Adans* and rhizomes of *Potentilla erecta*. The antimicrobial activity of plant-based herbal remedies was studied using the generally accepted method of “wells”. It was found that the tinctures in combination: 1) *Arctostaphylos Adans* with the addition of *Potentilla Erecta*, *Pyrus communis*, *Bischofite* solution and 2) *Arctostaphylos Adans* + of *Potentilla Erecta* + *Bischofite* have a more pronounced antimicrobial effect compared to other studied herbal remedies. The least pronounced effect of the tincture of pear leaf extract + bischofite was on *Staphylococcus aureus* strain 209 than on *Escherichia coli* strain 1257. The presence of antimicrobial effect of tinctures from raw materials of *Pyrus communis* of the Noyabrskaya variety, *Arctostaphylos Adans*, galangal rhizome and *Bischofite* indicates the expediency of further study of this composition. The presence of active substances with different pharmacological activity in plants contributes to the effective prevention of diseases of infectious etiology without side effects on the animal and human body. The raw materials of medicinal plants are less likely to contribute to various complications and, unlike traditional antibacterial drugs, in addition to antimicrobial action, have a mild positive effect on the macroorganism.

Key words: *Pyrus communis* Noyabrskaya, *Arctostaphylos Adans*, *Potentilla erecta*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, bischofite, antimicrobial activity, tincture, medicinal plants.

Дослідження антибактеріальної активності настоянок з листя Груші звичайної сорту Листопадава, Мучниці звичайної, кореневища Перстачу прямостоячого та Бішофіту Полтавського

A. M. Хиль[✉], С. Б. Передера

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Вивчено бактерицидний вплив лікарських рослин (Груші звичайної сорту Листопадава, Мучниці звичайної, кореневища Перстачу прямостоячого (Калгану) та Бішофіту на *Staphylococcus aureus* штам 209 та *Escherichia coli* штам 1257. Згідно з літературними джерелами встановлено, що хімічний склад досліджуваних рослин містить: флавоноїди, фенолглікозиди, дубильні речовини, тритерпеноїди, амінокислоти, ефірну олію, гідроксикоричні кислоти, сапоніни, катехин, сангвінарин, які саме й чинять антимікробну дію. Об'єктами дослідження були 40 % настоянки з листя *Pyrus communis* Noyabrskaya, *Arctostaphylos Adans* та кореневища *Potentilla erecta*. Вивчення антимікробної активності фітозасобів на рослинній основі проводили за допомогою загальноприйнято-

го методу досліджень “колодязів”. Встановлено, що настойки у комбінації: 1) Мучниця звичайна з додаванням Перстачу прямоствого, Груші звичайної, розчину Бішофіту та 2) Мучниця звичайна з додаванням Перстачу прямоствого, розчину Бішофіту проявляють більш виражену антимікробну дію порівняно з іншими досліджуваними фітозасобами. Менш виражений вплив дії настоянки Екстракт з листя Груші з додаванням розчину Бішофіту був на *Staphylococcus aureus* штам 209, ніж на *Escherichia coli* штам 1257. Наявність антимікробної дії настоянок з сировини Груші звичайної сорту Листопада, Мучниці звичайної, кореневища Калгану та розчину Бішофіту свідчить про доцільність подальшого дослідження цієї комбінації. Наявність у рослинах діючих речовин з різною фармакологічною активністю сприяє ефективній профілактиці захворювань інфекційної етіології без побічної дії на організм тварини та людини. Сировина лікарських рослин рідше сприяє різним ускладненням та на відміну від традиційних антибактеріальних препаратів, крім протимікробної дії, чинять м'який позитивний вплив на макроорганізм.

Ключові слова: *Pyrus communis Noyabrskaya*, *Arctostaphylos adans*, *Potentilla erecta*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, бішофіт, антимікробна активність, настоянка, лікарські рослини.

Вступ

Фармацевтичний ринок України має широкий спектр протимікробних препаратів синтетичного походження. Саме тому все частіше звертають увагу на препарати природного походження, адже лікарські засоби на основі рослинної сировини чинять ефективний вплив на організм, вони мінімально токсичні, не є ксенобіотиками (Martyshuk et al., 2023; Gutty et al., 2023). З огляду на це, актуальним напрямом є дослідження широко культивованих рослин флори України, до яких належать Груша звичайна сорту Листопада – *Pyrus communis Noyabrskaya*, Мучниця звичайна – *Arctostaphylos adans*, Перстач прямоствий – *Potentilla erecta* (Horodyzkyi, 1992; Stadnyts'ka et al., 2011; Azzini et al., 2019; Lotfi et al., 2019). У державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, зареєстровано 34 сорти Груші звичайної, але більшість вивчена недостатньо (Mamachur, 1984).

Груша звичайна – це листопадове дерево висотою до 15 метрів, що належить до родини *Rosaceae*. Згідно з даними літературних джерел у плодах та листі Груші є антибіотик арбутин, який знищує мікроби. Крім цього, хімічний склад багатий на клітковину, цукри, вітамін С, Р, В, РР, пектинові речовини, флавоноїди, дубильні речовини, амінокислоти, фенолглікозиди, тритерпеноїди, мікро- і макроелементи, ефірну олію. В насінні Груші є жирна олія, яка містить токоферолі та жирні кислоти. Груша звичайна має багатий спектр фармакологічної активності й чинить антимікробну, антиоксидантну, протизапальну, гіполіпідемічну, гіпоглікемічну, анагетичну, уросептичну, спазмолітичну, в'язучу, жарознижуючу, седативну, антипсихотичну та антимуагенну дії (Zalepukha, 1973; Hradyz'kyy, 1992; Harna et al., 2016; Sun et al., 2021; Wang et al., 2022).

Мучниця звичайна – рід жорстколистих кущів родин *Ericaceae* Juss. Листя Мучниці звичайної містять феноли та їх похідні, флавоноїди, гідроксикоричні кислоти, антоціани, сапоніни, алантоїн, які чинять антимікробну та протизапальну дію (Parejo et al., 2001; Chaika et al., 2019).

Перстач прямоствий – багаторічна трав'яниста лікарська рослина родини *Rosaceae*. У кореневищі *Potentilla erecta* містяться дубильні речовини, флавоноїди, фенолкарбонові кислоти, катехіин, сангвінарин, які мають широкий спектр антимікробної та протизапальної дії (Holovko et al., 2007).

Бішофіт – цінна та дешева сировина з великим вмістом Магнію та його сполук. Він є біологічно ак-

тивною речовиною, що чинить імуностимулюючу, протизапальну, антибактеріальну дію. Профілактичні засоби, що використовують при процесах інфекційної природи, зазвичай мають широкий спектр антимікробної дії, наслідком яких є ускладнення в організмі тварин, тому засоби на природній основі стають все більш популярними в гуманній медицині.

Оскільки досліджувані речовини містять велику кількість біологічно активних речовин, таких як феноли, флавоноїди, дубильні речовини, карбонові кислоти тощо, які володіють антимікробними властивостями, метою роботи є вивчити вплив етанольних екстрактів Груші звичайної сорту Листопада – *Pyrus communis Noyabrskaya*, Мучниці звичайної – *Arctostaphylos adans*, Перстачу прямоствого – *Potentilla erecta* на санітарно-показові мікроорганізми.

Мета дослідження

Вивчити антимікробну активність настоянок з листя Груші звичайної, Мучниці звичайної та кореневищ Перстачу прямоствого, Бішофіту на *Staphylococcus aureus* штам 209 та *Escherichia coli* штам 1257.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами досліджень антибактеріальної активності стали 40 % настойки з листя Мучниці та Груші звичайної, кореневища Перстачу прямоствого. Настоянки готували у співвідношенні сировини до екстрагенту 1 : 5. Сировину заготовляли у Полтавській області в серпні–вересні 2023 року. Вивчення антибактеріальної активності фітозасобів проводили на базі навчально-наукової лабораторії кафедри інфекційної патології, гігієни, санітарії та біобезпеки Полтавського державного аграрного університету. Полтавський кристалічний бішофіт був концентратом.

Для визначення бактерицидної активності настоянок на щільних поживних середовищах використовували загальноприйнятий у мікробіологічній практиці метод дифузії в агар. Як тест-штами використовували санітарно-показові штами мікроорганізмів *Staphylococcus aureus* штам 209 та *Escherichia coli* штам 1257. Досліди повторювали тричі щодо кожного штаму мікроорганізмів. При проведенні досліджень із вивчення антимікробної активності екстракту з листя Груші та Мучниці і кореневища Перстачу прямоствого використовували сольовий агар при вивченні дії на *Staphylococcus aureus* та середовище Ендо для *Escherichia coli*. Відповідне поживне середовище

розливали в два шари у чашки Петрі, після чого за допомогою стерильного циліндра з нержавіючої сталі робили “колодязі” для радіальної дифузії в агар, попередньо засіявши відповідною тест-культурою. Циліндри витягали стерильним пінцетом і в лунки, що утворилися, вносили досліджувані зразки з екстрактів рослин та бішофіту. Чашки витримували 2 години при кімнатній температурі й потім ставили в термостат та інкубували при 37 °С протягом 24 годин. Оцінку антибактеріального ефекту проводили за діаметром зони затримки росту певного мікроорганізму навколо лунки з внесеним фітозасобом (Podhorskoho et al., 2007).

Антимікробну активність препаратів на рослинній основі було оцінено за такими показниками щодо відсутності або наявності зон затримки росту певного

мікроорганізму навколо відповідної лунки. Зона затримки $d = 10\text{--}15$ мм вказує на низьку бактерицидну дію настоянки на досліджувані мікроорганізми. Зона затримки $d = 15\text{--}25$ мм свідчить про добрий вплив досліджуваної антибактеріальної рідини на збудників. Зони затримки $d =$ понад 25 мм вказують про високу бактерицидну дію настоянок на мікроорганізми.

Результати та їх обговорення

Результати проведених досліджень показали, що досліджувані зразки екстрактів з листя Мучниці звичайної, Груші звичайної, кореневища Перстачу прямостоячого та Бішофіту мають широкий спектр антимікробної активності (табл. 1).

Таблиця 1

Антимікробна активність екстрактів з листя Мучниці звичайної, Груші звичайної, кореневища Перстачу прямостоячого та Бішофіту

Фітозасіб	Зони затримки росту мікроорганізмів, мм	
	<i>S. aureus</i> штам 209	<i>E. coli</i> штам 1257
Екстракт з листя Груші + Бішофіт	15,0 ± 0,0	19,0 ± 0,3
Екстракт з кореневища Перстачу прямостоячого + Бішофіт	23,0 ± 0,3	26,0 ± 0,0
Екстракт з листя Мучниці + Бішофіт	20,0 ± 0,2	30,0 ± 0,0
Бішофіт	10,0 ± 0,1	15,0 ± 0,0

Порівнюючи антимікробну активність екстрактів стосовно *Staphylococcus aureus* штам 209 та *Escherichia coli* штам 1257 було виявлено, що виражений ефект культури мали щодо настоянки з листя Мучниці та кореневища Калгану, а екстракт з листя Груші показав низьку чутливість до *Staphylococcus aureus*, тимчасом як зона затримки росту *Escherichia coli* мала чутливість. Так, діаметр зони затримки росту *S. aureus* навколо лунок із внесеним екстрактом з кореневища Калгану склав 23,0 мм і 26,0 мм для *E. coli*, що свідчить про високу чутливість мікроорга-

нізмів до настоянок. Також високу чутливість показало дослідження з настоянкою з листя Мучниці та Бішофіту, діаметр затримки росту *S. aureus* 20,0 мм, а *E. coli* – 30,0 мм. Екстракт з листя Груші та Бішофіту для культури *S. aureus* мав діаметр затримки росту мікроорганізмів 15,0 мм, що значно нижче порівняно з діаметрами затримки росту культур зі зразками інших фітопрепаратів, а для культури *E. coli* показник був значно вищим, що вказує на чутливість щодо досліджуваної антибактеріальної рідини (рис. 1).

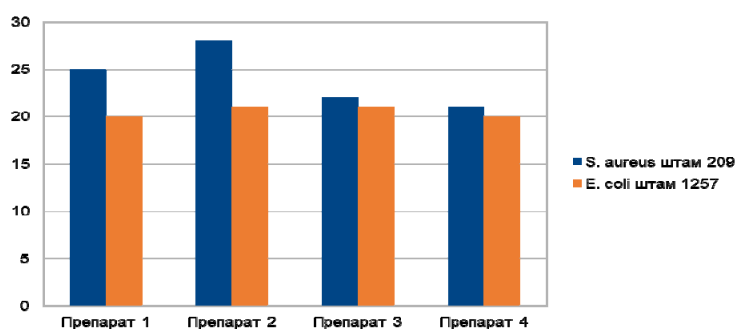


Рис. 1. Антимікробна активність рослинних екстрактів

Таблиця 2

Антимікробна активність екстрактів в комбінації з листя Мучниці звичайної, Груші звичайної, кореневища Перстачу прямостоячого та Бішофіту

Фітозасіб	Зони затримки росту мікроорганізмів, мм	
	<i>S. aureus</i> штам 209	<i>E. coli</i> штам 1257
Мучниця звичайна + Перстач прямостоячий + Бішофіт	25,0 ± 0,0	20,0 ± 0,1
Мучниця звичайна + Перстач прямостоячий + Груша звичайна + Бішофіт	28,0 ± 0,0	21,0 ± 0,0
Мучниця звичайна + Груша звичайна + Бішофіт	22,0 ± 0,0	21,0 ± 0,1
Перстач прямостоячий + Груша звичайна + Бішофіт	21,0 ± 0,2	20,0 ± 0,3

За результатами досліджень встановлено, що суміш рослинних препаратів, таких як Мучниця звичайна разом з Перстачем прямостоячим, Бішофітом та Грушею звичайною сорту Листопадава мають високу бактерицидну дію щодо обох вищезазначених культур із зонами затримки росту навколо лунок 28,0 мм *S. aureus* та 21,0 мм *E. coli*. Проаналізувавши антимікробну активність Мучниці звичайна + Перстач прямостоячий + Бішофіт, можна підтвердити також високу бактерицидну дію настоянок щодо *Staphylococcus aureus* штам 209 та *Escherichia coli* штам 1257 (табл. 2)

Висновки

Вивчено антимікробну активність настоянок з квіток та листя Мучниці звичайної, Груші звичайної сорту Листопадава та кореневища Калгану щодо *Staphylococcus aureus* штам 209 та *Escherichia coli* штам 1257.

Встановлено, що настойки в комбінації Мучниця звичайна + Перстач прямостоячий + Груша звичайна + Бішофіт та Мучниця звичайна + Перстач прямостоячий + Бішофіт проявляють більш виражену антимікробну дію порівняно з іншими досліджуваними фітосадами.

Найменш виражену чутливість до дії настоянки Екстракт з листя Груші + Бішофіт проявив *Staphylococcus aureus* штам 209, тимчасом як *Escherichia coli* штам 1257 мала високу чутливість.

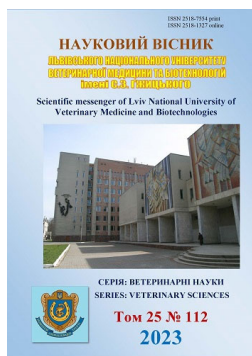
Наявність антимікробної дії настоянок з сировини Груші звичайної сорту Листопадава, Мучниці звичайної та креневища Калгану свідчить про доцільність подальшого дослідження.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Azzini, E., Maiani, G., Durazzo, A., Foddai, M. S., Intorre, F., Venneria, E., Forte, V., Lucchetti, S., Ambra, R., Pastore, G., Silveri, D. D., Maiani, G., & Polito, A. S. (2019). Giovanni Varieties (*Pyrus communis* L.): Antioxidant Properties and Phytochemical Characteristics. *Oxid Med Cell Longev*, 2019, 6714103. DOI: 10.1155/2019/6714103.
- Chaika, N. B., Komisarenko, M. A., Koshovyi, O. M., Kovalova, A. M., & Borodina, N. V. (2019). Doslidzhennia dynamiky ekstrahuvannia biolohichno aktyvnykh rehovyn z lystia muchnytsi zvychnoi. *Fitoterapiia. Chasopys*, 4, 64–68. DOI: 10.33617/2522-9680-2019-4-64 (in Ukrainian).
- Gutyj, B., Petryshak, R., Mylostyvyi, R., Popadiuk, S., Petryshak, O., Martyschuk, T., Khalak, V., Oseredchuk, R., Prymych, V., & Naumyuk, O. (2023). The influence of the feed additive “Syimevit” on the antioxidant protection of the body of dogs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 118–124. DOI: 10.32718/nvlvet-a9820.
- Harna, S. V., Vladymyrov, I. M., & Burd, N. B. (2016). Suchasna fitoterapiya: navch. posib. Kharkiv, Drukarnya Madrid (in Ukrainian).
- Holovko, A. N., Ushakov, V. A., Skrypnyk, V. H. (2007). Mikrobiolohichni ta virusolohichni metody doslidzhen' u veterynarniy medytsyni : dovidkovyy posibnyk. Kh. (in Ukrainian).
- Horodyzkyi, A. M. (1992). Entsyklopedychnyy dovidnyk. Likavrs'ki roslyny. Kyiv: Ukr. Ents. Ukr. vyrob.-komerts. Tsentr “Olimp” (in Ukrainian).
- Hradyz'kyi, A. M. (1992). Likars'ki roslyny. Kyiv: Ukrayins'ka entsyklopediya (in Ukrainian).
- Kobzar, A. Ya. (2004). *Farmakohnoziya v medytsyni*. Kyiv (in Ukrainian).
- Lotfi, M., Fernandez, K., Vermeir, P., Mars, M., & Werbrouck, S. (2019). In vitro mycorrhization of pear (*Pyrus communis*). *Mycorrhiza*, 29(6), 607–614. DOI: 10.1007/s00572-019-00919-w.
- Mamachur, F. I. (1984). *Dovidnyk z fitoterapiyi*. Kyiv: Zdorov'ya (in Ukrainian).
- Martyschuk, T., Gutyj, B., Sobolieva, S., Khalak, V., Vozna, O., & Todoriuk, V. (2023). The effectiveness of the use of the feed additive “Butaselmevit-plus” as part of compound feed for young pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 92–98. DOI: 10.32718/nvlvet-a9816.
- Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., & Codina, C. (2001). A single extraction step in the quantitative analysis of arbutin in bearberry (*Arctostaphylos uva-ursi*) leaves by high-performance liquid chromatography. *Phytochem Anal*, 12(5), 336–339. DOI: 10.1002/pca.602.
- Podhorskoho, V. S., Kotsofliak, O. I., Kaprianova, E. A., & Hvozdiak, O. R. (2007). *Ukrayins'ka kolektsiya mikroorhanizmiv: Katalog kul'tur*. Kyiv: Naukova dumka (in Ukrainian).
- Stadnyts'ka, N. Ye., Komarovs'ka-Porokhnyavets', O. Z., & Kishchak, Kh. Ya. (2011). Roslyny z protymikrobnymy vlastyvostyamy. *Khimiya, tekhnolohiya rehovyn ta yikh zastosuvannya*, 700, 111–116 (in Ukrainian).
- Sun, X., Wang, Y., Pan, B., Xu, W., & Zhang, S. (2021). Transcriptome Analysis of Pear Leaves in Response to Calcium Treatment During *Botryosphaeria dothidea* Infection. *Phytopathology*, 111(9), 1638–1647. DOI: 10.1094/PHYTO-10-20-0458-R.
- Wang, Y., Sun, X., Zhang, Z., Pan, B., Xu, W., & Zhang, S. (2022). Revealing the early response of pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd) leaves during *Botryosphaeria dothidea* infection by transcriptome analysis. *Plant Sci.*, 315, 111146. DOI: 10.1016/j.plantsci.2021.111146.
- Zalepukha, S. I. (1973). *Antymikrobnі vlastyvoṣti roslын, vzhitykh v yizhu*. Kyiv: Naukova dumka, 34–39 (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11222
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.71:612.6:591.18

New approaches to improving the reproductive function of females dogs

V. I. Forkun[✉], O. M. Bobrytska

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Article info

Received 20.09.2023
Received in revised form
23.10.2023
Accepted 24.10.2023

State Biotechnological University,
Alchevskikh Str., 44, Kharkiv,
61002, Ukraine.
Tel.: +38-068-660-32-81
E-mail: info@btu.kharkov.ua

Forkun, V. I., & Bobrytska, O. M. (2023). New approaches to improving the reproductive function of females dogs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 135–139. doi: 10.32718/nvlvet11222

The aim of the work was to establish the effectiveness of the application of a complex reproductive protocol to improve the reproductive capacity of females. The essence of the protocol consists in a combination of monitoring and treatment and preventive measures, which are carried out from the moment of planning the pregnancy of the females dogs until birth and the first weeks after birth, which are combined into a complex reproductive protocol. The protocol includes three stages (preparation for pregnancy; management of the reproductive females dogs during pregnancy; postpartum period). The experiment was conducted on 25 bull terrier female (*Canis familiaris*) of different ages. The effectiveness of the application of a complex reproductive protocol in the breeding of bull terrier female was experimentally established which is characterized by an increase in the efficiency of insemination, the weight of the nest and the viability of the puppies. In particular, the efficiency of fertilization of female was 92 % (against 72 % in the control group). Using a complex reproductive protocol, the viability of the resulting puppies was slightly higher than that of the female of the research group. In particular, 84.7 % of puppies obtained in the group following the Protocol had high indicators of viability (APGAR – 7–10 points), which is 6.9 % more than the indicators in the control group of animals. Also, in the experimental group, 9.3 % of animals had average APGAR scores (4–6 points), and only 5.9 % of puppies had a low degree of viability (APGAR – 0–3 points). Regarding multifertility, in the control group of female, most female (33.3 %) had 5 pups each, while 22.1 % had 6–7 pups in the nest, 27.8 % of animals had 2–3 pups each. In addition, one females had one puppy. The conducted tests of the Protocol established an increase in the fertility of females. Thus, 62.5 % of the female of the experimental group had from 5 to 7 puppies, which is 6.9 % more than the indicators of the female of the control group. In addition, only one female from the experimental group had 2 and 3 puppies, respectively, and there was no female with one born puppy. Therefore, the effectiveness of the application of a complex reproductive protocol in the breeding of bull terrier female, which is characterized by an increase in the efficiency of insemination, litter mass and viability of puppies, has been established.

Key words: complex reproductive protocol, productivity, female, puppies.

Нові підходи щодо поліпшення репродуктологічної функції сук

В. І. Форкун[✉], О. М. Бобрицька

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Метою роботи було встановити ефективність застосування комплексного репродуктологічного протоколу для поліпшення відтворювальної здатності сук. Суть протоколу полягає у поєднанні моніторингових та лікувально-профілактичних заходів, які здійснюються від моменту планування вагітності суки до народження і перших тижнів після народження, котрі об'єднано у комплексний репродуктологічний протокол. Протокол включає три етапи (підготовка до вагітності; ведення репродуктивної суки під час вагітності; післяпологовий період). Експеримент проведено на 25 суках (*Canis familiaris*) породи бультер'єр різного віку. Експериментально встановлено ефективність застосування комплексного репродуктологічного протоколу при розведенні сук породи бультер'єр, що характеризується збільшенням ефективності осіменіння, маси гнізда та життєздатності цуценят. Зокрема, ефективність запліднення сук була 92 % (проти 72 % у контрольній групі). За застосування комплексного репродуктологічного протоколу життєздатність отриманих цуценят була децю більшою порівняно з такою у сук дослідної групи. Зокрема,

84,7 % цуценят, отриманих у групі з дотриманням протоколу, мали високі показники життєздатності (APGAR – 7–10 балів), що більше на 6,9 % від показників у контрольній групі тварин. Також у дослідній групі 9,3 % тварин мали середні показники за APGAR (4–6 балів), і лише 5,9 % цуценят мали низький ступінь життєздатності (APGAR – 0–3 бали). Стосовно багатоплідності, то у контрольній групі найбільше сук (33,3 %) мали по 5 цуценят, тимчасом як 22,1 % мали по 6–7 цуценят у гнізді, 27,8 % тварин мали по 2–3 цуценята. Крім цього, в однієї суки було одне цуценя. Проведеним випробуванням протоколу встановлено збільшення багатоплідності сук. Так, 62,5 % сук дослідної групи мали від 5 до 7 цуценят, що більше на 6,9 % від показників сук контрольної групи. Крім цього, лише по одній суці з дослідної групи мали 2 і 3 цуценят відповідно, і жодної суки з одним народженим цуценям не було. Отже, встановлено ефективність застосування комплексного репродуктологічного протоколу при розведенні сук породи буль-тер'єр, що характеризується збільшенням ефективності осіменіння, маси гнізда та життєздатності цуценят.

Ключові слова: комплексний репродуктологічний протокол, продуктивність, суки, цуценята.

Вступ

Собаки – найпопулярніші домашні тварини (Bir 2016) з популяцією понад 900 мільйонів (Responsible Dog Breeding Guidelines, 2020), що продовжує зростати. Збільшення попиту на породистих цуценят створює цілу бізнес-індустрію (Case, 2023) зі стабільним джерелом доходу (Farrell et al., 2015), що посилює інтерес у дослідників до розведення собак (Gradil et al., 2006; Yordy et al., 2020). Тому порушення відтворювальної функції собак призводить до значних економічних втрат у галузі. Основними факторами, що згубно впливають на відтворення собак, є стан навколишнього середовища, стреси, заразні та незаразні патології, інбридинг та інші (Holst & Phemister, 1974; Makloski, 2012; Hesser et al., 2017; Forkun et al., 2023). Водночас багато механізмів забезпечення та регуляції відтворювальної функції у сук залишаються невідомими (Pinto et al., 1999), а деякі загальноприйняті факти ґрунтуються на морально застарілих уявленнях, які не були перевірені (Veronesi et al., 2022).

Ветеринарна репродуктологія – галузь ветеринарної медицини, що займається вивченням репродуктивної функції тварини і досить швидко розвивається. Репродуктологи пов'язують відсутність успіху в розведенні собак зі старими стандартними підходами до цієї проблематики, тимчасом як вона вимагає комплексного підходу (Batista et al., 2014). Є багато доказів погіршення добробуту і якості життя собак за застарілих уявлень про селекційну практику розведення (Veronesi et al., 2009). За відсутності стандартизованого підходу ведення вагітності заводчики чистопородних собак недоотримують цуценят або взагалі можуть втратити репродуктивний потенціал самки. З огляду на зазначене, для поліпшення якісних та кількісних показників відтворювальної здатності сук нами було розроблено та апробовано Комплексний репродуктологічний протокол. Суть протоколу полягає у поєднанні моніторингових та лікувально-профілактичних заходів, які здійснюються від моменту планування вагітності суки до народження і перших тижнів після народження, які об'єднано у комплексний репродуктологічний протокол. Протокол включає три етапи (підготовка до вагітності; ведення репродуктивної суки під час вагітності; післяпологовий період).

Мета дослідження

Встановити ефективність застосування комплексного репродуктологічного протоколу для поліпшення відтворювальної здатності сук.

Матеріал і методи дослідження

Експеримент проведено на 25 суках (Canis familiaris) породи бультер'єр різного віку. На час проведення досліджень усі тварини були вільні від інфекційних та інвазійних захворювань. Стан здоров'я тварин оцінювали за допомогою клінічного огляду та лабораторних досліджень. Для дослідження характеристик гуморальної ланки репродуктивного статусу сук було визначено строки фертильності усіх сук (за допомогою фолікулометрії, вагінальної цитології і аналізом рівня прогестерону в крові). Після чого у різні строки і стадії статевого циклу відбирали матеріал для досліджень (плазма крові). Осіменіння сук проводили різними методами (як природним, так і штучним способом). Скринінг вагітності проводили на 23–30-й день після сплеску LH (або на 21–28-й день після овуляції).

З метою підвищення кількості отриманого приплоду від сук та його життєздатності нами було розроблено методику комплексного супроводу відтворення сук. Ефективність застосування Протоколу оцінювали за ефективністю запліднення, фертильністю і життєздатністю цуценят (за шкалою APGAR).

Суть методики підвищення продуктивності сук полягає у поєднанні лікувально-профілактичних заходів, які здійснюються від моменту планування вагітності суки до народження і перших тижнів після народження, які об'єднано у комплексний репродуктологічний протокол (Forkun et al., 2023). Комплексний репродуктологічний протокол (далі – Протокол) включає три етапи: Етап I. Підготовка до вагітності (період з моменту планування вагітності до інсемінації), що включає: оцінку анамнезу тварини шляхом опитування власника; дослідження на етапі планування вагітності (загальний стан, наявність інфекційних хвороб); визначення строків фертильності та підбір оптимальної дати для осіменіння, залежно від вибору методу інсемінації (фолікулометрія, дослідження прогестерону, вагінальна цитологія); підбір кобеля та оцінка якості сперми; запліднення (природне чи штучне залежно від вихідних параметрів). Етап II. Ведення репродуктивної суки під час вагітності, що включає: перший скринінг на 23 добу з моменту в'язки (УЗД, загальний аналіз крові, сечі, прогестерон); другий скринінг вагітності (УЗД, дегельмінтизація); визначення дати пологів (термометрія, УЗД, поведінка); за потреби визначення дати кесаревого розтину; підготовка та проведення пологів чи кесаревого розтину; за потреби заходи реанімації новонароджених. Етап III. Післяпологовий період включає курацію суки та

неонатів: оцінка стану новонароджених за шкалою APGAR та їх маркування; постійний контроль фізіологічного стану суки власником; скрінінг на 2–7 добу після народження (УЗД сечо-статевої системи, пальпація молочних залоз); дегельмінтизація з 2-тижневого віку цуценят з сукою; вакцинація.

Експеримент проведено із дотримання вимог Закону України № 3447-IV від 21.02.06 р. “Про захист тварин від жорстокого поводження” та повною мірою узгоджуються з принципами “Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей” (Страсбург, 1986).

Результати та їх обговорення

Встановлено ефективність застосування комплексного репродуктологічного протоколу при розведенні сук породи бультер’єр, що характеризується збільшенням ефективності осіменіння, маси гнізда та життєздатності цуценят. Зокрема, ефективність запліднення сук була 92 % (проти 72 % у контрольній групі), що зіставна з середніми показниками даного виду тварин (Hesser et al., 2017). В літературі наводять дані, що ефективність природного запліднення сук, з дотриманням усіх правил, сягає до 95 % (Holst & Phemister, 1974), ефективність зачаття при вагінальному заплідненні свіжою спермою становила від 60 % до 95 % (Makloski, 2012), а ефективність охолодженої та свіжої сперми майже однакова (94 % проти 95 %) (Pinto et al., 1999).

Серед усіх сук контрольної групи (25 голів) з різних причин (бажання власника, рекомендація лікаря) було проведено 9 природних і 16 штучних запліднень, за результатами яких завагітніло 18 сук, тобто 72 % (табл. 1). Переривання вагітності у тварин контрольної групи не спостерігалось. За рекомендацією ветеринарного лікаря третині вагітних зробили кесарів розтин, інші народжували природним шляхом. Усього від 18 сук отримано 77 цуценят, тобто 4,3 цуценят на одну суку. Зазначимо, що за літературними даними – середній розмір посліду у сук середніх порід (BBS 11–20 кг) становить 5,1 кг (Veronesi et al., 2022).

Основним методом неонатальної оцінки фізіологічного стану новонароджених є адаптована для собак система оцінки за шкалою Апгар (Veronesi et al., 2009; Batista et al., 2014). За даними Veronesi et al. (2022), при огляді 1039 новонароджених цуценят встановлено, що оцінку 0–3 бали за APGAR мали 4,9 % тварин, 4–6 бала – 15,4 %, а 7–10 балів – 79,7 % цуценят. Переважна більшість цуценят у нашому досліді (77,8 %) мали високі показники життєздатності за APGAR, тимчасом як 15,6 % тварин мали середні показники за APGAR – 4–6 балів. І лише 5 цуценят (6,5 %) мали низький ступінь життєздатності (APGAR – 0–3 бала).

Застосування комплексного репродуктологічного протоколу (далі – Протокол) передбачало комплексний професійний підхід щодо планування і супроводу вагітності, пологів та післяпологового періоду. Так, на підставі комплексних досліджень сук, кобелів (та їхньої сперми) за рекомендацією ветеринарного лікаря було проведено 21 штучне і 4 природні запліднення, що мало результативність 92 % (проти 72 % у контрольній групі). Протягом пологів за рекомендацією Протоколу було проведено два скрінінги у суку та підібрано метод проведення пологів. Пологи проводили під наглядом лікаря. Усього проведено 17 природних пологів і у 6 сук провели кесарів розтин (що склало 26,0 % від загальної кількості пологів. Загалом від 23 сук дослідної групи отримано 118 цуценят, що склало 5,1 цуценят на одну суку. Зауважимо більшу кількість отриманих цуценят за застосування Протоколу у сук породи бультер’єр на 18,6 %.

Застосування комплексного репродуктологічного протоколу (далі – Протокол) передбачало комплексний професійний підхід щодо планування і супроводу вагітності, пологів та післяпологового періоду. Так, на підставі комплексних досліджень сук, кобелів (та їхньої сперми) за рекомендацією ветеринарного лікаря було проведено 21 штучне і 4 природні запліднення, що мало результативність 92 % (проти 72 % у контрольній групі). Протягом пологів за рекомендацією Протоколу було проведено два скрінінги у суку та підібрано метод проведення пологів. Пологи проводили під наглядом лікаря. Усього проведено 17 природних пологів і у 6 сук провели кесарів розтин (що склало 26,0 % від загальної кількості пологів. Загалом від 23 сук дослідної групи отримано 118 цуценят, що склало 5,1 цуценят на одну суку. Зауважимо більшу кількість отриманих цуценят за застосування Протоколу у сук породи бультер’єр на 18,6 %.

Таблиця 1

Якісні та кількісні показники продуктивності сук породи бультер’єр за застосування комплексного репродуктологічного протоколу (n = 25)

Показники		Групи тварин	
		Контрольна	Дослідна
Кількість сук у групі, голів		25	25
Запліднення	природне	9	4
	штучне	16	21
Завагітніло, голів		18	23
Пологи	природні	12	17
	кесарів розтин	6	6
Кількість отриманих цуценят, голів		77	118
Цуценят на одну суку, голів		4,3	5,1
Життєздатність цуценят за шкалою APGAR, голів/%	7–10 балів	60/77,9	100/84,7
	4–6 балів	12/15,6	11/9,3
	0–3 балів	5/6,5	7/5,9
Загинуло, голів	48 год	3	1
	21 день	2	2

Життєздатність цуценят дослідної групи була де-що більшою порівняно з такою у сук контрольної групи. Зокрема, 84,7 % цуценят, отриманих у групі з дотриманням Протоколу, мали високі показники життєздатності (APGAR – 7–10 балів), що більше на

6,9 % від показників у контрольній групі тварин. Також у дослідній групі 9,3 % тварин мали середні показники за APGAR (4–6 балів), і лише 5,9 % цуценят мали низький ступінь життєздатності (APGAR – 0–3 бали).

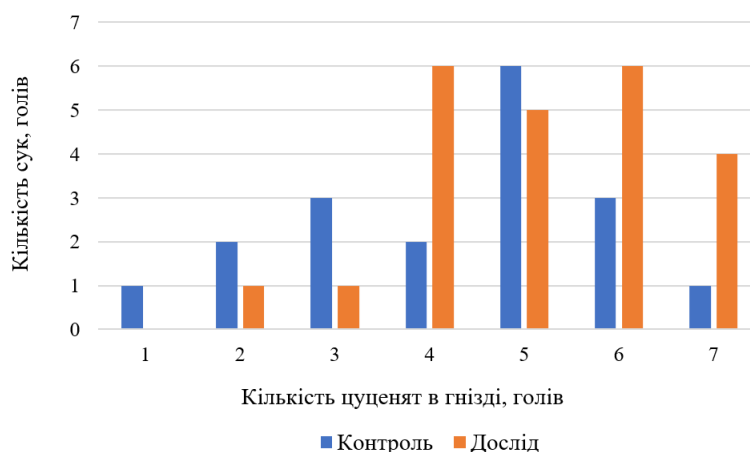


Рис. 1. Багатоплідність сук породи бультер'єр за застосування комплексного репродуктологічного протоколу

Стосовно багатоплідності, то у контрольній групі – найбільше сук (33,3 %) мали по 5 цуценят, тимчасом як 22,1 % мали по 6–7 цуценят в гнізді, 27,8 % тварин мали по 2–3 цуценят. Крім цього, в однієї суки було одне цуценя (рис. 1). Проведеним випробуванням Протоколу встановлено збільшення багатоплідності сук. Так, 62,5 % сук дослідної групи мали від 5 до 7 цуценят, що більше на 6,9 % від показників сук контрольної групи. Крім цього, лише по одній суці з дослідної групи мали 2 і 3 цуценят відповідно, і жодної суки з одним народженим цуценям не було.

На відміну від інших домашніх тварин, показники перинатальних втрат собак сягають до 20–40 % (11 % мертвороджених і 8–31 % неонатальної смерті протягом 3 тижнів) (Münnich & Küchenmeister, 2014; Mila et al., 2014). Висока постнатальна смертність пов'язана як з процесом пологів (Titkova et al., 2017), так і з ендогенними факторами (зрілість і життєздатність). Варто зазначити, що у контрольній групі протягом двох діб після народження загинуло троє цуценят. Основна причина загибелі – це невчасно надана допомога, затримка з призначенням кесаревого розтину і низька життєздатність цуценят. За застосування Протоколу (дослідна група тварин) протягом двох діб після народження загинуло одне цуценя з причини низької життєздатності. Подальша смертність цуценят (до 21-го дня) не залежала від застосування Протоколу.

Таким чином, встановлено ефективність застосування комплексного репродуктологічного протоколу при розведенні сук породи бультер'єр, що характеризується збільшенням ефективності осіменіння, маси гнізда та життєздатності цуценят.

Висновки

Дотримання комплексного репродуктологічного протоколу при розведенні сук породи бультер'єр підвищує ефективність запліднення до 92 % (проти 72 % у контрольній групі), збільшує рівень фертильності на 18,6 % (до 5,1 цуценят на одну суку проти 4,7 цуценят в контрольній групі) та життєздатність цуценят (84,7 % цуценят мали оцінку за APGAR 7–10 балів, що більше на 6,9 % від показників у контрольній групі тварин).

Перспективи подальших досліджень полягають у адаптації комплексного протоколу відповідно до породних особливостей собак.

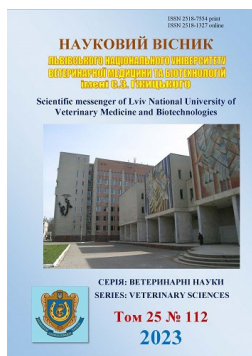
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Batista, M., Moreno, C., Vilar, J., Golding, M., Brito, C., Santana, M., & Alamo, D. (2014). Neonatal viability evaluation by Apgar score in puppies delivered by cesarean section in two brachycephalic breeds (English and French bulldog). *Animal reproduction science*, 146(3–4), 218–226. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2014.03.003.
- Bir, C., Croney, C., & Widmar, N. O. (2016). Public perceptions of dog welfare, sourcing and breeding regulation. *Center for Animal Welfare Science Executive White Paper RP, 2*, 1–17. URL: <https://vet.purdue.edu/CAWS/files/documents/20160602-public-perceptions-of-dog-welfare-sourcing-and-breeding-regulation.pdf>.
- Case, L. P. (2023). *The dog: its behavior, nutrition, and health*. John Wiley & Sons.
- Farrell, L. L., Schoenebeck, J. J., Wiener, P., Clements, D. N., & Summers, K. M. (2015). The challenges of pedigree dog health: approaches to combating inherited disease. *Canine Genetics and Epidemiology*, 2(1), 3. DOI: 10.1186/s40575-015-0014-9.
- Forkun, V. I., Bobrytska, O. M., & Vodopianova, L. A. (2023). *Kompleksnyi reproduktolohichnyi protokol: Metodychni rekomendatsii*. Kharkiv (in Ukrainian).
- Gradil, C. M., Yeager, A., & Concannon, P. W. (2006). Assessment of reproductive problems in the male dog. *Recent Advances in Small Animal Reproduction*. Ithaca, New York, International Veterinary Information Service. URL: <https://www.ivis.org/library/recent-advances-small-animal-reproduction/assessment-of-reproductive-problems-male-dog>.
- Hesser, A., Darr, C., Gonzales, K., Power, H., Scanlan, T., Thompson, J., Love, C., Christensen, B., Meyers, S. (2017). Semen evaluation and fertility assessment in a purebred dog breeding facility. *Theriogenology*, 87, 115–123. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2016.08.012.

- Holst, P. A., & Phemister, R. D. (1974). Onset of diestrus in the Beagle bitch: definition and significance. *American journal of veterinary research*, 35(3), 401–406. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4819723>.
- Makloski, C. L. (2012). Clinical techniques of artificial insemination in dogs. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(3), 439–444. DOI: 10.1016/j.cvsm.2012.01.009.
- Mila, H., Feugier, A., Grellet, A., Anne, J., Gonnier, M., Martin, M., Rossig, L., & Chastant-Maillard, S. (2014). Inadequate passive immune transfer in puppies: definition, risk factors and prevention in a large multi-breed kennel. *Preventive veterinary medicine*, 116(1–2), 209–213. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2014.05.001.
- Münnich, A., & Küchenmeister, U. (2014). Causes, diagnosis and therapy of common diseases in neonatal puppies in the first days of life: Cornerstones of practical approach. *Reproduction in domestic animals*, 49, 64–74. DOI: 10.1111/rda.12329.
- Pinto, C. R. F., Paccamonti, D. L., & Eilts, B. E. (1999). Fertility in female artificially inseminated with extended, chilled semen. *Theriogenology*, 52(4), 609–616. DOI: 10.1016/s0093-691x(99)00156-9.
- Responsible Dog Breeding Guidelines (2020). Endorsed by the EU Platform on Animal Welfare 3 November 2020. URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-11/aw_platform_plat-conc_guide_dog-breeding.pdf.
- Titkova, R., Fialkovicova, M., Karasova, M., & Hajurka, J. (2017). Puppy Apgar scores after vaginal delivery and caesarean section. *Veterinárni medicína*, 62(9), 488–492. DOI: 10.17221/158/2016-VETMED.
- Veronesi, M. C., Faustini, M., Probo, M., Rota, A., & Fusi, J. (2022). Refining the APGAR score cutoff values and viability classes according to breed body size in newborn dogs. *Animals*, 12(13), 1664. DOI: 10.3390/ani12131664.
- Veronesi, M. C., Panzani, S., Faustini, M., & Rota, A. (2009). An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis. *Theriogenology*, 72(3), 401–407. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2009.03.010.
- Yordy, J., Kraus, C., Hayward, J. J., White, M. E., Shannon, L. M., Creevy, K. E., & Promislow, D. E. L., Boyko, A. R. (2020). Body size, inbreeding, and lifespan in domestic dogs. *Conservation Genetics*, 21(1), 137–148. DOI: 10.1007/s10592-019-01240-x.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11223
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:618:614.2:636.2

Research on the therapeutic effectiveness of the veterinary medicinal product “Surfadev” in complex therapy for stimulating sexual desire in cows

O. A. Katsaraba¹, R. M. Sachuk^{2✉}, Ye. Ye. Kostyshyn¹, Y. S. Stravskyy³, L.-M. Ye. Kostyshyn¹

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

²Rivne State University for the Humanities, Rivne, Ukraine

³Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopol, Ukraine

Article info

Received 25.09.2023
Received in revised form
25.10.2023
Accepted 26.10.2023

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

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

Ivan Horbachevsky Ternopil
National Medical University of the
Ministry of Health of Ukraine,
Freedom Square, 1, Ternopol,
46002, Ukraine.

Katsaraba, O. A., Sachuk, R. M., Kostyshyn, Ye. Ye., Stravskyy, Y. S., Kostyshyn, L.-M. Ye. (2023). Research on the therapeutic effectiveness of the veterinary medicinal product “Surfadev” in complex therapy for stimulating sexual desire in cows. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 140–144. doi: 10.32718/nvlvet11223

Clinical studies were conducted in the treatment of hypofunction of the ovaries to increase the fertility of cows and heifers with the newly created drug “Surfadev” (solution for injections) in complex therapy. VLZ “Surfadev” (solution for injections). The drug stimulates the secretion of gonadotropins by the pituitary gland in a maximum of 2–3 hours after administration. The increased content of gonadotropins in the blood persists for 4–5 hours after administration. Unlike natural luliberin, the biological activity of the drug is 50 times greater, which allows the use of this drug in microdoses and short courses. The drug decomposes under the influence of enzymes more slowly than natural luliberin, which provides a stronger biological effect on the pituitary gland. “Devivit Complex” is a complex multivitamin preparation (Vitamins A, D₃, E, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂), which is used to correct and normalize metabolic processes in animals. Vitamins included in the preparation take part in biochemical processes in animal organisms (in the form of enzyme vitamins, hormone vitamins, antioxidants). When ovarian function is stimulated or corrected, 90.0 % of the treated animals show the arousal stage of the sexual cycle within 3–15 days, and their fertilization rate from the first insemination is 70.0 % on average. The high efficiency of using “Surfadev” in combination with “Devivit Complex” for ovarian hypofunction has been established. 83.3–95.6 % of the treated cows showed sexual desire, and the fertility from the first insemination reached 70.0 %. Further studies will be the next stage of pre-registration trials aimed at studying the effectiveness of the veterinary drug “Surfadev” (solution for injections) in complex therapy in the treatment of ovarian hypofunction and follicular cysts, which is mandatory material of the fourth part “Preclinical and clinical documentation” of the dossier for this medicine.

Key words: “Surfadev”, “Devivit Complex”, cows, heifers, ovarian hypofunction, morphology, fertilization.

Дослідження терапевтичної ефективності ветеринарного лікарського засобу “Сурфадев” у комплексній терапії при стимуляції охоти у корів

О. А. Кацараба¹, Р. М. Сачук^{2✉}, Є. Є. Костишин¹, Я. С. Стравський³, Л.-М. Є. Костишин¹

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

²Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

³Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського, м. Тернопіль, Україна

Проведені клінічні дослідження при лікуванні гіпофункції яєчників для підвищення запліднюваності поголів'я корів та телиць новоствореним препаратом "Сурфадев" (розчин для ін'єкцій) у комплексній терапії. ВЛЗ "Сурфадев" (розчин для ін'єкцій). Препарат стимулює виділення гонадотропнів гіпофізом максимум через 2–3 години після введення. Підвищений вміст гонадотропнів в крові зберігається протягом 4–5 годин після введення. На відміну від природного люліберину – біологічна активність препарату в 50 разів більша, що дозволяє використовувати цей препарат у мікродозах і короткими курсами. Препарат розкладається під впливом дії ферментів повільніше, ніж природний люліберин, що забезпечує сильнішу біологічну дію на гіпофіз. "Девівіт Комплекс" – комплексний полівітамінний препарат (вітаміни А, Д₃, Е, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂), який застосовується для корекції та нормалізації обмінних процесів у тварин. Вітаміни, які входять до складу препарату, беруть участь у біохімічних процесах в організмі тварин (у формі ензимовітамінів, гормоновітамінів, антиоксидантів). При стимуляції або корекції функції яєчників стадію збудження статевих циклу проявляють 90,0 % оброблених тварин протягом 3–15 діб, а їхня заплідненість від першого осіменіння становить в середньому 70,0 %. Установлено високу ефективність використання "Сурфадеву" в поєднанні з "Девівіт Комплексом" при гіпофункції яєчників. Статеву охоту проявили 83,3–95,6 % оброблених корів, а заплідненість від першого осіменіння досягла 70,0 %. Подальші дослідження будуть черговим етапом передреєстраційних випробувань, спрямованих на вивчення ефективності ветеринарного препарату "Сурфадев" (розчин для ін'єкцій) у комплексній терапії при лікуванні гіпофункції яєчників та фолікулярних кіст, що є обов'язковим матеріалом четвертої частини "Доклінічна і клінічна документація" досьє на даний лікарський засіб.

Ключові слова: "Сурфадев", "Девівіт Комплексом", корови, телиці, гіпофункція яєчників, морфологія, заплідненість.

Вступ

Відтворення стада у молочному скотарстві України є дуже складним процесом, де фактори технології й годівлі тварин виходять на перший план. Однак у більшості господарств не забезпечують додержання правил компенсації витрат тваринами енергії і поживних речовин на життєдіяльність і виробництво продукції, що негативно впливає на їхній функціональний стан і призводить до порушення обміну речовин, нейрогуморальної регуляції статевої системи та порушення репродуктивної функції (Stevenson et al., 1987; Pursley et al., 1995; Borshch et al., 2021; Mylostyvyi et al., 2021, 2023).

Неплідність самок великої рогатої худоби широко поширена і залежно від господарств має значну варіабельність (від 3 до 47 %) (Basarab & Stefanyk, 2016; Bashchenko et al., 2022). У дослідженні Mickelsen et al. (1986) відсоток неплідності серед м'ясних корів та телиць складав 10 %, в тому числі: серед телиць віком від 18 до 24 місяців – 20,9 %, первісток 30–36 місяців – 27,8 %, корів віком від 4 до 9 років – 3,2 % і 9 років і більше – 21,8 %. В умовах особистих господарств приватної власності неплідність охоплює 25,4 % корів (Katsaraba et al., 2016; Hryshchuk et al., 2021).

Нестача поживних речовин у раціонах корів і телиць призводить до порушення обміну речовин, що, з одного боку, негативно впливає на активність залоз внутрішньої секреції (щитоподібної залози, гіпофіза, кори надниркових залоз) та створює підґрунтя до зниження синтезу гормонів і порушень їх взаємовідношення в організмі з подальшими морфологічними зрушеннями в цих залозах (Lauderdale et al., 1974; Klindworth et al., 2001). Зниження вмісту в організмі корів фолікулостимулюючого та лютеїнізуючого гормонів проявляється анафродизією та неповноцінністю статевих циклів, відсутністю запліднення чи імплантації зародка. Особливо часто реєструється ановуляторний статевий цикл зі слабким проявом течки та охоти. Необхідно розуміти, що застосовуючи загальноприйняті методи (вагінальне, ректальне) досліджень спеціаліст на основі даних морфологічного стану статевих органів визначає конкретну патологію, проте причини, що викликали той чи інший патологічний стан, часто залишаються

нез'ясованими (Lucy et al., 1986). Тож виявлення порушень репродуктивної функції у корів та телиць має певну проблемність і, незважаючи на комплексні діагностичні дослідження, встановити причину неплідності в окремої тварини залишається складним. Це може бути пов'язане з тим, що порушення показників відтворення вирізняються численною різноманітністю – від слабких проявів у зовнішніх ознаках статевої циклічності до ранньої ембріональної смертності. До того ж вони можуть бути такими, що проходять через деякий час або є довготривалими, можуть бути перехідними або тривалими і виявлятися тоді, коли розвиток, зовнішній вигляд та продуктивність тварини ще не змінилися (Buhrov & Shakhova, 2009). Ці труднощі не усуваються повністю навіть при застосуванні клініко-хімічних досліджень крові тварин. Але вони розкривають глибокі порушення функції окремих органів, що тісно пов'язані з обміном речовин усього організму (Sachuk et al., 2018).

Особливо актуальним це питання постає у зв'язку з генезом виникнення порушень репродуктивної функції. Так, Полянцев Н. (Polyantsev, 1986) робить висновок, що причинні зв'язки за неплідності носять досить складний та багатогранний характер. Одні причини сприяють виникненню неплідності, другі відіграють роль проміжних ланцюжків, а треті виступають як кінцева причина, що безпосередньо викликає неплідність.

Ефективність ветеринарних заходів, спрямованих на зниження гінекологічної патології корів, зокрема гіпофункції яєчників, можлива за наявності застосування високоефективних та доступних препаратів. Тому нині є актуальним питання розробки лікарських засобів, які володіють значною ефективністю та екологічною безпечністю (Archibald et al., 1992).

Гіпофункція яєчників – це найпоширеніший дисфункціональний стан статевих залоз у корів і телиць. Із-поміж високопродуктивних корів діагностується у 9–80 % поголів'я, а серед гінекологічних хвороб ця патологія становить 60–65 % (Kharuta et al., 2009; Stefanyk et al., 2022).

Залежно від морфологічних змін в яєчнику і тривалості анафродизії розрізняють гіпофункцію яєчників першого, другого і третього ступенів (Pierson & Ginter, 1987; Pursley et al., 1995). Перший ступінь –

характеризується затримкою циклічної активності яєчників до 30–45 діб після отелення. Другий ступінь – триває від декількох тижнів до 2–3 місяців і клінічно проявляється аритмією статевих циклів, затриманням або відсутністю овуляції. Третій ступінь характеризується ациклією гіпотрофією яєчників і матки. Тривалість ациклічного періоду від 2 до 9 місяців. За умов причинних факторів у тварин порушується нейрогормональна регуляція в системі гіпоталамус–гіпофіс–яєчники–матка, що проявляється пригніченням фолікулогенезу, гіпотонією матки, дистрофічними змінами в ендометрії. Гіпофункція яєчників розвивається на фоні імунodefіцитного стану організму, що характеризується пригніченням клітинної і гуморальної ланок імунітету, зниженням показників неспецифічної реактивності організму і підвищенням у 2–6 разів концентрації кортизолу в крові, що вказує на стресовий стан організму хворих.

Діагноз обґрунтовують за даними аналізу раціону, перебігу тільності, отелення і післяотельного періоду, результатів біохімічного дослідження крові, ректального дослідження яєчників і матки. Діагностується анафродизія при розмірі гонад (від 2,5×1,5×1,5 до 4,0×3,0×3,0 см), що мають гладеньку поверхню, відсутністю везикулярних фолікулів та жовтих тіл, гіпота дисстероїдогенез. Прогноз залежить від своєчасного діагностування захворювання та ефективності застосованого лікування, яке повинно бути комплексним і спрямованим на стимуляцію функції (тканинна–вітамінна–фізіотерапія) поєднанням із застосуванням гормональних і нейротропних препаратів.

З цією метою, ТОВ “ДЕВІЕ” запропоновано новий ветеринарний препарат – Сурфадев (розчин для ін’єкцій). 1 мл препарату містить діючу речовину: аларелін – 0,005 мг (5 мкг). Допоміжні речовини: натрію хлорид, вода для ін’єкцій.

Мета дослідження

Метою досліджень було визначити терапевтичну ефективність лікарського засобу “Сурфадев” у комплексній терапії стимуляції охоти у корів.

Матеріал і методи досліджень

Шляхом обстеження поголів’я корів у підприємствах Рівненської області встановлено рівень їхньої відтворювальної здатності.

За результатами акушерсько-гінекологічної диспансеризації 7298 корів голштинської та української молочної чорно-рябої порід із продуктивністю 3600–6100 кг, належних ТОВ СГП ім. Воловікова, ФГ “Мрія”, ДП ДГ “Білокриницьке”, ТОВ “Шубківське”, проведеної у період сухоостою, і розтелених з жовтня по березень 2019–2021 рр. нами визначено сервіс-період та акушерську і гінекологічну патологію.

При оцінці відтворювальної здатності корів керувалися стандартними зоотехнічними методиками (DSTU 3070–95, 1995; Hladii et al., 2017).

Для стимуляції відтворної функції корів створено дві групи тварин (по 30 тварин у кожній). До груп увійшли корови з гіпофункцією яєчників. Тваринам

першої дослідної групи вводили 10 мл “Девівіт Комплекс” в поєднанні з 15 мкг “Сурфадеву” – (дози, згідно з інструкцією, рекомендовані для індукції статевих циклів); а коровам другої дослідної групи вводили “Галапан” у дозі 2,0 мл в/м.

Ветеринарний препарат “Сурфадев” (розчин для ін’єкцій) стимулює виділення гонадотропінів гіпофізом максимум через 2–3 години після введення. Підвищений вміст гонадотропінів в крові зберігається протягом 4–5 годин після введення. На відміну від природного у препараті “Сурфадев” біологічна активність в 50 разів вища, що дозволяє використовувати його у мікродозах та короткими курсами. Препарат під впливом дії ферментів розкладається повільніше, ніж природний, що забезпечує сильнішу біологічну дію на гіпофіз.

Препарат має період напіввиведення від 2 до 10 хвилин і дуже короткий термінальний період напіввиведення – від 10 до 40 хвилин. Він метаболізується шляхом гідролізу на дрібніші пептидні компоненти.

“Сурфадев” (розчин для ін’єкцій) – застосовують для лікування гіпофункції яєчників та фолікулярних кіст, для підвищення запліднюваності маточного поголів’я сільськогосподарських тварин, запобігання ембріональній смертності при перегулах корів, ранній індукції статевих циклів.

“Девівіт Комплекс” – комплексний полівітамінний препарат (вітаміни А, Д₃, Е, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂), який застосовується для корекції та нормалізації обмінних процесів у тварин. Вітаміни, які входять до складу препарату, беруть участь у біохімічних процесах у організмі тварин (у формі ензимовітамінів, гормонівітамінів, антиоксидантів).

“Галапан” – гормональний препарат для регуляції та лікування відтворювальної функції у корів та свиноматок, синхронізації та індукції статевих охот у телиць та корів, синхронізації опоросів свиноматок, лікування корів та телиць з функціональними порушеннями яєчників (персистентне жовте тіло, лютеїнова кіста, лікування ендометритів та піометри (як засіб комбінованої терапії), переривання вагітності при патології плода.

За тваринами дослідних груп спостерігали 60 днів з визначенням часу прояву стадії збудження статевих циклів, дати осіменіння, результату ректального дослідження через 2 місяці після останнього осіменіння. Усіх тварин утримували в однакових умовах і годували за тим самим раціоном.

Результати та їх обговорення

За результатами дослідження встановлено, що на 52,0 % корів доводиться повторно осіменяти, а 55,0 % корів запліднюються через 150–180 діб після отелення. У деяких господарствах сервіс-період 130–140 діб, а на 100 корів отримують 65–70 телят. У господарствах ТОВ СГП ім. Воловікова Гошанського району, ФГ “Мрія”, ДП ДГ “Білокриницьке”, ТОВ “Шубківське” Рівненського району тривалість сервіс-періоду була 148–151 доби, а 100 корів отримували 70–74 теля.

За результатами діагностичного етапу акушерської диспансеризації корів, проведеного в періоди сухос-

тою, отелення та після отелення встановлено: 5,1 % (1,6–17,0 %) випадків залежування до родів, 4,6 % (2,4–13,8 %) набряк вимені та 6,8 % (3,1–24,9 %) субклінічні форми маститу. З метаболічних розладів: 3,5 % (0,8–12,0 %) кетоз та 5,7 % (5,0–7,0 %) синдром жирної печінки. У корів ФГ “Мрія” рівень кетонів тіл був на рівні $2,1 \pm 0,01$ ммоль/л, 3,9 % (від 1,8 % до 12,2 %) випадків припадали на ідіопатичні аборти у корів кожного досліджуваного господарства. На патологію родів припадало 1431 випадків, що складає 16,3 % від загальної кількості обстежених і 25,9 % від розтелених тварин. Крім того, у 534 корів (6,1 %) спостерігали механічне пошкодження і травми слизової оболонки вульви та піхви. У 426 корів (4,9 %) виявлено розвиток післяродових вульво-вагінітів та ерозій статевих органів. У 1123 корів (20,1 %) було зафіксовано випадки післяродового парезу, з них найбільша частка – 21,2 % у ФГ “Мрія”. У 3,1 %–42,0 % корів діагностували субклінічну форму маститу та 38,0 % випадків припадало клінічний мастит. У ФГ “Мрія” Рівненського району субклінічну форму маститу реєстрували найбільше в корів у післяотельний період – до 40,7 %, тимчасом як у сухостійний період – 10,9 % випадків. У ТОВ “Шубківське” практично не діагностували клінічну форму маститу, однак гіпофункція яєчників була у 30,2 % корів.

Перспективним у відновленні репродуктивної функції тварин є використання нових ветеринарних лікарських засобів за гіпофункції яєчників у телиць і корів.

Результати дослідження в порівняльному аспекті при використанні гормональних і вітамінних препаратів у господарстві ТОВ “Шубківське” наведені в таблиці 1.

З таблиці видно, що при гіпофункції яєчників у телиць та корів найбільшу ефективність проявив препарат “Сурфадеву”, який застосували на фоні вітамінізації “Девівіт Комплексу”. Введення тваринам з гіпофункцією яєчників “Сурфадеву” через 48 годин після ін’єкції 10 мл “Девівіт Комплексу” сприяло відновленню стадії збудження протягом 5 діб у 90 % тварин. Запліднилися після першого осіменіння 70,0 % і за 60 діб спостереження тільними стали 90 % тварин.

У другій дослідній групі, де лікування проводили препаратом “Галапан”, показники відновлення репродуктивної функції були незначно нижчі проти тварин першої групи. Першу стадію збудження статевих циклу після стимуляції проявило на 0,5 % тварин менше, ніж в першій дослідній групі.

Таблиця 1

Препарати “Сурфадеву”, “Девівіт Комплекс” і “Галапан” у схемі профілактики гіпофункції яєчників телиць і корів ($M \pm m$, $n = 30$)

Групи	Спосіб застосування	Проявили ознаки статевої охоти за 5 діб		Тільних після першого осіменіння	
		корів	%	корів	%
Перша дослідна	“Сурфадеву” 15 мкг, в/м + “Девівіт Комплекс” 10 мл, в/м	30	90,0	21	70,0
Друга дослідна	“Галапан” у дозі 2,0 мл, в/м	30	89,5	19	63,0

Отже, із застосованих методів стимуляції відтворної функції у корів з порушенням статевої циклічності найбільш ефективним був гормональний препарат “Сурфадеву”, який застосовували вітамінним препаратом “Девівіт Комплекс”.

Висновки

1. Проведення діагностичного етапу акушерсько-гінекологічної диспансеризації корів є необхідною умовою для ранньої діагностики гінекологічної патології та корекції стану організму в системі профілактики неплідності.

2. Застосування препарату “Сурфадеву” в поєднанні з “Девівіт Комплексом” коровам з гіпофункцією яєчників забезпечує прояв статевої охоти у 83,3–95,6 % тварин та 70,0 % заплідненості від першого осіменіння.

Подальші дослідження будуть черговим етапом випробувань препарату “Сурфадеву” (розчин для ін’єкцій) у комплексній терапії при лікуванні гіпофункції яєчників та фолікулярних кіст перед реєстрацією, що є обов’язковим матеріалом четвертої частини “Доклінічна і клінічна документація” розділ В – “Клінічна документація” досьє на даний лікарський засіб.

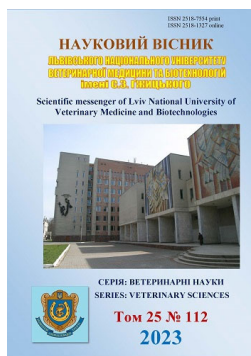
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Archibald, L., Tran, T., Massey, R., & Klapstein, E. (1992). Conception rates in dairy cows after timed insemination and simultaneous treatment with gonadotropin-releasing hormones and or prostaglandin F 2a. The-riogenology, 37(3), 723–731. DOI: 10.1016/0093-691X(92)90151-G.
- Basarab, T., & Stefanyk, V. (2016). Hysteroscopic investigation of dairy cows uterus with subclinical endometritis. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 18(3(71)), 218–220. DOI: 10.15421/nvvet7150.
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebylytsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Guttyj, B. V. (2021). The cow's calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. Ukrainian Journal of Ecology, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021_105.

- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Sobolev, O. I., Gutj, B. V., Sobolieva, S. V., Kachan, L. M., Mashkin, Yu. O., Bilkevich, V. V., Stovbetska, L. S., Kochuk-Yashchenko, O. A., Shalovylo, S. H., Cherniy, N., Matryshuk, T. V., Guta, Z. A., & Bodnar, P. V. (2021). Hematological status of cows with different stress tolerance. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(7), 14–21. DOI: 10.15421/2021_237.
- Buhrov, O. D., & Shakhova, Yu. Yu. (2009). Udoskonalennia metodu synkhronizatsii statevoi okhoty u koriv i telyts. [Improvement of the method of synchronization of sexual drive in cows and heifers]. *Nauk.-tekhn. biul. Kharkiv*, 99, 52–59 (in Ukrainian).
- DSTU 3070–95. 1995. Shtuchne osimeninnia silskohospodarskykh tvaryn. Terminy ta vyznachennia : vyd. ofitsiine. – Artificial insemination of farm animals. Terms and definitions: The official publishing house. In-t rozvedennia i henetyky tvaryn UAAN – Institute of Animal Breeding and Genetics of NAAS. K.: Derzhstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- Hladii, M. V., Vyshnevskiy, L. V., Turianytsia, A. M., Polupan, Yu. P., Sydorenko, O. V., Dzhus, P. P., Bashchenko, M. I., Kostenko, O. I., & Bryl, S. M. (2017). Kontseptsiiia stvorennia avtomatyzovanoi informatsiinoi systemy z monito-rynhu selektsiinykh protsesiv u skotarstvi (AIS “Reiestr pleminykh tvaryn”) – The concept of the creation of an automated information system for the monitoring of breeding processes in cattle breeding (AIS “Register of Tribal Animals”). Chubynske (in Ukrainian).
- Hryshchuk, I. A., Karpovsky, V. I., Danchuk, V. V., Postoy, R. V., Gutj, B. V., Kubiak, K., Midyk, S. V., & Trokoz, V. A. (2021). Blood fatty acid composition in cows depending on the type of autonomic regulation in summer period. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 12(4). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Veterenarna/article/view/15658>
- 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. DOI: 10.15421/nvlvet7136.
- Kharuta, H. H., Volkov, S. S., Lototskyi, V. V., & Baban, O. Yu. (2009). Stymuliatsiia i synkhronizatsiia tsyklichnosti u koriv ta metody pidvyshchennia zaplidnenosti [Stimulation and synchronization of cycles in cows and methods of increasing fertility]. *Bila Tserkva* (in Ukrainian).
- Klindworth, H. P., Hoedemaker, M., Burfeindt, D., & Heilkenbrinker, T. (2001). Synchronization of ovulation (OVSYNCH) in high-producing dairy cattle herds. I. Fertility parameters, body condition score and plasma progesterone contration]. *Dtsch Tierarztl Wochenschr*, 108(1), 11–19. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11232418>.
- Lauderdale, J. W., Seguin, B. E., Stellflug, J. N., & Chenault, J. R. (1974). Fertility of cattle Following PGF2 a in injection. *J. Anim. Sci.*, 38(5), 964–967. DOI: 10.2527/jas1974.385964x.
- Lucy, M. C., Stevenson, J. S., & Call, E. P. (1986). Controlling first service and calving interval by prostaglandin F 2 a gonadotropin-releasing hormones and timed insemination. *Dairy Sci.*, 69(8), 2186–2194. DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(86)80652-x.
- Mylostyvyi, R., Izhboldina, O., Midyk, S., Gutj, B., Marenkov, O., & Kozyr, V. (2023). The Relationship between Warm Weather and Milk Yield in Holstein Cows. *World Vet. J.*, 13(1), 134–143. DOI: 10.54203/scil.2023.wvj14.
- Mylostyvyi, R., Lesnovskay, O., Karlova, L., Khmeleva, O., Kalinichenko, O., Orishchuk, O., Tsap, S., Begma, N., Cherniy, N., Gutj, B., & Izhboldina, O. (2021). Brown Swiss cows are more heat resistant than Holstein cows under hot summer conditions of the continental climate of Ukraine. *J Anim Behav Biometeorol*, 9(4), 2134. DOI: 10.31893/jabb.21034.
- Mylostyvyi, R., Sejian, V., Izhboldina, O., Kalinichenko, O., Karlova, L., Lesnovskay, O., Begma, N., Marenkov, O., Lykhach, V., Midyk, S., Cherniy, N., & Gutj, B., Hoffmann, G. (2021). Changes in the Spectrum of Free Fatty Acids in Blood Serum of Dairy Cows during a Prolonged Summer Heat Wave. *Animals*, 11(12), 3391. DOI: 10.3390/ani11123391.
- Pierson, R. A., & Ginter, O. J. (1987). Follicular population during the estrous cycle in heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, 14, 177–186. DOI: 10.1016/0378-4320(87)90080-7.
- Polyantsev, N. Y. (1986). Practical advice on combating cow barrenness. M.: Rosselkhozizdat.
- Pursley, J. R., Mee, M. O., & Wiltbank, M. C. (1995). Synchronization of Ovulation in dairy cattle with using PGF2α and GnRH. *Theriogenology*, 44(7), 915–923. DOI: 10.1016/0093-691x(95)00279-h.
- Sachuk, R. M., Zhyhaliuk, S. V., Kalynovska, L. V., Katsaraba, O. A., & Kostyshyn, Ye. Ye. (2018). Diahnostyka metabolichnykh porushen v orhanizmi koriv u period roztelu [Diagnosis of metabolic disorders in the body of cows during calving]. *Materialy Shistnadtsiatioho mizhnarodnoho konhresu spetsialistiv veterynarnoi medytsyny 16 zhovtnia 2018 r. Kyiv*, 25–26 (in Ukrainian).
- Stefanyk, V. Yu., Kostyshyn, Ye. Ye., Kava, S. I., & Dmytriv, O. Ya. (2022). Hinekologichni khvoroby samok : Navchalno-metodychnyi posibnyk. [Gynecological diseases of females: Educational and methodological guide]. Lviv: LNUVMBT imeni S.Z Hzhyskoho (in Ukrainian).
- Stevenson, J. S., Lucy, M. C., & Call, E. P. (1987). Failure of timed insemination and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F2α. *Theriogenology*, 28(6), 937–946. DOI: 10.1016/0093-691X(87)90044-6.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11224
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:619.661

Effect of milk thistle and silimevit on the functional state and protein synthesizing-function of the liver of laying hens under conditions of cadmium load

A. Y. Ostapyuk¹, B. V. Gutyj^{2✉}, L. P. Horalskyi³, R. V. Mylostyvyi⁴, I. M. Sokulskyi⁵, A. A. Butsyak²,
S. S. Popadiuk², V. V. Senechyn², Kh. Ya. Leskiv²

¹State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Lviv, Ukraine

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

³Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

⁴Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

⁵Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

Article info

Received 28.09.2023

Received in revised form
30.10.2023

Accepted 31.10.2023

State Scientific-Research Control
Institute of Veterinary Medicinal
Products and Feed Additives,
Donetska Str., 11, Lviv,
79019, Ukraine

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

Zhytomyr Ivan Franko
State University,
V. Berdychivska Str., 40,
Zhytomyr, 10002, Ukraine.

Dnipro State Agrarian and
Economic University,
S. Efremov Str., 25, Dnipro,
49600, Ukraine.

Polissia National University,
Staryj Boulevard, 7, Zhytomyr,
10002, Ukraine.

Ostapyuk, A. Y., Gutyj, B. V., Horalskyi, L. P., Mylostyvyi, R. V., Sokulskyi, I. M., Butsyak, A. A., Popadiuk, S. S., Senechyn, V. V., & Leskiv, Kh. Ya. (2023). Effect of milk thistle and silimevit on the functional state and protein synthesizing-function of the liver of laying hens under conditions of cadmium load. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 145–150. doi: 10.32718/nvlvet11224

The purpose of the work was to study the effect of Cadmium on liver function disorders and to develop practical recommendations for using silimevit and milk thistle to reduce the toxic effect of Cadmium on chickens. To achieve the set goal in experiments on chickens under cadmium load, it was necessary to solve the following tasks: to study the effect of Cadmium on the protein synthesis function of the liver of laying hens; to study the effect of Cadmium on the functional state of the liver of laying hens; to investigate the effect of silimevit and the fruits of milk thistle on the functional state of the liver of laying hens under cadmium load; to investigate the effect of silimevit and milk thistle fruits on the protein synthesis function of the liver of laying hens under cadmium load and to justify the use of silimevit and milk thistle to prevent cadmium toxicosis in chickens. Drinking cadmium sulfate to laying hens violates the liver's functional state and protein-synthesizing function. A decrease in total protein and albumin content in their blood was established ($P < 0.001$). An increase in alanine and aspartate aminotransferase activity was detected ($P < 0.001$). Silimevit and milk thistle positively affect the functional state of the liver of laying hens under cadmium load, as evidenced by a decrease in the activity of aminotransferases in their blood serum. Silimevit and spotted thistle, under the cadmium load of laying hens, positively affect the liver's protein-synthesizing function, evidenced by an increase in total protein and albumin fraction. Feeding laying hens under cadmium load with slime feed contributed to a better-normalizing effect on the activity of aminotransferases and protein-synthesizing function of the chickens' liver than milk thistle.

Key words: Cadmium, toxicology, liver, laying hens, aminotransferases, proteins.

Introduction

As you know, all environmental factors and conditions affect the health of animals and birds. Today, the natural environment is changing faster than the adaptability of animals, which hurts their health. The anthropogenic burden of urban and rural areas today is characterized by multi-component chemical pollution of the environment

(atmospheric air, natural waters, and soils) (Bashchenko et al., 2020).

Cadmium compounds deserve special attention from researchers, as this element belongs to the first class of environmental hazards. It is considered a dangerous pollutant of the environment since its toxic effect can lead to various disorders in the functioning of animal and bird organisms. With small doses, this element is deposited in

organs and tissues for a long time, causing the possibility of developing toxicosis and violations of biochemical processes, structure, and functions of cells (Gutyj et al., 2022, 2023).

The toxicity of the metal to the body depends on the penetration method, the total dose, and the duration of poisoning. In addition, the reaction to the action of the toxin varies depending on the species, age, sex of the animal, and the general condition of the body. It is impossible to ensure the uniformity of all these factors. Therefore, conclusions about the mechanism of action, the danger of accumulation in animal tissues and organs, and the impact on the quality of livestock products have certain deviations, and therefore, the establishment of acceptable concentrations in the environment is essential (Kolossova & Shatorna, 2022).

The distribution and accumulation of Cd^{2+} depend on its orientation to various structures, biochemical components of tissues and organs, the strength of the formed complexes, and the speed of their removal. Due to the high permeability of Cadmium, its introduction causes a systematic increase in the metal content in the body. Thus, the concentration of Cadmium in the kidneys of clinically healthy animals, especially with an increased toxin content in the environment, can increase significantly (Kolossova et al., 2021).

Research has established that the kidneys, liver, bone marrow, tubular bones, testicles, and spleen become the main target organs for cadmium intoxication. The effect of Cd^{2+} on the body of animals manifests itself through chronic and acute toxicoses, which are accompanied by a violation of metabolism, body functions and a decrease in resistance, productivity, and reproductive capacity (Nazarkuk et al., 2021).

Clinical manifestations of chronic Cd^{2+} poisoning in animals are not always easy to detect. Still, they are usually accompanied by a sharp decrease in appetite, growth of chickens and laying hens, loss of body weight, problems with kidney function, proteinuria, impaired liver function, anemia, and increased mortality among newborn animals with congenital disabilities (Nefodova et al., 2021).

Experiments with exposure to cadmium sulfate in chickens have shown that it can lead to metabolic acidosis in their blood. It is noted that under the influence of Cadmium ions, disorders occur in the body's acid-alkaline balance system: a shift in the pH level to the acidic side, a decrease in the blood saturation of CO_2 , a decrease in the concentration of HCO_3 , the total amount of carbon dioxide and blood oxygen saturation (Ostapiuk et al., 2018).

The toxic effect of Cadmium on the bodies of animals leads to a reduction in their lifespan and a violation of the dynamics of changes in weight indicators. High concentrations of Cadmium contribute to the damage of the central nervous and cardiovascular systems and also have an embryotoxic and mutagenic effect (Ostapiuk et al., 2021, 2023).

It should be noted that the circulatory system is the most sensitive to the influence of environmental factors on the animal body; it is one of the first to respond to changes in animal feeding, and even more so to changes

in the macro-, microelement, and vitamin supply of the body. Among the changes that occur in the peripheral blood of animals, the first and most convenient for detecting the toxic effect of heavy metals are changes in their morphological and biochemical composition (Slobodian et al., 2019, 2020, 2021, 2022).

In the literature, Something needs to sufficiently elucidate the regularities of changes in the functional state and protein-synthesizing function of the liver of laying hens under cadmium load. The study of these processes will allow us to reveal hitherto unknown features of metabolic processes in chickens under the conditions of the development of cadmium toxicosis. Conducting research in this aspect is relevant.

The aim of the study

The purpose of the work was to study the effect of Cadmium on liver function disorders and to develop practical recommendations for using silimevit and milk thistle to reduce the toxic effect of Cadmium on chickens.

Material and methods

24 laying hens of the Highsex white cross, with an average live weight of 1.5 kg and age of 78 weeks, were selected for research. These chickens were divided into three groups: control (C) and two experimental (E_1 , E_2), taking into account their age and weight. Chickens of the control group (C) and experimental groups were given cadmium sulfate at 4 mg per kilogram of body weight. The hens of group E_1 were fed milk thistle fruits at a dose of 2.0 g per kilogram of feed once a day for 30 days. Chickens of group E_2 received silimevit at a dose of 0.36 g per kilogram of feed once a day for 30 days.

The conditions of keeping the chickens of all experimental groups the control group, and the microclimate parameters in the room were similar. During the experiment, the amount of feed and water consumed was recorded.

When performing experimental research on laying hens, all bioethical standards concerning animals were observed, which meet the requirements of the Law of Ukraine No. 3447-4 "On the Protection of Animals from Cruelty Treatment", the provisions of the European Convention on the Protection of Vertebrate Animals Used in Experimental and Other Scientific Research purposes (Strasbourg, 1986) and the regulation on the use of vertebrate animals for research and other scientific purposes at the Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine.

The blood of laying hens was collected from the sub pterygoid vein in the following periods: before the administration of the experimental drugs and the toxicant, on the first, seventh, fourteenth, twenty-first, and thirtieth days of the experiment.

The following drugs were used in the experiments:

Cadmium sulfate is an inorganic compound with the chemical formula $CdSO_4$. Cadmium sulfate is well soluble in water; therefore, it is well absorbed into the blood in the digestive tract and is known for its toxic effects on living organisms.

Spotted thistle – *Silybum marianum* is a family of complex flowers. In its wild form, it grows on wastelands, along roads, on abandoned fields, and in medicinal gardens. The fruits of the spotted thistle are used for treatment. They contain protein 17–18 %, fats 10–11 %, flavonolignans 2–3 %, essential oil 0.08 %, vitamins A, E, and K, biogenic amines, and quartzetin.

Silimevit is a feed additive which includes milk thistle fruits, selenium, metiphen, and vitamins A, E, and C.

We determine doses of drugs for experimental studies following the literature data and technical conditions.

In blood serum, the activity of aspartate aminotransferase (AsAT; K.E. 2.6.1.1) and alanine aminotransferase (AlAT; K.E. 2.6.1.2) was studied – according to the method of Reitman and Frenkel as modified by K. G. Kapetanaki (1962) (Vlizlo et al., 2012).

The protein synthesis function of the liver of laying hens was determined by the level of total protein (biuret reaction) and protein fractions (polyacrylamide gel electrophoresis) in blood serum.

The data of hematological and biochemical studies were processed statistically with the calculation of average arithmetic values (M), mean squared error (m), and the degree of probability of difference (P) between indicators. Statistical processing of research results was carried out according to the method described by I. A. Oivin (1960), using the statistical software package Statistica 6.0 for Windows. The degree of probability, compared to the control group's data, was – $P < 0.05$ – *, $P < 0.01$ – **, $P < 0.001$ – ***.

Results and discussion

The condition of the liver in laying hens was analyzed by determining the activity of aminotransferase enzymes in blood serum, particularly aspartate and alanine aminotransferase. It was found that in those laying hens that did not receive the experimental drugs, the activity of alanine aminotransferase increased throughout the experiment, reaching the highest value on the 21st day of the experiment, where it was 0.47 ± 0.008 mmol/g/l, respectively (Table 1).

Table 1

The effect of the spotted thistle Silimevitus on the activity of alanine aminotransferase in the blood serum of laying hens under conditions of cadmium load ($M \pm m$, $n = 8$)

Blood test time (days)	AlAT (mmol/g/l)		
	Groups of chickens		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	0.31 ± 0.007	0.32 ± 0.007	0.32 ± 0.006
first day	0.32 ± 0.009	0.33 ± 0.008	0.32 ± 0.011
7 th day	0.37 ± 0.009	0.35 ± 0.010	0.34 ± 0.009
14 th day	0.42 ± 0.007	$0.36 \pm 0.009^{**}$	$0.32 \pm 0.008^{***}$
21 st day	0.47 ± 0.008	$0.36 \pm 0.012^{***}$	$0.33 \pm 0.010^{***}$
30 th day	0.44 ± 0.006	$0.37 \pm 0.007^{***}$	$0.34 \pm 0.010^{***}$

When feeding laying hens with milk thistle feed, a decrease in the activity of ALT in the blood serum of birds of the first experimental group was established throughout the experiment. Thus, on the 14th day of the experiment, the enzyme activity in their blood decreased by 14.3 %, and on the 21st day, it decreased by 23.4 % compared to the blood indicators of the control group. On the 30th day, a slight increase in alanine aminotransferase activity was found in the blood serum of the first experimental group compared to the previous day.

Feeding laying hens with silimevit feed contributed to the normalization of alanine aminotransferase activity in the blood serum of the second experimental group starting from the 7th day of the experiment. On the 14th day of the experiment, the activity of AlAT in the blood serum of experimental group D₂ decreased by 23.8 % compared to the indicators of chickens of the control group. On the 21st and 30th days, the enzyme activity in the blood serum of the chickens of this experimental group fluctuated within physiological values. It was 0.33 ± 0.010 and 0.34 ± 0.010 mmol/g/l, respectively, while the activity of this enzyme in the chickens of the control group was significantly higher and was 0.47 ± 0.008 and 0.44 ± 0.006 mmol/g/l, respectively.

Similar changes were also established in the study of aspartate aminotransferase activity in the blood serum of laying hens. Thus, in the control group of chickens, this enzyme's activity increased to 5.72 ± 0.23 mmol/g/l (Table 2).

When feeding laying hens with silimevit under conditions of cadmium load, a better normalization of the activity of aspartate aminotransferase in their blood was established. On the 7th day of the experiment, in the blood serum of the chickens of the second experimental group, a decrease in enzyme activity was established by 5.4 %, and on the 14th day of the experiment – by 15.3 % compared to the control group. A probable decrease in the activity of AsAT in the blood of chickens of experimental group E₂ was established on the 21st day of the experiment, where it was 4.41 ± 0.15 mmol/g/l, while in the control group, this indicator was 5.72 ± 0.23 mmol/g/l.

Table 2

The effect of the spotted thistle Silimevit on the activity of aspartate aminotransferase in the blood serum of laying hens under conditions of cadmium loading ($M \pm m$, $n = 8$)

Blood test time (days)	AsAT (mmol/g/l)		
	Groups of chickens		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	4.28 $\pm$ 0.15	4.32 $\pm$ 0.17	4.31 $\pm$ 0.20
first day	4.37 $\pm$ 0.16	4.34 $\pm$ 0.23	4.35 $\pm$ 0.12
7 th day	4.61 $\pm$ 0.20	4.41 $\pm$ 0.19	4.36 $\pm$ 0.24
14 th day	5.17 $\pm$ 0.19	4.45 $\pm$ 0.17*	4.38 $\pm$ 0.19**
21 st day	5.72 $\pm$ 0.23	4.55 $\pm$ 0.25***	4.41 $\pm$ 0.15***
30 th day	5.56 $\pm$ 0.24	4.50 $\pm$ 0.22***	4.39 $\pm$ 0.21***

In order to understand the influence of silimevit and spotted thistles on the body of laying hens, it is essential to study metabolic processes. Our biochemical studies of the blood of this bird under the conditions of cadmium load show impaired liver function in protein synthesis. As a result of the experiment, we found that the content of total protein and its fractions in the blood plasma of laying hens changes. For example, in laying hens that were given Cadmium, a decrease in the total protein level in the blood of birds of the control group was observed at 39.06 ± 1.21 g/l (Table 3).

The level of total protein in the blood of laying hens of the first experimental group at the beginning of the experiment fluctuated within physiological values. On the 7th day of the experiment, an increase in the level of the studied indicator in their blood was established to 45.23 ± 1.20 g/l, while in the control group, this indicator was 44.64 ± 0.99 g/l. The highest level of total protein in the indicated period of the experiment was in the blood of chickens of the second experimental group, which were fed silimevit.

Table 3

The effect of milk thistle and silimevit on the level of total protein in the blood of laying hens under conditions of cadmium load ($M \pm m$, $n = 8$)

Blood test time (days)	Total protein (g/l)		
	Groups of chickens		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	46.57 $\pm$ 0.91	46.54 $\pm$ 1.10	46.49 $\pm$ 1.08
first day	45.79 $\pm$ 1.13	46.29 $\pm$ 1.16	46.35 $\pm$ 1.23
7 th day	44.64 $\pm$ 0.99	45.23 $\pm$ 1.20	45.47 $\pm$ 1.31
14 th day	42.33 $\pm$ 1.20	44.98 $\pm$ 1.25	45.77 $\pm$ 1.20*
21 st day	39.06 $\pm$ 1.21	45.49 $\pm$ 1.21**	46.38 $\pm$ 1.24***
30 th day	39.67 $\pm$ 1.16	45.95 $\pm$ 1.22**	46.52 $\pm$ 1.33***

It is worth noting that a probable increase in the total protein level in the blood of laying hens of group E₂ was observed on the 14th day of the experiment, where compared to the control group, this indicator increased by 8.1 %. On the 21st day, a probable increase in the total protein level was observed in two experimental groups, where compared to the control, the level of the studied indicator increased by 16.5 % in group E₁ and 18.7 % in group E₂. On the 30th day, the level of total protein in the blood of chickens of the experimental groups was within physiological values.

Similar changes were found in the study of albumin content (Table 4). It was established that the albumin content of intoxicated birds decreased throughout the experiment. The lowest content of the studied indicator was on the 21st day, where, compared to the initial values, it decreased by 5.62 %, respectively.

In experimental groups of laying hens, a gradual increase in the albumin content in their blood was established. So, on the 14th day of the experiment, the albumin content in the blood of the first experimental group increased by 1.63 %. The second experimental group increased by 3.29 % compared to the control group. In the subsequent 21 days of the experiment, the albumin level in the blood of groups E₁ and E₂ increased by 4.61 and 5.5 %, respectively, compared to the control group.

The difference between the birds of the control group and the groups receiving the drugs was detected on the 14th day of the experiment.

When studying the content of globulins in the blood of laying hens, its increase was established only in hens of the control group, which were subjected to cadmium loading. On the 21st day of the experiment, the level of globulins in the blood of this group of chickens increased by 5.62 % compared to the initial values.

Table 4

The effect of milk thistle and silimevit on the level of albumins in the blood of laying hens under conditions of cadmium loading ($M \pm m$, $n = 8$)

Blood test time (days)	Albumins (%)		
	Groups of chickens		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	33.80 $\pm$ 0.86	33.89 $\pm$ 0.81	33.76 $\pm$ 0.75
7 th day	32.94 $\pm$ 0.97	33.25 $\pm$ 0.78	33.69 $\pm$ 0.85
14 th day	31.83 $\pm$ 0.78	32.55 $\pm$ 0.89	32.85 $\pm$ 0.82
21 st day	29.64 $\pm$ 0.96	31.27 $\pm$ 0.95*	32.93 $\pm$ 0.91*
30 th day	28.18 $\pm$ 0.82	32.79 $\pm$ 0.82***	33.68 $\pm$ 0.76***
7 th day	29.36 $\pm$ 0.95	33.24 $\pm$ 0.85**	33.81 $\pm$ 0.82**

Table 5

The effect of milk thistle and silimevit on the level of globulins in the blood of laying hens under conditions of cadmium loading ($M \pm m$, $n = 8$)

Blood test time (days)	Globulins (%)		
	Groups of chickens		
	Control	Experimental 1	Experimental 2
At the beginning of the experiment	66.20 $\pm$ 1.81	66.75 $\pm$ 1.62	66.24 $\pm$ 1.74
first day	67.06 $\pm$ 1.92	66.45 $\pm$ 1.73	66.31 $\pm$ 1.98
7 th day	68.17 $\pm$ 2.25	67.45 $\pm$ 1.89	67.15 $\pm$ 1.81
14 th day	70.36 $\pm$ 1.90	68.73 $\pm$ 1.92	67.07 $\pm$ 1.93
21 st day	71.82 $\pm$ 2.12	67.21 $\pm$ 1.90*	66.32 $\pm$ 2.07*
30 th day	70.64 $\pm$ 1.89	66.76 $\pm$ 1.84	66.19 $\pm$ 2.10*

When feeding the birds of the first experimental group with spotted thistle and the second experimental group with silimevit, a slight increase in the globulin fraction was established on the first and seventh days. On the 14th day, the level of the studied indicator in the blood of groups E₁ and E₂ was 68.73 $\pm$ 1.92 and 67.07 $\pm$ 1.93 %. In contrast, the level of globulins in the control was significantly higher and was 70.36 $\pm$ 1.90 %. In the blood of laying hens under conditions of cadmium load, which were fed silimevit, a probable decrease in globulins was established on the 14th day. Similar changes are observed in the first experimental group on the 21st day.

Conclusions

Silimevit and milk thistle positively affect the functional state of the liver of laying hens under cadmium load, as evidenced by a decrease in the activity of aminotransferases in their blood serum.

Silimevit and spotted thistle, under the cadmium load of laying hens, have a positive effect on the liver's protein-synthesizing function, evidenced by an increase in the level of total protein and albumin fraction.

Feeding laying hens under cadmium load with silimevit feed contributed to a better-normalizing effect on the activity of aminotransferases and protein-synthesizing function of the chickens' liver than milk thistle.

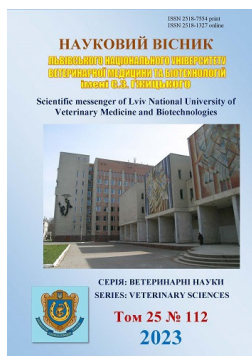
Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Guttyj, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., & Leskiv, Kh. Ya. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 164–168. DOI: 10.15421/2020_276.
- Guttyj, B. V., Hariv, I. I., Guta, Z. A., Leskiv, K. Y., Todoriuk, V. B., Khymynets, P. S., & Martyshuk, T. V. (2023). The effect of cadmium on the immune status of young cattle and the effects of corrective factors. *Agronomy*, 6(2), 45–48. DOI: 10.32819/021207.
- Guttyj, B. V., Martyshuk, T. V., Parchenko, V. V., Kaplaushenko, A. H., Bushueva, I. V., Hariv, I. I., Bilash, Y. P., Brygadyrenko, V. V., Turko, Y. I., & Radzykhovskiy, M. L. (2022). Effect of liposomal drug based on interferon and extract from *Silybum marianum* on antioxidative status of bulls against the background of contamination of fodders by cadmium and plumbum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(4), 419–425. DOI: 10.15421/022255.
- Guttyj, B., Martyshuk, T., Jankowski, M., Karpovskiy, V., & Postoi, R. (2022). Effect of the Feed Additive Butaselmavit-Plus on the Antioxidant Status of the Rat Body Due to Cadmium and Lead Intoxication. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 13(2), 9–15. DOI: 10.31548/ujvs.13(2).2022.9-15.
- Guttyj, B., Martyshuk, T., Khariv, I., & Guta, Z. (2022). The immune status of the organism of bulls under cadmium load and the effects of correcting factors.

- EUREKA: Life Sciences, 4, 3–9. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002622.
- Kolosova, I. I., & Shatorna, V. F. (2022). Vplyv solei kadmiu na morfometrychni pokaznyky yaiechnykh shchuriv v eksperimenti. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*, 7(2), 242–247. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ujmbs_2022_7_2_36 (in Ukrainian).
- Kolosova, I. I., Kosse, V. A., Liulko, I. V., Topka, E. H., Filippov, Yu. A., Aleksieienko, Z. K., & Slesarenko, O. H. (2021). Eksperymentalne doslidzhennia vplyvu tsytrativ na embriotalnist kadmiu v embriohenezi shchuriv. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 3, 96–101. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2021_3_18 (in Ukrainian).
- Kolosova, I. I., Titov, H. I., Trushenko, O. S., Vyselko, A. D., Kopatska, M. V., Lushnia, L. M., & Makarets, M. F. (2021). Porivnialna kharakterystyka doslidzhennia embriotoksychnoi dii kadmiu khlorydu z tsytratamy mikroelementiv pry vnutrishnoshlunkovomu vvedenni laboratornym tvarynam. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 4, 77–82. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2021_4_13 (in Ukrainian).
- Lavryshyn, Y. Y., Gutyj, B. V., Leskiv, K. Y., Hariv, I. I., Yevtikh, L. H., & Shnaider, V. L. (2020). Influence of cadmium on the cellular part of the immune system of young cattle. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(2), 47–52. DOI: 10.32718/ujvas3-2.08.
- Nazaruk, N. V., Gutyj, B. V., Gufrij, D. F., Leskiv, Kh. Ya., Ivashkiv, R. M., Martyshev, T. V. (2021). The effect of methyphen and vitamix se on the level of products of bull lipid peroxide oxidation under nitrate-cadmium load. *Colloquium-journal*, 7(94), 16–18. DOI: 10.24412/2520-6990-2021-794-16-18.
- Nefodova, O. O., Bilyshko, D. V., Shevchenko, I. V., Harets, V. I., Ostretsova, S. S., & Halperin, O. I. (2021). Eksperymentalne vyznachennia khronichnoho vplyvu solei kadmiu na hepatohenez shchuriv. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 1, 230–235. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2021_1_58 (in Ukrainian).
- Ostapiuk, A. Yu., Hutyi, B. V., & Hunchak, V. M. (2018). Vplyv sulfatu kadmiu u riznykh dozakh na funktsionalnyi stan pechinky kurei-nesuchok. *Biologiya tvaryn*, 20(3), 148. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2018_20_3_68 (in Ukrainian).
- Ostapuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021_199.
- Ostapuk, A. Yu., Gutyj, B. V., Leskiv, Kh. Ya., & Shcherbatyi, A. R. (2023). The toxic effect of cadmium on the animal body and its prevention. *Achievements and research prospects in animal husbandry and veterinary medicine: Scientific monograph*. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 93–124. DOI: 10.30525/978-9934-26-316-3-6.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Shalovylo, S. H., Holovach, P. I., Pavliv, O. V., Kalyn, B. M., Kurtyak, B. M., Ha-chak, Yu. R., Martyshev, T. V., Demus, N. V., & Shnaider, V. L. (2022). Influence of “Metisevit Plus” feed additive on morphological and biochemical parameters of bull blood under conditions of lead-cadmium loading. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 24(106), 54–61. DOI: 10.32718/nvlvet10609.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., & Leskiv, K. Y. (2019). The level of lipid peroxidation products in the rats blood under prolonged cadmium and lead loading. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(3), 15–18. DOI: 10.32718/ujvas2-3.04.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., & Murska, S. D. (2020). Effect of sodium selenite and feed additive “Metisevit plus” on morphological parameters of blood of rats at the intoxication of Cadmium and Lead. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 22(97), 52–57. DOI: 10.32718/nvlvet9710.
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., Darmohray, L. M., & Povochnikov, M. G. (2021). Antioxidant status of the organisms of young bulls in the conditions of lead-cadmium load and effect of correcting factors. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 315–320. DOI: 10.15421/022142.
- Vlzllo, V. V., Fedoruk, R. S., & Raty'ch, I. B. (2012). Laboratorni metody doslidzen u biologiyi, tvary'ny'czty ta vetery'narnij medy'cy'ni: dovidny'k. L'viv: Spolom (in Ukrainian).
- Zemlianyi, O. A., Danilchenko, A. K., Yevtushenko, T. V., Pysarevska, I. A., Boiko, O., Pysmenetska, I. Yu., & Shemet, S. A. (2021). Khronichni nyzkodozovi vplyv kadmiu: suchasni uavlennia shchodo mekhanizmiv nadkhodzhennia Cd v orhanizm i nefrotoksychnykh efektiv metalu. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 3, 35–40. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2021_3_7 (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11225
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.592.09: 615.331

Bacterial indicators during storage of slaughter products of turkeys of the meat sector of productivity with the use of the prebiotic drug Aktigen

A. V. Konopelko, V. P. Lyasota✉

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 02.10.2023
Received in revised form
02.11.2023
Accepted 03.11.2023

Bila Tserkva National Agrarian
University, Soborna pl. 8/1,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel.: +38-098-334-63-91
E-mail: Lyasota777@gmail.com

Konopelko, A. V., & Lyasota, V. P. (2023). Bacterial indicators during storage of slaughter products of turkeys of the meat sector of productivity with the use of the prebiotic drug Aktigen. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 151–159. doi: 10.32718/nvlvet11225

Poultry breeding is one of the economically profitable branches of Ukraine. Poultry meat is in the greatest demand on the market, because it is affordable and dietary, poultry is easy to grow both on the farm and at home. This is one of the types of branches in agriculture, which in a short period of time is able to provide the population with biologically complete and high-quality products. One of the main questions remains: how to produce high-quality products without the use of prohibited antibiotics, which provoked a number of problems in the already imperfect agriculture. The refore, scientists began to look for an alternative that would replace antibiotics, while at the same time increasing the quality of meat and the resistance of poultry to diseases, increasing the increase in live weight. Therefore, farms began to use biologically active additives (BVD), one of them is Aktigen. The purpose of our research was to determine the effect of the complex prebiotic drug Aktigen on the level of bacterial indicators during storage of slaughter products of turkeys of the meat sector of productivity. The object of study was turkeys of the BIG-6 breed. The prebiotic Aktigen was added to the basic ration (OR) of turkeys in the following doses: from the 1st to the 21st day: 0.4; 0.8 and 1 g/kg feed; from the 22nd to the 42nd day: 0.4; 0.6 and 0.8 g/kg feed; from the 42nd to the 120th day: 0.2; 0.4 and 0.7 g/kg feed. Mixing of prebiotics with compound feed was carried out with a feed mixer at the farm for the production of compound feed. The bird had free access to feed and water during the entire fattening period. Research methods. Microscopic, microbiological (MAFAnM content, pathogenic and opportunistic microorganisms; bacterioscopy of swabs-imprints from poultry meat by counting the number of microorganisms per 1 average field of vision according to (DSTU DSTU 8381:2015; DSTU 8381:2015; DSTU ISO 6888–2:2003; GOST 7702.2.7–95), DSTU ENISO 6579-1:2017. Variational and statistical processing of experimental data was carried out using computer software packages “Microsoft Excel”, “Maple-12” (Company Maplesoft, 2008) for variational and statistical processing of digital data. Reliability was determined according to the Student's criterion, taking into account the confidence limit: $P \leq 0.05$; $P \leq 0.01$, $P \leq 0.001$. It was established that when feeding the prebiotic Aktigen in the following doses: from the 1st to the 21st day: 0.4; 0.8 and 1 g/kg feed; from the 22nd to the 42nd day: 0.4; 0.6 and 0.8 g/kg feed; from the 42nd to the 120th day: 0.2; 0.4 and 0.7 g/kg of feed both in the pectoral muscles and in the femoral muscles of broiler turkeys of the control and experimental groups, MAFAnM indicators did not exceed the permissible level during the four-day storage period. During the storage period of thigh muscles, the indicator of total bacterial contamination gradually increased in all groups and on the fourth day reached the level in the experimental group – $(1.73 \pm 0.05) \times 10^3$. The MAFAnM indicator of the thigh muscles of birds of the control group was $(1.75 \pm 0.11) \times 10^3$ CFU. The insignificant difference between MAFAnM indicators of the control and experimental groups is not reliable. The level of opportunistic microorganisms, in particular, BGKP and *Proteus* in the muscles of the femoral group is not reliable between the indicators of the control and experimental groups, and does not exceed the permissible levels regulated by the regulatory documents of Ukraine. When examining the slaughter products of broiler turkeys for the presence of pathogenic microorganisms, in particular the genus *Salmonella*, *S. aureus*, *L. Monocytogenes*, *Pasteurella* ceae, *Pasteurella* spp., *Avibacterium paragalinarum*, *Bordetella* spp., *Moraxella* spp., *Trueperella pyogenes*, *Erysipelotrix* spp., *Listeria* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacter* ceae, *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp., yeast and mold were not detected in the muscles and edible offal of broiler turkeys in both control and experimental groups. The prebiotic Aktigen used in the diet of broiler turkeys negatively affects the development of the above-mentioned microorganisms both during the life of broiler turkeys and under the conditions of storage of slaughter products during the specified periods. Slaughter products of broiler turkeys, which were fed with the prebiotic “Aktigen” in the recommended doses according to indicators of bacterial insemination during the established storage period, can be sold without restrictions.

Key words: poultry farming, broiler turkeys, opportunistic pathogens, bacterial contamination, prebiotic Actigen, slaughter products, consumer.

Бактеріальні показники під час зберігання продуктів забою індиків м'ясного напрямку продуктивності при застосуванні пребіотичного препарату “Актиген”

А. В. Конопелько, В. П. Лясота 

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Птахівництво – це одна із економічно рентабельних галузей України. М'ясо птиці користується найбільшим попитом на ринку, адже воно доступне за ціною та дієтичне, птицю легко вирощувати як у межах господарства, так і в домашніх умовах. Це один із видів галузей в сільському господарстві, що за короткий проміжок часу здатний забезпечувати населення біологічно повноцінними та якісними продуктами. Одним із головних питань залишається: як виробити якісну продукцію без застосування заборонених антибіотиків, що спровокували низку проблем у й так недосконалому сільському господарстві. Тому вчені почали шукати альтернативу, яка б замінила антибіотики, при цьому ж підвищувала якість м'яса та стійкість птиці до хвороб, збільшуючи приріст живої маси. Тому господарства почали використовувати біологічно активні добавки (БВД), одна із таких – Актиген. Метою наших досліджень було визначення впливу комплексного пребіотичного препарату Актиген на рівень бактеріальних показників під час зберігання продуктів забою індиків м'ясного напрямку продуктивності. Об'єктом вивчення були індиків породи БІГ-6. До основного раціону (ОР) індиків додавали пребіотик Актиген у таких дозах: з 1-ї до 21-ї доби: 0,4; 0,8 та 1 г/кг корму; з 22-ї до 42-ї доби: 0,4; 0,6 та 0,8 г/кг корму; з 42-ї до 120-ї доби: 0,2; 0,4 та 0,7 г/кг корму. Змішування пребіотика з комбікормом проводили кормозмішувачем у господарстві з виготовлення комбікорму. Птиця мала вільний доступ до корму та води протягом усієї відгодівлі. Методи досліджень: мікроскопічні, мікробіологічні (вміст МАФАНМ, патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів; бактеріоскопія мазків-відбитків із м'яса птиці за підрахунком кількості мікроорганізмів на 1 середнє поле зору за (ДСТУ ДСТУ 8381:2015; ДСТУ 8381:2015; ДСТУ ISO 6888-2: 2003; ГОСТ 7702.2.7-95), ДСТУ ENISO 6579-1:2017. Варіаційно-статистичну обробку експериментальних даних проводили, використовуючи комп'ютерні програмні пакети “Microsoft Excel”, “Maple-12” (фірми Maplesoft, 2008) здійснювали варіаційно-статистичну обробку цифрових даних. Достовірність визначали за критерієм Ст'юдента з урахуванням межі достовірності: $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$, $P \leq 0,001$. Встановлено, що при згодовуванні пребіотика Актиген у таких дозах: з 1-ї до 21-ї доби: 0,4; 0,8 та 1 г/кг корму; з 22-ї до 42-ї доби: 0,4; 0,6 та 0,8 г/кг корму; з 42-ї до 120-ї доби: 0,2; 0,4 та 0,7 г/кг корму як у грудних м'язах, так і в м'язах стегнової групи індиків-бройлерів контрольної та дослідних груп показники МАФАНМ не перевищували допустимого рівня протягом терміну зберігання – чотирьох діб. В період зберігання м'язів стегна показник засадної бактеріальної контамінації поступово збільшується у всіх групах і на четверту добу сягав рівня у дослідній групі – $(1,73 \pm 0,05) \times 10^3$. Показник МАФАНМ м'язів стегна птиці контрольної групи становив $(1,75 \pm 0,11) \times 10^3$ КУО. Незначна різниця між показниками МАФАНМ контрольної і дослідних груп є не достовірною. Рівень умовно-патогенних мікроорганізмів, зокрема БГКП та *Proteus*, у м'язах стегнової групи не є достовірним між показниками контрольної та дослідних груп і не перевищує допустимих рівнів, регламентованих нормативними документами України. При дослідженні продуктів забою індиків-бройлерів на наявність патогенних мікроорганізмів, зокрема роду *Salmonella*, *S. aureus*, *L. Monocytogenes*, *Pasteurella* spp., *Avibacterium paragalinarum*, *Bordetella* spp., *Moraxella* spp., *Trueperella pyogenes*, *Erysipelotrix* spp., *Listeria* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp., дріжджі та пліснява у м'язах та їстівних субпродуктах індиків-бройлерів як контрольної групи, так і дослідних групах не виявлено. Застосований в раціоні індиків-бройлерів пребіотик “Актиген” негативно впливає на розвиток вищезазначених мікроорганізмів як за життя індиків-бройлерів, так і за умов зберігання продуктів забою протягом зазначених термінів. Продукти забою індиків-бройлерів, яким протягом відгодівлі застосовували пребіотик “Актиген” в рекомендованих дозах, за показниками бактеріального обсіменіння під час встановленого терміну зберігання можуть бути реалізовані без обмежень.

Ключові слова: птахівництво, індиків-бройлери, умовно-патогенні мікроорганізми, бактеріальна контамінація, пребіотик Актиген, продуктів забою, споживач.

Вступ

Птахівництво – це одна з економічно рентабельних галузей України. М'ясо птиці користується найбільшим попитом на ринку, адже воно доступне у ціні та дієтичне, птицю легко вирощувати як у межах господарства, так і в домашніх умовах. Це один із видів галузей в сільському господарстві, що за короткий проміжок часу здатний забезпечувати населення біологічно повноцінними та якісними продуктами. Одним із головних питань залишається: як виробити якісну продукцію без застосування заборонених антибіотиків, що спровокували ряд проблем у й так недосконалому сільському господарстві. Тому вчені почали шукати альтернативу, яка б замінила антибіотики, при цьому ж підвищувала якість м'яса та стійкість птиці до хвороб, збільшуючи приріст живої маси. Тому

господарства почали використовувати біологічно активні добавки (БВД), одна із таких – Актиген.

Одним із живих і перспективних напрямів у птахівництві вважається індиківництво. Підвищення попиту населення на м'ясо індиків постійно зростає. Цьому сприяє не тільки корисна якість м'яса, а й розвиток галузі кулінарної переробки, а також достатньо рентабельна економіка вирощування молодих індиків-бройлерів. У зв'язку з цим актуальною є розробка в Україні заходів щодо швидкого розвитку індиківництва.

Про це свідчать нові дослідження, які проведені за останні роки в галузі птахівництва. Вони відображають нинішню ситуацію в даному питанні та вказують на перспективи розвитку і росту нових виробництв. Оскільки індиківництво при порівняно малих затратах дозволяє отримувати дієтичні

продукти харчування та розширити асортимент м'ясної продукції, особливу увагу слід приділити вирощуванню індичат на м'ясо не тільки в промислових господарствах, а й на неспеціалізованих фермах та присадибних ділянках.

Для підвищення захисних сил організму та збереженості поголів'я птиця потребує забезпечення у приміщеннях оптимальних температур, вологості, світлового режиму, гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих газів.

Отже, підтримка високої продуктивності досягається за рахунок оптимізації мікроклімату, постійного забезпечення рівня санітарно-гігієнічної культури. Їх порушення спричиняє зниження у птиці резистентності та продуктивності, на що вказує багатовіковий досвід ведення галузі.

У зв'язку з цим вивчення сучасного стану і удосконалення способів годівлі й утримання птиці є на сьогодні важливим та актуальним завданням розвитку птахівництва.

Технології утримання птиці постійно вдосконалюються, з'являється нове обладнання. Але не всі підприємства спроможні його придбати і водночас залишатися конкурентоспроможними. Завжди існують малі, неспеціалізовані фермерські господарства та селянські подвір'я, які не мають фінансової можливості перейти на сучасні технології, а тому влаштують своїми зусиллями умови утримання, які, на їхню думку, близькі до оптимальних. Деякою мірою недотриманість необхідних параметрів мікроклімату може бути частково компенсовано за рахунок використання біологічно активних речовин (БАР), імуностимуляторів, ефективних мікроорганізмів (ЕМ). Однак питання компенсації незадовільних умов за допомоги використання БАР майже не досліджено. Не виявлені оптимальні дози, терміни включення їх додатково у календар профілактики в різні фази вирощування птиці, а тому не маємо чіткого поняття про те, як пробіотичний препарат впливає на фізіологічний стан, продуктивність, якість продукції та економічну ефективність галузі (Biben, 2014).

При використанні антибіотиків відбувається поширення бактерій, стійких до антибіотиків, розвивається дисбактеріоз як у тварин, так і у людини. Споживання синтетичних сполук також призводить до прояву великої кількості алергічних реакцій кінцевого споживача (людини), що зумовлено спільністю підходів і сполук, які використовують у ветеринарній та гуманній медицині.

У зв'язку з цим у всьому світі все більшу популярність почали набувати пре- та пробіотичні препарати. Наочним прикладом цього є їхнє широке використання та впровадження в промислове тваринництво (Bushueva & Borysenko, 2020).

Як відомо, застосування про- та пробіотиків сприяє поліпшенню функції імунітету, стабілізує флору шлунково-кишкового тракту. До того ж, на відміну від синтетичних препаратів, залишає продукти птахівництва екологічно чистими і безпечними.

У такій ситуації для підвищення продуктивності та

захисних сил організму птиці, можливості отримувати якісні продукти птахівництва має сенс використання БАР у поєднанні з оптимізацією умов утримання.

Основною проблемою при розведенні та вирощуванні індичат можна назвати незадовільне збереження добового молодняку в період вирощування для поповнення батьківського стада і при відгодівлі на м'ясо. Однією з можливих причин слід вважати високу чутливість шлунково-кишкового тракту навіть до незначних погіршень умов утримання. Тому питання пошуку шляхів профілактики інфекційних захворювань безпечними засобами стало одним з найактуальніших завдань науки (Kirilyuk, 2014).

У практиці птахівництва використовують комбінації різних класів біологічно активних речовин. Їх вивчення є безперервним процесом, за якого визначають дію, уточнюють дози (залежно від ефекту, від типу годівлі, статі, фізіологічного стану птиці), режими застосування (Areq Yahya, 2021).

У зв'язку з вищенаведеним пошук оптимальних рішень непростих виробничих проблем, зокрема засобів біологічного походження, які певним чином нівелювали б вплив незадовільних або порівняно незадовільних санітарно-гігієнічних вимог, є на даний час актуальним завданням.

Останнім часом пре- та пробіотики отримують широке розповсюдження у птахівництві як екологічно чисті й нешкідливі для організму препарати. У світовій ветеринарній практиці все більшого значення набувають про- та пребіотичні препарати як альтернатива антибіотикотерапії. Зазвичай їх застосовують з перших днів життя птиці для формування нормального біоценозу кишечника та профілактики дисбактеріозів, які можуть з'явитися внаслідок неадекватної годівлі. Особливо добре зарекомендували себе про- та пребіотики як ефективні мікроорганізми при лікуванні дисбактеріозів, різних шлункових розладах невиявленої етіології, алергічних реакцій після застосування антибіотиків. Як показала практика, після застосування ЕМ-препарату в шлунково-кишковому каналі тварин не виділяються ні патогенні, ні умовно-патогенні види мікроорганізмів, а лише спостерігається підвищення корисної мікрофлори (Kitaeva & Petrov, 2020). У багатьох країнах світу вже діє заборона на використання кормових антибіотиків, що сприяло розробці нових екологічно чистих і безпечних технологій раціональної годівлі з метою підтримання збереженості стада, підвищення його продуктивності протягом усього періоду експлуатації. Такою сучасною альтернативою є застосування пробіотиків – представників нормальної мікрофлори кишечника (Kasyanenko, 2016).

Пре- та пробіотичні засоби для бройлерного виробництва становляють інтерес як заміники кормових форм антибіотиків. Вони стабілізують кормову мікрофлору, підтримуючи здоров'я і нормальну функцію травної системи, підвищують засвоєння поживних речовин корму та стимулюють ріст індиків-бройлерів.

Пре- та пробіотичні препарати не мають протипоказань до застосування, побічних реакцій

(навіть у дозах, більших за рекомендовані) і не викликають звикання патогенної мікрофлори, не накопичуються в органах та тканинах – вони безпечні для людини і навколишнього середовища (Kytaieva & Petrov, 2020).

Проведені роботи щодо застосування пре- та пробіотиків вказують на їх позитивний вплив на організм внаслідок стимуляції зростання власної мікрофлори. Головна і кінцева мета прийому про- та пребіотиків – відновлення власної мікрофлори макроорганізму. Цей процес вимагає часу, цим і пояснюється тривалість курсів прийому вище зазначених препаратів.

Отже, аспекти використання про- та пребіотиків у ветеринарії зачіпають досить широкий круг проблем, починаючи від корекції біоценозу кишечника і поширюючись на корекцію імунної, гормональної і ферментної системи як молодняку, так і дорослих тварин (Abd El-Hack et al., 2020).

Птиця відрізняється від інших сільськогосподарських тварин будовою травної системи, підвищеною інтенсивністю обмінних процесів, що пов'язано з високою швидкістю росту індикат і продуктивністю дорослих індиків. Досить сказати, що маса 7-тижневих бройлерів сучасних кросів у 55–60 разів перевищує масу добового індикати.

Шлунково-кишковий тракт птиці містить приблизно 40 різновидів мікроорганізмів, які відіграють важливу роль у процесі травлення. Бактерійні ензими сприяють перетравленню білка, ліпідів і вуглеводів.

Новонароджений молодняк сільськогосподарської птиці, на відміну від ссавців, не отримує тих життєво необхідних поживних елементів, імуностимулюючих речовин, які містяться в материнському молоці. Тому пташенята ще більш уразливі до різних захворювань, інфекцій і несприятливих чинників довкілля, ніж ссавці.

При застосуванні Актигену в птахівництві не спостерігали клінічних проявів діарей, авітамінозу, ознак будь-якого токсикозу. При цьому рівень збереженості був високим.

У приміщеннях, де перебуває птиця, при застосуванні Актигену зникає специфічний запах посліду. Таким чином, з'явилася можливість вирішувати санітарно-екологічні проблеми (Maksimovska, 2009; Al-Khalaifah, 2018).

Експериментально доведено, що птиця особливо чутлива до введення біологічно активних речовин в основний раціон. Це дозволяє реалізувати генетичний потенціал тварин і як наслідок – підвищити економічну ефективність їх використання (Forkus et al., 2017).

Зазвичай неінфекційні шлунково-кишкові захворювання молодняку тварин і птиці поширені повсюдно, розвиваються з перших годин життя тварини, супроводжуються важкими токсичними явищами, характеризуються високою смертністю, завдаючи господарству значних економічних збитків (Shcherbaty & Slivinska, 2021).

Здорова травна система птиці необхідна для

одержання оптимальної продуктивності. Завдяки великій площі поверхні та численним популяціям мікроорганізмів кишечник є дуже доступною ділянкою для потрапляння патогенів до організму. Кишечник підтримує ефективний трансфер поживних речовин до кров'яного русла, при цьому він захищений всього одним шаром епітеліальних клітин, що не тільки не сприяє перенесенню поживних речовин, а й також недостатньо ефективно перешкоджає проникненню патогенів до організму. Тому підтримка ефективного симбіозу між організмом птиці та її кишковою мікрофлорою сьогодні вважається необхідним компонентом розробки кормової стратегії і підтримки здоров'я птиці (Yakubchak et al., 2016; Skvortsova, 2020; Peredera & Peredera, 2022; Yakubchak, 2022).

В іноземній і вітчизняній науковій літературі є повідомлення про позитивні результати використання в птахівництві мікробіологічних препаратів. Зокрема, неодноразово публіковувались результати дослідів щодо згодовування молодняку різних штамів молочнокислих *Gaktepiit* (Polycarpo et al., 2014; Berri, 2015; Podolyan, 2017; Al-Khalaifah, 2018; Orishchuk & Tsap, 2020; Areq Yahya, 2021). Їх можна розглядати як альтернативу призначення птиці антибіотиків або інших антимікробних агентів.

В останні роки доведено, що субклінічні бактеріальні захворювання шлунково-кишкового каналу не дозволяють досягти максимальної продуктивності тварин, що спонукає до пошуків у сфері технологій і розробок різних форм біологічно активних речовин. Як альтернативу антибіотикам ряд фірм пропонують багато препаратів, що підвищують збереженість та життєздатність молодняку свиней, птиці. Препарати нового покоління, які виготовлені на основі органічних кислот, при додаванні до корму знижують рівень кислотності в шлунку (Peredera & Peredera, 2022).

Вплив про- та пребіотиків на продуктивність птиці різний – залежно від типу мікроорганізму та його здатності утворювати в шлунково-кишковому тракті нормальну мікрофлору. Тому для незахищених форм, які чутливі до пошкоджень у процесі приготування кормів, у такому випадку успішна колонізація кишечника часто буває проблематичною (Fabiano et al., 2021).

Достатньо ефективним способом профілактики птиці є аерозольна обробка птиці пробіотиками одразу після їх виведення. Вона сприяє більш швидкому і спрямованому формуванню бактеріоценозу кишечника, поліпшує конверсію корму і стимулює ріст бройлерів на початку вирощування. При підборі препаратів для використання у вигляді аерозолів доцільно проводити оцінку основних біологічних властивостей бактерій-пробіотиків, що входять до їх складу (Baştürk et al., 2016; Lieranlier et al., 2017).

Препарати на основі живих лактобактерій при згодовуванні або випоюванні сприяють підвищенню живої маси тварин. Застосування пре- та пробіотиків в індиківництві як на малих фермерських господарствах, так і на промислових на сьогодні мало вивчено (Lyasota & Kolodka, 2020; Karakan et al., 2021).

Отже, сучасне птахівництво різними шляхами вирішує проблему максимального використання генетичного потенціалу птиці та збереження за цих умов її продуктивності. Виходячи з вищевисловленого, одним із напрямів у вирішенні даної проблеми є використання біологічно активних речовин, серед яких найбільше викликає інтерес використання пре- та пробіотичних препаратів та їх комплексів.

Мета дослідження

У зв'язку з цим метою наших досліджень було визначення впливу комплексного пребіотичного препарату Актиген на рівень бактеріальних показників під час зберігання продуктів забою індиків м'ясного напрямку продуктивності.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконані впродовж 2020–2021 рр. на кафедрі ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продуктів тваринництва та патанатомії імені Й. С. Загаєвського Білоцерківського НАУ. Експериментальні дослідження та науково-практичні спостереження проводили в умовах ТОВ “Володар” Тетіївського району Київської області.

Дослідження матеріалів проводили в акредитованих лабораторіях: Ставищенській міжрайонній державній лабораторії Держпродспоживслужби України (Національне агентство з акредитації України ДСТУ ISO/IEC 17025:2017) і на базі віварію факультету ветеринарної медицини Білоцерківського НАУ.

Об'єктом вивчення були індиків породи БІГ-6. До основного раціону (ОР) індиків додавали пребіотик Актиген у таких дозах: з 1-ї до 21-ї доби: 0,4; 0,8 та 1 г/кг корму; з 22-ї до 42-ї доби: 0,4; 0,6 та 0,8 г/кг корму; з 42-ї до 120-ї доби: 0,2; 0,4 та 0,7 г/кг корму. Змішування пребіотика із комбікормом проводили кормозмішувачем у господарстві з виготовлення комбікорму. Птиця мала вільний доступ до корму та води протягом усієї відгодівлі.

Актиген (ACTIGEN) – унікальна біологічна активна фракція другого покоління, отримана із зовнішньої стінки специфічного штаму дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, селекціонована компанією “Оллтек” (Alltech) США та виділена з метою створення більш ефективного продукту для оптимізації здоров'я сільськогосподарських тварин та птиці. Актиген являє собою форму дріжджового вуглеводу. Діюча речовина: 1 кг містить 280,0 г сирого протеїну. Фармацевтична форма – порошок.

Дія кормової добавки ґрунтується на зв'язуванні патогонних мікроорганізмів через блокування специфічної до манози пектиноподібної субстанції, що міститься на їх поверхні, це сприяє росту корисної мікрофлори шлунка та підвищує імунітет тварин і птиці.

Реєстраційне посвідчення (REGISTRATIONCERT, IFICДГЕ): ЈФ АА-01795-04-1 від 28.12. 2015 р. Власник реєстраційного посвідчення: “Оллтек” Інк.3031-І

(Амніп Хілл Пайк, Ніколасбільп, штат Кентуккі, 40356), США).

Досліди проведені на 9 групах (по 300 гол. у кожній, всього 2700 голів птиці – піддослідні та 300 гол. контрольна група) індиків-бройлерів породи БІГ-6. Доступ до корму та води для птиці був вільним. Мікроклімат в пташнику регулювався автоматично (система клімат контроль). Годували індиків сухими повноцінними комбікормами (основний раціон – ОР) відповідно до норм ВНДП (Konopelko, 2021; Konopelko & Lyasota, 2021).

Матеріали дослідження: м'ясо індиків-бройлерів ТОВ “Володар” Тетіївського району Київської області.

Методи дослідження: мікроскопічні, мікробіологічні (вміст МАФАНМ, патогонних та умовно-патогонних мікроорганізмів; бактеріоскопія мазків-відбитків із м'яса птиці за підрахунком кількості мікроорганізмів на 1 середнє поле зору за (ДСТУ 8381:2015; ДСТУ 8381:2015; ДСТУ ISO 6888–2: 2003; ГОСТ 7702.2.7–95), ДСТУ ENISO 6579-1:2017 (DSTU ISO 6888–2: 2003; Vlizlo et al., 2012; DSTU 8381: 2015; Bogatko et al., 2014; Bogatko et al., 2016; Yakubchak, 2022).

Варіаційно-статистичну обробку експериментальних даних проводили, використовуючи комп'ютерні програмні пакети “Microsoft Excel”, “Maple-12” (фірми Maplesoft, 2008), здійснювали варіаційно-статистичну обробку цифрових даних. Достовірність визначали за критерієм Ст'юдента з урахуванням межі достовірності: $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$, $P \leq 0,001$ (Bogatko et al., 2016; Yakubchak et al., 2016).

Результати та їх обговорення

Дослідження бактеріальних показників продуктів забою індиків-бройлерів обумовлене необхідністю встановлення чи впливає на показники якості й мікробіологічної безпечності збагачення раціону птиці нутріцевтиком – пребіотичним препаратом “Актиген”. Тобто, щоб в процесі зберігання продуктів забою можна було виключити мікробіологічні ризики, а відповідно – допустити в реалізацію якісну й безпечну продукцію, яка відповідає вимогам чинних нормативних документів.

Так, за умов визначення показників безпечності продуктів забою індиків-бройлерів, яким задавали Актиген у оптимальній дозі, нами проведено дослідження мезофільно-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), дослідження на наявність бактерій родів *Salmonella*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *Proteus* та БГКП та інших у грудних м'язах, м'язах стегна та деяких їстівних субпродуктах (печінці, серці, м'язовій частині шлунку) індиків дослідних і контрольної груп.

Згідно з отриманими даними встановлено, що як у грудних м'язах, крилі (табл. 1), так і в м'язах стегнової групи і голілки індиків-бройлерів контрольної та дослідних груп показники МАФАНМ не перевищували допустимого рівня протягом терміну зберігання – чотирьох діб.

Так, у грудних м'язах індиків-бройлерів дослідної групи рівень загальної бактеріальної контамінації на

першу добу зберігання сягнув рівня $1,4 \times 10^2$ КУО. Проте МАФАНМ грудних м'язів курчат контрольної групи був на рівні $1,49 \times 10^2$ КУО.

У м'язах стегна показник МАФАНМ на першу добу зберігання в дослідній групі становить $1,49 \times 10^2$ КУО, а в групі контролю – $1,48 \times 10^2$ КУО. Незначна

різниця між показниками МАФАНМ контрольної і дослідних груп є не достовірною. В крилі дослідної групи МАФАНМ становить $1,6 \times 10^2$ КУО, а в контрольній – $1,65 \times 10^2$ КУО, МАФАНМ дослідної групи м'язів гомілки сягнуло $1,3 \times 10^2$ КУО, а контрольної – $1,37 \times 10^2$ КУО.

Таблиця 1

Бактеріологічні показники мяса індиків контрольної та дослідної груп ($M \pm m$, $n = 5$)

Показники	Дослідні зразки	Контрольна група	Дослідна група
МАФАНМ КОУ в 1 г	крило	$1,65 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
	філе	$1,49 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$
	гомілка	$1,37 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$
	стегно	$1,48 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$
ПмК, в.т.ч. б.р. <i>Salmonella</i> в 25 г	тушка	не виділено	не виділено
	печінка	не виділено	не виділено
	серце	не виділено	не виділено
	шлунок	не виділено	не виділено
	шия	не виділено	не виділено
	голова	не виділено	не виділено
	лапи	не виділено	не виділено
	крило	не виділено	не виділено
	філе	не виділено	не виділено
	гомілка	не виділено	не виділено
	хвіст	не виділено	не виділено
	стегно	не виділено	не виділено
	кістки	не виділено	не виділено
<i>L. monocitogenes</i>	шкіра	результат сумнівний	не виділено
	жир	не виділено	не виділено
	крило	результат сумнівний	не виділено
	філе	не виділено	не виділено
	гомілка	не виділено	не виділено
	стегно	не виділено	не виділено

Кількість умовно-патогенних мікроорганізмів, зокрема БГКП та *Proteus*, у м'язах стегнової групи не є достовірним між показниками контрольної та дослідних груп і не перевищує допустимих рівнів, регламентованих нормативними документами України.

При дослідженні продуктів забою індиків-бройлерів на наявність патогенних мікроорганізмів, зокрема роду *Salmonella*, *S. aureus*, *L. monocitogenes*, *Pasteurella cecae*, *Pasteurella* spp., *Avibacterium paragallinarum*, *Bordetella* spp., *Moraxella* spp., *Trueperella pyogenes*, *Erysipelotrix* spp., *Listeria* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp., дріжджі та пліснява у м'язах та їстівних субпродуктах індиків-бройлерів як контрольної групи, так і дослідних групах не виявлено.

Під час визначення загальної бактеріальної контамінації тушки, печінки, серця, шлунка, ший, голови, лап, крила, філе, гомілки, хвоста, стегна, кістки, шкіри та жиру індиків-бройлерів контрольної і дослідних груп після 24 годин зберігання в умовах холодильника за температури 0–4 °C встановлено, що різниця між результатами несуттєва та недостовірною, адже результати не перевищують допустимих рівнів.

Так, найменший рівень МАФАНМ, БГКП, бактерій роду *Proteus* виявлено у дослідній групі, індикам-бройлерам котрої згодовували Актиген, як у м'язах, так і в досліджених їстівних субпродуктах: серці,

печінці, м'язовій частині шлунка вищезазначені мікроорганізми не перевищували допустимої кількості.

Очевидно, застосований в раціоні індиків-бройлерів препарат негативно впливає на розвиток зазначених мікроорганізмів як за життя індиків-бройлерів, так і за умов зберігання продуктів забою протягом зазначених термінів.

Отже, продукти забою індиків-бройлерів, яким протягом відгодівлі застосовували пребіотик “Актиген” в рекомендованих дозах, за показниками бактеріального обсіменіння під час встановленого терміну зберігання можуть бути реалізовані без обмежень.

Виробництво якісної сільськогосподарської продукції є одним з найважливіших завдань економіки України. Економічна криза, яка сталася останнім часом, ще більш спровокувала ряд проблем у без того недосконалому сільському господарстві. Попри все на сьогодні птахівництво в нашій країні залишається однією з найбільш інтенсивних і динамічних галузей сільськогосподарського виробництва. Саме воно в найкоротші строки спроможне забезпечувати населення біологічно повноцінними, в тому числі дієтичними, та порівняно дешевими (за рахунок високого рівня рентабельності та відносно низької собівартості) продуктами харчування (Kytaieva & Petrov, 2020; Orishniuk & Tsap, 2020; Konopelko, 2021).

Встановлено, що при згодовуванні пребіотика “Актиген” у таких дозах: з 1-ї до 21-ї доби: 0,4; 0,8 та

1 г/кг корму; з 22-ї до 42-ї доби: 0,4; 0,6 та 0,8 г/кг корму; з 42-ї до 120-ї доби: 0,2; 0,4 та 0,7 г/кг корму як у грудних м'язах, так і в м'язах стегнової групи індиків-бройлерів контрольної та дослідних груп показники МАФАНМ не перевищували допустимого рівня. Показник МАФАНМ м'язів стегна птиці контрольної групи становив $(1,75 \pm 0,11) \times 10^3$ КУО. Незначна різниця між показниками МАФАНМ контрольної і дослідних груп не є достовірною. Рівень умовно-патогенних мікроорганізмів, зокрема БГКП та *Proteus* у м'язах стегнової групи не є достовірним між показниками контрольної та дослідних груп, і не перевищує допустимих рівнів, регламентованих нормативними документами України.

При застосуванні Актигену індикам не спостерігали клінічних проявів діарей, авітамінозу, ознак будь-якого токсикозу. При цьому рівень збереженості був високим. Продуктивність птиці, що приймали препарат, була більш стабільна і менше залежала від неякісних кормів. Варто зазначити, що у приміщеннях, де перебувала птиця, при застосуванні Актигену навіть зникав специфічний запах посліду. Таким чином, з'явилася можливість вирішувати і санітарно-екологічні проблеми, про що повідомляли інші дослідники (Kasyanenko et al., 2018).

За даними ряду науковців, корми, що важко перетравлюються, потрапляючи до травного тракту птиці, ускладнюють перетравлення і всмоктування поживних речовин внаслідок того, що зв'язують воду, і у верхніх відділах кишечника утворюють желеподібну масу, в якій дифузія поживних речовин дуже ускладнена. Застосування пре- та пробіотичних препаратів ефективно нормалізують метаболізм травного тракту птиці (Rahimi et al., 2019; Karadag et al., 2020; Karakan et al., 2021; Kaur et al., 2021; Melekoglu et al., 2021; Fabiano et al., 2021; Sanlier & Kocabas, 2021; Ciftciler & Ciftciler, 2022).

Застосований в раціоні індиків-бройлерів пребіотик Актиген негативно впливає на розвиток вищезазначених мікроорганізмів як за життя індиків-бройлерів, так і за умов зберігання продуктів забою протягом зазначених термінів.

Продукти забою індиків-бройлерів, яким протягом відгодівлі застосовували пребіотик "Актиген" в рекомендованих дозах, за показниками бактеріального обсіменіння під час встановленого терміну зберігання можуть бути реалізовані без обмежень.

Висновки

1. Встановлено, що при згодовуванні пребіотика Актиген у таких дозах: з 1-ї до 21-ї доби: 0,4; 0,8 та 1 г/кг корму; з 22-ї до 42-ї доби: 0,4; 0,6 та 0,8 г/кг корму; з 42-ї до 120-ї доби: 0,2; 0,4 та 0,7 г/кг корму як у грудних м'язах, так і в м'язах стегнової групи індиків-бройлерів контрольної та дослідних груп показники МАФАНМ не перевищували допустимого рівня протягом терміну зберігання – чотирих діб.

2. В період зберігання м'язів стегна показник загальної бактеріальної контамінації поступово збільшується у всіх групах і на четверту добу сягав рівня у дослідній групі – $(1,73 \pm 0,05) \times 10^3$. Показник МАФА-

НМ м'язів стегна птиці контрольної групи становив $(1,75 \pm 0,11) \times 10^3$ КУО. Незначна різниця між показниками МАФАНМ контрольної і дослідних груп не є достовірною.

3. Рівень умовно-патогенних мікроорганізмів, зокрема БГКП та *Proteus*, у м'язах стегнової групи не є достовірним між показниками контрольної та дослідних груп і не перевищує допустимих рівнів, регламентованих нормативними документами України.

4. При дослідженні продуктів забою індиків-бройлерів на наявність патогенних мікроорганізмів, зокрема роду *Salmonella*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *Pasteurellaceae*, *Pasteurella* spp., *Avibacterium paragallinarum*, *Bordetella* spp., *Moraxella* spp., *Trueperella pyogenes*, *Erysipelotrix* spp., *Listeria* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp., дріжджі та пліснява у м'язах та їстівних субпродуктах індиків-бройлерів як контрольної групи, так і дослідних групах не виявлені.

5. Застосований в раціоні індиків-бройлерів пребіотик "Актиген" негативно впливає на розвиток вищезазначених мікроорганізмів як за життя індиків-бройлерів, так і за умов зберігання продуктів забою протягом зазначених термінів.

6. Продукти забою індиків-бройлерів, яким протягом відгодівлі застосовували пребіотик "Актиген" в рекомендованих дозах, за показниками бактеріального обсіменіння під час встановленого терміну зберігання можуть бути реалізовані без обмежень.

Відомості про конфлікт інтересів

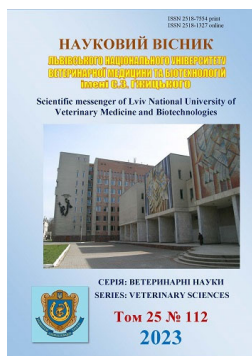
Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Shafi, M. E., Qattan, S. Y. A., Batiha, G. E., Khafaga, A. F., Abdel-Moneim, A. E., & Alagawany, M. J (2020). Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 104(6), 1835–1850. DOI: 10.1111/jpn.13454.
- Al-Khalaifah, H. S. (2018). Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry. *Poult Sci*, 97(11), 3807–3815. DOI: 10.3382/ps/pey160.
- Areq Yahya, A.-B. (2021). Influence of spore-lex and analcim-si on the microflora of the bird's gastrointestinal tract. *Scientific and Technical Bulletin of the State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and the Institute of Animal Biology*, 22(2), 25–32. DOI: 10.36359/scivp.2021-22-2.02.
- Baştürk, A., Artan, R., & Yılmaz, A. (2016). Efficacy of synbiotic, probiotic, and prebiotic treatments for irritable bowel syndrome in children: A randomized controlled trial. *Turk J Gastroenterol*, 27(5), 439–443. DOI: 10.5152/tjg.2016.16301.
- Berri, C. (2015). Cecile Variability of Sensory and Processing Qualities of Poultry Meat. *World's Poultry Science*, 56(3), 209–224. DOI: 10.1079/WPS20000016.
- Biben, I. A. (2014). Immunocorrection of chickens with probiotic culture bac. *Subtilis* BI-12 as an alternative to

- antibiotic protection. Scientific and Technical Bulletin of the Research Center for Biosafety and Environmental Control of Agricultural Resources, 3(2), 68–74.
- Bogatko, N. M., & Bogatko, D. L. (2014). Features of HACCP system implementation at meat processing enterprises of Ukraine. Collection of sciences. Proceedings of the Kharkiv State Veterinary Academy. Problems of zooengineering and veterinary medicine. Veterinary Sciences, 28(2), 49–55. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2014_28%282%29_7.
- Bogatko, N. M., Bukalova, N. V., Shchurevich, G. P., & Bogatko, L. M. (2014). Veterinary and sanitary examination of poultry slaughter products: methodological recommendations for students of IPNKSVM, students and undergraduates of FVM. Bila Tserkva.
- Bogatko, N. M., Konstantinov, P. D., & Bogatko, L. M. (2016). Veterinary examination of meat of slaughter animals, poultry, rabbits: guidelines for postgraduate students. White Church.
- Bushueva, I. V., & Borysenko, N. M. (2020). Retail of veterinary immunobiological drugs on the Ukrainian market of veterinary vaccines. Current issues of pharmaceutical and medical science and practice, 13(1), 21–32. DOI: 10.14739/2409-2932.2020.1.198188.
- Chudak, R. A. (2021). Modern feed additives in poultry feeding. Vinnytsia: Works.
- Ciftciler, R., & Ciftciler, A. E. (2022). The importance of microbiota in hematology. Transfus Apher Sci, 61(2), 103320. DOI: 10.1016/j.transci.2021.103320.
- Fabiano, V., Indrio, F., Verducci, E., Calcaterra, V., Pop, T. L., Mari, A., Zuccotti, G. V., Cullu Cokugras, F., Pettoello-Mantovani, M., & Goulet, O. (2021). Term Infant Formulas Influencing Gut Microbiota: An Overview. Nutrients, 13(12), 4200. DOI: 10.3390/nu13124200.
- Forkus, B., Ritter, S., Vlysidis, M., Geldart, K., & Kaznessis, Y. N. (2017). Antimicrobial Probiotics Reduce Salmonella enterica in Turkey Gastrointestinal Tracts. Sci Rep, 7, 40695. DOI: 10.1038/srep40695.
- Karadag, A. S., Kayiran, M. A., Parish, L. C. (2020). Probiotics and Prebiotics-The Good Germs: A Dermatologic Perspective. Skinmed, 18(1), 10–13. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32167449>.
- Karakan, T., Tuohy, K. M., & Janssen-van Solingen, G. (2021). Low-Dose Lactulose as a Prebiotic for Improved Gut Health and Enhanced Mineral Absorption. Front Nutr, 8, 672925. DOI: 10.3389/fnut.2021.672925.
- Kasyanenko, O. I. (2016). Experimental substantiation of economic efficiency of bird control bacteriosis control system. Bulletin of Sumy National Agrarian University. Amounts: SNAU, 11(39), 122–126.
- Kasyanenko, O. I., Nagornaya, L. V., & Kasyanenko, S. M. (2018). The effectiveness of the use of actigen in the cultivation of ducks. Bulletin of Sumy National Agrarian University. Veterinary Medicine Series, 11(43), 57–61. URL: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/6576/1/7.pdf>.
- Kaur, A. P., Bhardwaj, S., Dhanjal, D. S., Nepovimova, E., Cruz-Martins, N., Kuca, K., Chopra, C., Singh, R., Kumar, H., Şen, F., Kumar, V., Verma, R., & Kumar, D. (2021). Plant Prebiotics and Their Role in the Amelioration of Diseases. Biomolecules, 11(3), 440. DOI: 10.3390/biom11030440.
- Kirilyuk, D. O. (2014). Analysis of the current state of the poultry market in Ukraine. Economics of agro-industrial complex, 2, 116–119.
- Kitaeva, D. V., & Petrov, R. V. (2020). The use of probiotics in the cultivation of turkeys. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 22(100), 23–27. DOI: 10.32718/nvlvet10004.
- Konopelko, A. V. (2021). Technologies of turkey breeding – modern approaches. Proceedings of the international scientific-practical conference Agricultural education and science: achievements, role, growth factors. Modern development of veterinary medicine, 3–4.
- Konopelko, A. V., & Lyasota, V. P. (2021). Effectiveness of the use of the prebiotic preparation Aktigen for growing turkeys of the meat direction of productivity. Scientific Bulletin of Veterinary Medicine, 2, 37–48. DOI: 10.33245/2310-4902-2021-168-2-37-48.
- Kytaieva, D. V., & Petrov, R. V. (2020). The use of probiotics in the cultivation of turkeys. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 22(100), 23–27. DOI: 10.32718/nvlvet10004.
- Lieranlier, N., Gökçen, B. B., & Sezgin, A. C. (2017). Health benefits of fermented foods. Crit Rev Food Sci Nutr, 59(3), 506–527. DOI: 10.1080/10408398.2017.
- Lyasota, V. P., & Kolodka, A. V. (2020). Hygiene-biotic factors on the application of modern pre- and probiotics in poultry. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 22(98), 88–93. Doi: 10.32718/nvlvet9816 (in Ukrainian).
- Maksimovska, S. V. (2009). Hygienic rationale for the use of the probiotic “Baikal” EM 1 in growing turkeys of the white broad-breasted breed. Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhitskoho, 11(41), 149–159.
- Meat and meat products. Organization and methodology of microbiological research (2017). DSTU 8381: 2015. Kyiv: SE “UkrNDNC”. 45 p. (State Standard) (in Ukrainian).
- Melekoglu, E., Cetinkaya, M. A., Kepekci-Tekkeli, S. E., Kul, O., & Samur, G. (2021). Effects of prebiotic oligofructose-enriched inulin on gut-derived uremic toxins and disease progression in rats with adenine-induced chronic kidney disease. PLoS One, 16(10), e0258145. DOI: 10.1371/journal.pone.0258145.
- Microbiology of food products and animal feed. Horizontal method of counting coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species). Part 2. The method of using rabbit blood plasma fibrinogen for an agar medium: DSTU ISO 6888–2: 2003. (2003) [Valid from 01.01.2004]. Kyiv: Derzhstandard of Ukraine, 2004. 29 p. (National Standards of Ukraine) (in Ukrainian).
- Orishniuk, O. S., & Tsap, S. V. (2020). Scientific and practical justification of the use of probiotics to improve the quality of poultry products. Theoretical and Applied Veterinary Medicine, 8(4), 241–245. DOI: 10.32819/2020.84034.
- Peredera, O. O., & Peredera, R. V. (2022). Measures to eliminate broiler salmonellosis in private households.

- Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 1, 142–149. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.18.
- Podolyan, Yu. M. (2017). Influence of probiotics on the quality of broiler chickens. Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University, 6(46), 63–66 (in Ukrainian).
- Polycarpo, G. V., Cruz, V. C., Alexandre, N. C. et al. (2014). Effect of lipid sources and inclusion levels in diets for broiler chickens. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 66(2), 519–528. URL: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v66n2/28.pdf>.
- Poultry, offal and semi-finished products from poultry. Methods of detection of *Proteus* bacteria. Meat and egg products (1996). GOST 7702.2.7–95. [Introduction date 1996-01-01]. T.4. M.: Standarty Publishing House, 2000. 284 p.
- Rahimi, S., Kathariou, S., Fletcher, O., Grimes, J. L. (2019). Effect of a direct-fed microbial and prebiotic on performance and intestinal histomorphology of turkey poults challenged with *Salmonella* and *Campylobacter*. *Poult Sci.*, 98(12), 6572–6578. DOI: 10.3382/ps/pez436.
- Sanlier, N., & Kocabas, Yu. (2021). The effect of probiotic, prebiotic and gut microbiota on ASD: A review and future perspectives. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 63(15), 2319–2330. DOI: 10.1080/10408398.2021.1973957.
- Shcherbatyy, A. R., & Slivinska, L. G. (2021). Overview: prevalence and structure of metabolic diseases of laying chickens, their influence on egg quality and condition of young chickens. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 3–9. DOI: 10.32718/nvlvet10401.
- Skvortsova, L. N. (2020). The use of prebiotic drugs – a real way to raise young birds. *Poultry of Ukraine*, 2(26), 23–25 (in Ukrainian).
- Vlizlo, V. V., Fedorchuk, R. S., Ratych, I. B. et al. (2012). Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a guide. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Yakubchak, O. M. (2022). Collection of scientific and methodological recommendations for veterinary and sanitary examination. K.: Bioprom, 104–117.
- Yakubchak, O. M., Kozlovska, G. V., & Bilyk, R. I. (2016). Poultry meat: peculiarities of morphological and chemical composition. *Modern poultry farming*, 2, 6–7.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11226
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.92.082.453.5:612.621.9:577.175.5

Morphological assessment of ovaries during stimulation of ovulation in rabbits with equine serum gonadotropin in different doses

Yu. V. Tverdokhlib✉

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Article info

Received 04.10.2023
Received in revised form
06.11.2023
Accepted 07.11.2023

State Biotechnological University,
Alchevskykh Str., 44,
Kharkiv, 61002, Ukraine.
Tel.: +38-063-117-17-78
E-mail: skibinayuli@ukr.net

Tverdokhlib, Yu. V. (2023). Morphological assessment of ovaries during stimulation of ovulation in rabbits with equine serum gonadotropin in different doses. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 160–167. doi: 10.32718/nvlvet11226

Ovulatory stimulation of rabbits during artificial insemination requires the use of hormonal drugs to stimulate maturation of follicles, effective fertilization and full manifestation of female sexual function. For this purpose, gonadotropins or analogues of gonadotropin-releasing hormone are common in the practice of rabbit breeding. The latter have a selective effect on folliculogenesis and, under certain conditions, are not capable of inducing ovulation in rabbits of “zero” reproductive cycle, that is, those that have not given birth. Instead, gonadotropins, in particular serum gonadotropin obtained from foal mares (eCG), have a pronounced effect on folliculogenesis in animals. eCG is a glycoprotein hormone secreted by trophoblastic epithelial cells of fetal origin. In other species, except for horses, it is able to induce the release of both luteinizing and follicle-stimulating hormone. That is why eCG is widely used together with human chorionic gonadotropin to induce follicle growth and ovulation. However, there are data on complications and pathological conditions that may occur with long-term use of eCG, especially in genital tract. Therefore, the goal of our research was the morphological evaluation of the functional compartments of ovaries when using eCG to stimulate reproductive function of rabbits. Schemes of hormonal treatment of females in the conditions of a private rabbit farm, an experiment was conducted, which included the introduction of eCG in different doses (40 IU for animals of experimental group 1 and 25 IU for experimental group 2) during five reproductive cycles. Selection of material for histological studies, its fixation, production and analysis of tissue sections stained with hematoxylin and eosin were performed according to commonly used methods. The complex of morphofunctional changes in the ovaries of the rabbits of experimental groups corresponds to the pathomorphological picture of the syndrome of hyperstimulated ovaries. In our experiment, obtained changes were more pronounced at a dose of 40 IU, using which we additionally detected signs of increased immunoreactivity in body of rabbits, as evidenced by the presence of nodular lymphoid formations in outer theca of secondary and tertiary follicles. Thus, as a safe regimen for the use of eCG for ovulatory stimulation in rabbits, we recommend a dosage of 25 IU for 1–2 reproductive cycles.

Key words: rabbits, reproduction, serum gonadotropin, ovulation, ovaries, histostructure, safety.

Морфологічна оцінка яєчників за стимуляції овуляції у кролиць гонадотропіном сироватки жеребих кобил у різних дозах

Ю. В. Твердохліб✉

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Овуляторна стимуляція кролиць за штучного осіменіння потребує застосування гормональних препаратів, що сприяє стимуляції дозрівання фолікулів, ефективному заплідненню та повноцінному прояву статевих функцій. З цією метою поширеними у кролівництві засобами є гонадотропіни або аналоги гонадотропін-рилізінг гормону. Останні виявляють вибіркову дію на фолікулогенез та, за певних умов, не здатні до індукції овуляції у кролиць “нульового” репродуктивного циклу, тобто таких, що не народжували. Натомість виражений ефект впливу на фолікулогенез у тварин чинять гонадотропіни, зокрема сироватковий гонадо-

тропін, одержаний від жеребих кобил (eCG). eCG є глікопротеїновим гормоном, що виділяється трофобластичними епітеліальними клітинами фетального походження, який у інших видів, крім коней, здатний індукувати вивільнення як лютеїнізуючого, так і фолікулостимулюючого гормону. Саме тому eCG широко використовується разом з хоріонічним гонадотропіном людини для індукції росту фолікулів і овуляції. Проте існують дані щодо ускладнень і патологічних станів, що можуть виникати при тривалому використанні eCG, особливо у статевому апараті. Тому метою наших досліджень була морфологічна оцінка функціональних компартментів яєчників при застосуванні eCG для стимуляції відтворної функції кролиць. Для цього у схемах гормональних обробок самиць в умовах приватної кролеферми провели дослід, що включав введення eCG у різних дозах (40 МО для тварин дослідної групи 1 та 25 МО для дослідної групи 2) протягом п'яти репродуктивних циклів. Вибір матеріалу для гістологічних досліджень, його фіксацію, виготовлення і аналіз гістозрізів, пофарбованих гематоксиліном та еозином, проводили за загальноживаними методами. Комплекс морфофункціональних змін у яєчниках кролиць дослідних груп у 4–5 репродуктивних циклах відповідає патоморфологічній картині синдрому гіперстимульованих яєчників. У нашому досліді отримані зміни більш вираженими були за дози 40 МО, за використання якої ми додатково виявляли ознаки підвищеної імунореактивності в організмі кролиць, свідченням чого була наявність нодулярних лімфоїдних утворень у складі зовнішньої теки вторинних і третинних фолікулів. Таким чином, безпечним регламентом для застосування eCG для овуляторної стимуляції кролиць ми рекомендуємо дозування у 25 МО протягом 1–2 репродуктивних циклів.

Ключові слова: кролиці, репродукція, сироватковий гонадотропін, овуляція, яєчники, гістоструктура, безпечність.

Вступ

В умовах промислового кролівництва з використанням нових генотипів молодняку зростають вимоги щодо забезпечення генетичного потенціалу продуктивності (Boiko et al., 2021). Велику увагу приділяють раціонам, умовам утримання й використання кролів репродуктивного стада (Myroshnychenko & Zhorina, 2021; Skibina et al., 2021). Серед численних факторів, що впливають на стан здоров'я кролиць, їхню продуктивність і відтворну здатність провідне значення мають мікроелементи (Цинк, Йод, Сульфур тощо), їх метаболізм (Boiko et al., 2020a; Lesyk et al., 2022). Проблемою сучасного вирощування м'яса кролів у світі є застосування в раціоні нових добавок, що негативно впливають на гематологічні показники та організм тварин загалом, внаслідок чого вивчення гомеостазу у кролів залежно від компонентів раціону може допомогти у коригуванні деяких поживних речовин у раціоні (Lesyk et al., 2020; Boiko et al., 2020b). Великий обсяг наукових досліджень щодо комбінованого застосування кормових добавок органічного походження з гормональними засобами індукції овуляції та стимуляції охоти мають обмежену кількість даних щодо безпечності останніх за тривалого застосування (Naumenko & Koshevoy, 2017; Salem et al., 2020; Koshevoy et al., 2023).

Серед гонадотропінів, що використовуються для овуляторної стимуляції, виділяють сироватковий гонадотропін (eCG) та хоріонічний (hCG). hCG після зв'язування з рецепторами лютеїнізуючого гормону (ЛГ) може провокувати додатковий синтез прогестерону з допоміжного жовтого тіла шляхом збільшення секреції інтерферону, що сприятиме підтримці вагітності (Spencer & Bazer, 1996; Salem et al., 2020). Stevenson et al. (2007) підтвердили, що hCG викликає додатковий синтез прогестерону з допоміжних лютеїнових клітин. Проте широкому застосуванню hCG перешкоджають його висока вартість і обмежена кількість на фармацевтичному ринку. Натомість eCG, що є важливим гормоном, який виробляється плацентою вагітних кобил і видобувається з їхньої крові, широко використовується для поліпшення відтворної здатності свиней, корів, овець і кіз, а альтернативних джерел цього гормону в даний час не існує (Vilanova et al., 2019; Byambaragchaa et al., 2021). Practice

Committee of American Society for Reproductive Medicine (2008) визначив, що використання у ветеринарних цілях з метою індукції росту фолікулів яєчниками і збільшення частоти овуляції перед штучним осіменінням eCG є основним заміником видоспецифічного фолікулостимулюючого гормону (ФСГ) у самок ссавців через його довший період напіврозпаду, ФСГ-подібну активність та порівняно низьку вартість (Gomes et al., 2020).

eCG є глікопротеїновим гормоном, що виділяється трофобластичними епітеліальними клітинами фетального походження (Allen & Stewart, 1993; Legardinier et al., 2005). Вироблення eCG триває приблизно до 110-го дня (діапазон 100–140 днів) гестації. Вважається, що функція eCG у кобили полягає у сприянні розвитку допоміжних жовтих тіл (Hoppen, 1994). ЛГ, ФСГ та eCG є гетеродимерами із загальною альфа-субодиницею та гормоноспецифічними пептидними ланцюгами бета-субодиниці (Pierce & Parsons, 1981). ЛГ коней і eCG мають ідентичні бета-субодиниці, оскільки вони продукуються тим самим геном (Sherman et al., 1992). Таким чином, ці гормони мають схожу біологічну активність у кобили. Однак ЛГ та eCG мають різні патерни посттрансляційного глікозилювання, тому eCG має набагато довший період напіввиведення (Martinuk et al., 1991). Механізм дії ФСГ-подібної активності eCG повністю не з'ясований, вважається, що він зумовлений структурною схожістю між eCG та ФСГ (Murphy, 2012). Оскільки eCG може мати як ФСГ-, так і ЛГ-подібну активність, його можна використовувати для індукції як тічки, так і овуляції залежно від виду та дози, а для отримання eCG у кобил збирають великі об'єми цільної крові один або два рази на тиждень (Vilanova et al., 2019; Thompson et al., 2023).

До того ж для підтримання вагітності у кобили, введення eCG має важливе значення для багатьох програм розведення домашніх і не домашніх тварин, особливо тих, що утримуються в неволі (Lucia et al., 1999; Liu et al., 2007; Thompson et al., 2023). В інших видів, крім коней, eCG індукує вивільнення як ЛГ, так і ФСГ (Crowe & Mullen, 2013). Застосування eCG забезпечує індукцію статевого дозрівання, підвищення фертильності та суперовуляцію (Murphy, 2012). Обидва гонадотропіни використовуються для індукції росту фолікулів і овуляції у незрілих свинок, для сти-

муляції овуляції в інших тварин, а також для суперо-вуляції та програм перенесення ембріонів (De Rensis & López-Gatius, 2014). eCG також широко використовується для синхронізації течки на свинофермах, за штучного осіменіння корів, внаслідок сприятливого впливу на ембріон, що розвивається (Cassar et al., 2010; Zhao et al., 2021).

Розвиток і дозрівання статевих клітин залежать від динамічного балансу між виробленням окислювачів і антиоксидантів (Koshevoy et al., 2019; Koshevoy & Naumenko, 2022). Незалежно від джерел вільних радикалів в ооцитах, коли окислювальна стимуляція добре збалансована, вона є придатною для фізіологічних процесів (наприклад, затвердіння zona pellucida і дозрівання ооцитів) (Kala et al., 2016; Han et al., 2017). Однак надмірна продукція АФО пов'язана з негативними наслідками (наприклад, порушенням функції мітохондрій, старінням, пошкодженням ДНК і порушенням сегрегації хромосом (Aitken, 2020; Koshevoy et al., 2021, 2022). Мітохондріальна дисфункція виникає за нефізіологічної стимуляції яєчників та тривалого застосування гонадотропінів (Ge et al., 2012).

Тривале застосування eCG не позбавлене проблем, оскільки ефективність з часом може знижуватися внаслідок вироблення організмом нейтралізуючих антитіл до eCG (Roy et al., 1999). Побічні ефекти застосування eCG, такі як синдром гіперстимуляції яєчників і підвищення довгострокового ризику раку яєчників, викликають занепокоєння щодо його безпечності (Lin et al., 2021). Також не вирішеним залишається питання впливу високих доз гонадотропінів на потенціал запліднення ооцитів і подальшу якість розвитку ембріонів (Anderson et al., 2018; Wu et al., 2018). Суперовуляція з використанням eCG та hCG замість ФСГ сприяє максимізації кількості ооцитів та передімплантаційних ембріонів, отриманих від тварин (Uysal et al., 2018). Результати досліджень Wu et al. (2013) показали, що стимуляція гонадотропінами може знижувати потенціал розвитку ембріонів *in vitro*, спричиняючи мітохондріальну дисфункцію в ооцитах (Ge et al., 2012), змінюючи експресію ДНК-метилтрансферази (Uysal et al., 2018) та впливаючи на трансляційний контроль матричної РНК (Ozturk et al., 2016). Зазначимо, що сироватка проти eCG може ефективно зменшити негативний вплив eCG на нормальну овуляцію мишей (Lin et al., 2015). Проте дані щодо морфології статевих залоз у кролиць за тривалого застосування гонадотропінів обмежені.

Мета дослідження

Метою наших досліджень була морфологічна оцінка функціональних компартментів яєчників при застосуванні eCG для стимуляції відтворної функції кролиць у різних дозах.

Матеріал і методи досліджень

Досліджували яєчники кролиць породи Нула п'яти репродуктивних циклів. Штучне осіменіння виконували з індукцією овуляції препаратом гонадотропінурилізінгового ряду (контрольна група), eCG у дозах

40 МО (дослідна група 1) та 25 МО (дослідна група 2). Яєчники відбирали на 7 добу суцільності після евтаназії кролиць з попередньою премедикацією. Після препарування і макроскопічного огляду яєчники фіксували у 10 % водному розчині нейтрального формаліну. Гістологічні зрізи виготовляли за загальноприйнятою методикою із заливкою в парафін і подальшим фарбуванням гематоксиліном та еозином (Horalsky, 2015). За подібною методикою відбирали й досліджували матки від кролиць усіх груп.

При організації і проведенні дослідів спирались на положення "Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та наукових цілей" (Страсбург, 1986), 1-го Національного конгресу з біоетики (Київ, 2001) та закону України "Про захист тварин від жорстокого поводження" (2006).

Результати та їх обговорення

За результатами пошукового експерименту – застосування eCG протягом п'яти репродуктивних циклів підвищувало ефективність штучного осіменіння кролиць відповідно: до 82,9 % у 2-й дослідній групі (доза 25 МО), 75,0 % у 1-й дослідній групі (доза 40 МО) проти 63,6 % у контролі. При цьому достовірно зменшувалась кількість приплоду, яка становила: $9,87 \pm 0,96$ гол. у 2-й дослідній групі, $8,04 \pm 0,61$ гол. – у 1-й дослідній групі проти $10,84 \pm 0,99$ гол. – у контрольній групі (Skibina et al., 2021). Таким чином, зменшення дози препарату від рекомендованої дози для хутрових тварин виявило позитивний ефект.

При гістологічному дослідженні яєчників дослідних кролиць встановлені такі морфологічні зміни. Застосування протягом п'яти репродуктивних циклів eCG у дозі 40 МО призвело до зменшення функціонального резерву яєчників в результаті численних апоптозів ооцитів не лише в первинних та вторинних фолікулах, а й примордіальних. Товщина фолікулярної зони кіркової речовини була помітно зменшена, а в деяких ділянках інтерстиційна залозиста тканина досягала білкової оболонки яєчника. На місцях атрезованих примордіальних і первинних фолікулів виявлялись лакуноподібні порожнини. В деяких порожнинах ми виявляли залишки блискучої оболонки у вигляді оксифільної гомогенної маси, що вказувало на деструкцію вторинних фолікулів.

Атрезія більшості таких фолікулів, на відміну від контрольної групи, не супроводжувалась лютеїнізацією клітин гранульози та текоцитів (у вторинних фолікулах) та формуванням атретичних тіл. Інколи такі фолікули заміщувались сполучною тканиною. В окремих випадках ми виявляли в атрезованих первинних та вторинних фолікулах лютеїнізацію клітин гранульози, що супроводжувалось збільшенням об'ємів їхніх ядер і цитоплазми. Цитоплазма таких клітин не фарбувалась еозином та містила великі прозорі вакуолі. Наявні третинні фолікули перебували в стані кістозної атрезії (рис. 1).



Рис. 1. Гістопрепарат яєчника кролиці дослідної групи 1. Забарвлення гематоксилином і еозином, $\times 32$. 1 – кіркова речовина; 2 – мозкова речовина з кровонаповненими судинами; 3 – кістозна атрезія третинного фолікула; 4 – інтерстиційна залозиста тканина; 5 – атретичне тіло

У третинних фолікулах ми виявляли морфологічні ознаки секреторної активності клітин гранульози, а саме: збільшення розміру клітин, зменшення оптичної щільності їхніх ядер за рахунок сухроматину, наявність краплеподібних світлих зон на апікальному полюсі. В таких фолікулах зазвичай ми спостерігали лютеїнізацію клітин внутрішньої теки. У фолікулах зі сформованою однією великою порожниною, які досягали преовуляторної стадії, просвіт був порожнім або містив оксифільну фолікулярну рідину з різним ступенем ущільнення, в деяких – до колоїдного стану. В таких фолікулах гранульоза була відшарована у просвіт порожнини або утворена кількома шарами фолікулярних клітин з ознаками апоптозу і деструкції. Клітини гранульози втрачали міжклітинні зв'язки, часто набували відросчастої (зірчастої) форми (рис. 2).



Рис. 2. Гістопрепарат яєчника кролиці дослідної групи 1. Забарвлення гематоксилином і еозином, $\times 100$. 1 – кістозна атрезія третинного фолікула; 2 – відшарування гранульози; 3 – клітини кумулюса; 4 – клітини променистого вінця навколо ооцита; 5 – лютеїнізовані текоцити внутрішньої теки; 6 – лютеоцити на стадії регресії

В деяких випадках у складі лютеїнізованої внутрішньої теки фолікула ми виявляли нодулярні лімфоїдні утворення (рис. 3), що може бути проявом підвищеної імунної реактивності на організмічному рівні, індукованої багаторазовим застосуванням еСГ. В зоні розміщення лімфоїдних вузликів гранульоза фолікулів була повністю відсутня, а лютеїнізовані текоцити формували світлі зони з характерними дегенеративними змінами: каріопікноз, накопичення в цитоплазмі великих прозорих вакуолей, наявність клітин лімфоїдно-макрофагального ряду і еозинофілів. Жовтих тіл вагітності в обох (правому і лівому) яєчниках було значно менше порівняно з контролем.



Рис. 3. Гістопрепарат яєчника кролиці дослідної групи 1. Забарвлення гематоксилином і еозином, $\times 100$. 1 – кістозна атрезія третинного фолікула, відшарування гранульози; 2 – лютеоцити на стадії регресії; 3 – лімфоїдні вузлики

Інтерстиційна залозиста тканина була превалуючою серед усіх лютеїнових структур у кірковій речовині, а також майже повністю заміщувала пухку сполучну тканину у мозковій речовині яєчника. Морфологічні ознаки інтерстиційних ендокриноцитів були характерними для клітин лютеїнових структур у період розквіту стероїдпродукуючої функції: перевага в ядрах сухроматину з добре вираженими 1–2 ядерцями, оксифільна цитоплазма з наявністю кількох периферично розміщених прозорих вакуолей. Серед інтерстиційних ендокриноцитів ми виявили клітини з двома ядрами і більш щільною оптичною цитоплазмою і відсутністю прозорих вакуолей. Ці клітини ми розглядаємо як молоді ендокриноцити. Наявність великої кількості таких клітин є свідченням проліферації інтерстиційних ендокриноцитів. За даними літератури припускається різне гістогенетичне походження інтерстиційних і текальних ендокриноцитів, а можливо, і відмінності складу стероїдів, які вони продукують. Морфологічна картина, яку ми виявляли в гістоструктурі яєчників кролиць на тлі тривалого застосування еСГ у дозі 40 МО, може бути непрямим підтвердженням такого припущення.

З боку усіх ланок судинного русла були виражені морфологічні ознаки порушення гемодинаміки. Ці зміни ми виявляли не лише у яєчнику, а й у матці (рис. 4).

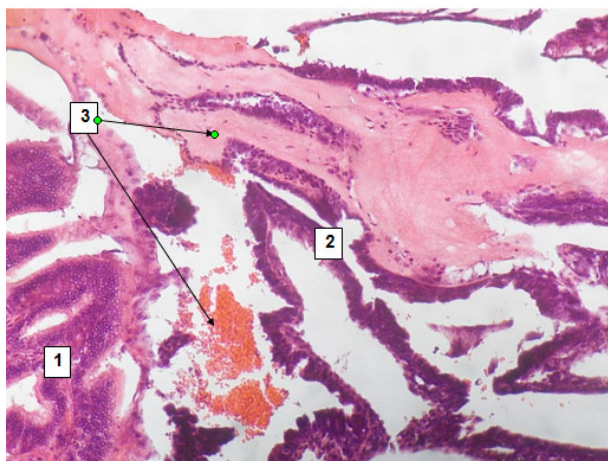


Рис. 4. Гістопрепарат матки кролиці. Забарвлення гематоксилином і еозином, $\times 100$. 1 – материнська частина плаценти; 2 – плодова частина плаценти; 3 – інтраплацентарний трансудат з вмістом фібриноїду і еритроцитів

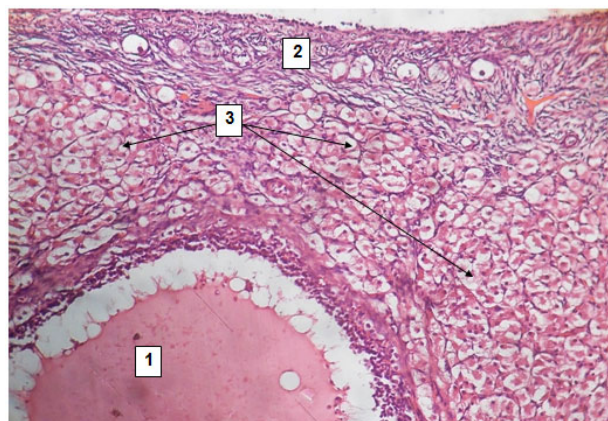


Рис. 5. Гістопрепарат яєчника кролиці дослідної групи 2. Забарвлення гематоксилином і еозином, $\times 200$. 1 – третинний фолікул з високою секреторною активністю гранулози; 2 – примордіальні і первинні ооцити; 3 – атретичні тіла

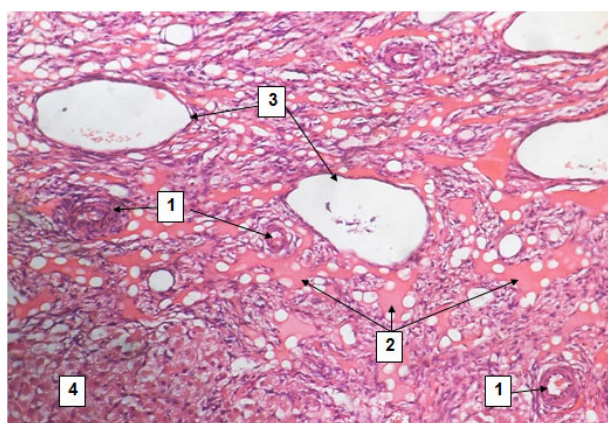


Рис. 6. Гістопрепарат яєчника кролиці дослідної групи 2. Фрагмент мозкової речовини. Забарвлення гематоксилином і еозином, $\times 100$. 1 – артерії; 2 – вени: розширені, без вмісту формених елементів крові та з великою кількістю прозорих везикул; 3 – лімфатичні судини; 4 – інтерстиційні ендокриноцити

Гіперемія артеріальних, венозних і судин мікроциркуляторного русла була виражена переважно у мозковій речовині. У кірковій речовині венозні судини і судини мікроциркуляторного русла, навпаки, були переважно порожніми, але мали розширений просвіт, за рахунок чого добре візуалізувались у складі прошарків пухкої сполучної тканини, між інтерстиційними ендокриноцитами, у складі жовтих тіл і навіть білкової оболонки яєчника. У мозковій речовині кровоносні судини були кровонаповнені, в деяких з них ми спостерігали пристінкову агрегацію формених елементів крові без гемолізу еритроцитів. Просвіти деяких судин були заповнені лише плазмою крові. Лімфатичні судини мозкової речовини були розширені. Така картина вказує на порушення умов гемодинаміки та реологічних властивостей крові. Внаслідок венозного застою і підвищеної проникливості судин спостерігається накопичення у плаценті трасудату з вмістом фібриноїду, а інколи і формених елементів крові, що може стати причиною відшарування плодової частини плаценти з подальшими ускладненнями гестації і навіть загибелі плодів.

Загальна морфологічна картина яєчників кролиць дослідної групи 2 відповідає описаній у 1-й експериментальній групі (рис. 5–6).

Основними відмінностями, виявленими нами, були:

1. Деяко більша кількість примордіальних і первинних фолікулів у кірковій речовині. При цьому менша частина ооцитів мала деструктивні зміни, що вказує на зменшення негативного впливу препарату у дозі 25 МО на функціональний резерв яєчників при застосуванні його протягом п'яти репродуктивних циклів.

2. Більша кількість антральних фолікулів з ознаками гіперсекреторної активності клітин гранулози. В більшості фолікулів відсутнє відшарування гранулози.

3. Кількість жовтих тіл вагітності була більшою.

4. Серед лютеїнових структур переважаючою, як і в 1-й дослідній групі, була інтерстиційна залозиста тканина, але у її складі ми спостерігали ендокриноцити як на стадії розквіту функціональної активності, так і на стадії регресії. Для визначення цих стадій ми спирались на такі морфологічні критерії: розмір клітин і ядра, ядерно цитоплазматичне відношення, тинкторіальні властивості цитоплазми і ядер ендокриноцитів, наявність двоядерних клітин.

5. Судинна реакція у мозковій речовині повністю відповідала такій, як описана у 1-й групі, але порожні розширені судини мікроциркуляторного русла у кірковій речовині майже не визначались. Судини мозкової речовини були кровонаповнені. Стінки кровоносних судин та периваскулярна пухка сполучна тканина нерідко були просочені плазмою крові з формуванням плазморагій, що вказує на підвищену проникливість судин. В просвіті як венозних, так і артеріальних судин була виявлена внутрішньосудинна агрегація формених елементів крові, в результаті чого більшість судин мікроциркуляторного русла та венозних судин мозкової речовини були заповнені лише плазмою крові. Інтраваскулярно спостерігалися численні везикули.

6. Відсутні лімфоїдні утворення у складі внутрішньої теки фолікулів і в яєчниках загалом.

Комплекс морфофункціональних змін у яєчниках кролиць, яким протягом п'яти репродуктивних циклів застосовували стимуляцію фолікулогенезу eCG у дозах 40 МО та 25 МО, відповідає патоморфологічній картині синдрому гіперстимульованих яєчників. Цей синдром більшою мірою досліджений в гуманній медицині і описаний в науковій літературі як ускладнення при застосуванні допоміжних репродуктивних технологій (Lin et al., 2021). Головними ознаками були: зменшення функціонального резерву яєчників в результаті дегенеративних змін в ооцитах примордіальних фолікулів; виражена судинна реакція, яка призводила до порушень гемодинаміки, вірогідно зумовленою зміною реологічних властивостей крові, що призводить до венозного застою. Клінічними проявами цього синдрому були зареєстровані випадки асцити і внутрішньоочеревинної кровотечі у кількох сукрольних кролиць.

Висновки

Загальним висновком щодо застосування eCG у рекомендованих для хутрових звірів дозах (40 МО) і навіть менших (25 МО), на нашу думку, має низку ускладнень, які призводять до вибраковки і навіть загибелі кролематок. У нашому досліді патоморфологічні зміни більш вираженими були за дози 40 МО. При використанні такої дози ми додатково виявляли ознаки підвищеної імунореактивності в організмі кролиць, свідченням чого була наявність нодулярних лімфоїдних утворень у складі зовнішньої теки вторинних і третинних фолікулів. Таким чином, безпечним регламентом для застосування eCG для овуляторної стимуляції кролиць ми рекомендуємо дозування у 25 МО протягом 1–2 репродуктивних циклів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

Aitken, R. J. (2020). Impact of oxidative stress on male and female germ cells: implications for fertility. *Reproduction* (Cambridge, England), 159(4), 189–201. DOI: 10.1530/REP-19-0452.

Allen, W. R., & Stewart, F. (1993). *Equine chorionic gonadotropin*. Equine Reproduction. Philadelphia, USA: Lea and Febiger.

Anderson, R. C., Newton, C. L., Anderson, R. A., & Millar, R. P. (2018). Gonadotropins and Their Analogs: Current and Potential Clinical Applications. *Endocrine reviews*, 39(6), 911–937. DOI: 10.1210/er.2018-00052.

Boiko, O. V., Honchar, O. F., Lesyk, Y. V., Kovalchuk, I. I., & Gutyj, B. V. (2020a). Effect of zinc nanoaquacitrate on the biochemical and productive parameters of the organism of rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(2), 243–248. DOI: 10.15421/022036.

Boiko, O. V., Honchar, O. F., Lesyk, Y. V., Kovalchuk, I. I., & Gutyj, B. V. (2020b). Influence of zinc nanoaquacitrate on the immuno-physiological reactivity and productivity of the organism of rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(1), 133–138. DOI: 10.15421/022020.

Boiko, O. V., Honchar, O. F., Lesyk, Y. V., Kovalchuk, I. I., Gutyj, B. V., & Dychok-Niedzielska, A. Z. (2021). Effect of consumption of I, Se, S and nanoaquacitrates on hematological and biochemical parameters of the organism of rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 335–340. DOI: 10.15421/022145.

Byambaragchaa, M., Choi, S. H., Joo, H. E., Kim, S. G., Kim, Y. J., Park, G. E., Kang, M. H., & Min, K. S. (2021). Specific Biological Activity of Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) Glycosylation Sites in Cells Expressing Equine Luteinizing Hormone/CG (eLH/CG) Receptor. *Development & reproduction*, 25(4), 199–211. DOI: 10.12717/DR.2021.25.4.199.

Cassar, G., Friendship, R. M., Zak, L. J., Rogan, D., & Kirkwood, R. N. (2010). Effect of dose of equine chorionic gonadotropin on the estrus responses of gilts and weaned sows and effect of the interval between equine chorionic gonadotropin and luteinizing hormone injections on sow performance. *Journal of Swine Health and Production*, 18(4), 182–186. URL: <https://www.aasv.org/shap/issues/v18n4/v18n4p182.pdf>.

Crowe, M. A., & Mullen, P. M. (2013). Regulation and Function of Gonadotropins Throughout the Bovine Oestrous Cycle. *Gonadotropin*. London, UK: InTech. DOI: 10.5772/53870.

De Rensis, F., & López-Gatius, F. (2014). Use of equine chorionic gonadotropin to control reproduction of the dairy cow: a review. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 49(2), 177–182. DOI: 10.1111/rda.12268.

Di Berardino, C., Peserico, A., Capacchietti, G., Crociati, M., Monaci, M., Tosi, U., Mauro, A., Russo, V., Bernabò, N., & Barboni, B. (2021). Equine Chorionic Gonadotropin as an Effective FSH Replacement for In Vitro Ovine Follicle and Oocyte Development. *International journal of molecular sciences*, 22(22), 12422. DOI: 10.3390/ijms222212422.

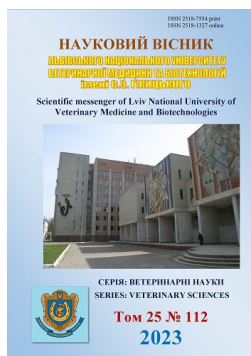
Farhud, D., Zokaei, S., Keykhaei, M., & Zarif Yeganeh, M. (2019). Strong Evidences of the Ovarian Carcinoma Risk in Women after IVF Treatment: A Review Article. *Iranian journal of public health*, 48(12), 2124–2132. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31993380>.

Ge, H., Tollner, T. L., Hu, Z., Da, M., Li, X., Guan, H., Shan, D., Lu, J., Huang, C., & Dong, Q. (2012). Impaired mitochondrial function in murine oocytes is associated with controlled ovarian hyperstimulation and in vitro maturation. *Reproduction, fertility, and development*, 24(7), 945–952. DOI: 10.1071/RD11212.

Gomes, D. S., Aragão, L. B., Lima Neto, M. F., Barroso, P. A. A., Paulino, L. R. F. M., Silva, B. R., Souza, A. L. P., Vasconcelos, G. L., Silva, A. W. B., & Silva, J. R. V. (2020). Supplementation of culture medium with knockout serum replacement improves the survival of bovine secondary follicles when compared with other protein sources during in vitro culture. *Zy-*

- gote (Cambridge, England), 28(1), 32–36. DOI: 10.1017/S0967199419000583.
- Han, L., Wang, H., Li, L., Li, X., Ge, J., Reiter, R. J., & Wang, Q. (2017). Melatonin protects against maternal obesity-associated oxidative stress and meiotic defects in oocytes via the SIRT3-SOD2-dependent pathway. *Journal of pineal research*, 63(3), 10.1111/jpi.12431. DOI: 10.1111/jpi.12431.
- Hoppen, H. O. (1994). The equine placenta and equine chorionic gonadotrophin – an overview. *Experimental and clinical endocrinology*, 102(3), 235–243. DOI: 10.1055/s-0029-1211287.
- Horalsky L. P. (ed.). (2015). Basics of histological technique and morphofunctional research methods in normal and pathological conditions. Zhytomyr: Polissya.
- Kala, M., Shaikh, M. V., & Nivsarkar, M. (2016). Equilibrium between anti-oxidants and reactive oxygen species: a requisite for oocyte development and maturation. *Reproductive medicine and biology*, 16(1), 28–35. DOI: 10.1002/rmb2.12013.
- Koshevoy, V., & Naumenko, S. (2022). Dynamics of peroxidation processes in male rabbits under experimental LPS-induced oxidative stress. *Veterinary Biotechnology*, 41, 100–107. DOI: 10.31073/vet_biotech41-10.
- Koshevoy, V. I., Vikulina, G. V., & Naumenko, S. V. (2023). Influence of use N-acetylcystein for the correction of antioxidant status in rabbits' on indicators of blood plasma lipid profile. *Veterinary biotechnology*, 43, 78–84. DOI: 10.31073/vet_biotech43-08.
- Koshevoy, V., Naumenko, S., & Kavok, N. (2019). Estimation of lipid peroxidation state by chemiluminescent method in male rabbits for gonadodystrophy. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 4, 90–94. DOI: 10.31890/vtvp.2019.04.18.
- 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. DOI: 10.48077/scihor.24(6).2021.107-116.
- Koshevoy, V., Naumenko, S., Skliarov, P., Syniahovska, K., Vikulina, G., Klochkov, V., & Yefimova, S. (2022). Effect of gadolinium orthovanadate nanoparticles on male rabbits' reproductive performance under oxidative stress. *World's Veterinary Journal*, 12(3), 296–303. DOI: 10.54203/scil.2022.wvj37.
- Legardinier, S., Cahoreau, C., Klett, D., & Combarnous, Y. (2005). Involvement of equine chorionic gonadotropin (eCG) carbohydrate side chains in its bioactivity; lessons from recombinant hormone expressed in insect cells. *Reproduction, nutrition, development*, 45(3), 255–259. DOI: 10.1051/rnd:2005018.
- Lesyk, Y. V., Dychok-Niedzielska, A. Z., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Bashchenko, M. I., Kovalchuk, I. I., & Guttyj, B. V. (2022). Hematological and biochemical parameters and resistance of the organism of mother rabbits receiving sulfur compounds. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(1), 60–66. DOI: 10.15421/022208.
- Lesyk, Y., Ivanytska, A., Kovalchuk, I., Monastyrsk, S., Hoivanovych, N., Guttyj, B., Zhelavskiy, M., Hulai, O., Midyk, S., Yakubchak, O., & Poltavchenko, T. (2020). Hematological parameters and content of lipids in tissues of the organism of rabbits according to the silicon connection. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 30–36. DOI: 10.15421/2020_5.
- Lin, E., Li, Z., Huang, Y., Ru, G., & He, P. (2021). High Dosages of Equine Chorionic Gonadotropin Exert Adverse Effects on the Developmental Competence of IVF-Derived Mouse Embryos and Cause Oxidative Stress-Induced Aneuploidy. *Frontiers in cell and developmental biology*, 8, 609290. DOI: 10.3389/fcell.2020.609290.
- Lin, Z. L., Ni, H. M., Liu, Y. H., Sheng, X. H., Cui, X. S., Kim, N. H., & Guo, Y. (2015). Effect of anti-PMSG on distribution of estrogen receptor alpha and progesterone receptor in mouse ovary, oviduct and uterus. *Zygote (Cambridge, England)*, 23(5), 695–703. DOI: 10.1017/S0967199414000343.
- Liu, X., Dai, Q., Hart, E. J., Barrett, D. M., Rawlings, N. C., Pierson, R. A., & Bartlewski, P. M. (2007). Ultrasonographic characteristics of ovulatory follicles and associated endocrine changes in cyclic ewes treated with medroxyprogesterone acetate (MAP)-releasing intravaginal sponges and equine chorionic gonadotropin (eCG). *Reproduction in domestic animals = Zuchtthygiene*, 42(4), 393–401. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2006.00798.x.
- Lucia, T., Jr, Corrêa, M. N., Deschamps, J. C., Peruzzo, I. A., Matheus, J. E., & Aleixo, J. A. (1999). Influence of equine chorionic gonadotropin on weaning-to-estrus interval and estrus duration in early-weaned, primiparous, female swine. *Journal of animal science*, 77(12), 3163–3167. DOI: 10.2527/1999.77123163x.
- Manteca Vilanova, X., De Briyne, N., Beaver, B., & Turner, P. V. (2019). Horse Welfare During Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) Production. *Animals: an open access journal from MDPI*, 9(12), 1053. DOI: 10.3390/ani9121053.
- Martinuk, S. D., Manning, A. W., Black, W. D., & Murphy, B. D. (1991). Effects of carbohydrates on the pharmacokinetics and biological activity of equine chorionic gonadotropin in vivo. *Biology of reproduction*, 45(4), 598–604. DOI: 10.1095/biolreprod45.4.598.
- Murphy, B. D. (2012). Equine chorionic gonadotropin: an enigmatic but essential tool. *Animal Reproduction*, 9(n3), 223–230.
- Myroshnychenko, I., & Zhorina, L. (2021). Determination of the Reproductive Capacity of Rabbits of Hybrid Crosses when using Artificial Insemination in Combination with Hormone Therapy in a Private Rabbit Farm. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine*, 1(52), 38–44. DOI: 10.32845/bsnau.vet.2021.1.6.
- Naumenko, S., & Koshevoy, V. (2017). Method of gonadodystrophia therapy in rabbits. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(82), 132–136. DOI: 10.15421/nvlvet8227.
- Ozturk, S., Yaba-Ucar, A., Sozen, B., Mutlu, D., & Demir, N. (2016). Superovulation alters embryonic poly(A)-binding protein (Epab) and poly(A)-binding protein, cytoplasmic 1 (Pabpc1) gene expression in mouse oocytes and early embryos. *Reproduction, fertility, and development*, 28(3), 375–383. DOI: 10.1071/RD14106.

- Pierce, J. G., & Parsons, T. F. (1981). Glycoprotein hormones: structure and function. *Annual review of biochemistry*, 50, 465–495. DOI: 10.1146/annurev.bi.50.070181.002341.
- Practice Committee of American Society for Reproductive Medicine, Birmingham, Alabama (2008). Gonadotropin preparations: past, present, and future perspectives. *Fertility and sterility*, 90(5 Suppl), 13–20. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2008.08.031.
- Roy, F., Maurel, M. C., Combes, B., Vaiman, D., Cribiu, E. P., Lantier, I., Pobel, T., Delétang, F., Combarnous, Y., & Guillou, F. (1999). The negative effect of repeated equine chorionic gonadotropin treatment on subsequent fertility in Alpine goats is due to a humoral immune response involving the major histocompatibility complex. *Biology of reproduction*, 60(4), 805–813. DOI: 10.1095/biolreprod60.4.805.
- Salem, A. A., El-Shahawy, N. A., Shabaan, H. M., & Kobeisy, M. (2020). Effect of punicalagin and human chorionic gonadotropin on body weight and reproductive traits in maiden rabbit does. *Veterinary and animal science*, 10, 100140. DOI: 10.1016/j.vas.2020.100140.
- Sherman, G. B., Wolfe, M. W., Farmerie, T. A., Clay, C. M., Threadgill, D. S., Sharp, D. C., & Nilson, J. H. (1992). A single gene encodes the beta-subunits of equine luteinizing hormone and chorionic gonadotropin. *Molecular endocrinology* (Baltimore, Md.), 6(6), 951–959. DOI: 10.1210/mend.6.6.1379674.
- Skibina, Y., Naumenko, S., & Zhigalova, O. (2021). Histological study of ovaries in pregnant rabbits. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 7, 126–132. DOI: 10.31890/vttp.2021.07.19.
- Spencer, T. E., & Bazer, F. W. (1996). Ovine interferon tau suppresses transcription of the estrogen receptor and oxytocin receptor genes in the ovine endometrium. *Endocrinology*, 137(3), 1144–1147. DOI: 10.1210/endo.137.3.8603586.
- Stevenson, J. S., Portaluppi, M. A., Tenhouse, D. E., Lloyd, A., Eborn, D. R., Kacuba, S., & DeJarnette, J. M. (2007). Interventions after artificial insemination: conception rates, pregnancy survival, and ovarian responses to gonadotropin-releasing hormone, human chorionic gonadotropin, and progesterone. *Journal of dairy science*, 90(1), 331–340. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(07)72634-6.
- Thompson, R. E., Meyers, M. A., Palmer, J., Veeramachaneni, D. N. R., Magee, C., de Mestre, A. M., Antczak, D. F., & Hollinshead, F. K. (2023). Production of Mare Chorionic Girdle Organoids That Secrete Equine Chorionic Gonadotropin. *International journal of molecular sciences*, 24(11), 9538. DOI: 10.3390/ijms24119538.
- Uysal, F., Ozturk, S., & Akkoyunlu, G. (2018). Superovulation alters DNA methyltransferase protein expression in mouse oocytes and early embryos. *Journal of assisted reproduction and genetics*, 35(3), 503–513. DOI: 10.1007/s10815-017-1087-z.
- Wu, B. J., Xue, H. Y., Chen, L. P., Dai, Y. F., Guo, J. T., & Li, X. H. (2013). Effect of PMSG/hCG superovulation on mouse embryonic development. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(6), 1066–1072. DOI: 10.1016/S2095-3119(13)60485-2.
- Wu, Q., Li, H., Zhu, Y., Jiang, W., Lu, J., Wei, D., Yan, J., & Chen, Z. J. (2018). Dosage of exogenous gonadotropins is not associated with blastocyst aneuploidy or live-birth rates in PGS cycles in Chinese women. *Human reproduction* (Oxford, England), 33(10), 1875–1882. DOI: 10.1093/humrep/dey270.
- Zhao, Q., Tao, C., Pan, J., Wei, Q., Zhu, Z., Wang, L., Liu, M., Huang, J., Yu, F., Chen, X., Zhang, L., & Li, J. (2021). Equine chorionic gonadotropin pretreatment 15 days before fixed-time artificial insemination improves the reproductive performance of replacement gilts. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 15(12), 100406. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100406.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11227
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 591.5:636.7

Sanitary, hygienic, and welfare aspects of keeping Pomeranian Spitz in a breeding private kennel

N. Yu. Krempa[✉], O. V. Kozenko, B. V. Gutyj, S. S. Popadiuk, M. A. Ivakhiv

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

Article info

Received 09.10.2023
Received in revised form
13.11.2023
Accepted 14.11.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-098-588-83-88
E-mail: krempanadia@ukr.net

Krempa, N. Yu., Kozenko, O. V., Gutyj, B. V., Popadiuk, S. S., & Ivakhiv, M. A. (2023). Sanitary, hygienic, and welfare aspects of keeping Pomeranian Spitz in a breeding private kennel. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 168–174. doi: 10.32718/nvlvet11227

The market situation regarding the breeding of decorative dogs of the Pomeranian breed and providing consumers with appropriate services in this field of activity dictate the rules and create the conditions of competition between market participants, which encourages improvement, development, and constant monitoring of it in terms of novelties and needs that provide opportunities for comfortable care and decent maintenance of pupils. The work aimed to analyze the impact of sanitary and hygienic factors and ensuring healthy housing conditions on the functional state of the body and mental health of Pomeranian Spitz dogs in the conditions of the private breeding kennel Fluffy Luxury Pom in the suburbs of Lviv. To fulfill this task, a study of the hygienic parameters of the air environment, compliance with the hygiene of feeding and drinking of the wards, peculiarities of the care of the wool coat, and compliance with the concept of animal welfare – the principle of “Five Freedoms” was carried out. It has been established that the technological solutions for keeping Pomeranian Spitz dogs in the conditions of this kennel are characterized by compliance with hygienic requirements for the air environment at the proper level and meeting sanitary standards. Thus, the air temperature was 17 °C, and its movement speed was 0.15 m/s. In the absence of the smell of ammonia, the illuminance ratio corresponded to 1:2. The animals are fed with industrial complete ration super premium 1st Choice feed, the use of which, according to recommendations, helps dogs strengthen the immune system, slow down the aging process, maintain health and activity. This type of food requires constant free access of dogs to clean water, and the containers are kept clean by changing the filling every day. Regarding the quality characteristics of the water, it was established that it fully meets the standard. Dogs of this breed are characterized by a beautiful, lush coat requiring special care. Evaluating the level of compliance with individual hygienic procedures, it was established that they are carried out at a high level, as evidenced by the appearance of the animals. According to the statements of John Webster, the welfare of animals is defined by advocating the main three conditions - to live a natural life, to be healthy, and to be happy. The dogs in this kennel are provided with a good life; the behavioral reactions of the wards themselves confirm this. During the research, the dogs behaved calmly, naturally, and playfully, which indicates the socialization of dogs; the purpose is to make the pet feel comfortable and calm in various life situations without causing trouble to its owner and his surroundings.

Key words: pomeranian spitz, keeping hygiene, well-being (welfare) of dogs, dog breeding kennel.

Санітарно-гігієнічні та добробутні аспекти умов утримання померанських шпіців у племінному приватному розпліднику

Н. Ю. Кремпа[✉], О. В. Козенко, Б. В. Гутій, С. С. Попадюк, М. А. Івахів

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

Кон'юнктура ринку стосовно вирощування декоративних собак породи померанський шпіц та забезпечення споживачів відповідними послугами даної сфери діяльності диктують правила й створюють умови конкуренції між учасниками ринку, що спонукає до удосконалення, розвитку та постійного його моніторингу в плані новинок та потреб, які надають можливість комфортного догляду та гідного утримання вихованців. Метою роботи було провести аналіз впливу санітарно-гігієнічних чинників та забезпечення добробутних умов утримання на функціональний стан організму й ментальне здоров'я собак породи померанський шпіц в умовах племінного приватного розплідника *Fluffy Luxury Pot* у передмісті Львова. Для виконання даного завдання було проведено дослідження гігієнічних показників повітряного середовища, дотримання гігієни годівлі та напування підопічних, особливостей догляду шерстного покриву та дотримання концепції добробуту тварин – принципу “П'яти свобод”. Встановлено, що технологічні рішення утримання собак породи померанський шпіц в умовах даного розплідника характеризуються дотриманням гігієнічних вимог до повітряного середовища на належному рівні та відповідають санітарним нормам. Так, температура повітря становила 17 °C, швидкість його руху 0,15 м/с, при відсутності запаху аміаку, коефіцієнт освітленості відповідав значенню 1:2. Годівля тварин здійснюється промисловими повнораціонними кормами супер преміум класу 1st Choice, використання яких, згідно з рекомендаціями, допомагає собакам зміцнити імунну систему, уповільнити процес старіння, зберегти здоров'я та активність. Використання кормів такого типу вимагає постійного вільного доступу собак до чистої води, ємності для яких підтримують в чистоті, змінюючи наповнення щодня. Стосовно якісних характеристик води, встановлено, що вона повністю відповідає стандарту. Собаки даної породи характеризуються красивим пишним шерстним покривом, і це вимагає особливого догляду. Оцінюючи рівень дотримання індивідуальних гігієнічних процедур, встановили, що вони проводяться на високому рівні, про що свідчить зовнішній вигляд тварин. Згідно з твердженнями Джона Вебстера, який визначав добробут тварин, відстоюючи основні три умови – жити природним життям, бути здоровим та бути щасливим. Собаки в даному розпліднику, власне, і забезпечені добрим буттям, поведінкові реакції самих підопічних підтверджують це. В ході досліджень собаки поводитись спокійно, природно, грайливо, що свідчить про соціалізацію собак, мета якої полягає у тому, щоб улюбленець почував себе комфортно і спокійно у різних життєвих ситуаціях, не спричиняючи клопотів своєму господареві та його оточенню.

Ключові слова: померанський шпіц, гігієна утримання, благополуччя (добробут) собак, племінний розплідник собак.

Вступ

Звання “найкращий друг людини” собака отримав надзвичайно давно. Вчені з'ясували, що одомашнення вовків і їх еволюція відбулась у проміжку між 5,5 та 16,3 тисячі років тому у долині ріки Янцзи у Китаї. Найімовірніше, перетворення диких вовків у “найкращих друзів людей”, згідно з висловлюваннями науковця Карла Ліннея – “собак товариських”, одомашнювали багаторазово у різних місцях і в різні періоди історії. Дані палеонтологічних та молекулярних досліджень настільки відрізняються одні від одних, що це змушує замислитись про відсутність єдиного часового центру виникнення і еволюції собак (Kozii, 2012; Tsarenko & Kupriienko, 2014; Myronenko & Lysniak, 2017).

Померанський шпіц – декоративна порода мініатюрних карликових собак, що остаточно сформувалася в XIX столітті. Батьківщиною сучасних шпіців вважається Німеччина. У 1450 році виникла назва “шпіцхунд”, а з XVIII століття розпочалася селекційна робота з породою. Шпіців з білим окрасом шерсті в основному розводили в Еберсвальді і Померанії, сірих – вздовж річки Рейну, чорних – у Вюртемберзі. Відомо, що завдяки своєму розкішному вигляду ці собаки здобули прихильність англійського короля Георга III, який сприяв популяризації шпіців серед знаті, проте справжніми фаворитами вони стали в часи правління королеви Вікторії (1837–1901 рр.), коли німецькі шпіці з Померанії потрапили в Англію. Особливою увагою були наділені собаки помаранчевого і пісочного кольору. У 1891 році під час проведення виставки Крафта кілька заводчиків вирішили створити Англійський клуб померанських шпіців, відтак було розроблено та затверджено стандарт породи: собак поділили на дві категорії: до 2,5 кг і понад 2,5 кг. У 1915 році англійський клуб шпіців допускав на виставку собак не важчих ніж 3,6 кг, їх назвали померанськими шпіцами королеви Вікторії. Приблиз-

но в ці ж роки померанський шпіц став відомий у багатьох країнах світу.

Варто зазначити, що тільки на американському континенті закріпилась правильна назва породи – “помаранча”, решта ж помилково називали їх то німецькою, то карликовою породою хоча Міжнародна кінологічна організація (FCI) класифікувала їх під назвою “німецький шпіц”.

Актуальність роботи: аналізуючи сукупність умов, які характеризують співвідношення попиту і пропозиції на певні товари й послуги, зокрема “декоративних” собак, функцію яких чудово виконують померанські шпіці, сформувалась потреба у вивченні питань благополуччя тварин – дотримання добробутних умов в процесі їх вирощування, що значною мірою залежать від забезпечення санітарно-гігієнічних вимог годівлі та напування, мікрокліматичних умов, догляду та експлуатації. Варто звернути увагу, що існує ряд чинників, які здатні допомогти досягнути максимальної тривалості та якості життя улюбленця, що відображаються на потребах і сподіваннях господаря (Albanese et al., 2014; Holovko, 2008; Khomyn et al., 2017; Hesse et al., 2018; Sobol, 2020). Хотілось би підкреслити, що слухняного, неоязкого та адекватного собаку, як говорять у вузьких колах собаководи, “соціалізованого” – можна виростити лише за умов дотримання гігієни всіх етапів розвитку тварин, регулярних фізичних навантажень, позитивних емоцій та розумових стимулювань. Тому вивчення факторів, що мають вплив на здоров'я та емоційний стан домашніх улюбленців є досить актуальним, що підтверджує наявність значного попиту серед їх поціновувачів.

Мета дослідження

Дати характеристику взаємозв'язку між силою впливу мікрокліматичних чинників, дотриманням гігієнічних вимог та забезпеченням свобод добробуту (благополуччя) тварин. Для досягнення даної мети

поставлено завдання провести дослідження впливу дотримання санітарно-гігієнічних та добробутних умов на функціональний стан організму та ментальне здоров'я собак породи померанський шпіц в умовах приватного розплідника Fluffy Luxury Rom.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження здійснили в умовах приватного розплідника Fluffy Luxury Rom з вирощування собак породи Померанський шпіц у передмісті Львова. У ході роботи використовували такі методи досліджень: гігієнічні – температуру повітря – психрометром Августа, швидкість його руху – кульковим кататермометром, вміст аміаку – універсальним газоаналізатором УГ-2, розрахунок світлового коефіцієнта – геометричним методом, санітарно-гігієнічну оцінку води для напування тварин – загальноприйнятим методом; клінічні: температуру тіла – ветеринарним термометром, градуйованим за Цельсієм, частоту пульсу – шляхом підрахунку кількості ударів за 1 хв, частоту дихання – шляхом підрахунку дихальних рухів, стан

видимих слизових оболонок – методом огляду (Krempa et al., 2020).

Результати та їх обговорення

На час дослідження у приміщенні розплідника перебувало 14 собак: 5 цуценят віком 2–2,5 місяця, 7 самиць та 2 самці породи Померанський шпіц оранжевого, білого та кремового окрасу.

Необхідно зазначити, що умови утримання собак, особливо дотримання гігієнічних і добробутних аспектів (благополуччя тварин) годівлі і напування, забезпечення та підтримання індивідуальної гігієни, облаштування місць для відпочинку і можливість реалізації природних інстинктів та принципів-свобод добробуту тварин приємно вразило і навіть здивувало.

Утримання собак здійснюється в окремій капітальній споруді з прилеглою ділянкою для вигулу собак зі спеціально підготовленим газоном площею 500 м² (фото 1), яка загорожена металевим парканом із шириною проміжків між металевими прутами 5 см і висотою 60 см та з'єднується із виробничою і так званою адміністративною зонами.



Фото 1. Зона для вигулу собак



Фото 2. Дезкилимок

Вхід здійснюється через облаштований дезінфекційний килимок (фото 2), який призначений унеможливити перенесення із взуттям збудників інфекції ззовні і його використання збільшує шанси підтримання чистоти в санітарному плані в декілька разів. Згідно із запровадженою у розпліднику технологією, поверхню килимка 1 раз на 2 дні зволожують розчином дезінфекційного засобу DX-Forte і 1 раз на тиждень здійснюють вологе прибирання з використанням цього ж засобу. На фото 3 зображено одне з двох приміщень, яке поділене на окремі зони: зона догляду за шерстю тварин – ванна із озонуванням та гідромасажем (фото 4), столик для грумінгу для гігієни догляду за очима, вушками та нігтями собак. Поряд розташована вітрина із великим асортиментом косметичних засобів, призначених для догляду за шерстним покривом собак. Варто пам'ятати, що у померанських шпіців шерсть дуже незвична – із густим підшерстним шаром, який надає тварині

вигляд пишної кульки. Якщо не підтримувати шерсть у чистоті, вихованець дуже швидко перетвориться на суцільний “ковтунець” на ніжках, в якому може сформуватись сприятливе середовище для розмноження грибків, ектопаразитів, тобто порушення мікрофлори, що спричинятиме як дискомфорт собаці, так і клопоти господарю. Важливою складовою вагомості такого догляду є те, що в подальшому собаки призначені для проживання з господарем під одним дахом, тобто це хатня кімнатно-декоративна порода собак, яка ще й своїм вглядом і якістю шерсті має дарувати задоволення своїм власникам.

У даному приміщенні виділена зона миття та сушіння посуду для годівлі. Практикують сухі корми суперпреміум класу 1st Choice, які собакам роздають двічі на день, по 30 г на тварину. Після завершення годівлі миски збирають, миють, дезінфікують, ополіскують та просушують (фото 5).



Фото 3. Адмінприміщення



Фото 4. Засоби і методи гігієни шерсті

Ще одна зона виділена для забезпечення чистоти і комфорту індивідуальних місць відпочинку і сну тварин. У ній розташовано пральну машину та стіл з тумбами (фото 3) для зберігання чистого приладдя. В міру забрудненості здійснюється прання собачих пелюшок, килимків та лежанок з додаванням рідкого господарського мила та двох таблеток дезінфекційного засобу Жавель-Клейд. Особливу увагу цьому приділяють тому, що ця порода собак потребує дуже ретельного догляду за шерстю, адже її забруднення сприятиме утворенню неприємних запахів.

Облаштовано і третю зону, у якій відбувається чіткий облік та проведення ветеринарних та акушерських маніпуляцій, внесення відміток та

ведення паспортизації тварин (фото 6). У цій же зоні відбуваються зустрічі власника даного племінного розплідника собак породи померанський шпіц із замовниками та покупцями, які мають можливість вивчити родовід тварин, ознайомитись з першими проявами характеру та особливостями поведінкових реакцій майбутнього улюбленця, оцінити умови утримання та вирощування собак.

Друге приміщення представлене трьома сегментованими відгородженнями, всередині яких є індивідуальні місця для відпочинку: лежанка, яка виконана із матеріалу, що добре і легко миється, із м'яким килимком, пелюшкою та мискою із чистою водою, яку регулярно змінюють.



Фото 5. Елемент гігієни годівлі

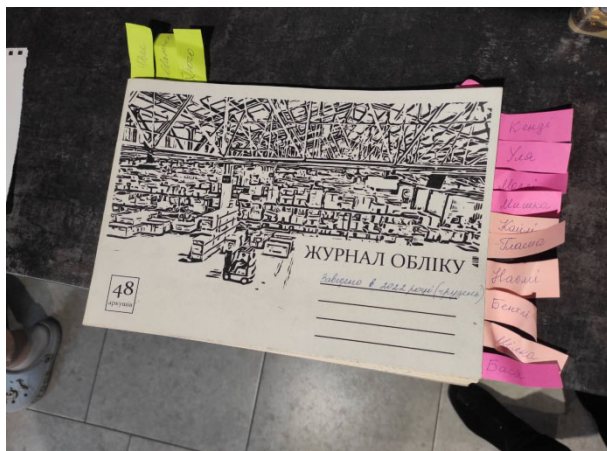


Фото 6. Первинна документація

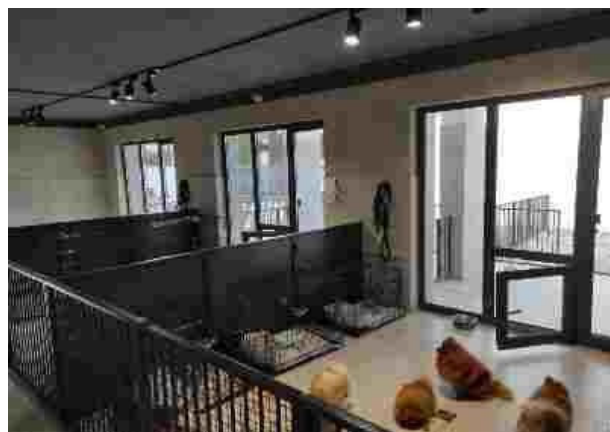


Фото 7. Виробниче приміщення



Фото 8. Місце для відпочинку

Особливістю даного конструктивного рішення виробничого приміщення є великі вікна з металопластику розміром 2,00 на 2,20 м із наявними лазами для виходу собак із приміщення на свіже повітря для прогулянки. Такі вікна дозволяють забезпечувати достатній рівень природної освітленості приміщення. Собаки, як відомо характеризуються залежністю від світлового дня. Покриття підлоги виконано із керамічної плитки, під стяжкою якої є система обігріву. Приміщення розділені на три секції для утримання різних фізіологічних та вікових груп.



Фото 9. Система для миття

Необхідно звернути особливу увагу на гігієнічні аспекти прибирання у секціях, для яких передбачено систему подачі води під тиском для змиву бруду та наявними каналізаційними трапами, які розташовані всередині кожної секції. Таке вологе прибирання із подальшим використанням деззасобу проводять 1 раз на тиждень, доповнюючи дію “Бактосфери”, що представлена кварцовою лампою, яку вмикають 1 раз на тиждень (фото 10). За її допомогою здійснюють стерилізацію та дезінфекцію повітряного простору приміщення.

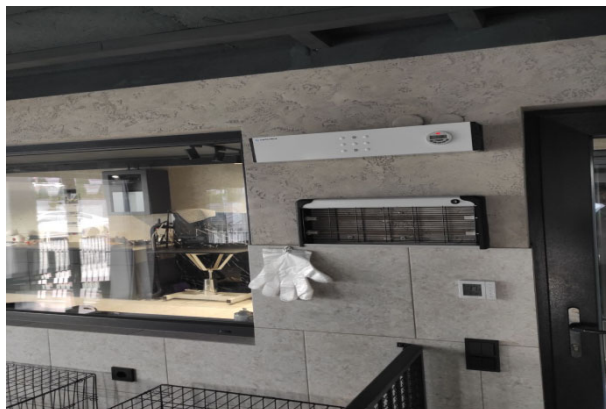


Фото 10. Бактосфера

Забезпечення необхідних параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні проводять не тільки завдяки “теплій підлозі”, а й роботі кондиціонера та рекуператора, який виконує функцію вентилявання. Контроль температури повітря проводять за

допомогою автоматичного термометра, який змонтовано на стіні приміщення. Використання сучасних приладів дозволяє забезпечити температурний режим, необхідний для даного виду тварин і відповідно – породи (фото 12).



Фото 11. Кондиціонер

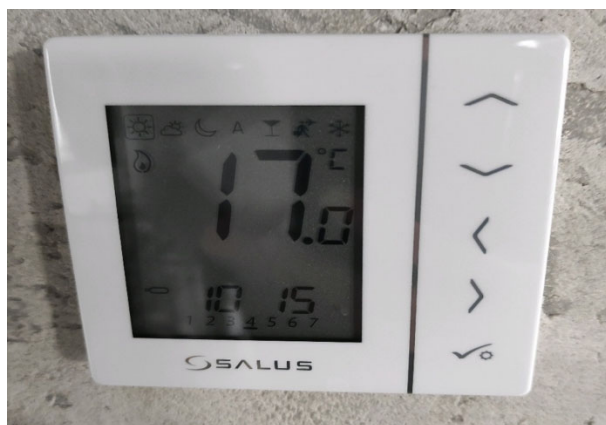


Фото 12. Термометр

Аналізуючи отримані результати досліджень параметрів мікроклімату в приміщенні для утримання собак, встановили, що температура повітря була в межах 17 °С, швидкість руху повітря 0,15 м/с, і це все за умов використання природної вентиляції, тобто за допомогою відкритих лазів у віконних конструкціях, вмісту аміаку в повітрі не виявили. Важливою складовою нормування природної освітленості приміщень є наявність віконних конструкцій, у нашому випадку КО становив 1:2. Такі результати, які відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, дозволяють зробити висновок про чітке дотримання

приписів стосовно утримання померанських шпіців. Адже, згідно з науковими повідомленнями, відхилення показників параметрів мікроклімату від норм сприяє зниженню фізіологічної спроможності організму, сповільненню росту, збільшенню відходу молодяку та зниженню стійкості тварин до захворювань, погіршується засвоєння корму, скорочується термін служби обладнання та приміщень (Demchuk et al., 2006; Sereda et al., 2016; Seliukov, 2020).

Також ми провели санітарно-гігієнічний аналіз води, яку використовують у розпліднику. Прозорість

води становила 30 см, без стороннього смаку та післясмаку. При підігріві води до 50 °C злегка відчувався запах сірководню. Показник перманганатної окислюваності води становив 6,16 мг/л, а вміст розчиненого у воді кисню – 8 мг/л. Контроль води за показниками мінералізації вказав на відсутність у ній амонійного азоту та нітритів, виявлено лише сліди нітратів (0,5 мг/л). Стосовно вмісту хлоридів та сульфатів, то їх вміст становив від 1 до 10 мг/л, а Заліза – 0,15 мг/л. Загальна твердість води – 6,5 мг/екв./л, карбонатна – 5,6 мг/екв./л, а постійна 0,9 мг/екв./л. Одержані нами результати дають підставу вважати її придатною для використання, проте у розпліднику проводять заходи з її поліпшення, використовуючи систему фільтрів.

Оцінюючи гігієнічні умови розведення і утримання тварин, провели дослідження їх клінічного стану. Результати вказують на сприятливий вплив цих умов утримання, на ріст, розвиток і здоров'я про що свідчать такі показники: температура тіла становила $38,7 \pm 0,1$ °C, частота дихання $28 \pm 0,1$ вдихів за хвилину та пульс становив $165 \pm 0,1$ ударів за одну хвилину. Видимі слизові оболонки були помірно вологі, рожевого кольору, без пошкоджень, зі збереженою цілісністю та без припухань.

Аналіз добробутних аспектів умов утримування непродуктивних тварин неможливий без обговорення питань Європейської конвенції про захист домашніх тварин – договору Ради Європи стосовно сприяння забезпечення добробуту домашніх тварин та надання їм мінімальних стандартів захисту від жорстокого поводження та забезпечення, в разі необхідності, лікування. Договір підписано у 1987 року в Страсбурзі, набув чинності він у 1992 року, а 1 вересня 2019 року його ратифіковано у 24 державах світу. Відповідно до цього – права і добробут тварин перебувають під пильним наглядом численних громадських організацій та регламентовані ефективними діями законодавства ([Zakon Ukrainy, 2006; Kozenko, 2015](#)).

Говорячи про благополуччя тварин або добробут їх утримання, варто пригадати фундаментальні принципи його забезпечення. На основі запропонованих Джоном Вебстером позитивних аспектів умов життя тварин була розроблена концепція принципу “П’яти свобод”, яка вперше згадувалася в грудні 1979 р. у прес-повідомленні Ради з добробуту сільськогосподарських тварин (FAWC). Вона передбачає: свободу від голоду і спраги – постійний (вільний, без перешкод) доступ до їжі та води, які підтримують здоров’я тварини та її активність; свободу від дискомфорту – забезпечення відповідного місця для відпочинку та проживання, що забезпечують реалізацію фізіологічних потреб тварин; свободу від болю, травм або захворювань – піклування про здоров’я улюбленця, профілактику захворювань, регулярні обстеження ветеринарного лікаря; свободу прояву природної поведінки – надання тварині сприятливих умов, пристосовувань, достатнього місця та компанії для реалізації інстинкту гри та спілкування із собі подібними; свободу від страху і стресу – виключення з життя

тварини подій та відносин, що можуть призвести до погіршення ментального здоров’я тварин (моральних страждань) ([Demchuk et al., 2008; Hrinenko & Miroshnychenko, 2013](#)).

Згідно з твердженням Джона Вебстера, який визначав добробут тварин, відстоюючи основні три умови – жити природним життям, бути здоровим та бути щасливим, собаки в даному розпліднику, власне, й забезпечені добрим буттям. Опис вищесказаного підтверджує добробутні умови утримання, а поведінкові реакції самих підопічних підтверджують це. В ході досліджень собаки поводитись спокійно, природно, грайливо, показуючи свою готовність виконувати всі маніпуляції з боку обслуговуючого персоналу, який їм добре знайомий. Реакція собак на нас, чужих особин із невідомими запахами, голосами та незнайомою поведінкою, підтвердила теорію про соціалізацію собак у даному розпліднику, що допомагає досягти бажаних результатів у процесі ознайомлення тварин з новими звуками, враженнями, оточенням і допомагає їм при звичаїтис до навколишнього світу й почуватися впевнено в незнайомих ситуаціях. Мета соціалізації в тому, щоб улюбленець почував себе комфортно і спокійно у різних життєвих ситуаціях, не спричиняючи клопотів своєму господареві та його оточенню. Соціалізований улюбленець чує і слухається свого власника та нейтрально (адекватно) ставиться до подразників: присутність сторонніх людей, інших тварин, звуків транспорту, галасу натовпу.

Висновки

Утримання собак породи померанський шпіц в умовах приватного розплідника Fluffy Luxury Rom характеризується високим рівнем забезпечення санітарно-гігієнічних вимог в плані підтримання відповідних параметрів мікроклімату приміщень. Встановлено, що показник температури повітря відповідав значенню 17 °C, при швидкості руху повітря 0,15 м/с, відсутності аміаку та коефіцієнті освітленості 1:2. Годівля тварин, здійснюється кормами преміум класу і забезпечує потребу собак даної породи всіма необхідними поживними речовинами, вітамінами, мікро- та макроелементами. У розпліднику дотримуються добробутних принципів, які проявляються в реалізації природних поведінкових реакцій собак різних вікових і фізіологічних груп та дозволяють зробити висновок про їх відповідність і позитивний вплив на організм тварин. Говорячи про реалізацію природних інстинктів, варто наголосити, що цуценята мають можливість задовольнити інстинкт гри, використовуючи спеціальні безпечні гумові іграшки, дорослі ж тварини мають можливість вільно спілкуватись із собі подібними на спеціально облаштованих газонах для виходу.

Перспективи подальших досліджень. Згідно з дослідженнями впливу мікрокліматичних та добробутних умов утримання собак породи померанський шпіц в умовах приватного розплідника Fluffy Luxury Rom виникає потреба подальшої роботи в цьому напрямку – вивчення особливостей умов утримання собак-мам в

період вагітності, оскільки це має вплив на фізичне та ментальне здоров'я майбутнього покоління.

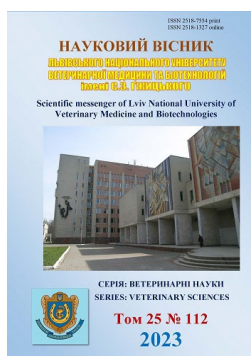
Подяки. Висловлюємо слова вдячності власниці приватного розплідника Fluffy Luxury Pom з розведення померанських шпіців Тетяні Баб'як, яка надала нам можливість вивчити і оцінити рівень дотримання санітарно-гігієнічних норм та вимог добробуту при утриманні цих тварин.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Albanese, F., Malerba, E., Abramo, F., Miragliotta, V., & Fracassi, F. (2014). Deslorelin for the treatment of hair cycle arrest in intact male dogs. *Vet Dermatol*, 25(6), 519–522, DOI: 10.1111/vde.12148.
- Demchuk, M. V., Chornyi, M. V. Zakharenko, M. O., & Vysokos, M. P. (2006). *Hihiena tvaryn: Pidruchnyk. Druhe vydannia. Kharkiv* (in Ukrainian).
- Demchuk, M. V., Kozenko, O. V. ta in. (2008). *Zahalna veterynarna profilaktyka. Dobrobut tvaryn. Lviv* (in Ukrainian).
- Hesse, A., Frick, M., Orzekowsky, H., Failing, K., & Neiger, R. (2018). Canine calcium oxalate urolithiasis: Frequency of Whewellite and Weddellite stones from 1979 to 2015. *Can Vet J*, 59(12), 1305–1310. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30532288>.
- Holovko, I. (2008). Kryminalna vidpovidalnist za zhorstoke povodzhennia z tvarynamy: zarubizhnyi dosvid. *Pidpriemnytstvo, hospodarstvo i pravo*, 6, 128–130 (in Ukrainian).
- Hrinenko, O. O., & Miroshnychenko, M. P. (2013). Formuvannia etychnoho stavlennia do tvaryn: mizhnarodno-pravovyi ta vnutrishnoderzhavnyi aspekty. *Ukr. chasopys mizhnar. prava : nauk.-prakt. zhurn. Spets. vyp.: Mizhnarodnopravovi standarty povodzhennia z tvarynamy ta yikh zakhystu i praktyka Ukrainy*, 12–14 (in Ukrainian).
- Khomyn, N. M., Mysak, A. R., Ihlytskyi, I. I., Prytsak, V. V., Semaniuk, N. V. (2017). Likuvannia sobak za khvorob parodonta. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Veterynarni nauky*, 19(82), 170–174. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnuvmbvn_2017_19_82_37 (in Ukrainian).
- Kozenko, O. V. (2015). *Dobrobut tvaryn» u prohrami navchannia studentiv ta spetsialistiv veterynarnoi medytsyny, biotekhnolohiv. Dobrobut produktyvnykh tvaryn u konteksti harmonizatsii zakonodavstva Ukrainy ta Yevropeiskoho Soiuzu. (Bila Tserkva, 27 lystopada 2015 r.). B. Tserkva, 47–51* (in Ukrainian).
- Kozii, V. I. (2012). *Dobrobut tvaryn (istorychni, naukovy ta normatyvni aspekty). Navchalnyi posibnyk. Bila Tserkva* (in Ukrainian).
- Krempa, N., Kozenko, O., & Chornyi, N. (2020). Hygienic assessment of water quality and its impact on the body of pigs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22(98), 9–15. DOI: 10.32718/nvlvet9802.
- Myronenko, V. P., & Lysniak, Z. Yu. (2017). *Istorychni peredumovy formuvannia kinolohichnoho sportu yak aspekty sotsialnoho rozvytku suspilstva. Naukovyi visnyk budivnytstva*, 88(2), 16–19. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2017_88_2_6 (in Ukrainian).
- Pro ratyfikatsiiu Yevropeiskoi konventsii pro zakhyst domashnikh tvaryn: zakon Ukrainy vid 18.09.2013 № 578-VII [Elektronnyi resurs]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/578-18#Text* (in Ukrainian).
- Seliukov, V. S. (2020). *Perspektyvy udoskonalennia zakonodavstva u sferi kinolohichnoi diialnosti v Ukraini. Pidpriemnytstvo. Hospodarstvo i pravo*, 11, 145–151. DOI: 10.32849/2663-5313/2020.11.26 (in Ukrainian).
- Sereda, O. M. Nedosiekov, V. V., & Polupan, I. M. (2016). *Rol parvovirusnoi infektsii v nozologichnomu profili infektsiinykh khvorob sobak i kotiv u misti Kyievi. Veterynarna biotekhnolohiia*, 28, 254–259. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2016_28_32 (in Ukrainian).
- Sobol, O. M. (2020). *Vykorystannia riznykh typiv hodivli sobak u zviazku z yikh rozmirom ta porodnoiu nalezhnistiu. Suchasni vyklyky i aktualni problemy nauky, osvity ta vyrobnytstva: mizhhaluzevi dysputy : zb. nauk. pr. : materialy V mizh nar. nauk.-prakt. internet-konf. m. Kyiv, 3 chervnia 2020 r. Kyiv*, 301–306 (in Ukrainian).
- Tsarenko, V. I., & Kuprienko, D. A. (2014). *Systema kinolohichnoho zabezpechennia: komponenty ta oznachennia poniattia. Mytna bezpeka*, 2, 4–10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mb_2014_2_3 (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy “Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia” (Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 2006, № 27, st.230)* (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11228
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.7:612.017:591.147

The state of cellular immunity link and steroid hormones in bitches under different conditions of the reproductive system

M. M. Broshkov✉, V. V. Kyrychenko

Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

Article info

Received 12.10.2023
Received in revised form
15.11.2023
Accepted 16.11.2023

Odessa State Agrarian University,
Panteleimonivska Str., 13,
Odesa, 65012, Ukraine.
Tel.: +38-096-534-02-47
E-mail: mr_m_m@ukr.net

Broshkov, M. M., & Kyrychenko, V. V. (2023). The state of cellular immunity link and steroid hormones in bitches under different conditions of the reproductive system. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 175–180. doi: 10.32718/nvlvet11228

The purpose of the conducted study was to establish the correlation between indicators of the cellular immunity link and the concentration of steroid hormones in bitches under different conditions of the reproductive system. 17 crossbred bitches aged from 2 to 5 years were involved in the experiment. They were divided into three groups depending on the state of the reproductive system, namely anestrus, sexual cycle and pyometra. The following immunophysiological indicators were determined in blood plasma: the absolute number of leukocytes, lymphocytes and their immunoregulatory subpopulations, phagocytic activity of neutrophils. The content of progesterone, estradiol, and cortisol was determined in serum. According to the results of the research it was established, that the absolute number of neutrophils, as the most reactogenic cells of the innate link of cellular immunity, was by 0.51 G/L higher in the group of animals with pyometra, than in the group of animals during the sexual cycle, and by 0.84 G/L in bitches in conditions of anestrus. The absolute number of phagocytic active neutrophils in conditions of pyometra was 2.32 ± 0.58 G/L ($P < 0.001$). But as a percentage to the absolute number of neutrophils, this indicator was 66 %. During the sexual cycle, the absolute number of neutrophils capable of phagocytosis was 2.33 ± 0.51 G/L, which is 78 % of the absolute number of all neutrophilic leukocytes. The indicator of the absolute number of lymphocytes was reliably ($P < 0.05$) lower in the group of bitches with pyometra – 1.48 ± 0.35 G/L, which is 0.92 G/L less compared to the group of animals in the anestrus period. Analysis of the absolute number of monocytes showed that this indicator was the same in bitches during the pyometra and anestrus period and was lower by 0.07 G/L during the sexual cycle. The absolute number of B-lymphocytes, as a humoral link of adaptive immunity, in bitches in conditions of anestrus and estrous period was the same and amounted to 0.30 G/L. In the group of bitches with pyometra, a reliably decrease of this indicator by 33 % was established ($P < 0.05$). The population of natural killer (NK) lymphocytes was also the lowest in bitches with pyometra, almost twice as compared to animals during the sexual cycle. Conducted research on determining the absolute quantitative indicators of the cellular immunity link showed their dependence on the functional state of the reproductive system. It was established that the absolute number of neutrophils in pyometra was higher than in animals in anestrus, but at the same time their relative number capable to phagocytosis was the lowest. In conditions of pyometra the lowest number of lymphocytes and their main subpopulations was observed.

Key words: phagocytosis of neutrophils, sexual cycle, progesterone, estradiol, pyometra.

Стан клітинної ланки імунітету та вміст стероїдних гормонів у сук за різного стану репродуктивної системи

М. М. Брошков✉, В. В. Кириченко

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Проведені дослідження мали на меті встановлення кореляції між показниками клітинної ланки імунітету та концентрацією стероїдних гормонів у сук за різного стану репродуктивної системи. В дослід залучили 17 помісних сук віком від 2 до 5 років, які були розділені на три групи залежно від стану репродуктивної системи, а саме за анеструсу, статевого циклу та піометри. В плазмі крові визначали наступні імунофізіологічні показники: абсолютну кількість лейкоцитів, лімфоцитів та їх імунорегуляторні субпопуляції, фагоцитарну активність нейтрофілів. В сироватці визначали вміст прогестерону, естрадіолу та кортизолу. За результатами проведених досліджень встановлено, що абсолютна кількість нейтрофілів, як найбільш реактогенних клітин вродженої ланки клітинного імунітету, в групі тварин з піометрою була більшою на $0,51 \text{ Г/л}$, ніж в групі тварин за статевого циклу та на $0,84 \text{ Г/л}$ у сук в анеструсі. Абсолютна кількість фагоцитарно активних нейтрофілів за піометри становила $2,32 \pm 0,58 \text{ Г/л}$ ($P < 0,001$), але у відсотковому відношенні до абсолютної кількості нейтрофілів цей показник становив 66 %. За статевого циклу абсолютна кількість нейтрофілів, здатних до фагоцитозу складала $2,33 \pm 0,51 \text{ Г/л}$, що становить 78 % від абсолютної кількості усіх нейтрофільних лейкоцитів. Показник абсолютної кількості лімфоцитів був достовірно ($P < 0,05$) меншим в групі сук з піометрою і становив $1,48 \pm 0,35 \text{ Г/л}$, що на $0,92 \text{ Г/л}$ менше в порівнянні з групою тварин в анестральний період. Аналіз абсолютної кількості моноцитів показав, що цей показник був однаковим у сук за піометри та у анестральний період і на $0,07 \text{ Г/л}$ був менший під час статевого циклу. Абсолютна кількість В-лімфоцитів, як гуморальної ланки адаптивного імунітету, у сук в анестральний та естральний період була однаковою і становила $0,30 \text{ Г/л}$. В групі сук за піометри встановлено достовірне зменшення цього показника на 33 % ($P < 0,05$). Популяція природних кілерних (NK) лімфоцитів також була найменшою у сук за піометри – майже вдвічі порівняно з тваринами в період статевого циклу. Проведені дослідження з визначення абсолютних кількісних показників клітинної ланки імунітету показали їх залежність від функціонального стану репродуктивної системи. Встановлено, що за піометри абсолютна кількість нейтрофілів була більшою, ніж у тварин в анеструсі, але при цьому їх відносна кількість, здатних до фагоцитозу, була найменшою. За піометри встановлена найменша кількість лімфоцитів та їх основних субпопуляцій.

Ключові слова: фагоцитоз нейтрофілів, статевий цикл, прогестерон, естрадіол, піометра

Вступ

Протягом життя собаки імунна система повинна адаптуватися до різних фізіологічних умов, забезпечуючи ретельний і контрольований нагляд та захист (Pereira et al., 2019). Статевий цикл змінює гомеостаз, що потребує балансу між імунною та ендокринною системами. Імунна система дуже сприйнятлива до ендокринних сигналів завдяки експресії рецепторів гормонів на імунних клітинах. Вплив цього перехресного зв'язку між імунною і ендокринною системами та відповідних імунних реакцій стає чітко очевидним при оцінці імунітету (Stelzer & Arck, 2016). У домашнього собаки репродуктивний цикл відрізняється від інших домашніх ссавців (Tavares Pereira et al., 2022). Імунні реакції важливі на всіх етапах становлення репродуктивної системи тварин і мають регулюючу дію в різні періоди їх репродуктивної здатності (Wira et al., 2015).

Основна увага дослідників приділяється стероїдним гормонам (естрогени, прогестерон, тестостерон, глюкокортикоїди (ГК), оскільки дія цих гормонів на сьогоднішній день найкраще вивчена. Варто зазначити, що імунна модуляція гормонами, відповідальними за ріст і метаболізм (наприклад, інсулін (Shu et al., 2012), лептин (Procaccini et al., 2015), тиреоїдні гормони (De vito et al., 2011)), баланс рідини та електролітів (наприклад, вазопресин і стероїдний гормон альдостерон (Lastra & Sowers 2013), а також норадреналін і адреналін (Marino & Cosentino 2013) також можуть впливати на імунітет. Гормони прогестерон і 17β -естрадіол мають імуномодулюючі властивості, впливаючи на деякі імунні клітини та на синтез цитокінів (Schumacher et al., 2014).

Стероїдні гормони зв'язуються зі специфічними гормональними рецепторами (ядерними або мембранними) і індукують як геномні, так і негеномні дії в тканинних і циркулюючих імунних клітинах (Bellavance & Rivest, 2014). Низький рівень естрогену стимулює клітини вродженої імунної відповіді (Rettew et al., 2008). І навпаки, високі концентрації естрогенів сприяють пригніченню прозапальних вроджених функцій (Hao et al., 2007) і пригнічують ефективну презентацію антигену дендритних клітин (ДК). Вважається, що коливання рівнів естрогенів і прогестерону під час естрального циклу та пов'язані з цим зміни в імунній функції впливають на реакцію на патогенні мікроорганізми слизової оболонки. Дослідження, проведені на мишах, виявили знижений захист від бактеріальної інфекції в статевих шляхах у відповідь на прогестерон (Kaushic et al., 1998).

Отже, дослідження механізмів взаємодії між імунною і ендокринною системою під час статевого циклу, анестрального періоду та за умов дисфункцій (як критичних періодів онтогенезу), є актуальним науковим напрямком, що дозволить встановити прогностичні біомаркери порушення імунного контролю в репродуктивній системі і розробити методи імунокорекції, які дозволять упереджати прояв дисфункцій в репродуктивній системі сук.

Отже, дослідження механізмів взаємодії між імунною і ендокринною системою під час статевого циклу, анестрального періоду та за умов дисфункцій (як критичних періодів онтогенезу), є актуальним науковим напрямком, що дозволить встановити прогностичні біомаркери порушення імунного контролю в репродуктивній системі і розробити методи імунокорекції, які дозволять упереджати прояв дисфункцій в репродуктивній системі сук.

Мета дослідження

Метою досліджень є встановлення кореляції між показниками клітинної ланки імунітету та концентрацією стероїдних гормонів у сук за різного стану репродуктивної системи.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на 17 помісних суках віком від 2 до 5 років, які були розділені на три групи: перша група (7 сук) – тварини, які знаходилися в стані еструсу; друга група (5 сук) – тварини в анестральному періоді; третя група (5 сук) – тварини, у яких діагностовано піометру. У тварин відбирали кров з ліктьової вени (натщесерце) у вакуумні пробірки Vacutest® (Італія) з ЕДТА та "Епіндорф", одноразово в день звернення до клініки їх власників. В плазмі крові визначали наступні імунофізіологічні показники: абсолютну кількість лейкоцитів, лімфоцитів та їх імунорегуляторні субпопуляції, фагоцитарну активність нейтрофілів. Реакцію щодо визначення фагоцитарної активності нейтрофілів проводили в 96-

коміркових планшетах для імунологічних реакцій з комірками місткістю 0,2 мл та круглим дном. Тест на фагоцитоз з додаванням 0,06 мл 0,1 % суспензії клітин пекарських дріжджів, що попередньо вбиті нагріванням. У препаратах підраховували кількість фагоцитуючих нейтрофілів на 50 нейтрофілів. За фагоцитуючу вважали клітину – нейтрофіл, що поглинув 1 та більше дріжджову клітину. Визначення відносної кількості лейкоцитів, нейтрофілів, моноцитів та лімфоцитів проводили за допомогою гематологічного аналізатора BC-2800Vet фірми MINDRAY. Клітини підраховувались і вимірялись імідансним методом. Цей метод заснований на визначенні електричного опору, який виникає при проходженні часток крізь апертуру. Визначення абсолютної кількості Т- та В-лімфоцитів проводили методом розеткоутворення з еритроцитами барана в якості маркерів. Кількість кілерних клітин підраховували за допомогою універсального методу морфологічного дослідження формених елементів крові. Абсолютну кількість лімфоцитів в 1 мкл крові визначали шляхом відсоткового підрахунку великих широкоплазменних лімфоцитів (з азурофільною зернистістю) із загальної кількості лімфоцитів. Підрахунок проводили з використанням імерсійної олії та імерсійного об'єктиву (окуляр $\times 15$, об'єктив $\times 90$).

Частину крові, в пробірках “Епіндорф” центрифугували при 1500 об/хв для отримання сироватки. В

сироватці визначали вміст прогестерону, естрадіолу, кортизолу. Дослідження сироватки крові виконували на мікропланшетному фотометрі Multiskan FC (Thermo Scientific, Нідерланди) методом конкурентного твердофазного імуноферментного аналізу з використанням тест-систем фірми ХЕМА (Україна).

Результати досліджень

Імунна система розпізнає чужорідні мікроорганізми та внутрішні зміни, які призводять до порушення функцій клітин і тканин, і протистоїть їм. Протягом життя собаки імунна система повинна адаптуватися до різних фізіологічних умов, забезпечуючи ретельний і контрольований нагляд і захист.

У таблиці 1 наведені показники клітинної ланки імунітету за різного функціонального стану. Порівнюючи абсолютну кількість лейкоцитів встановлено, що за анеструсу цей показник становив $5,86 \pm 0,89$ Г/л в порівнянні з $5,43 \pm 1,53$ Г/л в період статевої охоти та $5,68 \pm 0,08$ Г/л – за піометри. Абсолютна кількість нейтрофілів, як найбільш реактогенних клітини вродженої ланки клітинного імунітету, мала інакшу тенденцію, і в групі тварин з піометрою цей показник був більшим на 0,51 Г/л, ніж в групі тварин за статевого циклу, та на 0,84 Г/л, ніж у сук за анестрального періоду.

Таблиця 1

Показники абсолютної кількості лейкоцитів, лімфоцитів, моноцитів, нейтрофілів та їх фагоцитарної активності в крові сук залежно від функціонального стану репродуктивної системи ($n = 17$, $M \pm m$)

Досліджувані показники (абсолютна кількість), Г/л	Функціональний стан репродуктивної системи		
	Анестральний період ($n = 7$)	Стан статевої охоти ($n = 5$)	Стан піометри ($n = 5$)
Лейкоцити	$5,86 \pm 0,89$	$5,43 \pm 1,53$	$5,68 \pm 0,08$
Нейтрофіли	$2,67 \pm 1,10$	$3,00 \pm 0,44$	$3,51 \pm 0,32$
Лімфоцити	$2,40 \pm 0,54$	$2,11 \pm 0,62$	$1,48 \pm 0,35^*$
Моноцити	$0,40 \pm 0,07$	$0,33 \pm 0,23$	$0,40 \pm 0,01^{**}$
Фагоцитоз нейтрофілів	$2,02 \pm 0,61$	$2,33 \pm 0,51$	$2,32 \pm 0,58^{**}$

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,001$, порівняння з групою в анестральний період

При цьому слід вказати на той факт, що не зважаючи на більшу абсолютну кількість нейтрофілів у сук за піометри, відносна (відсоткова) їх кількість здатних до фагоцитозу була найменшою. Так, абсолютна кількість фагоцитарно активних нейтрофілів за піометри становила $2,32 \pm 0,58$ Г/л ($P < 0,001$), але у відсотковому відношенні до абсолютної кількості нейтрофілів цей показник становив 66 %. За статевого циклу абсолютна кількість нейтрофілів, здатних до фагоцитозу, складала $2,33 \pm 0,51$ Г/л, що становить 78 % від абсолютної кількості усіх нейтрофільних лейкоцитів. За анеструсу абсолютний показник фагоцитозу був найменшим в порівнянні з іншими групами тварин – $2,02 \pm 0,61$ Г/л, що складає 76 % від абсолютної кількості нейтрофілів.

Показник абсолютної кількості лімфоцитів був достовірно ($P < 0,05$) меншим в групі сук з піометрою і становив $1,48 \pm 0,35$ Г/л, що на 0,92 Г/л менше в порівнянні з групою тварин в анестральний період. Аналіз

абсолютної кількості моноцитів показав, що цей показник був однаковим у сук за піометри та в анестральний період і був на 0,07 Г/л меншим під час статевого циклу.

Окрім абсолютної кількості лейкоцитів та їх основних гранулярних та агранулярних видів, була досліджена і абсолютна кількість регуляторних субпопуляцій лімфоцитів (табл. 2).

Дослідженнями встановлено, що за піометри абсолютна кількість Т-лімфоцитів, як основної ланки адаптивного клітинного імунітету, була достовірно ($P < 0,05$) в 1,67 рази меншою, ніж у сук в анестральний період і в 1,54 рази меншою, ніж у сук під час статевої охоти. Така тенденція встановлена і при визначенні абсолютної кількості субпопуляцій Т-хелперів та Т-супресорів. Більш виражена імуносупресія за піометри в порівнянні з групою тварин в анестральний період встановлена відносно Т-хелперів (зменшення на 42 %), ніж відносно Т-супресорів (зменшення на 32 %).

Таблиця 2

Показники абсолютної кількості Т- та В-лімфоцитів, NK-лімфоцитів крові сук залежно від функціонального стану репродуктивної системи (n = 17, M ± m)

Досліджувані показники (абсолютна кількість), Г/л	Функціональний стан репродуктивної системи		
	Анестральний період (n = 7)	Стан статевої охоти (n = 5)	Стан піометри (n = 5)
Т-лімфоцити	1,42 ± 0,30	1,31 ± 0,35	0,85 ± 0,14*
Т-хелпери	1,11 ± 0,26	0,98 ± 0,26	0,65 ± 0,12*
Т-супресори	0,28 ± 0,04	0,26 ± 0,05	0,19 ± 0,04*
В-лімфоцити	0,30 ± 0,04	0,30 ± 0,06	0,20 ± 0,03*
NK-лімфоцити	0,28 ± 0,04	0,33 ± 0,05	0,17 ± 0,02**
Імунорегуляторний індекс	4,08 ± 0,37	3,85 ± 0,29	3,00 ± 0,58**

Примітка: * – P < 0,05; ** – P < 0,001, порівняння з групою в анестральний період

Абсолютна кількість В-лімфоцитів, як гуморальної ланки адаптивного імунітету, у сук в анестральний та естральний період була однаковою і становила 0,30 Г/л. В групі сук за піометри встановлено достовірне зменшення цього показника на 33 % (P < 0,05). Популяція природних кілерних (NK) лімфоцитів також була найменшою у сук за піометри, майже вдвічі в порівнянні з тваринами в період статевого циклу.

Проведені дослідження щодо визначення абсолютних кількісних показників клітинної ланки імунітету показали їх залежність від функціонального стану

репродуктивної системи. Встановлено, що за піометри абсолютна кількість нейтрофілів була більшою, ніж у тварин в анестральний період, але при цьому їх відносна кількість, здатних до фагоцитозу, була найменшою. За піометри встановлена найменша кількість лімфоцитів та їх основних субпопуляцій.

Результати досліджень вмісту статевих стероїдних гормонів, кортизолу та трийодтироніну у сироватці крові за різного функціонального стану репродуктивної системи наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Вміст прогестерону, естрадіолу, кортизолу та трийодтироніну у сук за різного функціонального стану репродуктивної системи

Досліджувані показники, нмоль/л	Референтні значення	Функціональний стан репродуктивної системи		
		Анестральний період (n = 7)	Стан статевої охоти (n = 5)	Стан піометри (n = 5)
Прогестерон	анеструс – <0,5–6; лютеїнова фаза – 10–80; овуляція – 25–60; вагітні – >1500	2,24 ± 0,64	14,6 ± 3,05**	33,1 ± 6,24*
Естрадіол	<0,73 – анеструс; 0,73–2,2 – проеструс; еструс > 2,2	0,57 ± 0,12	2,34 ± 0,11*	5,2 ± 0,75*
Кортизол	25–250	287,43 ± 42,18	280,40 ± 40,07	685,8 ± 108,06*
Трийодтиронін	0,5–2,8	1,66 ± 0,27	6,3 ± 1,14*	15,92 ± 0,72*

Примітка: * – P < 0,05; ** – P < 0,001, порівняння з групою в анестральний період

Встановлено, що за піометри у сук вищий вміст усіх досліджуваних гормональних показників порівняно з групами собак в анестральний період та за статевого циклу. Так, вміст прогестерону в сироватці крові за піометри в середньому в 2,3 рази був більшим, ніж за статевого циклу. Вміст кортизолу мав практично однакову концентрацію в групі тварин в анестральному періоді та за статевого циклу, при цьому за піометри він вищий в 2,45 рази (P < 0,05) порівняно з суками, що знаходились в статевій охоті. Для вивчення залежності між станом репродуктивної системи і функціональною активністю щитоподібної залози, проведені дослідження вмісту трийодтироніну. Виходячи із загальних для організму референтних значень, концентрація цього гормону за піометри (15,92 ± 0,72 нмоль/л) була достатньо високою (P < 0,05). Така концентрація в 9,6 разів більша, ніж в середньому у сук в період статевої охоти та в 2,5 разів вища за відповідний показник в анестральний період.

Проведені дослідження визначення абсолютних кількісних показників клітинної ланки імунітету показали їх залежність від функціонального стану репродуктивної системи. Встановлено, що за піометри абсолютна кількість нейтрофілів була більшою, ніж у тварин в анеструсі, але при цьому їх відносна кількість, здатних до фагоцитозу, була найменшою. За піометри встановлена найменша кількість лімфоцитів та їх основних субпопуляцій та найвища концентрація в сироватці крові статевих стероїдних гормонів, кортизолу та трийодтироніну.

Обговорення

Зміна гомеостазу під впливом імунної та ендокринної системи є невідворотним процесом за статевого циклу у самок тварин. Між імунною та ендокринною системою існує рецепторно опосередкований зв'язок за принципом позитивного та негативного

зворотного зв'язку, що дозволяє сформувати баланс між цими системами (Stelzer & Arck, 2016). У наших дослідженнях встановлена знижена активність до фагоцитозу за піометри, іншими дослідниками цей факт пов'язується, з можливим сприянням вищій захворюваності на дисфункцію, у другій половині лютеїнової фази (Holst et al., 2013). Також в групі сук за піометри концентрація в сироватці крові прогестерону, естрадіолу, кортизолу та трийотироніну була вищою, ніж у тварин в інших групах, що ймовірно пов'язано з інтенсивною експресією імунокомпетентними клітинами біологічних молекул та рецепторів для посилення імунологічного захисту під час дисфункцій. Той факт, що майже всі імунні клітини експресують рецептори естрогену та прогестерону (що забезпечує гормональну імуномодуляцію та інтеграцію імунної, ендокринної та репродуктивної систем) показано і в інших дослідженнях (Dressing et al., 2011; Kovats, 2015). На сьогодні немає чіткої визначеності щодо впливу статевих стероїдів на популяцію Т-лімфоцитів (Collins et al., 2022). Нашими даними також не встановлено чіткої закономірності щодо кількісних показників Т-лімфоцитів та їх імунорегуляторних субпопуляцій в естральний та анестральний періоди. При цьому, виражена імуносупресія за піометри, хоча імунорегуляторний індекс (Th1/Th2) є оптимальним і дорівнює $3,00 \pm 0,58$. Ці дані вказують про те, що баланс Th1/Th2 має вирішальне значення для імплантації та успішної вагітності на ранніх термінах, а естроген і прогестерон можуть регулювати цей баланс. Це припущення збігається з думкою інших авторів (Lan et al., 2021). Одним з цікавих результатів цього дослідження був встановлений високий вміст кортизолу у сук за піометри, що показує стресорний вплив дисфункцій на організм та може бути пов'язаний з біллу, а, можливо, і додатковим психологічним впливом за умов ветеринарної клініки. В деяких дослідженнях кортизол запропонований у якості індикатора стресу, пов'язаного з біллу (Koh et al., 2014). Дані що вмісту трийотироніну в сироватці крові у сук більшістю дослідженнями представлені за умов вагітності та за оцінки функціональної активності самої щитоподібної залози (Miller et al., 1992; Thuróczy et al., 2016; Thuróczy et al., 2017). В наших дослідженнях збільшення кількості трийотироніну у сук за піометри імовірно слід пояснити підвищенням мобілізаційних функцій організму за запальної реакції і пов'язаним з цим білковим синтезом. Це припущення підтверджується і іншими дослідниками (Montague et al., 2022).

Наші дослідження мали певні обмеження в кількості дослідних тварин та впливу нейролептоанальгетичних засобів, які застосовувалися під час проведення обстеження та овариогістеректомії.

Висновки

1. За піометри абсолютна кількість Т-лімфоцитів, як основної ланки адаптивного клітинного імунітету, була достовірно ($P < 0,05$) в 1,67 рази меншою, ніж у сук в анестральний період і в 1,54 рази меншою, ніж у сук під час статевої охоти.

2. Доведено, що імуносупресія за піометри, більш виражена відносно до Т-хелперних (зменшення на 42 %), ніж до Т-супресорних лімфоцитів (зменшення на 32 %), порівняно з абсолютною кількістю цих клітин в групі тварин, які знаходились в анестральному періоді.

3. Встановлено, що за піометри у сук вміст кортизолу збільшується в 2,45 рази ($P < 0,05$) порівняно з суками, що знаходились в статевій охоті, а кількість нейтрофілів, здатних до фагоцитозу становила 66 % від загальної абсолютної кількості, в той час як за статевого циклу – 78 %.

Перспективи подальших досліджень. Потребує подальшого вивчення і “пейзаж” мікроорганізмів, які персистують в порожнині матки, і вміст додаткових гуморальних факторів імунного захисту, що дозволить встановити біомаркери розвитку дисфункцій в репродуктивній системі сук.

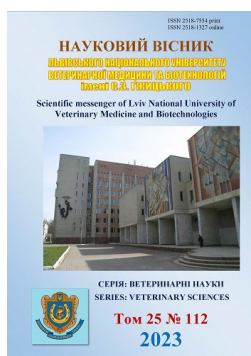
Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів у даній роботі.

References

- Bellavance, M. A., & Rivest, S. (2014). The HPA – Immune Axis and the Immunomodulatory Actions of Glucocorticoids in the Brain. *Frontiers in immunology*, 5, 136. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00136.
- Collins, M. K., McCutcheon, C. R., & Petroff, M. G. (2022). Impact of Estrogen and Progesterone on Immune Cells and Host-Pathogen Interactions in the Lower Female Reproductive Tract. *Journal of immunology* (Baltimore, Md.: 1950), 209(8), 1437–1449. DOI: 10.4049/jimmunol.2200454.
- De Vito, P., Incerpi, S., Pedersen, J. Z., Luly, P., Davis, F. B., & Davis, P. J. (2011). Thyroid hormones as modulators of immune activities at the cellular level. *Thyroid: official journal of the American Thyroid Association*, 21(8), 879–890. DOI: 10.1089/thy.2010.0429.
- Dressing, G. E., Goldberg, J. E., Charles, N. J., Schwertfeger, K. L., & Lange, C. A. (2011). Membrane progesterone receptor expression in mammalian tissues: a review of regulation and physiological implications. *Steroids*, 76(1-2), 11–17. DOI: 10.1016/j.steroids.2010.09.006.
- Hao, S., Zhao, J., Zhou, J., Zhao, S., Hu, Y., & Hou, Y. (2007). Modulation of 17beta-estradiol on the number and cytotoxicity of NK cells in vivo related to MCM and activating receptors. *International immunopharmacology*, 7(13), 1765–1775. DOI: 10.1016/j.intimp.2007.09.017.
- Holst, B. S., Gustavsson, M. H., Lilliehöök, I., Morrison, D., & Johannisson, A. (2013). Leucocyte phagocytosis during the luteal phase in bitches. *Veterinary immunology and immunopathology*, 153(1-2), 77–82. DOI: 10.1016/j.vetimm.2013.02.005.
- Kaushic, C., Murdin, A. D., Underdown, B. J., & Wira, C. R. (1998). Chlamydia trachomatis infection in the female reproductive tract of the rat: influence of progesterone on infectivity and immune response. *Infection and immunity*, 66(3), 893–898. DOI: 10.1128/IAI.66.3.893-898.1998.

- Koh, D., Ng, V., & Naing, L. (2014). Alpha amylase as a salivary biomarker of acute stress of venepuncture from periodic medical examinations. *Frontiers in public health*, 2, 121. DOI: 10.3389/fpubh.2014.00121
- Kovats, S. (2015). Estrogen receptors regulate innate immune cells and signaling pathways. *Cellular immunology*, 294(2), 63–69. DOI: 10.1016/j.cellimm.2015.01.018.
- Lan, Y., Li, Y., Yang, X., Lei, L., Liang, Y., & Wang, S. (2021). Progesterone-induced blocking factor-mediated Th1/Th2 balance correlates with fetal arrest in women who underwent in vitro fertilization and embryo transfer. *Clinical immunology (Orlando, Fla.)*, 232, 108858. DOI: 10.1016/j.clim.2021.108858.
- Lastra, G., & Sowers, J. R. (2013). Obesity and cardiovascular disease: role of adipose tissue, inflammation, and the renin-angiotensin-aldosterone system. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 15(2), 49–57. DOI: 10.1515/hmbci-2013-0025.
- Marino, F., & Cosentino, M. (2013). Adrenergic modulation of immune cells: an update. *Amino acids*, 45(1), 55–71. DOI: 10.1007/s00726-011-1186-6.
- Miller, A. B., Nelson, R. W., Scott-Moncrieff, J. C., Neal, L., & Bottoms, G. D. (1992). Serial thyroid hormone concentrations in healthy euthyroid dogs, dogs with hypothyroidism, and euthyroid dogs with atopic dermatitis. *The British veterinary journal*, 148(5), 451–458. DOI: 10.1016/0007-1935(92)90032-V.
- Montague, B., Summers, A., Bhawal, R., Anderson, E. T., Kraus-Malett, S., Zhang, S., & Goggs, R. (2022). Identifying potential biomarkers and therapeutic targets for dogs with sepsis using metabolomics and lipidomics analyses. *PloS one*, 17(7), e0271137. DOI: 10.1371/journal.pone.0271137.
- Pereira, M., Valério-Bolas, A., Saraiva-Marques, C., Alexandre-Pires, G., Pereira da Fonseca, I., & Santos-Gomes, G. (2019). Development of Dog Immune System: From in Uterus to Elderly. *Veterinary sciences*, 6(4), 83. DOI: 10.3390/vetsci6040083.
- Procaccini, C., Pucino, V., Mantzoros, C. S., & Matarese, G. (2015). Leptin in autoimmune diseases. *Metabolism: clinical and experimental*, 64(1), 92–104. DOI: 10.1016/j.metabol.2014.10.014.
- Rettew, J. A., Huet-Hudson, Y. M., & Marriott, I. (2008). Testosterone reduces macrophage expression in the mouse of toll-like receptor 4, a trigger for inflammation and innate immunity. *Biology of reproduction*, 78(3), 432–437. DOI: 10.1095/biolreprod.107.063545.
- Schumacher, A., Costa, S. D., & Zenclussen, A. C. (2014). Endocrine factors modulating immune responses in pregnancy. *Frontiers in immunology*, 5, 196. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00196.
- Shu, C. J., Benoist, C., & Mathis, D. (2012). The immune system's involvement in obesity-driven type 2 diabetes. *Seminars in immunology*, 24(6), 436–442. DOI: 10.1016/j.smim.2012.12.001.
- Stelzer, I. A., & Arck, P. C. (2016). Immunity and the Endocrine System. *Encyclopedia of Immunobiology*, 5, 73–85. DOI: 10.1016/B978-0-12-374279-7.19001-0.
- Tavares Pereira, M., Papa, P., Reichler, I. M., Aslan, S., & Kowalewski, M. P. (2022). Luteal expression of factors involved in the metabolism and sensitivity to oestrogens in the dog during pregnancy and in non-pregnant cycle. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 57(1), 86–97. DOI: 10.1111/rda.14032.
- Thuróczy, J., Müller, L., Kollár, E., & Balogh, L. (2016). Thyroxine and progesterone concentrations in pregnant, nonpregnant bitches, and bitches during abortion. *Theriogenology*, 85(6), 1186–1191. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2015.11.035.
- Thuróczy, J., Szilágyi, J., Müller, L., & Balogh, L. (2017). Development of the independent function of fetal thyroid glands in the dog in connection with iodothyronine concentrations in pregnant bitches, fetal fluids, and fetal serum. *Domestic animal endocrinology*, 58, 14–18. DOI: 10.1016/j.domaniend.2016.07.004
- Wira, C. R., Rodriguez-Garcia, M., Patel, M. V., Biswas, N., & Fahey, J. V. (2015). Endocrine regulation of the mucosal immune system in the female reproductive tract. In *Mucosal Immunology*, 2, 2141–2156. DOI: 10.1016/B978-0-12-415847-4.00110-5.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11229
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:339.9:615.453.8:636.4

Features of the functioning of the natural defense mechanisms of piglets under the influence of immunotropic substances

D. M. Masiuk[✉], V. S. Nedzvetsky, A. V. Kokariev

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Article info

Received 16.10.2023
Received in revised form
16.11.2023
Accepted 17.11.2023

*Dnipro State Agrarian
and Economic University,
Serhiya Yefremova Str., 25,
Dnipro, 49000, Ukraine.
Tel.: +38-050-636-62-37
E-mail: dimasiuk@gmail.com*

Masiuk, D. M., Nedzvetsky, V. S., & Kokariev, A. V. (2023). Features of the functioning of the natural defense mechanisms of piglets under the influence of immunotropic substances. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 181–192. doi: 10.32718/nvlvet11229

The number of studies related to detailed characteristics of immune system development in early stages of ontogenesis are directed to expansion of concepts of mechanisms of inherent and adaptive immunity in premature newborns. However, discrepancy in publication data and absence of clear conceptions about unique features of immune system in newborn piglets for different gestation periods have significant actuality for further investigation. The study was carried out to establish characteristics of phenotypic and functional characteristics of the immune cells and establishment of adaptive immunity in piglets. The antibody repertoire of sow has interested immunologists for decades, in part because of the ease with which large quantities of high affinity antibodies can be observed in serum, and into other fluids because of the presence of genetic variants for both light and heavy chain of all known immunoglobulin types. The integrative analysis of the cellular and humoral immunity in piglets during early ontogenesis carried out to clarify the exact mechanisms of the immune response modulation. Effectiveness and selectivity of the immunotropic chemicals application to regulate immune cell populations in piglets is presented. The progress in immune cell populations is regulated by the various cytokines production in the universal concentration-dependent manner. Furthermore, the development of the immune functions cross reacts with innate immunity mechanisms including anti-bacterial enzymes, epithelial barrier integrity in the both skin and intestine. The interaction between multiple components of innate immunity is a critic initiator of the dynamic changes in adaptive immunity. The natural resistance targets to the establishment of infection root and delays disease progression. The duration of the exposure to colostrum in important role in the dynamics of immune response as well as its efficacy. The chapter discusses the plural mechanisms so far proposed to be responsible for the modulation natural resistance.

Key words: piglets, immune system, immunocorrection, colostral immunity, immune cells.

Introduction

Non-specific protection of the most of animal species is represented by various proteins and peptides (Lipsit et al., 2022). They are present in the various biological fluids and circulate in the blood of animals in the significant amount to maintain the homeostasis (Law et al., 2017). These factors have antimicrobial properties or have the ability to activate other humoral and cellular immune defense mechanisms (Navarro et al., 2021).

Immunoglobulins, namely antibodies, are the group of soluble glycoproteins that persist in peripheral blood and biological fluids (Vodolazska et al., 2023). They have the ability to interact with antigens and thus cause neutralization of the latter (Du et al., 2023; Wang et al., 2023). This

specific recognizing is accompanied by the antigen-antibody immune complex formation, which circulate in the blood for a while (Park et al., 2023).

The main source of immunoglobulins in newborn piglets is the colostrum (Le Floch et al., 2022; Innamma et al., 2023). Colostrum is the main factor in the newborn piglet protection, as it contains a large number of immune and biologically active substances that maintain piglet health beginning with the first colostrum consuming (Maciag et al., 2022). This result in the formation of both general and local colostral immunity, which level depends on the immune proteins concentration in colostrum (Merlot et al., 2019). Colostral immunity has an important impact to maintain the health, the viability, as well as the safety of piglets first week of life (Farmer & Edwards,

2022; Baxter et al., 2023). In this review, we discuss the anatomy and physiology of lactation, the immune functions of components provided to neonatal swine in mammary secretion, the importance of maternal immunity in the prevention and control of significant pathogens.

Physiological aspects of humoral immunity mechanisms mounting in early ontogenesis piglets. After birth, piglet has the potential ability for the functional restructuring of various systems and organs (Abrao Trad et al., 2023). This period is called the neonatal period. For pigs, it lasts about three weeks. Its end coincides with the ability to secrete hydrochloric acid by the glandular cells of the piglet's stomach (Vodolazska et al., 2023; Yao et al., 2023). At the same time, the newborn organism's physiological systems are in a state of unstable equilibrium. Its violation can lead to various diseases (Cheng et al., 2023). A certain dependence of piglet safety in the suckling period on the total protein and immunoglobulin levels in their blood serum has been determined (Hao et al., 2021; Chen et al., 2022).

The weight of piglets after birth is related to the mortality rate in the neonatal period (Charneca et al., 2023; Romero et al., 2023). The piglets with a body weight of 1.4 kg on average during the suckling period have a mortality rate of 8 %. Whereas the mortality rate of piglets with a body weight of 1.0 kg reaches 20 % (Harper & Bunter, 2023). This dependency is associated with differences in viability and with varying placental nutrient supply or endocrine differences in uterine conditions (Schoos et al., 2023). Therefore, the neonatal period is essential for the postnatal formation and animal development. Immediately after birth, newborn animals remain in the late fetal period for some time. During the same period, which coincides with the neonatal period and lasts 12–14-day, prenatal structures of the body, including components of the immune system, are transformed into newborns. This is indicated by dynamic changes in the haematopoiesis and immunopoiesis structures and blood components (Pieper et al., 2016; Le Huërou-Luron et al., 2018; Schlosser-Brandenburg et al., 2021). Leukocyte number, their phagocytic activity and the content of protein fractions in piglets before colostrum consumption are similar to the values of these parameters in pig fetuses of the late fetal period. In 4–6 hours after birth, the piglets' blood shows an increase of active microphages, phagocytic number, phagocytic capacity, albumin and γ -globulin content by more than 50 % (Forner et al., 2021; Inoue & Tsukahara, 2021).

Biochemical blood characteristics in piglets before colostrum consumption differ in the large range from those in animals on the first day of life (Ayala et al., 2023). The level of total protein, including the fraction of γ -globulins, glucose, bilirubin, increases, the activity of the enzymes ALT, GGT and LDH increases, and the amount of albumin, urea and alkaline phosphatase activity decreases.

Another factor indicating the immaturity of the newborn piglet immune system is the low bactericidal and lysozyme activity level in the blood serum (Huang et al., 2018; Qi et al., 2020). The early piglet development period is characterized by low natural resistance levels of the organism. Under these conditions, the blood serum bactericidal activity is in the range of 40.9 ± 1.90 %, the neu-

trophil phagocytic activity is 21.0 ± 0.84 %, and the phagocytic index is up to 1.0 ± 0.09 % (Kokariiev & Masiuk, 2017). This is due to the haemopoietic organs immaturity. They produce young forms of leukocytes with a low phagocytosis capacity.

Physiological aspects of cellular immunity mechanisms mounting in early ontogenesis piglets. Morphological changes in the tissue structure of the spleen and thymus in early postnatal piglets are associated with their adaptive functional rate during the first three weeks of piglet life. They are characterized by an increase in the lymphoid tissue percentage (Dai et al., 2017; Ding et al., 2021). Before birth, the piglet lymph nodes only form a full range of morphological markers of immunocompetence in every tissue and cell type. Their functional development begins after birth and continues until the end of the lactation period (Zhang et al., 2019). In the late fetal and early neonatal periods, there is an increase in the absolute weight of the thymus, including its cortical zone, and an increase in the number of thymic bodies in the cerebral zone (Dai et al., 2017). At the moment of birth, the thymus cortical zone occupies about 80 % of the whole organ weight and contains about 95 % of all thymocytes. Meanwhile, in the cerebral thymus layer, single T-lymphocytes and Hassel bodies are detected. Their number increases rapidly in piglets on the second day of life. This is associated with the newborn immune system's response to antigens. Thymus involution in piglets begins during puberty (Ujčič-Vrhovnik et al., 2020). In one-day-old piglets, the number of T-lymphocytes in the thymus is about 78 %, on day 5 of life its level decreases to 55 % and remains at this level for 2 months. The newborn piglet thymus also contains B lymphocytes, but their number does not exceed 4 % (Ito et al., 2014; Dong et al., 2015). Also, many lymphoid nodules are created in the lymph nodes and spleen during proliferation immune cells. It reflects the potential to initiate the response against various antigens. This is confirmed by the intensive lymphoid tissue development in the tonsils, spleen, feather plaques, etc. In piglets of 2-week-old, secondary follicles appear in many lymph nodes. Starting from 3–4-week, plasma cells are found in the bone marrow (Sinkora & Butler, 2016).

The spleen parenchyma which is represented by red and white pulp, is not clearly demarcated in newborn piglets (Wang et al., 2020). White pulp makes up about 7 % of the organ parenchyma. During 7 days of life, the organ weight increases almost 3 times. This leads to an increase in white pulp by 16 %. The white pulp is composed of lymphoid cells, including lymphocytes, lymphoblasts, reticulocytes and macrophages. The generation of all aforementioned cell types accompanied by the immune system progress in newborn piglets and they development during the first week of life. Newborn animals have an unformed immune system during the first days of life, as indicated by the lymphoid tissue development state at the fetal level (Bæk et al., 2019). This is also facilitated by the morphological structure peculiarity of the placental barrier between the sow and the fetus. The pig's placenta is of a diffuse, epithelia-choroidal type. The placenta is impervious to macromolecules, including antibodies. This leads to the creation of an immune balance between the

embryo or fetus and the mother's body (Vonnahme et al., 2001).

The fetal immune system is formed in the late fetal period due to the genetic potential realization and the placental barrier functioning (Bidarimath & Tayade, 2017). The immune system's central organs in piglets are formed at the end of prenatal development. Their maturation occurs after birth, directly under the antigenic load influence (Haverson et al., 2009). It is accompanied by an increase in the number of T-lymphocytes in piglets up to 2 months of age (Maciag et al., 2022).

Piglets during first two weeks of life are typified by a decrease in the number of phagocytic cells. It is associated with the colostrum immune defense in newborns formation. At the end of the first month of life, this indicator increases, which is associated with the formation of their own immune system (Bréa et al., 2020). At the same time, during the first month of life, a gradual increase in the number of T-lymphocytes occurs in the piglet's blood (Bæk et al., 2019). By the end of the second month of life, their number in the piglet blood achieves the adult pig level. It should be noted that the number of leukocytes in the newborn piglets' blood increases by more than 50 % during the first day of life, mainly due to T-lymphocytes. Whereas the B-lymphocyte level is several times lower than in 4–6-month-old pigs, and after 4 weeks their number doubles (Ren et al., 2015; Kreuzer-Redmer et al., 2018). Antibodies are detected in the blood of piglets before birth. This reflects a placental barrier violation by antigenic structures and the physical contact fetus with antigens. This is because the first immunoglobulins synthesis is possible in pig fetuses from the early fetal period (Park et al., 2021; Rebollada-Merino et al., 2023).

The development and growth of immunocompetent structures is autonomous in accordance with the genetic potential due to the placental barrier (Wippermann et al., 2018). It is determined by their ability to respond to the antigen action entering the body immediately after birth. Colostrum proteins are such an antigen, which activate the immunocompetent newborn organs (De Carvalho et al., 2023; Wang et al., 2023).

Under the colostrum proteins influence, lymphocytes rapidly colonize the mucous membranes and lymph nodes. As a result, prenatal lymphoid structures change into competent ones. This is confirmed by the inhibition of the immunocompetent structure's formation for 20–30 days with late colostrum feeding. Thus, at the time of birth, piglets form a complex of immunocompetence morphological markers at the tissue and cellular levels. After birth, their functional development is activated (Wu et al., 2021; Jiang et al., 2022).

The immune components activity in piglets during the first weeks of life has a downward trend. At the end of the suckling period, immunity changes to an upward trend due to the activation and intensification of their own immune system components (Martins Soto et al., 2008; Holda et al., 2020).

Postnatal developmental physiological processes in mammals modulated with immunotropic chemicals. Immunoglobulins can't cross the placenta in pregnant sow. Therefore, neonatal piglets are agammaglobulinemic at birth. However, this limiting for immune protection

accompanied by weak growth of immunocompetent cells, they cannot mount rapid immune responses at systemic and mucosal sites (Salmon et al., 2009). The piglet survival depends directly on the acquisition of maternal immunity via colostrum and milk. Protection by maternal immunity is mediated by a number of factors, including specific systemic humoral immunity, involving mostly maternal IgG transferred from blood to colostrum and typically absorbed within the first 36 h of life (Yao et al., 2023). Passive mucosal immunity involves local humoral immunity, including the production of secretory IgA (sIgA), which is transferred principally via milk until weaning (Quesnel et al., 2023). The mammary gland (MG) produces sIgA, which is, then secreted into the milk via the poly-Ig receptor (pIgR) of epithelial cells (Jiang et al., 2016). These antibodies are produced in response to intestinal and respiratory antigens, including pathogens and commensal organisms. Protection is also mediated by cellular immunity, which is transferred via maternal cells present in mammary secretions (Yuan et al., 2022). The mechanisms underlying the various immunological links between MG and the mucosal surfaces involve hormonally regulated addressins and chemokines specific to these compartments. The enhancement of colostrigenic immunity depends on the stimulation of systemic immunity, whereas the enhancement of lactogenic immunity depends on appropriate stimulation at induction sites, an increase in cell trafficking from the gut and upper respiratory tract to the MG and, possibly, enhanced immunoglobulin production at the effector site and secretion in milk (Quesnel, 2011). In addition, mammary secretions provide factors other than immunoglobulins that protect the neonate and regulate the development of mucosal immunity—a key element of postnatal adaptation to environmental antigens (Yuan et al., 2022).

Maternal immunity plays a pivotal role in swine health and production because piglets are born agammaglobulinemic and with limited cell-mediated immunity, i.e. few peripheral lymphoid cells, immature lymphoid tissues, and no effector and memory T-lymphocytes (Suzuki et al., 2014; Poonsuk & Zimmerman, 2018). Swine do not become fully immunologically competent until about 4 weeks of age, which means that their compromised ability to respond to infectious agents during the first month of life must be supplemented by maternal immune components: circulating antibodies derived from colostrum; mucosal antibodies from colostrum and milk; and immune cells provided in mammary secretions (Kurihara et al., 2019; Masiuk et al., 2022). Because maternal immunity is highly effective at protecting piglets against specific pathogens, strengthening sow herd immunity against certain diseases through exposure or vaccination is a useful management tool for ameliorating clinical effects in piglets and delaying infection until the piglets' immune system is better prepared to respond (Grześkowiak et al., 2020; Zheng et al., 2021).

The immunological state of newborn animals' issue and its changes in the neonatal period have been sufficiently studied. There are certain neonatal developmental periods that are critical in postnatal ontogeny and are associated with the immunodeficiencies development (Navarro Alvarez et al., 2015; Hervé et al., 2022). This is

indicated by the cortisol level, which changes in the healthy piglets' blood during 7 months of life (Quesnel et al., 2023). Thus, in piglets of 1–3 day old, the level of this hormone is the highest, and ranges from 55.8–78.2 nmol/l. At the end of the first week of life, its concentration decreased to 34.15–46.00 nmol/l, and the lowest level of the hormone was recorded in piglets of 25 day old and in pigs of 2 and 3 months old – 19.9–30.6 nmol/l. This indicates that during the first 2 week of life, piglets are in a constant stress state, which occurs in animals at birth and is associated with changes in environmental conditions, activation of adaptation processes to the environment, etc. (Cheng et al., 2023). Also, an increase in cortisol levels is detected in piglets of 1, 5 and 6 months old, which in the first case is associated with the stress development due to weaning and a change in the feeding type, and at an older age – the effect of feed toxins and pathogens (Maskal et al., 2021).

Age-related immunodeficiencies are mainly detected in young pigs during the neonatal period and after weaning. The first immunodeficiency state can develop in piglets in the absence or insufficient colostrum consumption in the first days of life, after a disruption of intestinal absorption mechanisms, or at low immunobiological components of colostrum levels, against the background of stress experienced by the body after birth (Quesnel et al., 2023). Currently, piglets are the most sensitive to environmental influences (Fardisi et al., 2023).

The analysis of the piglets' mortality causes from birth to 5 months old shows that the piglets' mortality on the 1st day after birth is 13.5 %, including stillbirths, 3 % – on the 2nd and 3rd day, 1.9 % – on the 4th day (McPeck et al., 2023). Subsequently, piglet mortality gradually decreases to 0.02 % in the period from 4 to 22 weeks after birth. Such mortality rates are directly related to the functioning of piglets' immune defence mechanisms level (Bahrenthien et al., 2020). Newborns that do not receive colostrum in the first 4–6 hours after birth die within the first few days of life (Cheng et al., 2023). This is due to a sudden change in the immunoglobulin's concentration in colostrum, which is characterised by a 50 % decrease in the immune proteins level in colostrum 4–6 hours after the first piglet is born, since the main piglet immune defence mechanisms are colostral immunoglobulins of two main classes – IgG and IgA (Wang et al., 2023). In this regard, there are several critical periods in the first month of life: the first day, when newborns should receive colostral antibodies, and the end of the first week of life, when the colostral antibody concentration in the neonatal piglet's blood reaches the lowest concentration (Martínez-Boixaderas et al., 2022).

Within 2–3 weeks of birth, another critical neonatal period is identified, which is associated with a decrease in the colostral protective components level, mainly due to immunoglobulins, against the background of an unformed own immune system (Corsaut et al., 2021; Miguel et al., 2021). The next critical period associated with the piglet's immunodeficiency state is detected after weaning. At this time, there is a sudden change in the feeding type – a transition from dairy to concentrate feed. Against the background of the feed stress development, piglets have liver function disorders, immune defence mechanisms are

depleted, resulting in secretory immunoglobulin synthesis disruption and reduced phagocytic cell activity (Saladrigas-García et al., 2022; Sampath et al., 2022; Scollo et al., 2023).

The immune system deficiencies development in mammals necessitates the search for a set of measures that would help prevent the pathology occurrence under such conditions. One of these measures is the use of drugs that directly or indirectly affect the body's immune system mechanisms, or selectively, certain components (Storino et al., 2023; Cull et al., 2023).

There are three groups of immunotropic drugs including immunostimulants, immunosuppressants and immunomodulators. Immunomodulators are drugs that restore the immune system function in therapeutic doses. That is why the immunological effect of immunomodulatory substances depends on the initial body immunity status: these substances reduce elevated and, conversely, increase decreased immunity indicators (Sepiashvili, 2015). Meanwhile, immunostimulants enhance immune responses, bringing reduced indicators to normal values, and immunosuppressants, on the contrary, suppress the body's immune response (Khonina et al., 2017; Arefieva et al., 2018).

There are 7 main groups of substances that have immunotropic properties: microbial, thymic, bone marrow, cytokine, nucleotide, plant and chemical (Hadden, 1993). Each group is divided into organic and chemical, except for the latter, which is divided into high and low molecular weight substances. Their essence is based on the basic immune system principles, the main activators of which in the mammalian body are foreign organic substances of a protein nature, accordingly, drugs based on this basis are classified as exogenous substances. The immune response development is driven by numerous immunoregulatory substances, the use of which also affects the immune response. Drugs based on these substances are classified as endogenous (Desbois et al., 2016; Kim et al., 2023).

The most pronounced immunomodulatory effect is provided by muramyl dipeptide (MDP), a minimal bacterial wall peptidoglycan component (Grudyanov et al., 2021). Preparations based on it belong to the immunomodulator's third generation. TIR is found in the peptidoglycan of all known gram-positive and gram-negative bacteria. The main purpose of such drugs is to restore haemopoiesis, leukopoiesis, and immunity (Ushkalova et al., 2019). These drugs are widely used in medicine. In the form of a lactobacillus cell wall hydrolysis, they are used to correct the body's resistance and immune system in patients with burns, cancer and respiratory diseases (Jakopin et al., 2012; Matsui et al., 2014).

The use of these drugs leads to an increase in haemopoiesis, with a particularly pronounced effect on leukocyte synthesis. Under the TIR effect, phagocytic cells are activated, the number of lymphocytes is normalised, cytokine synthesis is enhanced, etc. (Kalyuzhin et al., 2015). Thus, in order to correct the mammalian immune system state during immunosuppressive periods of organism development, it is necessary to use immunotropic drugs that directly or indirectly affect the resistance mechanisms and allow to ensure their optimally high level, and thus

reduce the risk of infectious diseases in animals (Srinivasan & Babensee, 2020).

In spite of the fact that the use of immunotropic, probiotic and biologically active substance-based drugs to prevent the immunodeficiency development in animals has been sufficiently studied, a number of unresolved issues remain regarding their effect on newborn animals in the first days of life (Choudhury et al., 2023). One of the effective schemes for the use of immunotropic substances to address these issues is the use of corrective substances in the mother-fetus-newborn organism complex. This complex should be considered as a single system, which components are closely interconnected, and functional changes in each component affect the others (Kokarev & Masyuk, 2016; Kokarev & Masyuk, 2017).

Influencing the newborn immune system indirectly, through the mother's colostrum, by stimulating the sows' immunity is an extremely effective way of using immunocorrective drugs. In most cases, these are substances that are introduced into the sow's body with feed or parenterally (Alijotas-Reig et al., 2014; Maciag et al., 2022; Yuan et al., 2022).

Correction of the sows' and piglets' adaptive capacity is possible with the use of ascorbic acid. Feeding the latter to sows 10 day before farrowing can increase the newborn piglets' stress resistance during critical neonatal development periods (Gaykwad et al., 2019; Zhang et al., 2023). Biological metal compounds also affect the sows' immunity. For example, feeding inorganic chromium compounds to sows a week before farrowing results in a change in antioxidant defence during piglet development's critical periods, which contributes to the prooxidant processes inhibition in their body (Liu et al., 2023). All these feeding various substances to gestating sow schemes determine the antioxidants effect on preventing the stress and immunosuppression development in piglets, against which an increase in animal productivity is established (Wang et al., 2022; Li et al., 2023).

The application of immunotropic substances in the mother-fetus-newborn axis leads not only to an improvement in piglets and their mother natural resistance, but also improves their productive performance by increasing young animal safety, increasing average daily weight gain and reducing biological costs of adaptation and immunoreactivity (Jang et al., 2020). A good example is the use of *Echinacea purpurea* extract in gestating sow. This helps to increase immunity in piglets born from them. Such changes occur due to the intake of biologically active substances in the mother's milk and colostrum (Maass et al., 2005).

Feed additives are also used to correct the immunosuppressive state of piglets after weaning. For this purpose, starting from 3–5 day after birth, piglets are fed a peat-based biologically active feed additive. As a result, the piglets' safety has increased and their weight has increased during the suckling period. This contributes to increased stress resistance during weaning. Such changes are associated with the hematopoiesis processes activation against the background of a decrease in the immunosuppressive compounds functional load on the liver (Yefimov et al., 2016). These compounds are formed in the intestine during stress due to their absorption (Suwan et al., 2023).

There are reports on parenteral drugs administered to piglets in the first days of life for immunobiological correction of their body's defensive reactions to influence critical periods that may occur in postnatal ontogeny. One of the most common substance groups used for this purpose is tissue drugs (Papakonstantinou et al., 2023). It has been established that biologically active substances contained in thymus tissues can stimulate the T-cell component of piglet immunity (Farmer et al., 2022). A much more significant effect was observed after using an extract of thymic tissues in piglets at 20 day old (Ruedas-Torres et al., 2021).

The biogenic substances positive effect on the piglet immune system is accompanied by an increase in haemopoiesis, which was marked by a significant increase in the number of red blood cells, T- and B-lymphocytes and an increase in the phagocytic activity of leukocytes in piglets' blood (Brown et al., 2006). It should be noted that cellular immunity in newborn piglets can also be stimulated with fat-soluble vitamins and interferon, which promotes the reorganisation of the lymphocyte membrane receptor part and leads to increased plasma membrane receptor expression (Langel et al., 2019).

The combination of tissue preparations from the thymus and bone marrow used in piglets of the first days of life promotes an increase in bactericidal and lysozyme activity in the animal serum on day 5 (Benzoni et al., 2013). Studies have shown that strengthening the immune system in piglets is also possible with the use of a porcine immunoglobulins injectable solution. Their parenteral injection a week before weaning stimulates the level of nonspecific resistance in piglets by activating factors (Li et al., 2023).

Recent report evidence that the treatment with organic acid preparations during critical periods showed a positive effect on the state of natural piglet resistance (Jang et al., 2020). It was confirmed by an increase in the animal viability and productivity against the background of a decrease in piglet mortality by 2.5–3 times. An increase in immune defence was found in piglets fed sodium humate in combination with succinic acid and trace elements after weaning. This was reflected in an increase in the number of T-lymphocytes in the blood, which is associated with the succinic acid's ability to activate the phagocytic cells' oxygenation, which promotes their proliferation. Also, under the peat preparations influence, there is an increase in the T- and B-lymphocyte differentiation against the background of an increase in the number of red blood cells and a decrease in the lymphocyte index (Yefimov et al., 2016).

Current concepts and application of promising strategies for modulating the immune response in newborn piglets. Natural resistance in pigs is provided by a number of cellular and humoral mechanisms that are closely interconnected. All of them are dynamic indicators that are determined by both the pigs' genetic characteristics and adaptive changes to the various anthropogenic and natural factors (Tang et al., 2022).

Sows are particularly sensitive to environmental changes, as the pregnancy period causes a decrease in the level of their immune defence mechanisms both at the general and local levels, which affects the physiological

adaptation reactions of both their organism and newborn young animals, and correlates with the animal safety and productivity level (Tuchscherer et al., 2012).

At the same time, newborn piglets, due to a number of biological characteristics, are prone to the immunodeficiency states development during the neonatal period of life, which contribute to the occurrence of infectious diseases and economic losses (Gava et al., 2017).

Due to the mechanisms of neonatal pathology development in piglets and the sow's immune system peculiarities, the use of immunotropic substances has become widespread. They are used according to various schemes both for sows during the farrowing period and directly to newborn piglets (Jang et al., 2020). The latter option does not allow to influence the newborn period immunodeficiency, so it is more effective to correct the piglets' natural resistance mechanisms indirectly, through the mother's body. The sows' immunobiological natural resistance mechanisms are in close contact and, owing to the factors of humoral and cellular defence mechanisms, provide immunotolerance to fetal antigens. Therefore, an active immunosuppressive or immunostimulatory effect on sows' resistance mechanisms can lead to fetal developmental disorders or fetal rejection (Wang et al., 2019).

Conclusion

Thus, at the time of birth, piglets form a complex of immunocompetence morphological markers at the tissue and cellular levels. After birth, their functional development is activated. The immune components activity in piglets during the first weeks of life has a downward trend. At the end of the suckling period, it changes to an upward trend due to the activation and intensification of their own immune system components.

Thus, the critical piglet developmental periods during the suckling period are based on immunodeficiency states, which are caused by a decrease in the natural resistance level and an increase in the animals' susceptibility to environmental pathogens. These conditions contribute to the piglets' death in the first days of life. To prevent the occurrence of immunosuppression in piglets, it is effective to use immunotropic substances in the mother-colostrum-newborn system, which purposefully or selectively affect the protective mechanisms of both mother and fetus, limiting the risk of developing an immunodeficiency state of the newborn or, if it occurs, reducing its degree, increasing the piglets' resistance capacity during postnatal ontogeny.

Prevent the immunodeficiency states development and correct the immune protective mechanisms of both newborns and their mothers, it is necessary to use drugs with immunomodulatory effects. Their use does not cause an imbalance in the mother-colostrum-newborn immune system and provides a less expressed but more effective impact on their body. However, the literature does not present exact data on the natural resistance efficacy in sow during the second half of pregnancy. Furthermore, the colostrum immunobiological parameters as well as functional immune system characteristics remains unclear for various molecular tools including new generation of

immunotropic chemicals to correct the mother-colostrum-newborn axis functioning.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Abrao Trad, A. T., Buddington, R., Enninga, E., Duncan, J., Schenone, C. V., Mari, G., Buddington, K., & Schenone, M. (2023). Report of an experiment with a fetal ex-utero support system in piglets. *Cureus*, 15(4), e38223. DOI: 10.7759/cureus.38223.
- Alijotas-Reig, J., Llurba, E., & Gris, J. M. (2014). Potentiating maternal immune tolerance in pregnancy: a new challenging role for regulatory T cells. *Placenta*, 35(4), 241–248. DOI: 10.1016/j.placenta.2014.02.004.
- Arefieva, T. I., Filatova, A. Y., Potekhina, A. V., & Shchinova, A. M. (2018). Immunotropic effects and proposed mechanism of action for 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase inhibitors (Statins). *Biochemistry. Biokhimiia*, 83(8), 874–889. DOI: 10.1134/S0006297918080023.
- Ayala, L., Sánchez, C. J., Hernández, F., Madrid, J., López, M. J., & Martínez-Miró, S. (2023). A comparison of haematological and biochemical profiles between intrauterine growth restriction and normal piglets at 72 hours postpartum. *Animals*, 13(22), 3540. DOI: 10.3390/ani13223540.
- Bæk, O., Sangild, P. T., Thymann, T., & Nguyen, D. N. (2019). Growth restriction and systemic immune development in preterm piglets. *Frontiers in immunology*, 10, 2402. DOI: 10.3389/fimmu.2019.02402.
- Bahrenthien, L., Kluess, J., Berk, A., Kersten, S., Saltzman, J., Hüther, L., Schatzmayr, D., Schwartz-Zimmermann, H. E., Zeyner, A., & Dänicke, S. (2020). Detoxifying deoxynivalenol (DON)-contaminated feedstuff: consequences of sodium sulphite (SoS) treatment on performance and blood parameters in fattening pigs. *Mycotoxin research*, 36(2), 213–223. DOI: 10.1007/s12550-019-00385-5.
- Baxter, E. M., Hall, S. A., Farish, M., Donbavand, J., Brims, M., Jack, M., Lawrence, A. B., & Camerlink, I. (2023). Piglets' behaviour and performance in relation to sow characteristics. *Animal*, 17(2), 100699. DOI: 10.1016/j.animal.2022.100699.
- Benzoni, G., Foresti, F., Archetti, I. L., Cocceva, G., Guyonvarch, A., & Alborali, L. (2013). Specific and non-specific immunity of piglets from sows fed diets containing specific fatty acids in field conditions. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 97(5), 996–1005. DOI: 10.1111/jpn.12014.
- Bidarimath, M., & Tayade, C. (2017). Pregnancy and spontaneous fetal loss: A pig perspective. *Molecular reproduction and development*, 84(9), 856–869. DOI: 10.1002/mrd.22847.
- Bréa, D., Soler, L., Fleurot, I., Melo, S., Chevalleyre, C., Berri, M., Labas, V., Teixeira-Gomes, A. P., Pujo, J., Cenac, N., Bähr, A., Klymiuk, N., Guillon, A., Si-Tahar, M., & Caballero, I. (2020). Intrinsic alterations in peripheral neutrophils from cystic fibrosis newborn piglets. *Journal of cystic fibrosis: official journal of*

- the European Cystic Fibrosis Society, 19(5), 830–836. DOI: 10.1016/j.jcf.2020.02.016.
- Brown, D. C., Maxwell, C. V., Erf, G. F., Davis, M. E., Singh, S., & Johnson, Z. B. (2006). Ontogeny of T lymphocytes and intestinal morphological characteristics in neonatal pigs at different ages in the postnatal period. *Journal of animal science*, 84(3), 567–578. DOI: 10.2527/2006.843567x.
- Charneca, R., Freitas, A., Nunes, J., & Le Dividich, J. (2023). Effects of the mean weight of uniform litters on sows and offspring performance. *Animals*, 13(19), 3100. DOI: 10.3390/ani13193100.
- Chen, Y., Tibbs-Cortes, L. E., Ashley, C., Putz, A. M., Lim, K. S., Dyck, M. K., Fortin, F., Plastow, G. S., Dekkers, J. C. M., Harding, J. C. S., & PigGen Canada (2020). The genetic basis of natural antibody titers of young healthy pigs and relationships with disease resilience. *BMC genomics*, 21(1), 648. DOI: 10.1186/s12864-020-06994-0.
- Cheng, Y., Azad, M. A. K., Ding, S., Liu, Y., Blachier, F., Ye, T., & Kong, X. (2023). Metabolomics analysis reveals the potential relationship between sow colostrum and neonatal serum metabolites in different pig breeds. *Molecular nutrition & food research*, 67(16), e2200677. DOI: 10.1002/mnfr.202200677.
- Cheng, Z., Zhou, S. T., Zhang, X. H., Fu, Q., Yang, Y., Ji, W. B., & Liu, H. G. (2023). Effects of early intermittent maternal separation on behavior, physiological, and growth performance in piglets. *Journal of animal science*, 101, skad122. DOI: 10.1093/jas/skad122.
- Choudhury, R., Gu, Y., Bolhuis, J. E., & Kleerebezem, M. (2023). Early feeding leads to molecular maturation of the gut mucosal immune system in suckling piglets. *Frontiers in immunology*, 14, 1208891. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1208891.
- Corsaut, L., Martelet, L., Goyette-Desjardins, G., Beauchamp, G., Denicourt, M., Gottschalk, M., & Segura, M. (2021). Immunogenicity study of a *Streptococcus suis* autogenous vaccine in preparturient sows and evaluation of passive maternal immunity in piglets. *BMC veterinary research*, 17(1), 72. DOI: 10.1186/s12917-021-02774-4.
- Cull, C. A., Singu, V. K., Bromm, J. J., Lechtenberg, K. F., Amachawadi, R. G., & Cull, B. J. (2023). Effects of core antigen bacterin with an immunostimulant on piglet health and performance outcomes when challenged with enteric and respiratory pathogens. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 12(3), 599. DOI: 10.3390/antibiotics12030599.
- Dai, C. H., Wu, J. Y., Zhao, C. X., Yu, L. H., Bao, W. B., & Wu, S. L. (2017). *Nramp1* gene expression in different tissues of Meishan piglets from newborn to weaning. *Genetics and molecular research: GMR*, 16(1), DOI: 10.4238/gmr16019288.
- De Carvalho, R. H., Callegari, M. A., Dias, C. P., Kirwan, S., da Costa, M. C. R., & da Silva, C. A. (2023). *Euglena gracilis* β -Glucans (1,3): Enriching Colostrum of Sow for Enhanced Piglet Immunity. *Animals*, 13(22), 3490. DOI: 10.3390/ani13223490.
- Desbois, M., Le Vu, P., Coutzac, C., Marcheteau, E., Béal, C., Terme, M., Gey, A., Morisseau, S., Teppaz, G., Boselli, L., Jacques, Y., Béchard, D., Tartour, E., Cassard, L., & Chaput, N. (2016). IL-15 Trans-Signaling with the Superagonist RLI Promotes Effector/Memory CD8⁺ T Cell Responses and Enhances Antitumor Activity of PD-1 Antagonists. *Journal of immunology (Baltimore, Md.: 1950)*, 197(1), 168–178. DOI: 10.4049/jimmunol.1600019.
- Ding, D., Mou, D., Zhao, L., Jiang, X., Che, L., Fang, Z., Xu, S., Lin, Y., Zhuo, Y., Li, J., Huang, C., Zou, Y., Li, L., Wu, D., & Feng, B. (2021). Maternal organic selenium supplementation alleviates LPS induced inflammation, autophagy and ER stress in the thymus and spleen of offspring piglets by improving the expression of selenoproteins. *Food & function*, 12(22), 11214–11228. DOI: 10.1039/D1FO01653A.
- Dong, L., Zhong, X., Zhang, L., Kong, L., Kong, Y., Kou, T., & Wang, T. (2015). Impaired intestinal mucosal immunity is associated with the imbalance of T lymphocyte sub-populations in intrauterine growth-restricted neonatal piglets. *Immunobiology*, 220(6), 775–781. DOI: 10.1016/j.imbio.2014.12.017.
- Du, P., Yan, Q., Zhang, X. A., Zeng, W., Xie, K., Yuan, Z., Liu, X., Liu, X., Zhang, L., Wu, K., Li, X., Fan, S., Zhao, M., & Chen, J. (2023). Virus-like particle vaccines with epitopes from porcine epidemic virus and transmissible gastroenteritis virus incorporated into self-assembling ADDomer platform provide clinical immune responses in piglets. *Frontiers in immunology*, 14, 1251001. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1251001.
- Fardisi, M., Thelen, K., Groenendal, A., Rajput, M., Sebastian, K., Contreras, G. A., & Moeser, A. J. (2023). Early weaning and biological sex shape long-term immune and metabolic responses in pigs. *Scientific reports*, 13(1), 15907. DOI: 10.1038/s41598-023-42553-9.
- Farmer, C., & Edwards, S. A. (2022). Review: Improving the performance of neonatal piglets. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 16(2), 100350. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100350.
- Forner, R., Bombassaro, G., Bellaver, F. V., Maciag, S., Fonseca, F. N., Gava, D., Lopes, L., Marques, M. G., & Bastos, A. P. (2021). Distribution difference of colostrum-derived B and T cells subsets in gilts and sows. *PloS one*, 16(5), e0249366. DOI: 10.1371/journal.pone.0249366.
- Gava, D., Souza, C. K., Mores, T. J., Argenti, L. E., Streck, A. F., Canal, C. W., Bortolozzo, F. P., & Wentz, I. (2017). Dynamics of vanishing of maternally derived antibodies of Ungulate protoparvovirus 1 suggests an optimal age for gilts vaccination. *Tropical animal health and production*, 49(5), 1085–1088. DOI: 10.1007/s11250-017-1301-0.
- Gaykwad, C. K., De, U. K., Jadhav, S. E., Chethan, G. E., Akhilesh, Sahoo, N. R., Mondal, D. B., Gaur, G. K., Verma, M. R., & Chaudhuri, P. (2019). Adding α -tocopherol-selenium and ascorbic acid to periparturient sow diets influences hemogram, lipid profile, leptin, oxidant/antioxidant imbalance, performance and neonatal piglet mortality. *Research in veterinary science*, 125, 360–369. DOI: 10.1016/j.rvsc.2019.07.014.
- Grudyanov, A. I., Fomenko, E. V., & Kalyuzhin, O. V. (2021). Antibakterial'nyi effekt immunomodulyatora na osnove kompozitsii muramilpeptidov pri khronich-eskom generalizovannom parodontite. *Stomatologiya*, 100(4), 16–19 (in Ukrainian).

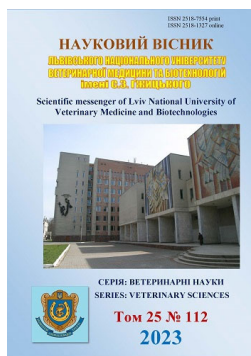
- Grześkowiak, Ł., Pieper, R., Kröger, S., Martínez-Vallespín, B., Hauser, A. E., Niesner, R., Vahjen, W., & Zentek, J. (2020). Porcine Colostrum Protects the IPEC-J2 Cells and Piglet Colon Epithelium against *Clostridioides* (syn. *Clostridium*) *difficile* Toxin-Induced Effects. *Microorganisms*, 8(1), 142. DOI: 10.3390/microorganisms8010142.
- Hadden, J. W. (1993). Immunostimulants. *Trends in Immunology*, 14(5), 169–174. DOI: 10.1016/0165-6147(93)90203-v.
- Hao, Y., Wang, J., Teng, D., Wang, X., Mao, R., Yang, N., & Ma, X. (2021). A prospective on multiple biological activities of lactoferrin contributing to piglet welfare. *Biochemistry and cell biology = Biochimie et biologie cellulaire*, 99(1), 66–72. DOI: 10.1139/bcb-2020-0078.
- Harper, J., & Bunter, K. L. (2023). Review: Improving pig survival with a focus on birthweight: a practical breeding perspective. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 100914. DOI: 10.1016/j.animal.2023.100914.
- Haverson, K., Corfield, G., Jones, P. H., Kenny, M., Fowler, J., Bailey, M., Stokes, C. R., & Miller, B. G. (2009). Effect of oral antigen and antibody exposure at birth on subsequent immune status. A study in neonatal pigs. *International archives of allergy and immunology*, 150(2), 192–204. DOI: 10.1159/000218123.
- Hervé, J., Haurogné, K., Buchet, A., Bacou, E., Mignot, G., Allard, M., Leblanc-Maridor, M., Gavaud, S., Lehébel, A., Terenina, E., Mormède, P., Merlot, E., Belloc, C., Bach, J. M., & Lieubeau, B. (2022). Pathogen exposure influences immune parameters around weaning in pigs reared in commercial farms. *BMC immunology*, 23(1), 61. DOI: 10.1186/s12865-022-00534-z.
- Holda, K. O., Masiuk, D. M., Kokariyev, A. V., & Vasilenko, T. O. (2020). Colostral immunity of piglets to the virus of Aujeszky's disease with active sows' immunization. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(4), 257–260. DOI: 10.32819/2020.84037.
- Huang, G., Li, X., Lu, D., Liu, S., Suo, X., Li, Q., & Li, N. (2018). Lysozyme improves gut performance and protects against enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in neonatal piglets. *Veterinary research*, 49(1), 20. DOI: 10.1186/s13567-018-0511-4.
- Innamma, N., Ngamwongsatit, N., & Kaeoket, K. (2023). The effects of using multi-species probiotics in late-pregnant and lactating sows on milk quality and quantity, fecal microflora, and performance of their offspring. *Veterinary world*, 16(10), 2055–2062. DOI: 10.14202/vetworld.2023.2055-2062.
- Inoue, R., & Tsukahara, T. (2021). Composition and physiological functions of the porcine colostrum. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho*, 92(1), e13618. DOI: 10.1111/asj.13618.
- Ito, T., Sendai, Y., Yamazaki, S., Seki-Soma, M., Hirose, K., Watanabe, M., Fukawa, K., & Nakauchi, H. (2014). Generation of recombination activating gene-1-deficient neonatal piglets: a model of T and B cell deficient severe combined immune deficiency. *PloS one*, 9(12), e113833. DOI: 10.1371/journal.pone.0113833.
- Jakopin, Ž., Gobec, M., Mlinarič-Raščan, I., & Sollner Dolenc, M. (2012). Immunomodulatory properties of novel nucleotide oligomerization domain 2 (nod2) agonistic desmuramyl dipeptides. *Journal of medicinal chemistry*, 55(14), 6478–6488. DOI: 10.1021/jm300503b.
- Jang, K. B., Kim, J. H., Purvis, J. M., Chen, J., Ren, P., Vazquez-Anon, M., & Kim, S. W. (2020). Effects of mineral methionine hydroxy analog chelate in sow diets on epigenetic modification and growth of progeny. *Journal of animal science*, 98(9), skaa271. DOI: 10.1093/jas/skaa271.
- Jang, K. B., Purvis, J. M., & Kim, S. W. (2020). Supplemental effects of dietary lysophospholipids in lactation diets on sow performance, milk composition, gut health, and gut-associated microbiome of offspring. *Journal of animal science*, 98(8), skaa227. DOI: 10.1093/jas/skaa227.
- Jiang, X., Hu, J., Thirumalai, D., & Zhang, X. (2016). Immunoglobulin Transporting Receptors Are Potential Targets for the Immunity Enhancement and Generation of Mammary Gland Bioreactor. *Frontiers in immunology*, 7, 214. DOI: 10.3389/fimmu.2016.00214.
- Jiang, Z., Su, W., Li, W., Wen, C., Du, S., He, H., Zhang, Y., Gong, T., Wang, X., Wang, Y., Jin, M., & Lu, Z. (2022). *Bacillus amyloliquefaciens* 40 regulates piglet performance, antioxidant capacity, immune status and gut microbiota. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 12, 116–127. DOI: 10.1016/j.aninu.2022.09.006.
- Kalyuzhin, O. V., Artem'eva, K. A., Boltovskaya, M. N., Bunyatyan, K. A., Inviyayeva, E. V., Vinnitskii, L. I., & Karaulov, A. V. (2015). Intraperitoneal Administration of Muramyl Dipeptide β -Heptylglycoside to Pregnant and Non-Pregnant Female Mice Modulates Production of Th1/Th2/Th17/Tr1 Cytokines by Spleenocytes Ex Vivo. *Bulletin of experimental biology and medicine*, 159(1), 53–57. DOI: 10.1007/s10517-015-2888-7.
- Khonina, T. G., Ivanenko, M. V., Chupakhin, O. N., Safonov, A. P., Bogdanova, E. A., Karabanalov, M. S., Permikin, V. V., Larionov, L. P., & Drozdova, L. I. (2017). Silicon-zinc-glycerol hydrogel, a potential immunotropic agent for topical application. *European journal of pharmaceutical sciences: official journal of the European Federation for Pharmaceutical Sciences*, 107, 197–202. DOI: 10.1016/j.ejps.2017.07.012.
- Kim, S., Park, C. I., Lee, S., Choi, H. R., & Kim, C. H. (2023). Reprogramming of IL-12 secretion in the PDCD1 locus improves the anti-tumor activity of NY-ESO-1 TCR-T cells. *Frontiers in immunology*, 14, 1062365. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1062365.
- Kokarev, A., & Masiuk, D. (2016). The natural resistance's condition of sows under the influence of the preparation «Imunolac». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18(4(72)), 32–36. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/980>.
- Kokarev, A., & Masiuk, D. (2017). Formation mechanisms of immune cells protection in pigs under the influence of «Imunolac». *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 19(77), 214–219. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/1211>.

- Kreuzer-Redmer, S., Arends, D., Schulte, J. N., Karweina, D., Korkuc, P., Wöltje, N., Hesse, D., Pieper, R., Gerdt, V., Zentek, J., Meurens, F., & Brockmann, G. A. (2018). High dosage of zinc modulates T-cells in a time-dependent manner within porcine gut-associated lymphatic tissue. *The British journal of nutrition*, 120(12), 1349–1358. DOI: 10.1017/S0007114518002908.
- Kurihara, T., Matsuda, S., Nakamura, Y., Suzuki, S., Fuchimoto, D., Onishi, A., Saeki, K., Nakagawa, T., Fujiwara, R., Kamata, M., Kuramoto, J., Kameyama, K., Sekino, M., Kusakabe, M., Hayashida, T., Jinno, H., & Kitagawa, Y. (2019). Establishment of a model of sentinel lymph node metastasis using immunodeficient swine. *Scientific reports*, 9(1), 7923. DOI: 10.1038/s41598-019-44171-w.
- Langel, S. N., Paim, F. C., Alhamo, M. A., Lager, K. M., Vlasova, A. N., & Saif, L. J. (2019). Oral vitamin A supplementation of porcine epidemic diarrhea virus infected gilts enhances IgA and lactogenic immune protection of nursing piglets. *Veterinary research*, 50(1), 101. DOI: 10.1186/s13567-019-0719-y.
- Law, J., UCVM Class of 2015, McCorkell, R., Muench, G., Wynne-Edwards, K., Schaetzl, H. M., Solis, C., Nourozieh, N., Waacklerlin, R., Eschbaumer, M., Horsman, S., & Czub, M. (2017). Induction of humoral immune response in piglets after perinatal or post-weaning immunization against porcine circovirus type-2 or keyhole limpet hemocyanin. *Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire*, 81(1), 5–11. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5220598>.
- Le Floc'h, N., Achard, C. S., Eugenio, F. A., Apper, E., Combes, S., & Quesnel, H. (2022). Effect of live yeast supplementation in sow diet during gestation and lactation on sow and piglet fecal microbiota, health, and performance. *Journal of animal science*, 100(8), skac209. DOI: 10.1093/jas/skac209.
- Le Huërou-Luron, I., Bouzerzour, K., Ferret-Bernard, S., Ménard, O., Le Normand, L., Perrier, C., Le Bourgot, C., Jardin, J., Bourlieu, C., Carton, T., Le Ruyet, P., Cuinet, I., Bonhomme, C., & Dupont, D. (2018). A mixture of milk and vegetable lipids in infant formula changes gut digestion, mucosal immunity and microbiota composition in neonatal piglets. *European journal of nutrition*, 57(2), 463–476. DOI: 10.1007/s00394-016-1329-3.
- Li, L., Wang, H., Dong, S., & Ma, Y. (2023). Supplementation with alpha-glycerol monolaurate during late gestation and lactation enhances sow performance, ameliorates milk composition, and improves growth of suckling piglets. *Journal of animal science and biotechnology*, 14(1), 47. DOI: 10.1186/s40104-023-00848-x.
- Li, Y., Xu, L., Jiao, D., Zheng, Z., Chen, Z., Jing, Y., Li, Z., Ma, Z., Feng, Y., Guo, X., Wang, Y., He, Y., Zheng, H., & Xiao, S. (2023). Genomic similarity and antibody-dependent enhancement of immune serum potentially affect the protective efficacy of commercial MLV vaccines against NADC30-like PRRSV. *Virologica Sinica*, 38(5), 813–826. DOI: 10.1016/j.virs.2023.08.010.
- Lipsit, S., Facciuolo, A., Scruten, E., Griebel, P., & Napper, S. (2022). Plasma Cytokines and Birth Weight as Biomarkers of Vaccine-Induced Humoral Responses in Piglets. *Frontiers in veterinary science*, 9, 922992. DOI: 10.3389/fvets.2022.922992.
- Liu, H. W., Gao, L. M., Liu, G. Y., Tai, W. J., Xie, C. Y., & Wu, X. (2023). Effects of Maternal Dietary Enteromorpho prolifera Polysaccharide Iron Supplement on Mineral Elements and Iron Level of Neonatal Piglets. *Biological trace element research*. DOI: 10.1007/s12011-023-03874-y.
- Maass, N., Bauer, J., Paulicks, B. R., Böhmer, B. M., & Roth-Maier, D. A. (2005). Efficiency of Echinacea purpurea on performance and immune status in pigs. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 89(7-8), 244–252. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2005.00501.x.
- Maciag, S. S., Bellaver, F. V., Bombassaro, G., Haach, V., Morés, M. A. Z., Baron, L. F., Coldebella, A., & Bastos, A. P. (2022). On the influence of the source of porcine colostrum in the development of early immune ontogeny in piglets. *Scientific reports*, 12(1), 15630. DOI: 10.1038/s41598-022-20082-1.
- Maciag, S., Volpato, F., Bombassaro, G., Forner, R., Oliveira, K. P. V., Bovolato, A. L. C., Lopes, L., & Bastos, A. P. (2022). Effects of freezing storage on the stability of maternal cellular and humoral immune components in porcine colostrum. *Veterinary immunology and immunopathology*, 254, 110520. DOI: 10.1016/j.vetimm.2022.110520.
- Martínez-Boixaderas, N., Garza-Moreno, L., Sibila, M., & Segalés, J. (2022). Impact of maternally derived immunity on immune responses elicited by piglet early vaccination against the most common pathogens involved in porcine respiratory disease complex. *Porcine health management*, 8(1), 11. DOI: 10.1186/s40813-022-00252-3.
- Martins Soto, F. R., Regina Pinheiro, S., Honma Ito, F., Maria Moraes, Z., Paldes Gonçalves, A., Santos de Azevedo, S., Bernardi, F., Rodrigues Camargo, S., & Arruda Vasconcellos, S. (2008). Evaluation of colostrum immunity in swine with commercial anti-leptospira polyvalent whole-bacteria vaccine. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 31(4), 327–335. DOI: 10.1016/j.cimid.2007.03.002.
- Masiuk, D., Tamchuk, L. M., Nedzvetsky, V., & Kokariyev, A. (2022). Study of the monoglycerides features as a promising alternative to antibiotics in feeding broiler chickens. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(107), 110–118. DOI: 10.32718/nvlvet10718.
- Maskal, J. M., Brito, L. F., Duttlinger, A. W., Kpodo, K. R., McConn, B. R., Byrd, C. J., Richert, B. T., Marchant, J. N., Lay, D. C., Jr, Perry, S. D., Lucy, M. C., Safranski, T. J., & Johnson, J. S. (2021). Characterizing the postnatal hypothalamic-pituitary-adrenal axis response of in utero heat stressed pigs at 10 and 15 weeks of age. *Scientific reports*, 11(1), 22527. DOI: 10.1038/s41598-021-01889-w.
- Matsui, K., & Ikeda, R. (2014). Peptidoglycan in combination with muramyl dipeptide synergistically induces an interleukin-10-dependent T helper 2-dominant immune response. *Microbiology and immunology*, 58(4), 260–265. DOI: 10.1111/1348-0421.12139.
- McPeck, A. C., Patton, B., Columbus, D. A., Olver, T. D., Rodrigues, L. A., Sands, J. M., Weber, L. P., & Ferguson, D. P. (2023). Low birth weight and reduced post-

- natal nutrition lead to cardiac dysfunction in piglets. *Journal of animal science*, 101, skad364. DOI: 10.1093/jas/skad364.
- Merlot, E., Pastorelli, H., Prunier, A., Père, M. C., Louveau, I., Lefaucheur, L., Perruchot, M. H., Meunier-Salaün, M. C., Gardan-Salmon, D., Gondret, F., & Quesnel, H. (2019). Sow environment during gestation: part I. Influence on maternal physiology and lacteal secretions in relation with neonatal survival. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 13(7), 1432–1439. DOI: 10.1017/S1751731118002987.
- Miguel, J., Mitjana, O., Tejedor, M. T., Martínez, A., & Falceto, M. V. (2021). Supplementing Colostrum from Multiparous Sows: Effects on Performance and Health in Piglets from Gilts in Farm Conditions. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(9), 2563. DOI: 10.3390/ani11092563.
- Navarro Alvarez, N., Zhu, A., Arellano, R. S., Randolph, M. A., Duggan, M., Scott Arn, J., Huang, C. A., Sachs, D. H., & Vagefi, P. A. (2015). Postnatal xenogeneic B-cell tolerance in swine following in utero intraportal antigen exposure. *Xenotransplantation*, 22(5), 368–378. DOI: 10.1111/xen.12186.
- Navarro, E., Mainau, E., de Miguel, R., Temple, D., Salas, M., & Manteca, X. (2021). Oral Meloxicam Administration in Sows at Farrowing and Its Effects on Piglet Immunity Transfer and Growth. *Frontiers in veterinary science*, 8, 574250. DOI: 10.3389/fvets.2021.574250.
- Papakonstantinou, G. I., Gougoulis, D. A., Voulgarakis, N., Maragkakis, G., Galamatis, D., Athanasiou, L. V., & Papatsiros, V. G. (2023). Effects of Injectable Administration of Dexamethasone Alone or in Combination with Vitamin E/Se in Newborn Low Birth Weight Piglets. *Veterinary sciences*, 10(2), 135. DOI: 10.3390/vetsci10020135.
- Park, H. J., Choi, E. A., Choi, S. M., Choi, Y. K., Lee, J. I., & Jung, K. C. (2023). IL-4/IL-4 Ab complex enhances the accumulation of both antigen-specific and bystander CD8 T cells in mouse lungs infected with influenza A virus. *Laboratory animal research*, 39(1), 32. DOI: 10.1186/s42826-023-00183-2.
- Park, Y., Oh, Y., Wang, M., Ganges, L., Bohórquez, J. A., Park, S., Gu, S., Park, J., Lee, S., Kim, J., & Sohn, E. (2021). A Novel E2 Glycoprotein Subunit Marker Vaccine Produced in Plant Is Able to Prevent Classical Swine Fever Virus Vertical Transmission after Double Vaccination. *Vaccines*, 9(5), 418. DOI: 10.3390/vaccines9050418.
- Pieper, R., Scharek-Tedin, L., Zetzsche, A., Röhe, I., Kröger, S., Vahjen, W., & Zentek, J. (2016). Bovine milk-based formula leads to early maturation-like morphological, immunological, and functional changes in the jejunum of neonatal piglets. *Journal of animal science*, 94(3), 989–999. DOI: 10.2527/jas.2015-9942.
- Poonsuk, K., & Zimmerman, J. (2018). Historical and contemporary aspects of maternal immunity in swine. *Animal health research reviews*, 19(1), 31–45. DOI: 10.1017/S1466252317000123.
- Qi, M., Tan, B., Wang, J., Liao, S., Li, J., Cui, Z., Shao, Y., Ji, P., & Yin, Y. (2021). Postnatal growth retardation is associated with deteriorated intestinal mucosal barrier function using a porcine model. *Journal of cellular physiology*, 236(4), 2631–2648. DOI: 10.1002/jcp.30028.
- Quesnel, H. (2011). Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 5(10), 1546–1553. DOI: 10.1017/S175173111100070X.
- Quesnel, H., Resmond, R., Merlot, E., Père, M. C., Gondret, F., & Louveau, I. (2023). Physiological traits of newborn piglets associated with colostrum intake, neonatal survival and preweaning growth. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 17(6), 100843. DOI: 10.1016/j.animal.2023.100843.
- Rebollada-Merino, A., García-Seco, T., Pérez-Sancho, M., Domínguez, L., & Rodríguez-Bertos, A. (2023). Histopathologic and immunohistochemical findings in the placentas and fetuses of domestic swine naturally infected with *Brucella suis* biovar 2. *Journal of veterinary diagnostic investigation: official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 35(3), 258–265. DOI: 10.1177/10406387231163867.
- Ren, Z. H., Yuan, W., Deng, H. D., Deng, J. L., Dan, Q. X., Jin, H. T., Tian, C. L., Peng, X., Liang, Z., Gao, S., Xu, S. H., Li, G., & Hu, Y. (2015). Effects of antibacterial peptide on cellular immunity in weaned piglets. *Journal of animal science*, 93(1), 127–134. DOI: 10.2527/jas.2014-7933.
- Romero, M., Calvo, L., Morales, J. I., Magro, A., Rodríguez, A. I., Segura, J., Escudero, R., López-Bote, C., & Olivares, Á. (2023). Short- and Long-Term Effects of Split-Suckling in Pigs According to Birth Weight. *Animals: an open access journal from MDPI*, 13(22), 3521. DOI: 10.3390/ani13223521.
- Ruedas-Torres, I., Gómez-Laguna, J., Sánchez-Carvajal, J. M., Larenas-Muñoz, F., Barranco, I., Pallarés, F. J., Carrasco, L., & Rodríguez-Gómez, I. M. (2021). Activation of T-bet, FOXP3, and EOMES in Target Organs From Piglets Infected With the Virulent PRRSV-1 Lena Strain. *Frontiers in immunology*, 12, 773146. DOI: 10.3389/fimmu.2021.773146.
- Saladrigas-García, M., Durán, M., D'Angelo, M., Coma, J., Pérez, J. F., & Martín-Orúe, S. M. (2022). An insight into the commercial piglet's microbial gut colonization: from birth towards weaning. *Animal microbiome*, 4(1), 68. DOI: 10.1186/s42523-022-00221-9.
- Salmon, H., Berri, M., Gerds, V., & Meurens, F. (2009). Humoral and cellular factors of maternal immunity in swine. *Developmental and comparative immunology*, 33(3), 384–393. DOI: 10.1016/j.dci.2008.07.007.
- Sampath, V., Song, J. H., Jeong, J., Mun, S., Han, K., & Kim, I. H. (2022). Nourishing neonatal piglets with synthetic milk and *Lactobacillus* sp. at birth highly modifies the gut microbial communities at the post-weaning stage. *Frontiers in microbiology*, 13, 1044256. DOI: 10.3389/fmicb.2022.1044256.
- Schlosser-Brandenburg, J., Ebner, F., Klopffleisch, R., Kühl, A. A., Zentek, J., Pieper, R., & Hartmann, S. (2021). Influence of Nutrition and Maternal Bonding on Postnatal Lung Development in the Newborn Pig. *Frontiers in immunology*, 12, 734153. DOI: 10.3389/fimmu.2021.734153.

- Schoos, A., Muro, B. B. D., Carnevale, R. F., Chantziaras, I., Biebaut, E., Janssens, G. P. J., & Maes, D. (2023). Relationship between piglets' survivability and farrowing kinetics in hyper-prolific sows. *Porcine health management*, 9(1), 37. DOI: 10.1186/s40813-023-00332-y.
- Scollo, A., Borello, I., Ghilardi, M., & Cavagnini, A. (2023). The Administration of Inactivated and Stabilized Whole-Cells of *Saccharomyces cerevisiae* to Gestating Sows Improves Lactation Efficiency and Post-Weaning Antimicrobial Use. *Veterinary sciences*, 10(9), 576. DOI: 10.3390/vetsci10090576.
- Sepiashvili, R. (2015). Basic principles and methods to the use immunomodulating preparations in clinical practice: classification, indications and contraindications. *Georgian medical news*, (243), 7–14. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26087723>.
- Sinkora, M., & Butler, J. E. (2016). Progress in the use of swine in developmental immunology of B and T lymphocytes. *Developmental and comparative immunology*, 58, 1–17. DOI: 10.1016/j.dci.2015.12.003.
- Srinivasan, S., & Babensee, J. E. (2020). Controlled Delivery of Immunomodulators from a Biomaterial Scaffold Niche to Induce a Tolerogenic Phenotype in Human Dendritic Cells. *ACS biomaterials science & engineering*, 6(7), 4062–4076. DOI: 10.1021/acsbiomaterials.0c00439.
- Storino, G. Y., Petri, F. A. M., Mechler-Dreibi, M. L., Aguiar, G. A., Toledo, L. T., Arruda, L. P., Malcher, C. S., Martins, T. S., Montassier, H. J., Sant'Anna, O. A., Fantini, M. C. A., & de Oliveira, L. G. (2023). Use of Nanostructured Silica SBA-15 as an Oral Vaccine Adjuvant to Control *Mycoplasma hyopneumoniae* in Swine Production. *International journal of molecular sciences*, 24(7), 6591. DOI: 10.3390/ijms24076591.
- Suwan, P., Boonsoongnern, A., Phuttapatimok, S., Sukmak, M., Jirawattanapong, P., Chumsing, W., Boode, O., Woramahatthanon, K., & Woonwong, Y. (2023). Effectiveness of gilt acclimatization - improvement procedures in a farm with recurrent outbreaks of porcine epidemic diarrhea. *Veterinary world*, 16(8), 1695–1701. DOI: 10.14202/vetworld.2023.1695-1701.
- Suzuki, S., Suzuki, M., Nakai, M., Sembon, S., Fuchimoto, D., & Onishi, A. (2014). Transcriptional and histological analyses of the thymic developmental process in the fetal pig. *Experimental animals*, 63(2), 215–225. DOI: 10.1538/expanim.63.215.
- Tang, S., Li, M., Sun, Y., Liao, Y., Wu, X., Zhong, R., Chen, L., & Zhang, H. (2022). Effects of chronic heat stress on the immunophenotyping of lymphocytes in immune organs of growing pigs. *Journal of animal science*, 100(11), skac317. DOI: 10.1093/jas/skac317.
- Tuchscherer, M., Otten, W., Kanitz, E., Gräbner, M., Tuchscherer, A., Bellmann, O., Rehfeldt, C., & Metges, C. C. (2012). Effects of inadequate maternal dietary protein:carbohydrate ratios during pregnancy on offspring immunity in pigs. *BMC veterinary research*, 8, 232. DOI: 10.1186/1746-6148-8-232.
- Ujčić-Vrhovnik, I., Švara, T., Malovrh, T., & Jakovac-Strajn, B. (2020). The effects of feed naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on the thymus in suckling piglets. *Acta veterinaria Hungarica*, 68(2), 186–192. DOI: 10.1556/004.2020.00030.
- Ushkalova, E. A., Zyryanov, S. K., & Zatolochina, K. E. (2019). Muramyl dipeptide - based compounds in current medicine: focus on glucosaminylmuramyl dipeptide. *Terapevticheskii arkhiv*, 91(12), 122–127. DOI: 10.26442/00403660.2019.12.000471.
- Vodolazska, D., Feyera, T., & Lauridsen, C. (2023). The impact of birth weight, birth order, birth asphyxia, and colostrum intake per se on growth and immunity of the suckling piglets. *Scientific reports*, 13(1), 8057. DOI: 10.1038/s41598-023-35277-3
- Vonnahme, K. A., Wilson, M. E., & Ford, S. P. (2001). Relationship between placental vascular endothelial growth factor expression and placental/endometrial vascularity in the pig. *Biology of reproduction*, 64(6), 1821–1825. DOI: 10.1095/biolreprod64.6.1821.
- Wang, L., Huo, B., Huang, L., Che, L., Feng, B., Lin, Y., Xu, S., Wu, D., & Fang, Z. (2022). Dietary supplementation with a mixture of herbal extracts during late gestation and lactation improves performance of sows and nursing piglets through regulation of maternal metabolism and transmission of antibodies. *Frontiers in veterinary science*, 9, 1026088. DOI: 10.3389/fvets.2022.1026088.
- Wang, M., Huang, H., Hu, Y., Liu, Y., Zeng, X., Zhuang, Y., Yang, H., Wang, L., Chen, S., Yin, L., He, S., Zhang, S., Li, X., & He, S. (2020). Effects of dietary supplementation with herbal extract mixture on growth performance, organ weight and intestinal morphology in weaning piglets. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 104(5), 1462–1470. DOI: 10.1111/jpn.13422.
- Wang, S., Wang, Z., Li, Y., Tu, S., Zou, J., Cheng, Y., Zhang, H., Suolang, S., & Zhou, H. (2023). Generation of whole-porcine neutralizing antibodies of an alpha-coronavirus by single B cell antibody technology. *Antiviral research*, 220, 105754. DOI: 10.1016/j.antiviral.2023.105754.
- Wang, T., Yao, W., Liu, X., Bao, Z., Lv, C., & Huang, F. (2023). Dietary embelin supplementation during mid-to-late gestation improves performance and maternal-fetal glucose metabolism of pigs. *Journal of animal science*, 101, skad010. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10079812>.
- Wang, T., Yao, W., Xia, J., Li, J., Shao, Y., & Huang, F. (2019). Dietary supplementation with garsinol during late gestation and lactation facilitates acid-base balance and improves the performance of sows and newborn piglets. *Journal of animal science*, 97(11), 4557–4566. DOI: 10.1093/jas/skz292.
- Wippermann, W., Heckmann, A., Jäger, K., Dänicke, S., & Schoon, H. A. (2018). Exposure of pregnant sows to deoxynivalenol during 35–70 days of gestation does not affect pathomorphological and immunohistochemical properties of fetal organs. *Mycotoxin research*, 34(2), 99–106. DOI: 10.1007/s12550-017-0304-z.
- Wu, Y., Zhang, X., Pi, Y., Han, D., Feng, C., Zhao, J., Chen, L., Che, D., Bao, H., Xie, Z., & Wang, J. (2021). Maternal galactooligosaccharides supplementation programmed immune defense, microbial colonization and

- intestinal development in piglets. *Food & function*, 12(16), 7260–7270. DOI: 10.1039/D1FO00084E.
- Yao, R., Cools, A., Matthijs, A., Deyn, P. P., Maes, D., & Janssens, G. P. J. (2023). Peculiarities in the Amino Acid Composition of Sow Colostrum and Milk, and Their Potential Relevance to Piglet Development. *Veterinary sciences*, 10(4), 298. DOI: 10.3390/vetsci10040298.
- Yefimov, V., Kostiushevych, K., Rakytiyskyi, V. (2016). Effect of feeding treated peat as a supplement on the parameters of cellular immunity, antioxidant status and performance of piglets in early post-weaning period. *HVM Bioflux*, 8(3), 133–136. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/591/1/1.pdf>.
- Yuan, C., Zhang, P., Liu, P., Li, Y., Li, J., Zhang, E., Jin, Y., & Yang, Q. (2022). A Novel Pathway for Porcine Epidemic Diarrhea Virus Transmission from Sows to Neonatal Piglets Mediated by Colostrum. *Journal of virology*, 96(14), e0047722. DOI: 10.1128/jvi.00477-22.
- Zhang, L., Li, Z., Deng, X., Li, J., Li, T., & Lv, Y. (2019). Tylvalosin administration in pregnant sows attenuates the enlargement and bluish coloration of inguinal lymph nodes in newborn piglets. *Research in veterinary science*, 125, 148–152. DOI: 10.1016/j.rvsc.2019.06.006.
- Zhang, P., Jiang, G., Wang, Y., Yan, E., He, L., Guo, J., Yin, J., & Zhang, X. (2023). Maternal consumption of l-malic acid enriched diets improves antioxidant capacity and glucose metabolism in offspring by regulating the gut microbiota. *Redox biology*, 67, 102889. DOI: 10.1016/j.redox.2023.102889.
- Zheng, D., Wang, X., Ju, N., Wang, Z., Sui, L., Wang, L., Qiao, X., Cui, W., Jiang, Y., Zhou, H., Li, Y., & Tang, L. (2021). Immune Responses in Pregnant Sows Induced by Recombinant *Lactobacillus johnsonii* Expressing the COE Protein of Porcine Epidemic Diarrhea Virus Provide Protection for Piglets against PEDV Infection. *Viruses*, 14(1), 7. DOI: 10.3390/v14010007.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11230

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

UDC 619:616.36:636.7

Symptoms, biochemical indicators and general blood analysis for hepatopathy in dogs

N. O. Kashliak, V. V. Vlizlo✉

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

Article info

Received 18.10.2023

Received in revised form

20.11.2023

Accepted 21.11.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-032-239-26-32
E-mail: vasyi.vlizlo@lvet.edu.ua

Kashliak, N. O., & Vlizlo, V. V. (2023). Symptoms, biochemical indicators and general blood analysis for hepatopathy in dogs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 193–200. doi: 10.32718/nvlvet11230

Liver pathologies (hepatopathies) in dogs are widespread. The World Veterinary Association of Small Animals suggests confirming the diagnosis of liver disease by intravital histological examination of the organ. Since it is not always possible to perform a liver puncture in veterinary clinics, the purpose of our work was to study the clinical signs and blood indicators of hepatopathy in dogs and, based on the data obtained, to show typical symptoms and laboratory tests of organ damage and the possible nature of the development of the pathological process. The material for research was healthy and patients with liver pathology of dogs of various breeds. During the clinical examination of sick animals, depression, vomiting, fever, tenderness in the liver area, and sometimes jaundice of the sclera, visible mucous membranes and skin were found. Biochemical tests of the patient's blood showed violations of the liver's primary functions: bile-forming, bile-secreting, detoxifying, and protein-synthesizing. In the blood of dogs with hepatopathy, compared to clinically healthy dogs, it was established that the content of total bilirubin increased by 7.5 times ($P < 0.05$), bile acids by 3.2 times ($P < 0.001$) and ammonia by 61 % ($P < 0.05$) and a 23% decrease in the amount of albumin ($P < 0.01$). The content of total protein and urea in the blood serum of sick animals did not differ from that of clinically healthy ones. In all sick dogs, the activity of ALT increased by 8.5 times ($P < 0.05$), AST by 10.2 times ($P < 0.001$), and LF by 9.3 times ($P < 0.01$), which indicates a lesion cells of the hepatobiliary system. Indicators of the functional state of the liver (bilirubin, bile acids, ammonia, albumin) and blood enzymes (ALT, AST, LF) in the group of sick dogs had significant fluctuations. They depended on the severity and course of the pathological process. When examining the general blood analysis of the patients, a decrease of 19.8 % in the hemoglobin content ($P < 0.01$), 23.2 % in the number of erythrocytes ($P < 0.01$), and 19.8 % in the hematocrit value ($P < 0.01$). In the blood of sick dogs, the number of leukocytes increased threefold ($P < 0.001$); this was due to rod-nuclear ($P < 0.01$) and segment-nuclear neutrophils and monocytes. At the same time, the number of lymphocytes in patients' blood decreased ($P < 0.001$). Based on the analysis of individual data of clinical signs and blood parameters of sick dogs, it can be concluded that the animals primarily developed hepatitis, and some of the pathological processes had an acute course, while others had a chronic course.

Key words: dogs, hepatopathy, symptoms, general and biochemical blood analysis.

Симптоми, біохімічні показники та загальний аналіз крові за гепатопатії у собак

Н. О. Кашляк, В. В. Влізло✉

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

Патології печінки (гепатопатії) у собак мають значне поширення. Всесвітня ветеринарна асоціація дрібних тварин пропонує підтверджувати діагноз на хворобу печінки прижиттєвим гістологічним дослідженням органу. Оскільки у ветеринарних клініках

не завжди є можливість провести пункцію печінки, метою нашої роботи було вивчити клінічні ознаки та показники крові за гепатопатій у собак і на основі отриманих даних показати типові симптоми та лабораторні тести ураження органу і можливий характер розвитку патологічного процесу. Матеріалом для досліджень були здорові та хворі з патологією печінки собаки різних порід. При клінічному дослідженні хворих тварин встановлювали пригнічення, блювоту, гарячку, болючість у ділянці печінки, інколи жовтяничність склери, видимих слизових оболонок та шкіри. Проведені біохімічні дослідження крові хворих показали порушення основних функцій печінки: жовчоутворювальної, жовчовидільної, знешкоджувальної, протеїнсинтезувальної. У крові собак за гепатопатії, порівняно з клінічно здоровими, встановлено зростанням вмісту загального білірубину у 7,5 рази ($P < 0,05$), жовчних кислот у 3,2 рази ($P < 0,001$) та аміаку на 61 % ($P < 0,05$) і зниження на 23 % кількості альбуміну ($P < 0,01$). Вміст загального протеїну та сироватки у крові хворих тварин не відрізнявся від клінічно здорових. У всіх хворих собак зростала активність АлАТ у 8,5 рази ($P < 0,05$), АсАТ у 10,2 рази ($P < 0,001$) та ЛФ у 9,3 рази ($P < 0,01$), що вказує на ураження клітин гепатобіліарної системи. Показники функціонального стану печінки (білірубін, жовчні кислоти, аміак, альбумін) та ензимів (АлАТ, АсАТ, ЛФ) крові у групі хворих собак мали значні коливання і залежали від тяжкості та перебігу патологічного процесу. При дослідженні загального аналізу крові хворих встановлено зниження на 19,8 % вмісту гемоглобіну ($P < 0,01$), на 23,2 % кількості еритроцитів ($P < 0,01$) та на 19,8 % величини гематокриту ($P < 0,01$). У крові хворих собак кількість лейкоцитів зростала утрічі ($P < 0,001$), це відбувалося за рахунок паличкоядерних ($P < 0,01$) та сегментоядерних нейтрофілів і моноцитів. Водночас у крові хворих зменшувалася кількість лімфоцитів ($P < 0,001$). На основі аналізу індивідуальних даних клінічних ознак та показників крові хворих собак можна зробити висновок, що у тварин переважно розвивався гепатит і у частини патологічний процес мав гострий перебіг, а в інших – хронічний.

Ключові слова: собаки, гепатопатія, симптоми, загальний та біохімічний аналіз крові.

Вступ

Патології печінки, які встановлені на основі клінічних досліджень та показників крові, часто називають гепатопатіями (Watson, 2017; Imbery et al., 2022). За даними Всесвітньої ветеринарної асоціації дрібних тварин (World Small Animal Veterinary Association – WSAVA), гепатопатії у собак переважно мають запальний характер. Вказується, що постановка діагнозу на хронічний гепатит повинна ґрунтуватися на гістологічних змінах у печінці, які характеризуються ознаками лімфоцитарного, плазмоцитарного або гранульоматозного виду запалення, відмиранням гепатоцитів, різного ступеня фіброзом та регенерацією (Rothuizen et al., 2006; Snead, 2009; Webster et al., 2019).

Причинами гепатиту собак є інфекційні, метаболічні, токсичні та імунні фактори (Kozat & Sepehrizadeh, 2017). Хронічний гепатит у собак часто виникає за інтоксикації купрумом (Lawrence et al., 2018; Kruitwagen & Penning, 2019). Вказують також на ідіопатичну етіологію або відсутність точної причини запалення печінки (Assawarachan et al., 2023). Згідно з повідомленнями українських дослідників – у собак одним із найбільш поширених захворювань є інфекційний гепатит (Galatyuk et al., 2019). Інфекційний гепатит собак поширений у багатьох країнах світу (Zon et al., 2019).

Клінічні ознаки хронічного гепатиту у собак часто неспецифічні, тому це захворювання діагностується на пізній стадії (Lawrence et al., 2018). У хворих встановлюють загальні симптоми, які проявляються втраченою апетиту та пригніченням загального стану (Gómez Selgas et al., 2014). Типові симптоми виникають не у всіх хворих тварин. У 33 % собак, хворих на гепатит, встановлюють жовтяничність видимих слизових оболонок та розвиток асцитів (Elhiblu et al., 2015; Fry et al., 2017).

Для діагностики хвороб печінки важливе значення мають показники крові, які характеризують основні функції печінки. Зокрема, у сироватці крові визначають вміст жовчних кислот, білірубину, холестерину, тригліцеридів, альбуміну та фактори згортання крові (Chapman & Hostutler, 2013). Вказується, що зростан-

ня вмісту жовчних кислот у крові собак, хворих на гепатодистрофію, є інформативним маркером ранньої діагностики патології печінки (Gudyma, 2017). Порушення функції печінки, які характеризуються зростанням у крові вмісту загальних жовчних кислот і аміаку, найчастіше виникають на пізніх стадіях хронічного гепатиту у собак (Pena-Ramos et al., 2021). Зростання вмісту аміаку та білірубину і зниження альбуміну у крові не завжди може бути присутньою у собак, хворих на гепатит, а в більшості виникає за важкого перебігу патології (Mizooku et al., 2013; Lidbury et al., 2015).

Різні гострі та хронічні захворювання печінки у тварин інфекційного, запального, дегенеративного, судинного, неопластичного та ідіопатичного характеру спричиняють високий рівень активності печінкових ензимів у сироватці крові хворих (Simonov & Vlizlo, 2015; Imbery et al., 2022). Насамперед у крові хворих зростає активність трансаміназ (АлАТ, АсАТ), ЛФ та ГГТП (Poldervaart et al., 2009). Оскільки хронічний гепатит у собак тривалий час перебігає субклінічно, то вже у даній стадії розвитку хвороби до 20 % собак мають підвищену активність печінкових ензимів у крові (Bexfield, 2017). Незважаючи на те, що печінкові ензими є ранніми показниками захворювання печінки у собак, зростання їх активності виявляється у 60–76 % хворих (Cullen et al., 2006). Підвищення активності ензимів у сироватці крові собак не завжди встановлюється навіть за гістопатологічних змін у тканинах печінки. Зокрема, зростання активності ЛФ у сироватці крові відбувається на пізніших стадіях розвитку хронічного гепатиту собак. У міру прогресування хвороби активність ЛФ і ГГТП зростає. На пізніх стадіях цирозу активність трансаміназ у сироватці крові може знижуватися, оскільки зменшується кількість функціональних клітин паренхіми печінки (Adam et al., 2012; Elhiblu et al., 2015). Високу інформативність має рівень активності АлАТ у сироватці крові, а ступінь зростання ензиму залежить від тяжкості ураження печінки. Менше діагностичне значення має активність АсАТ та ГГТП у крові собак, хворих на хронічний гепатит (Dirksen et al., 2017; Webster et al., 2019).

Зважаючи на відсутність однозначних критеріїв діагностики хвороб печінки, метою нашої роботи було вивчити клінічні ознаки та показники крові за гепатопатій у собак і на основі отриманих даних показати типові симптоми та лабораторні тести встановлення патології.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2023 року на базі ветеринарної клініки Мерліон, м. Львів. Матеріалом для досліджень були 20 собак – 10 клінічно здорових та 10 хворих. До хворих зараховували собак, у яких за даними анамнезу, проведеного клінічного дослідження та лабораторного аналізу крові було діагностовано гепатопатію. Відібрані для досліджень тварини контрольної та дослідної груп були розділені за принципом аналогів.

Під час клінічного дослідження собак особливу увагу приділяли загальному стану, кольору видимих слизових оболонок, болючості та збільшенню ділянки печінки (Levchenko et al., 2017).

Для досліджень крові використовували автоматичні біохімічний (Mindray BS-240, Японія) та гематологічний аналізатори (Mindray BC-30 Vet, Японія). На гематологічному аналізаторі у цільній крові визначали вміст гемоглобіну, величину гематокриту, кількість еритроцитів та лейкоцитів. Лейкограму встановлювали після фарбування мазків крові та їх мікроскопічного дослідження. На біохімічному аналізаторі у сироватці крові визначали вміст загальних жовчних кислот, загального білірубину, загального протеїну, альбуміну та сечовини і активність ензимів – аланінамінотрансферази (АлАТ), аспартатамінотрансферази (АсАТ), лужної фосфатази (ЛФ). Концентрацію аміаку у плазмі крові встановлювали на біохімічному аналізаторі Fuji DRI-CHEM NX500 (Японія). Дослідження крові проводили уніфікованими методами (Vlizlo et al., 2012).

Усі маніпуляції з тваринами здійснювали згідно з Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986) і “Загальними етичними принципами експериментів на тваринах”, ухваленими Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Експерименти проводили з дотриманням принципів гуманності, викладених у директиві Європейської Спільноти (Directive 2010/63/EU, 2010).

Результати та їх обговорення

Під час клінічного дослідження хворих собак у дев'яти із десяти встановлювали болючість у правому підбер'ї. Водночас жовтяничність видимих слизових оболонок, склери та непігментованих ділянок шкіри спостерігали у чотирьох із десяти тварин. У хворих діагностували пригнічення загального стану, блювоту, гарячку, інколи порушення координації рухів. Отже, із типових симптомів ураження печінки інформативним була болючість у ділянці печінки, рідше – іктеричність. Вказується, що за клінічними ознаками не завжди можна встановлювати патологію

печінки у тварин (Levchenko et al., 2012; Chernushkin et al., 2020; Vlizlo et al., 2021). Зокрема, при дослідженні собак жовтяничність діагностується у 30–50,0 % хворих на гепатит, 16,7 % на гепатодистрофію та 25,0 % на цироз печінки (Mizooku et al., 2013; Lokes & Lokes-Krupka, 2014; Elhiblu et al., 2015). Тому для постановки діагнозу на захворювання печінки, крім клінічних досліджень, слід проводити лабораторний аналіз крові та застосовувати інструментальні методи (Chapman & Hostutler, 2015; Vlizlo et al., 2023). Правильно поставлений діагноз дасть можливість призначити ефективне лікування собак за гепатобілярної патології (Assawarachan et al., 2020).

Проведені нами біохімічні дослідження крові хворих собак показали порушення основних функцій печінки. Так, у сироватці крові тварин з ознаками гепатопатії вміст загального білірубину був у 7,5 раза вищим ($P < 0,05$) порівняно з клінічно здоровими (рис. 1). Варто зазначити, що у хворих собак вміст білірубину мав значні коливання (6,4–197 мкмоль/л), що може вказувати на різну глибину та характер ураження печінки. Деякі автори вказують (Gómez Selgas et al., 2014), що гіпербілірубінемія спостерігається приблизно у 50 % собак, хворих на хронічний гепатит, а її наявність є негативним прогностичним показником.

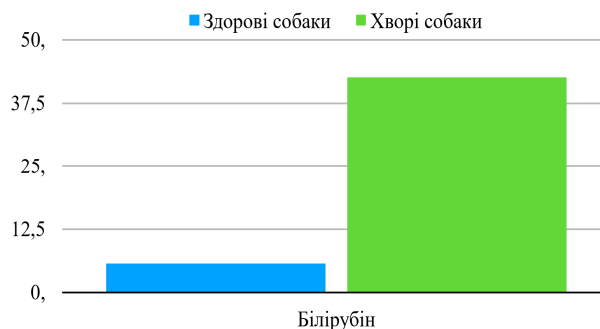


Рис. 1. Вміст загального білірубину у сироватці крові собак

Вміст жовчних кислот у сироватці крові хворих собак високо вірогідно зростав ($P < 0,001$), щодо клінічно здорових (рис. 2).

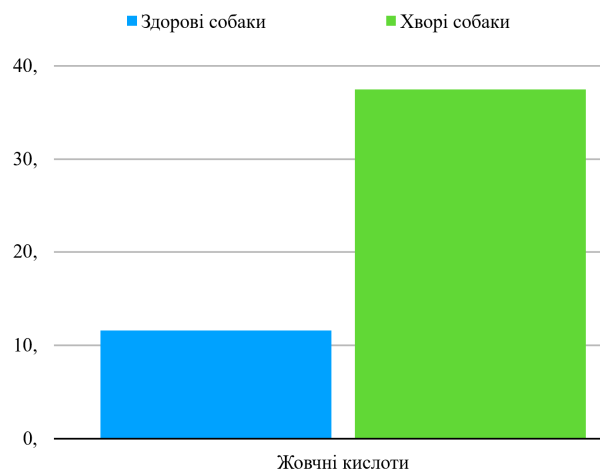


Рис. 2. Вміст жовчних кислот у сироватці крові собак

Варто зазначити, що концентрація загального вмісту жовчних кислот була вищою у всіх хворих собак. Це вказує на важливе діагностичне значення даного показника для встановлення патології печінки. Зростання вмісту жовчних кислот у крові пояснюється зниженням функції клітин печінки до кліренсу жовчних кислот з портального обігу та порушення їх виведення з жовчю (Stockham & Scott, 2008; Vlizlo et al., 2023). Вміст жовчних кислот в сироватці крові є важливим тестом у собак, хворих на хронічний гепатит. Однак деякі автори вказують на те, що їх чутливість на початку розвитку хронічного гепатиту є недостатньою, а тому вміст жовчних кислот у крові не слід використовувати для ранньої діагностики (Gerritzen-Bruning et al., 2006; Dirksen et al., 2017).

Про порушення протеїнсинтезувальної функції печінки вказував низький вміст альбуміну ($P < 0,01$) в сироватці крові хворих собак (рис. 3). Показники кількості альбуміну в крові хворих були на 23 % нижчими, ніж у клінічно здорових. У більшості собак гіпоальбумінемія виникає за важкоперебігаючого гепатиту (Mizooku et al., 2013) та жирового переродження печінки в інших видів тварин (Chernushkin et al., 2020; Vlizlo et al., 2021; Zelenina et al., 2022).

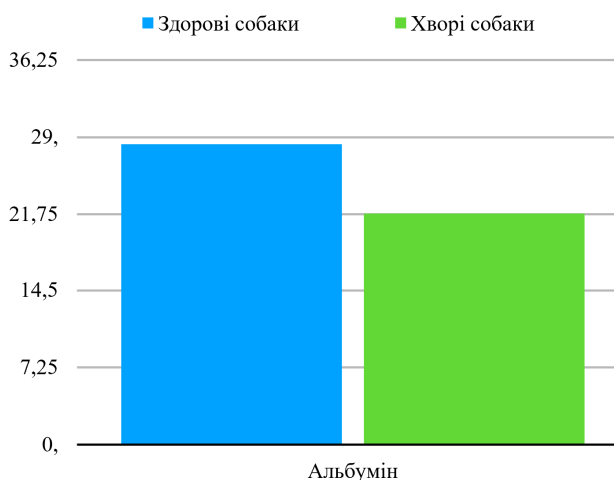


Рис. 3. Вміст альбуміну в сироватці крові собак

При дослідженні вмісту загального протеїну у сироватці крові собак за гепатопатії не встановлено вірогідної різниці щодо клінічно здорових ($66,3 \pm 3,44$ г/л у хворих проти $71,0 \pm 2,01$ у клінічно здорових). Тенденція до зниження вмісту загального протеїну може пояснюватися порушенням протеїнсинтезувальної функції печінки, що підтверджується гіпоальбумінемією. Отже, визначення вмісту загального протеїну у сироватці крові не має значення для діагностики хвороб печінки у тварин (Levchenko & Vlizlo, 2019).

Нами встановлено, що у хворих собак порушується одна із найважливіших функцій печінки – знешкоджувальна. Зокрема, у плазмі крові концентрація аміаку зростала більш ніж на 60 % ($P < 0,05$) порівняно з клінічно здоровими (рис. 4). Гіперамоніємію встановлюють у собак, хворих на хронічний гепатит, цироз печінки та за наявності портосистемних шунтів (Goggs et al., 2008; Odunayo et al., 2017). Зростання

вмісту аміаку у крові хворих є більш інформативним, ніж концентрація жовчних кислот, оскільки на нього не впливає розвиток холестазу (Gerritzen-Bruning et al., 2006).

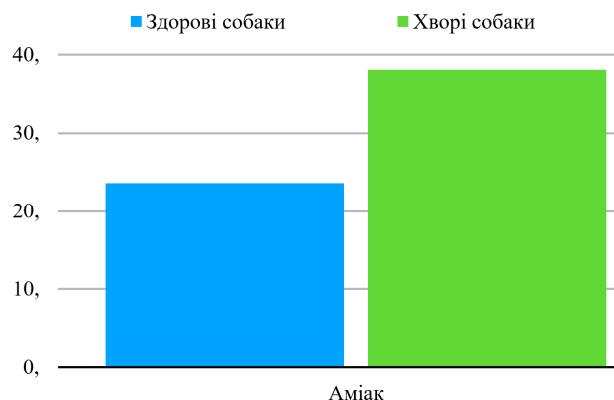


Рис. 4. Вміст аміаку у плазмі крові собак

Аміак знешкоджується у печінці до сечовини. Нами не встановлено різниць у вмісті сечовини в сироватці крові хворих та клінічно здорових собак. Так, вміст сечовини у сироватці крові хворих собак становив $6,2 \pm 1,40$ ммоль/л, а у здорових – $5,9 \pm 0,69$. Вказують, що зниження вмісту сечовини у крові встановлюють до 40 % собак, хворих на хронічний гепатит та цироз печінки (Kanemoto et al., 2013).

Проведені нами дослідження активності ензимів у сироватці крові показали їхню високу інформативність, оскільки гіперензимемія спостерігалася у всіх хворих собак (рис. 5).

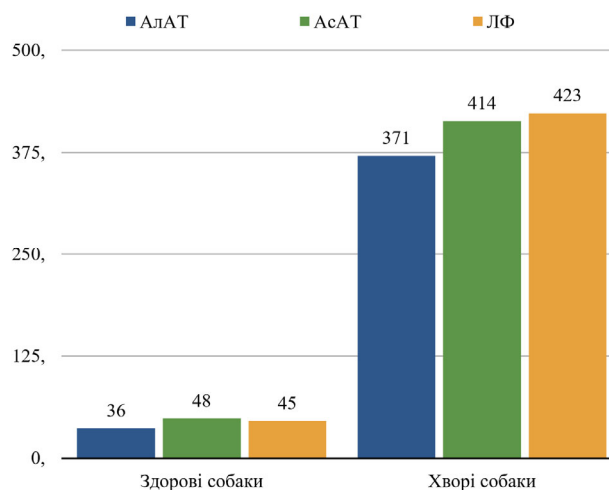


Рис. 5. Активність АлАТ, АсАТ та ЛФ у сироватці крові собак

Показники активності АлАТ у сироватці крові хворих собак, порівняно з клінічно здоровими, були у 8,5 раза вищими ($P < 0,05$). Варто звернути увагу на значні коливання активності АлАТ у крові хворих ($124,5-1704,2$ од/л). Це може свідчити про різні ступені пошкодження клітин печінки у хворих тварин. Даний ензим міститься у цитоплазмі печінки і надходить у кров, коли відбувається вже незначне пошко-

дження мембрани гепатоцитів (Center, 2007). Тому підвищена активність АлАТ у сироватці крові собак вважається найбільш інформативним і раннім показником хронічного гепатиту (Fry et al., 2017; Dirksen et al., 2017).

Активність АсАТ у сироватці крові хворих собак була високовірогідно вищою ($P < 0,001$), порівняно з клінічно здоровими (рис. 5). Враховуючи те, що АсАТ розміщується у цитоплазмі та мітохондріях гепатоцитів, то за їх глибокого ураження клітин, коли руйнуються й органи, ензим значно збільшує свою активність у крові. Тому коефіцієнт де Рітиса (відношення АсАТ до АлАТ) у половини собак з гепатопатією коливався від 1,9 до 4,7, що є ознакою пошкодження як цитоплазми, так і органел гепатоцитів (Levchenko & Vlizlo, 2019).

Активність ЛФ у сироватці крові хворих собак була у 9,3 раза вищою ($P < 0,01$) порівняно з клінічно здоровими (рис. 5). Оскільки ЛФ є інформативною за розвитку холестазу та ураження позапечінкової жовчовидільної системи, то чутливість ензиму залежить від переважання місця ураження гепатобіліарної системи печінки (Simonov & Vlizlo, 2015; Dirksen et al., 2017). Висока активність ЛФ за патології печінки у собак може бути від 45 % до 100 % хворих (Center, 2007). Однак чутливість ензиму у собак, хворих на гострий гепатит, становить лише 15 % (Assawarachan et al., 2023).

Для встановлення причин зростання активності ензимів за гепатопатії у собак використовують біопсію печінки (Chapman & Hostulter, 2013). Проведені чисельні гістологічні дослідження печінки собак показали, що найбільш поширеними гепатопатіями є хронічний гепатит (37,9 %), фіброз (19,5 %) і жирове переродження печінки (10,3 %) (Assawarachan et al., 2020). Для ранньої діагностики та прогнозування гепатопатій важливим є з'ясувати залежність біохімічних показників крові від гістологічних змін тканин печінки. Показниками, які вказують на несприятливий прогноз, є гіпербілірубінемія, гіпоальбумінемія, зростання активності у сироватці крові АлАТ, АсАТ та ЛФ (Webster, 2019), що й було нами встановлено у досліджуваних собак.

Показники загального аналізу крові не є специфічними за гепатопатій, однак їх дослідження дає змогу діагностувати наявність гострого чи хронічного процесу, ускладнення патології. Зокрема, встановлені нами зниження у крові хворих собак, порівняно з клінічно здоровими, вмісту гемоглобіну на 19,8 % ($P < 0,01$), кількості еритроцитів на 23,2 % ($P < 0,01$) та величини гематокриту на 19,8 % ($P < 0,01$) (табл.) може вказувати на порушення процесів кровотворення або внутрішню кровотечу. Такі зміни загального аналізу крові можуть бути ознакою тяжкоперебігаючої патології печінки (Webster et al., 2019; Assawarachan et al., 2023).

Таблиця 1

Загальний аналіз крові собак

Групи тварин	Гемоглобін, Г/л	Еритроцити, Т/л	Гематокрит, %	Лейкоцити, Г/л	Еозинофіли, %	Паличкоядерні нейтрофіли, %	Сегментоядерні нейтрофіли, %	Лімфоцити, %	Моноцити, %
Клінічно здорові (М ± m)	171,2 ± 2,96	7,48 ± 0,24	45,1 ± 1,253	9,15 ± 0,53	2,7 ± 0,61	2,5 ± 0,63	68,2 ± 3,13	23,6 ± 2,92	3,0 ± 0,73
Коливання (здорові)	158–184	6,21–8,92	40,4–52,0	6,2–11,7	0–5,0	0–6	51–80	13–39	1–9
Хворі (М ± m)	137,2 ± 9,73	5,74 ± 0,42	36,15 ± 2,15	28,36 ± 2,91	1,2 ± 0,49	15,7 ± 3,49	71,6 ± 4,57	7,0 ± 0,97	4,4 ± 0,86
Коливання (хворі)	83–186	3,83–7,85	22,0–46,3	17,57–46,2	0–4	2–37	44–92	4–14	1–9
P <	0,01	0,01	0,01	0,001	0,1	0,01	0,5	0,001	0,1

За нашими даними, інформативними були показники кількості лейкоцитів та лейкограми у крові хворих на гепатопатію собак (табл. 1). У всіх тварин реєстрували лейкоцитоз ($P < 0,001$). Кількість лейкоцитів у хворих утричі перевищувала показники клінічно здорових собак. Такі зміни можуть свідчити про розвиток запальних процесів у печінці (Lokes & Lokes-Krupka, 2014). Про наявність гепатиту вказувало зрос-

тання у 6,28 раза кількості паличкоядерних нейтрофілів ($P < 0,01$), а також тенденція до зростання сегментоядерних нейтрофілів та моноцитів і зниження кількості лімфоцитів ($P < 0,001$) та дещо еозинофілів. Беручи до уваги індивідуальні показники хворих собак, можна стверджувати, що в одних патологічний процес мав гострий перебіг, а в інших – хронічний. Варто зауважити, що лейкоцитоз зі зміщенням ядра

вліво одночасно зі зниження кількості лімфоцитів є ознакою тяжкоперебігаючого гепатиту і навіть розвитку цирозу (Elhiblu et al., 2015).

Висновки

1. За гепатопатії у собак встановлювали типові симптоми ураження печінки – болючість у правому підребер'ї, інколи жовтяничність склери, видимих слизових оболонок та непігментованих ділянок шкіри, а також пригнічення загального стану, гарячку, блювоту, менше порушення координації рухів.

2. Проведені біохімічні дослідження крові хворих собак показали порушення жовчоутворювальної, жовчовидільної, знешкоджувальної та протеїн-синтезувальної функцій печінки, що проявлялося зростанням вмісту загального білірубину, жовчних кислот та аміаку і зниженням кількості альбуміну.

3. У сироватці крові всіх хворих на гепатопатію собак зростала активність АлАТ, АсАТ та ЛФ, що вказує на ураження клітин гепатобіліарної системи.

4. У крові хворих собак зростала кількість лейкоцитів за рахунок паличкоядерних та сегментоядерних нейтрофілів і моноцитів, а кількість лімфоцитів зменшувалася; водночас знижується вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів та величини гематокриту.

5. На основі аналізу індивідуальних даних клінічних ознак та показників крові хворих собак можна зробити висновок про розвиток у тварин гепатиту, який у частини мав гострий перебіг, а в інших – хронічний.

Перспективи подальших досліджень. Планується зробити аналіз поширення патології печінки у собак за останні роки, дослідити етіологічні фактори та патогенетичні механізми розвитку ураження, встановити ранні та інформативні методи діагностики гепатопатії та ефективні засоби лікування хворих.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їх вкладу та результатів досліджень.

References

Adam, F. H., German, A. J., McConnell, J. F., Trehy, M. R., Whitley, N., Collings, A., Watson, P. J., & Burrow, R. D. (2012). Clinical and clinicopathologic abnormalities in young dogs with acquired and congenital portosystemic shunts: 93 cases (2003–2008). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 241(6), 760–765. DOI: 10.2460/javma.241.6.760.

Assawarachan, S. N.; Maneesaay, P.; & Thengchaisri, N. (2020). A descriptive study of the histopathologic and biochemical liver test abnormalities in dogs with liver disease in Thailand. *Can. J. Vet. Res.*, 84(3), 217–224. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7301679>.

Assawarachan, S. N.; Ongvisespaibool, T.; Hakhen, B.; Chuchalernporn, P.; Maneesaay, P., & Thengchaisri, N. (2023) Predictive Factors for Two-Year Survival in Dogs with Hepatobiliary Diseases: Importance of

Clinical and Laboratory Monitoring. *Animals*, 13(16), 2677. DOI: 10.3390/ani13162677.

Bexfield, N. (2017). Canine idiopathic chronic hepatitis. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 47, 645–663. DOI: 10.1016/j.cvsm.2016.11.012.

Center, S. A. (2007). Interpretation of liver enzymes. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 37(2), 297–333. DOI: 10.1016/j.cvsm.2006.11.009.

Chapman, S. E., & Hostutler, R. A. (2015). A Laboratory Diagnostic Approach to Hepatobiliary Disease in Small Animals. *Clinics in Laboratory Medicine*, 35(3), 503–519. DOI: 10.1016/j.cll.2015.05.002.

Chapman, S. E., & Hostutler, R. A. (2013). A laboratory diagnostic approach to hepatobiliary disease in small animals. *Vet. Clin. N. Am. Small Anim. Pract.*, 43(6), 1209–1225. DOI: 10.1016/j.cvsm.2013.07.005.

Chernushkin, B. O., Vlizlo, V. V., Slivinska, L. G., Gutyj, B. V., Shcherbatyy, A. R., Maksymovych, I. A., Leno, M. I., Rusyn, V. I., Lychuk, M. H., Fedorovych, V. L., Lukashchuk, B. O., Zinko, H. O., & Prystupa, O. I. (2020). Treatment strategies for sheep with acute yellow atrophy of the liver caused by the fasciolosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 294–301. DOI: 10.15421/2020_100.

Cullen, J. M., van den Ingh, T. S. G. A. M., Bunch, S. E., Rothuizen, J., Washabau, R. J., & Desmet, V. J. (2006). Morphological classification of circulatory disorders of the canine and feline liver. In *WSAVA Standards for Clinical and Histological Diagnosis of Canine and Feline Liver Diseases*, 41–59. DOI: 10.1016/B978-0-7020-2791-8.50008-3.

Dirksen, K., Burgener, I. A., Rothuizen, J. van den Ingh, T. S. G. A. M., Penning, L. C., Spee, B., & Fieten, H. (2017). Sensitivity and specificity of plasma ALT, ALP, and bile acids for hepatitis in Labrador Retrievers. *J. Vet Intern Med.*, 31(4), 1017–1027. DOI: 10.1111/JVIM.14716.

Elhiblu, M. A., Dua, K., Mohindroo, J., Mahajan, S. K., Sood, N. K., & Dhaliwal, P. S. (2015). Clinico-hemato-biochemical profile of dogs with liver cirrhosis. *Vet World.*, 8(4), 487–491. DOI: 10.14202/vetworld.2015.487-491.

Fry, W., Lester, C., Etedali, N. M., Shaw, S., DeLaforcade, A., & Webster, C. R. L. (2017). Thromboelastography in dogs with chronic hepatopathies. *J. Vet. Intern. Med.*, 31, 419–426. DOI: 10.1111/JVIM.14639.

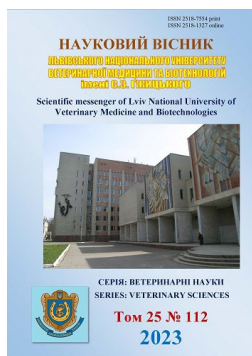
Galatyuk, O., Romanyshyna, T., & Lakhman, A. (2019). Pathogenetic aspects of dogs' infectious hepatitis treatment. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21(94), 3–8. DOI: 10.32718/nvlvet9401.

Gerritzen-Bruning, M. J., van den Ingh, T. S., & Rothuizen, J. (2006). Diagnostic value of fasting plasma ammonia and bile acid concentrations in the identification of portosystemic shunting in dogs. *J. Vet. Intern. Med.*, 20(1), 13–19. DOI: 10.1892/0891-6640(2006)20[13:dvofpa]2.0.co;2.

Goggs, R., Serrano, S., Szladovits, B., Keir, I., Ong, R., & Hughes, D. (2008). Clinical investigation of a point-of-care blood ammonia analyzer. *Vet. Clin. Pathol.*, 37(2), 198–206. DOI: 10.1111/j.1939-165X.2008.00024.x.

- Gómez Selgas, A., Bexfield, N., Scase, T. J., Holmes, M. A., & Watson, P. (2014). Total serum bilirubin as a negative prognostic factor in idiopathic canine chronic hepatitis. *J Vet Diagn Invest.*, 26(2), 246–251. DOI: 10.1177/1040638713520602.
- Gudyma, T. M. (2017). Fatty hepatodystrophy in dogs: diagnosis and treatment: autoref. thesis ... candidate Vet. Sciences. Bila Tserkva. National agrarian University. 20 p.
- Imbery, C. A., Dieterle, F., Ottka, C., Weber, C., Schlotterbeck, G., Müller, E., Lohi, H. & Giger, U. (2022). Metabolomic serum abnormalities in dogs with hepatopathies. *Sci. Rep.*, 12, 5329. DOI: 10.1038/s41598-022-09056-5.
- Kanemoto, H., Sakai, M., Sakamoto, Y., Spee, B., van den Ingh, T. S. G. A. M., Schotanus, B. A., Ohno, K., & Rothuizen, J. (2017). American Cocker Spaniel chronic hepatitis in Japan. *J. Vet. Intern. Med.*, 27(5), 1041–1048. DOI: 10.1111/jvim.12126.
- Kozat, S., & Sepehrizadeh, E. (2017). Methods of Diagnosing in Liver Diseases for Dog and Cats. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 10(2), 36–46. URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/428983>.
- Kruitwagen, H. S., & Penning, L. C. (2019). Preclinical models of Wilson's disease, why dogs are catchy alternatives. *Ann. Transl. Med.*, 7(2), 71. DOI: 10.21037/atm.2019.02.06.
- Lawrence, Y. A., Dangott, L. J., Rodrigues-Hoffmann, A., Steiner, J. M., Suchodolski, J. S., & Lidbury, J. A. (2018). Proteomic analysis of liver tissue from dogs with chronic hepatitis. *PLoS ONE*, 13(11), e0208394. DOI: 10.1371/journal.pone.0208394.
- Levchenko, V. I., Kondrakhin, I. P., & Vlizlo, V. V. (2012). Vnutrishni khvoroby tvaryn. Bila Tserkva, 528 (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I., Vlizlo, V. V. & Kondrakhin, I. P. (2017). Klinichna diahnostryka khvorob tvaryn. Bila Tserkva, 415. (in Ukrainian).
- Levchenko, V. I., Vlizlo, V. V. & Kondrakhin, I. P. (2019). Veterynarna klinichna biokhimija. Bila Tserkva, 415 (in Ukrainian).
- Lidbury, J. A., Ivanek, R., Suchodolski, J. S., & Steiner, J. M. (2015). Putative precipitating factors for hepatic encephalopathy in dogs: 118 cases (1991-2014). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 247(2), 176–183. DOI: 10.2460/javma.247.2.176.
- Lokes, P. I., & Lokes-Krupka, T. P. (2014). Differential diagnosis of liver diseases in domestic dogs and cats. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 58–61.
- Mizooku, H., Kagawa, Y., Matsuda, K., Okamoto, M., & Taniyama, H. (2013). Histological and immunohistochemical evaluations of lobular dissecting hepatitis in American Cocker Spaniel dogs. *J. Vet. Med. Sci.*, 75(5), 597–603. DOI: 10.1292/JVMS.12-0447.
- Odonayo, A., Tobias, K. M., Okafor, C. C., & Flatland, B. (2017). Ammonia concentrations in canine whole blood, EDTA-anticoagulated whole blood, and plasma measured by use of a point-of-care ammonia meter. *Am. J. Vet. Res.*, 78(11), 1239–1244. DOI: 10.2460/ajvr.78.11.1239.
- Pena-Ramos, J., Barker, L., Saiz, R., Pena-Ramos, J., Walker, D. J., Tappin, S., Hare, C. H. Z., Roberts, M. L., Williams, T. L., & Bexfield, N. (2021). Resting and postprandial serum bile acid concentrations in dogs with liver disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35(3), 1333–1341. DOI: 10.1111/jvim.16134.
- Poldervaart, J. H., Favier, R. P., Penning, L.C., van den Ingh, T. S. G. A. M., & Rothuizen, J. (2009). Primary hepatitis in dogs: a retrospective review (2002–2006). *J. Vet. Intern. Med.*, 23(1), 72–80. DOI: 10.1111/j.1939-1676.2008.0215.x.
- Rothuizen, J., Bunch, S. E., Charles, J. A., Cullen, J. M., Desmet, V. J., Szatmári, V., Twedt, D. C., van den Ingh, T. S. G. A. M., Van Winkle, T., & Washabau, R. J. (2006). WSAVA Standards for Clinical and Histological Diagnosis of Canine and Feline Liver Diseases. Elsevier Ltd. DOI: 10.1016/B978-0-7020-2791-8.X5001-1.
- Rothuizen, J. (2009) Important clinical syndromes associated with liver disease. *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.*, 39(3), 419–437. DOI: 10.1016/j.cvs.2009.02.007.
- Simonov, M., & Vlizlo, V. (2015). Some blood markers of the functional state of liver in dairy cows with clinical ketosis. *Bulg. J. Vet. Med.*, 18(1), 74–82. DOI: 10.15547/bjvm.814.
- Snead, E. (2009). WSAVA Standards for Clinical and Histological Diagnosis of Canine and Feline Liver Disease. *Can. Vet. J.*, 50(9), 984–985. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2726031>.
- Stockham, S. L., & Scott, M. A. (2008). Liver function. *Fundamentals of Clinical Pathology*. 2nd ed. Iowa: Blackwell Publishing, 690–697.
- Vlizlo, V. V. (2012). Laboratory methods of investigation in biology, stockbreeding and veterinary. Edited by V.V. Vlizlo. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Vlizlo, V., Prystupa, O., Slivinska, L., Guttyj, B., Maksymovych, I., Shcherbatyy, A., Lychuk, M., Partyka, U., Chernushkin, B., Rusyn, V., Leno, M., & Leskiv, K. (2023). Treatment of animals with fatty liver disease using a drug based on the seeds of *Silybum marianum*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(3), 424–431. DOI: 10.15421/022362.
- Vlizlo, V., Prystupa, O., Slivinska, L., Hu, S., Voloshyn, R., Guttyj, B., Maksymovych, I., Shcherbatyy, A., Lychuk, M., Chernushkin, B., Leno, M., Rusyn, V., Drach, M., Fedorovych, V., Zinko, H., & Yaremchuk, V. (2021). Protein-synthesizing, bile-forming, urea-forming and carbohydrate functions in cows with fatty degeneration of the liver. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 60–65. DOI: 10.32718/nvlvet10410.
- Vlizlo, V. V., Prystupa, O. I., Slivinska, L. G., Lukashchuk, B. O., Hu, Shan, Guttyj, B. V., Maksymovych, I. A., Shcherbatyy, A. R., Lychuk, M. G., Chernushkin, B. O., Leno, M. I., Rusyn, V. I., Drach, M. P., Fedorovych, V. L., Zinko, H. O., & Yaremchuk, V. Y. (2021). Functional state of the liver in cows with fatty liver disease. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 167–173. URL: <https://www.ujecology.com/articles/>

- functional-state-of-the-liver-in-cows-with-fatty-liver-disease.pdf.
- Watson, P. (2017). Canine Breed-Specific Hepatopathies. *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.*, 47(3), 665–682. DOI: 10.1016/j.cvsm.2016.11.013.
- Webster, C. R. L., Center, S. A., Cullen, J. M., Penninck, D. G., Richter, K. P., Twedt, D. C., & Watson, P. J. (2019). ACVIM consensus statement on the diagnosis and treatment of chronic hepatitis in dogs. *J. Vet. Intern. Med.*, 33(3), 1173–1200. DOI: 10.1111/jvim.15467.
- Zelenina, O., Vlizlo, V., Kozak, M., Ostapiv, D., Samaryk, V., Dron, I., Stetsko, T., Skrypka, M., Tomchuk, V., Danchuk, O., & Levchenko, A. (2022). Antimicrobial activity of the PEGylated antibiotic enrofloxacin and its functional and structural effect on the liver in rats. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(06), 068–075. DOI: 10.7324/JAPS.2022.120607.
- Zon, G. A., Ivanovska, L. B., & Zon, I. G. (2019). Infectious hepatitis in dogs (state of the problem). *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series “Veterinary Medicine”*, 4(47), 16–21. DOI: 10.32845/bsnau.vet.2019.4.3.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11231

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

UDC 619:615.45:611.018.5:615.273:636.4

The influence of iron and germanium nanocompounds on the content of ceruloplasmin in the blood of sows and piglets obtained from them

O. O. Kovalchuk¹, V. A. Tomchuk¹, V. O. Danchuk¹, P. S. Khymynets¹, B. V. Gutyj², D. I. Kryvoruchko¹,
V. V. Karpovsky³✉

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

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

³Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

Article info

Received 20.10.2023

Received in revised form

20.11.2023

Accepted 21.11.2023

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

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

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

Kovalchuk, O. O., Tomchuk, V. A., Danchuk, V. O., Khymynets, P. S., Gutyj, B. V., Kryvoruchko, D. I., & Karpovsky, V. V. (2023). The influence of iron and germanium nanocompounds on the content of ceruloplasmin in the blood of sows and piglets obtained from them. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 201–205. doi: 10.32718/nvlvet11231

The work is devoted to establishing the degree and nature of the effect of the application of iron and germanium nano compounds on the content of ceruloplasmin in the blood plasma of sows and piglets obtained from them. For this, two groups of sows (control and experimental) were selected; the pigs of the experimental group were given a complex of nano compounds of trace elements iron and germanium, and the ceruloplasmin content in the blood was evaluated. A reliable effect of the application of iron and germanium nanocompounds on the content of ceruloplasmin in the blood of sows was established – $F = 25.5 > F_{U} = 4.15$; $P < 0.001$, which is manifested only after farrowing – $gh^2_x = 0.48–0.74$ ($P \leq 0.05–0.01$). Thus, after farrowing (on the first and third day), the content of the enzyme in the blood of these animals was significantly higher than that of sows of the control group (12.7–13.5 %; $P \leq 0.05$). It was established that the ceruloplasmin content in the blood of piglets obtained from sows that were given the mentioned metal nanocompounds on the second ($gh^2_x = 0.52$; $P \leq 0.05$) and seventh ($gh^2_x = 0.70$; $P \leq 0.01$) days of life of animals depends on the application of iron and germanium nanocompounds. In these piglets, the enzyme content two and seven days after birth is 13.3–20.0 % ($P \leq 0.05$) higher than piglets obtained from sows that were not given nanocompounds. It was experimentally proven that the content of ceruloplasmin in the blood plasma of piglets obtained from sows that were given nano compounds of metals is directly related to its content in the blood of sows, in particular, the content of the enzyme in the blood of two- and 7-day-old piglets correlates with the content of the enzyme in the blood of sows on the day of farrowing – $r = 0.91–0.95$ ($P \leq 0.001$). Therefore, the conducted studies indicate the effectiveness of using ferrum and germanium nanoparticles to correct the ceruloplasmin content in the blood of both sows and suckling piglets.

Key words: sows, piglets, ceruloplasmin, nanocompounds, ferrum, germanium.

Вплив наносполук Феруму та Германію на вміст церулоплазміну в крові свиноматок і отриманих від них поросят

О. О. Ковальчук¹, В. А. Томчук¹, В. О. Данчук¹, П. С. Химинець¹, Б. В. Гутий², Д. І. Криворучко¹,
В. В. Карповський³✉

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

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

³Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Роботу присвячено встановленню ступеня і характеру впливу наносполук Феруму та Германію на вміст церулоплазміну в плазмі крові свиноматок і отриманих від них поросят. Для цього було підібрано дві групи свиноматок (контрольна і дослідна), свиням дослідної групи задавали комплекс наносполук мікроелементів Феруму та Германію і оцінювали вміст церулоплазміну в крові. Встановлено достовірний вплив наносполук Феруму та Германію на вміст церулоплазміну в крові свиноматок – $F = 25,5 > F_{U} = 4,15$; $P < 0,001$, який проявляється лише після опоросу – $\eta^2_{\chi} = 0,48-0,74$ ($P \leq 0,05-0,01$). Так, після опоросу (на першу і третю добу) вміст ензиму в крові цих тварин був достовірно більшим від такого у свиноматок контрольної групи (на 12,7–13,5 %; $P \leq 0,05$). Встановлено, що у поросят отриманих від свиноматок, яким задавали згадані наносполуки металів вміст церулоплазміну в крові на другу ($\eta^2_{\chi} = 0,52$; $P \leq 0,05$) та сьому ($\eta^2_{\chi} = 0,70$; $P \leq 0,01$) добу життя залежить від задавання наносполук Феруму та Германію. У цих поросят вміст ензиму через дві та сім діб після народження більше на 13,3–20,0 % ($P \leq 0,05$) від такого у поросят отриманих від свиноматок, яким наносполуки не задавали. Експериментально доведено, що вміст церулоплазміну в плазмі крові поросят отриманих від свиноматок, яким задавали наносполуки металів прямо пов'язаний з його вмістом в крові свиноматок, зокрема, вміст ензиму в крові дво- та 7-добових поросят корелює з вмістом ензиму в крові свиноматок в день опоросу – $r = 0,91-0,95$ ($P \leq 0,001$). Отже, проведені дослідження вказують на ефективність застосування наночастинок Феруму та Германію для корекції вмісту церулоплазміну в крові як свиноматок, так і молочних поросят.

Ключові слова: свиноматки, поросята, церулоплазмін, наносполуки, Ферум, Германій.

Вступ

Останні десятиліття нанотехнології в світі і Україні досить стрімко розвиваються, що дозволяє їх впроваджувати у різні сфери діяльності, зокрема і у ветеринарну медицину (Danchuk et al., 2023). На даний час у ветеринарії впроваджено широкий спектр нанотехнологій, від інноваційних нановакцин, до комплексів з антибіотиками, які є вирішенням проблем з антибіотикорезистентністю (Zelenina et al., 2022). Нанотехнології знайшли широке застосування для підвищення продуктивності та профілактики хвороб тварин. На сьогодні досить перспективним є застосування наночастинок біогенних металів, які володіють більшою ефективністю, ніж їхні молекулярні форми (Borysevykh et al., 2009). Однак, відомостей щодо впливу наночастинок феруму та германію на вміст церулоплазміну в плазмі крові свиноматок у доступній літературі не знайдено.

Церулоплазмін (ЦП) – Cu-вмісна феррооксидаза (КФ.1.16.3.1). Хоча основним джерелом синтезу ензиму в організмі є печінка, деякі інші тканини здатні його виробляти. Зокрема вказано на синтез церулоплазміну в нервовій тканині (Zelenina et al., 2002) та встановлено достовірний вплив коркових процесів на вміст церулоплазміну в сироватці крові тварин (Karpovskiy et al., 2017). Церулоплазмін необхідний для нормального транспорту Феруму з клітин у плазму. Дослідження, спрямовані на визначення механізму дії церулоплазміну, базувалися на спостереженні *in vitro* про те, що церулоплазмін поводить себе як фермент (фероксидаза), який каталізує окислення двовалентного заліза (Ragan et al., 1969). Лімітуючим фактором синтезу церулоплазміну для поросят є джерело білка на ранньому постнатальному етапі життя, а не рівні заліза та міді як таких (Gomez-Garcia & Matrone, 1967).

Антиоксидантні властивості церулоплазміну проявляються у феррооксидазній, аскорбатоксидазній та супероксидазній активності (Frieden & Hsieh, 1976). Хоча цей фермент проявляє свою активність, як антиоксидант, в десятки разів менше ніж супероксиддисмутаза, однак він циркулює в плазмі крові, тоді, як супероксиддисмутаза це внутрішньоклітинний ензим (Frieden & Hsieh, 1976; Winterbourn et al., 2002).

Мета дослідження

Встановити ступінь і характер впливу задавання наносполук Феруму та Германію на вміст церулоплазміну в плазмі крові свиноматок і отриманих від них поросят.

Матеріал і методи досліджень

Дослід проведено на 24 свиноматках великої білої породи, віком 2–3 роки, яких за принципом аналогів було розділено на дві групи (контрольна і дослідна) по 12 тварин в кожній. Свиням дослідної групи за 10 діб до опоросу, протягом десяти діб випоювали комплекс наносполук мікроелементів Феруму – 3 мг/добу та Германію – по 0,01 мг/добу. Тваринам контрольної групи наносполуки не задавали. Матеріалом для досліджень слугували зразки відібраної крові від 5 тварин з кожної групи за 10 діб до опоросу та 1-у добу до опоросу, в день опоросу (після опоросу) та через три та 10 діб після опоросу. Крім цього у отриманих від свиноматок поросят (по 5 з кожної групи) відбирали зразки крові на 2, 7 та 21 добу життя. Кров для дослідження у свиноматок одержували з яремної вени вранці натщесерце, а у поросят – з краніальної порожнистої вени. У всіх зразках крові проводили визначення вмісту церулоплазміну за принципом окиснення п-фенілендіаміну. Лабораторні дослідження проводились в навчально-науковій лабораторії ветеринарно-діагностичних досліджень кафедри біохімії і фізіології тварин імені академіка М.Ф. Гулого.

Одержані результати піддавали статистичній обробці за допомогою прикладного програмного комплексу “Microsoft Office Excel 2019” (визначали середньоарифметичну величину, її похибку, коефіцієнт кореляції, та проводили одно- та двофакторний дисперсійний аналіз. Результати вважали за достовірні за $P < 0,05$.

Експеримент проведено із дотримання вимог ЗУ № 3447–IV від 21.02.06 “Про захист тварин від жорстокого поводження” та узгоджено з принципами “Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей” (Страсбург, 1986).

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено достовірний вплив задавання наносполук Феруму та Германію протягом 10 днів на вміст церулоплазміну в крові свиноматок – $F = 25,5 > F_U = 4,15$; $P < 0,001$

(табл. 1), однак народження поросят у більшій мірі впливало на вміст ензиму в крові тварин ($F = 124,3 > F_U = 2,90$; $P < 0,001$). У той же час доведено вплив задавання наночастинок Феруму та Германію свиноматкам на вміст церулоплазміну в крові отриманих від них поросят ($F = 10,1 > F_U = 4,5$; $P < 0,01$).

Таблиця 1

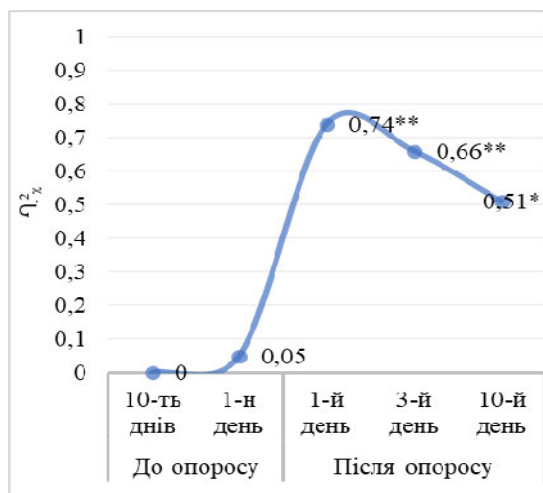
Багатофакторний дисперсійний аналіз вмісту церулоплазміну в плазмі крові свиней за дії наносполук Феруму та Германію

Фактори впливу	SS	df	MS	F	P-значення	F критичне
Вміст церулоплазміну в крові свиноматок						
Вплив наносполук	0,030	1	0,030	25,55	< 0,001	4,149
Народження поросят	0,434	3	0,145	124,3	< 0,001	2,901
Взаємозв'язок	0,006	3	0,002	1,694	0,188	2,901
Внутрішня	0,037	32	0,001	–	–	–
Всього	0,506	39	–	–	–	–
Вміст церулоплазміну в крові поросят						
Вплив наносполук	0,023	1	0,023	10,06	< 0,01	4,494
Народження поросят	0,074	1	0,074	32,39	< 0,001	4,494
Взаємозв'язок	0,002	1	0,002	1,053	0,32	4,494
Внутрішня	0,037	16	0,002	–	–	–
Всього	0,137	19	–	–	–	–

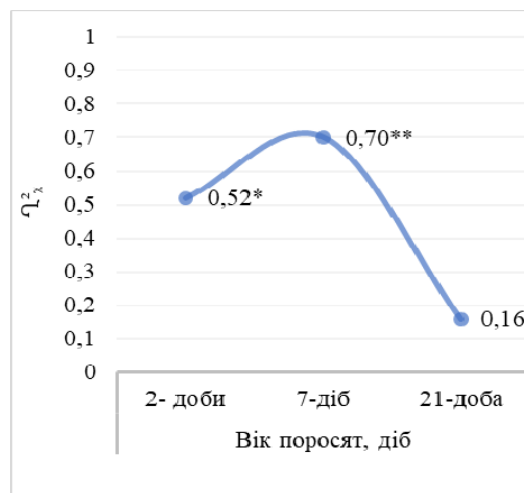
Примітка: SS – сума квадратів; df – кількість рівнів фактора (-1); MS – середнє квадратичне; F – критерій оцінки фактора впливу на залежну змінну; p – достовірність; F критичне – критичне значення фактора впливу

Наносполуки Феруму та Германію представляють собою цитрати металів отримані за допомогою ерозійно-вибухової нанотехнології (Borysevych et al., 2009). За структурою та будовою наночастки подібні до аніонного хелатного комплексу через наявність поверхневого електричного заряду зі знаком “мінус”, але при цьому виключаються токсичні прояви через відсутність аніона (Borysevych et al., 2009).

Задавання наносполук Феруму та Германію достовірно впливало на вміст церулоплазміну в плазмі крові свиноматок лише після опоросу – $\eta^2_\chi = 0,48–0,74$ ($P \leq 0,05–0,01$). Тоді, як за день до опоросу цей вплив відсутній – $\eta^2_\chi = 0,05$ (рис. 1). У поросят отриманих від свиноматок яким задавали згадані наносполуки металів вміст церулоплазміну в крові залежав від задавання наносполук на другу ($\eta^2_\chi = 0,52$; $P \leq 0,05$) та сьому ($\eta^2_\chi = 0,70$; $P \leq 0,01$) добу життя тварин.



а



б

Рис. 1. Вплив (η^2_χ) задавання наносполук Феруму та Германію та вмісту церулоплазміну в плазмі крові свиноматок (а) та поросят (б)

Примітка: показники достовірні: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

До задавання наносполук мікроелементів вміст церулоплазміну в плазмі крові свиноматок становив 0,52–0,74 г/л, що не виходить за фізіологічні межі. Перед опоросом свиноматок вміст ензиму в плазмі крові тварин збільшується на 14,7 % ($P \leq 0,05$), що

очевидно є підготовкою організму свиней до пологів і має нервово-гуморальне походження. Надалі, після пологів, протягом доби вміст ензиму в крові зменшується на 37,6 % ($P \leq 0,001$). Очевидно, таке зменшення з одного боку відбувається через виділення ензиму з

молоком (Mal et al., 2018), а з іншого внаслідок стресового впливу пологів на антиоксидантну систему тварин (Zhurenko et al., 2018). Надалі, до третьої доби після пологів у крові свиноматок вміст церулоплазмі-

ну в крові відновляється до передпологового рівня і до 10-ї доби після пологів продовжує збільшуватись в межах тенденції (табл. 2).

Таблиця 2

Вмісту церулоплазміну в плазмі крові свиноматок та отриманих від них поросят за дії наносполук Феруму та Германію, г/л ($M \pm m$, $n = 5$)

Період досліджень		Групи тварин	
		Контрольна	Дослідна
Вміст церулоплазміну в плазмі крові свиноматок			
До опоросу	За 10 діб	$0,662 \pm 0,035$	$0,668 \pm 0,043$
	За добу	$0,760 \pm 0,023$	$0,780 \pm 0,024$
Після опоросу	В день опоросу	$0,474 \pm 0,010$	$0,534 \pm 0,010^{**}$
	Через три доби	$0,654 \pm 0,018$	$0,742 \pm 0,017^{**}$
	Через 10 діб	$0,718 \pm 0,012$	$0,768 \pm 0,015^*$
Вміст церулоплазміну в плазмі крові поросят отриманих від свиноматок дослідних груп			
Вік поросят, діб	2 доби	$0,226 \pm 0,004$	$0,256 \pm 0,010^*$
	7 діб	$0,456 \pm 0,011$	$0,546 \pm 0,021^{**}$
	21 доба	$0,600 \pm 0,029$	$0,646 \pm 0,031$

Примітка: показники достовірні: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

Дослідники вказують, що в крові новонароджених поросят відсутній як апо - так і церулоплазмін (Chang et al., 1976), однак його концентрація протягом перших діб життя стрімко зростає (Frieden & Hsieh, 1976). Фізичні та хімічні властивості церулоплазміну, синтезованого протягом перших 3 днів життя поросят, не відрізняються від таких у дорослих свиней (Chang et al., 1975). Раніше встановлено, що в крові 2-добових поросят відмічено лише одну форму церулоплазміну – церулоплазмін II. У міру дорослішання свиней і підвищення загального рівня церулоплазміну кількість церулоплазміну II залишалася відносно постійною, тоді як рівень церулоплазміну I різко зростає (Milne & Matrone, 1970).

Вміст церулоплазміну в крові 2-добових поросят відносно низький – $0,226 \pm 0,004$ г/л, однак уже до 7-ї доби життя збільшується більше ніж у два рази ($P \leq 0,001$). З 7-ї до 21-ї доби життя поросят вміст ензиму збільшується на третину ($P \leq 0,001$) і істотно не відрізняється від такого у дорослих свиней.

Задавання наночастинок Феруму та Германію свиноматкам протягом 10 діб істотно не вплинуло на вміст ензиму в крові тварин до опоросу. Однак після опоросу (на перший і третій день) вміст ензиму в крові цих тварин був достовірно більшим від такого у свиноматок контрольної групи (12,7–13,5 %; $P \leq 0,05$).

Навіть через 10 діб після опоросу вміст ензиму в крові свиноматок дослідної групи був достовірно ($P \leq 0,05$) більшим від такого у тварин контрольної групи.

Задавання наносполук мікроелементів Феруму та Германію позитивно вплинуло на вміст церулоплазміну в плазмі крові отриманих від них поросят. Зокрема, вміст ензиму в плазмі крові поросят дослідної групи більше через дві та сім діб після народження на 13,3–20,0 % ($P \leq 0,05$). Вищий рівень ензиму у поросят може бути пов'язаний з одного боку із більшим його рівнем у молозиві свиноматок, а з іншого із більшою інтенсивністю його синтезу у печінці. Однак дані припущення потребують додаткового дослідження. Відмітимо тенденцію до вищого вмісту ензиму в кров поросят отриманих від свиноматок, яким задавали протягом 10 днів наносполуки Феруму та Германію перед відлученням (21-ша доба життя) на 8,0 %.

Встановлено високі прямі кореляційні зв'язки вмісту церулоплазміну в крові свиноматок і отриманих від них поросят (табл. 3). Вміст ензиму в крові дво- та семи добових поросят корелює з вмістом ензиму в крові свиноматок в день опоросу – $r = 0,91$ – $0,95$ ($P \leq 0,001$). Надалі до 3-ї доби після опоросу ці зв'язки послаблюються ($r = 0,63$ – $0,73$; $P \leq 0,05$) і до 10-ї доби після опоросу зникають.

Таблиця 3

Взаємозв'язки (r) вмісту церулоплазміну в плазмі крові свиноматок та отриманих від них поросят

Показники		За добу до опоросу	Після опоросу		
			1-й день	3-й день	10-й день
Вік поросят, днів	2-добові	0,60	0,91***	0,63*	0,49
	7-добові	0,44	0,95***	0,73*	0,51
	21-доба	0,36	0,34	0,56	0,44

Примітка: показники достовірні: * – $P < 0,05$; *** – $P < 0,001$

Отже, проведені дослідження вказують на ефективність застосування наночастинок Феруму та Герма-

нію для корекції вмісту церулоплазміну в крові як в крові свиноматок, так і молочних поросят.

Висновки

Встановлено вплив наносполук Феруму та Германію на вміст церулоплазміну в крові свиноматок – $F = 25,5 > F_{U} = 4,15$; $P < 0,001$. Після опоросу вміст ензиму в крові свиноматок, яким задавали наносполуки металів був більшим від такого у свиноматок контрольної групи на 2,7–13,5 % ($P \leq 0,05$). У поросят отриманих від свиноматок, яким задавали наносполуки металів вміст церулоплазміну через дві та сім діб після народження більше на 13,3–20,0 % ($P \leq 0,05$) від такого у поросят отриманих від свиноматок, яким наносполуки не задавали. Вміст церулоплазміну в плазмі крові поросят отриманих від свиноматок, яким задавали наносполуки металів прямо пов'язаний з його вмістом в крові свиноматок.

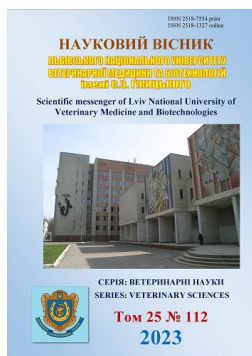
Перспективи подальших досліджень. Полягають у розробці сучасних способів підвищення продуктивності та резистентності свиноматок за допомогою наночасток металів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їх вкладу та результатів досліджень.

References

- Borysevykh, V. B., Borysevykh, B. V., & Kaplunenko, V. H. (2009). Nanotekhnolohiia u veterynarnii medytsyni. K.: Lira (in Ukrainian).
- Chang, I. C., Lee, T. P., & Matrone, G. (1975). Development of Ceruloplasmin in Pigs during the Neonatal Period. *The Journal of Nutrition*, 105(5), 624–630. DOI: 10.1093/jn/105.5.624.
- Chang, I. C., Milholland, D. C., & Matrone, G. (1976). Controlling Factors in the Development of Ceruloplasmin in Pigs during the Neonatal Growth Period. *The Journal of Nutrition*, 106(9), 1343–1350. DOI: 10.1093/jn/106.9.1343.
- Danchuk, O., Levchenko, A., da Silva Mesquita, R., Danchuk, V., Cengiz, S., Cengiz, M., & Grafov, A. (2023). Meeting Contemporary Challenges: Development of Nanomaterials for Veterinary Medicine. *Pharmaceutics*, 15(9), 2326. DOI: 10.3390/pharmaceutics15092326.
- Frieden, E., & Hsieh, H. S. (1976). The biological role of ceruloplasmin and its oxidase activity. Iron and copper proteins. *Springer*, 74, 505–529. DOI: 10.1007/978-1-4684-3270-1_43.
- Gomez-Garcia, G. G., & Matrone, G. (1967). Copper Metabolism in the Early Postnatal Period of the Piglet. *The Journal of Nutrition*, 92(2), 237–244. DOI: 10.1093/jn/92.2.237.
- Kanarek, R. B., & Marks-Kaufman, R. (1991). Trace Minerals, the Central Nervous System, and Behavior BT - *Nutrition and Behavior: New Perspectives*. Springer US, 57–78.
- Karpovskiy, V. I., Vasylyv, A. P., & Danchuk, O. V. (2017). Kortykalna rehuliatsiia obminu bilkiv u svynei: monohrafiia (in Ukrainian).
- Mal, G., Singh, B., G. Mane, B., Sharma, V., Sharma, R., Bhar, R., & Dhar, J. B. (2018). Milk composition, antioxidant activities and protein profile of Gaddi goat milk. *Journal of Food Biochemistry*, 42(6), e12660. DOI: 10.1111/jfbc.12660.
- Milne, D. B., & Matrone, G. (1970). Forms of ceruloplasmin in developing piglets. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Enzymology*, 212(1), 43–49. DOI: 10.1016/0005-2744(70)90176-2.
- Peters, J. C., & Mahan, D. C. (2008). Effects of neonatal iron status, iron injections at birth, and weaning in young pigs from sows fed either organic or inorganic trace minerals. *Journal of Animal Science*, 86(9), 2261–2269. DOI: 10.2527/jas.2007-0577.
- Ragan, H. A., Nacht, S., Lee, G. R., Bishop, C. R., & Cartwright, G. E. (1969). Effect of ceruloplasmin on plasma iron in copper-deficient swine. *The American journal of physiology*, 217(5), 1320–1323. DOI: 10.1152/ajplegacy.1969.217.5.1320.
- Winterbourn, C. C., Peskin, A. V., & Parsons-Mair, H. N. (2002). Thiol oxidase activity of copper, zinc superoxide dismutase. *Journal of Biological Chemistry*, 277(3), 1906–1911. DOI: 10.1074/jbc.M107256200.
- Zelenina, O., Vlizlo, V., Kozak, M., Ostapiv, D., Samaryk, V., Dron, I., Stetsko, T., Skrypka, M., Tomchuk, V., Danchuk, O., & Levchenko, A. (2022). Antimicrobial activity of the PEGylated antibiotic enrofloxacin and its functional and structural effect on the liver in rats. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(06), 068–075. DOI: 10.7324/JAPS.2022.120607.
- Zhurenko, O. V., Karpovskiy, V. I., & Danchuk, O. V. (2018). Vplyv osnovnykh kortyko-vehetatyvnykh mekhaniz-miv rehuliatsii na vmist tsynku v krovii koriv zalezno vid pory roku. *Veterynariia, tekhnolohii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, 2, 27–30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2018_2_8 (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11232

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

UDC 543.3:626.22(477.74)

Monitoring of individual indicators of safety and quality of water and fish of Khadzhibey estuary

O. O. Holubenko, L. O. Tarasenko✉

Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine

Article info

Received 23.10.2023

Received in revised form

27.11.2023

Accepted 28.11.2023

Odessa State Agrarian University,
Panteleymonivska Str., 13,
Odessa, 65012, Ukraine.
Tel.: +38-067-785-61-94
E-mail: tarasenkola1965@gmail.com

Holubenko, O. O., Tarasenko, L. O. (2023). Monitoring of individual indicators of safety and quality of water and fish of Khadzhibey estuary. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 206–211. doi: 10.32718/nvlvet11232

Water significantly influences the quality and safety of fish because it is the environment for the life and cultivation of fish. A study of hydrochemical and microbiological indicators of the water of Khadzhibey estuary was conducted; the content of heavy metals in it was determined. In the Khadzhibey estuary, from 2022 to 2023, the water acidity indicator was stable, did not exceed the established hygienic standards for fish farms, and was within the range of 7.6 ± 0.4 – 8.4 ± 0.3 mg/L, which completely meets the requirements for fish farming. The maximum salinity in the estuary is observed in summer and is 15 % higher compared to winter and spring indicators. The water type of the estuary is mixed with moderate mineralization. It was established that the zinc content in water samples from the estuary exceeds the maximum permissible concentration by 2.6 %. The content of Cadmium, Lead, Copper, and Mercury is constant and does not exceed the maximum allowable concentration for fish farms. An increase in zinc content in water is a stress factor and affects the quality of fish meat. The research results showed that the content of mesophilic aerobic and facultative anaerobic organisms does not exceed the maximum permissible level in muscle tissue cultures of common carp and round bull caught by commercial fishing from the Khadzhibey estuary. *Escherichia coli* bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, and pathogenic microorganisms were not detected in the samples of the fish subject to the study. According to the microbiological indicators of water and fish, common carp and Round goby caught by industrial fishing in the Khadzhibey estuary are safe and allowed for further consumption by humans and animals.

Key words: round goby, heavy metals, hydrochemical parameters, common carp, microbiology of water.

Моніторинг окремих показників безпечності і якості води та риби Хаджибейського лиману

O. O. Голубенко, Л. О. Тарасенко✉

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Вода має важливий вплив на якість та безпечність риби, бо являє собою середовище життєдіяльності і вирощування риби. Було проведено дослідження гідрохімічних та мікробіологічних показників води Хаджибейського лиману; визначено вміст важких металів у ній. У Хаджибейському лимані, за період 2022–2023 роки, показник кислотності води був стабільним, не перевищував встановлених гігієнічних норм для рибогосподарських водойм, знаходився у межах $7,6 \pm 0,4$ – $8,4 \pm 0,3$ мг/л, що повністю задовольняє вимоги для вирощування риби. Максимальна солоність у лимані спостерігається влітку та є вищою на 15 %, у порівнянні із зимовими та весняними показниками. Тип води лиману змішаний із помірною мінералізацією. Встановлено, що у зразках води з лиману вміст Цинку перевищує гранично допустиму концентрацію на 2,6 %. Вміст Кадмію, Плюмбуму, Купруму та Меркурію є постійним та не перевищує гранично допустимої концентрації для рибогосподарських водойм. Підвищення вмісту Цинку у воді є стрес-фактором та впливає на якість м'яса риби. Результати досліджень показали, що у посівах із м'язової тканини коропа

звичайного та бичка-кругляка, виловленого шляхом промислового лову з Хаджибейського лиману, за вмістом мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних організмів не перевищує максимально допустимий рівень. Бактерії групи кишкової палички, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* та патогенні мікроорганізми у зразках риби, яка підлягала дослідженню, не виявлені. За проведеними мікробіологічними показниками води та риби було встановлено, що короп звичайний та бичок-кругляк, які виловлюються шляхом промислового лову у Хаджибейському лимані, є безпечними і допускаються у подальшу реалізацію для використання в їжу людей та тварин.

Ключові слова: бичок-кругляк, важкі метали, гідрохімічні показники, короп звичайний, мікробіологія води.

Вступ

Короп звичайний (лат. *Cyprinus carpio*) та бичок-кругляк (лат. *Neogobius melanostomus*), за певних умов, можуть бути не лише цінним продуктом у харчуванні людей та тварин, а й негативно впливати на організм споживача (Daniel et al., 2022; Hajiyeve et al., 2023). Вода має важливий вплив на якість та безпечність риби, бо являє собою середовище життєдіяльності і вирощування риби (Athithan, 2020; Stojanovski & Ahmed, 2020).

В останні роки спостерігається тенденція щодо зростання антропогенного впливу на рибогосподарські водні об'єкти. Це призводить до погіршення екологічного стану та негативно впливає на якість риби, яка у них вирощується і виловлюється шляхом промислового лову (Adali et al., 2023; Shabir et al., 2023; Sigacheva & Skuratovskaya, 2023). Тому, слід постійно проводити аналіз і моніторинг поверхневих вод, досліджувати особливості їх використання, щоб захистити від негативного впливу на сировину (Wolfram et al., 2021; Wang et al., 2022; Lyons et al., 2023).

Одним із найважливіших природних ресурсів у Одеській області є велика кількість водних об'єктів. Забруднення стічними водами, надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти, відсутність моніторингу у системі водокористування призвели до виснаження водоресурсного потенціалу (Felix & Menaga, 2021). Перелічені фактори негативно впливають не тільки на водні об'єкти Південного регіону України, але і на усі водні об'єкти країни. На даний час зупинити процеси антропогенного навантаження на водні ресурси не є можливим через військовий стан на території країни (Fogarty & Collie, 2020; Kitowski et al., 2023). Моніторинг санітарно-гігієнічної оцінки якості гідроекологічного стану водойм допоможе у боротьбі із проблемою забруднення водойм, є актуальним та своєчасним (Holm et al., 2020; Mullaseri & Kurup, 2022).

До газового режиму водойми належить концентрація кисню, вільної вуглекислоти, сірководню і метану, що впливає на термічні і біологічні процеси. Від концентрації кисню у воді залежить життєдіяльність риб. При зниженні кисню знижується інтенсивність живлення та сповільнення росту бичка-кругляка і коропа звичайного (Behrens et al., 2020; Wang et al., 2023). Нестача кисню впливає на зниження резистентності організму риб до впливу навколишнього середовища і спричиняє накопичення органічних речовин, що негативно впливають на життєдіяльність риб (Hou et al., 2020; Dar et al., 2022).

Вода, придатна для вирощування риби, має відповідати таким параметрам: стабільний кисневий режим, БСК₅, відсутність важких металів, пестицидів та

інсектицидів, загальна жорсткість не має перевищувати норму для рибогосподарських водойм (Ali et al., 2021; Taslima et al., 2022; Abdelwahab & Thabet, 2023). На екологічну якість води також впливає запах, бактеріологічні показники, прозорість та каламутність (Ajiyel et al., 2021; Holubenko et al., 2023; Khan et al., 2023).

Доведено, що короп звичайний і бичок-кругляк не вимогливі до середовища існування (Kristiansen, 2020). Водойми призначені для вирощування цієї риби, мають відповідати ветеринарно-санітарним вимогам та стандартам щодо вирощування риби; задовольняти біологічні потреби риби і мати достатній рівень природньої кормової бази (Frouz & Frouzová, 2021; Suryawanshi et al., 2023).

Мета дослідження

Моніторинг окремих показників безпечності і якості води та риби Хаджибейського лиману.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження води проводили у лабораторії гігієни та екології води Українського науково-дослідного інституту медицини транспорту та на кафедрі ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи Одеського державного аграрного університету.

Відбір проб води та риби проводили з трьох основних точок Хаджибейського лиману: біля села Нерубайське (ділянка № 1); у малому крилі Хаджибейського лиману (ділянка № 2); у селі Блонське (ділянка № 3). Усього відібрано та досліджено 63 проби води. Усі відібрані проби досліджуваної води з Хаджибейського лиману являли собою безбарвну рідину без вираженого запаху. Відібрані зразки досліджувались за гігієнічними, органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Визначення активності іонів гідрогену у вигляді водневого показника рН було проведено згідно ISO 10523:1994, величину біохімічного споживання кисню (БСК₅) – РД 52.24.420-2006, хлорид визначали завдяки ISO 9297-2:1989, вміст гідрокарбонату та сульфату – ISO 10304-1:1992.

При проведенні дослідження на вміст важких металів у воді використовували методи: 1) для визначення кадмію, купруму, цинку та плюмбуму – атомно-емісійної спектроскопії (АЕС) на приладі ЕМАС-200 CCD; 2) для визначення вмісту меркурію – метод атомно-абсорбційна спектроскопія холодної пари (ААС-ХП) "Юлія-2М". Мікробіологічні дослідження (МАФАНМ) води проводили за допомогою проби з резазурином.

Було проведено дослідження проб риби – коропа звичайного (*Cyprinus carpio*) та бичка-кругляка (*Neogobius melanostomus*) за мікробіологічними показниками. Усього досліджено та відібрано 77 проб. Експерименти виконані із дотриманням вимог щодо проведення дослідів на тваринах та принципів біоетики щодо захисту рослинного, тваринного світу та довкілля. Підготовку та мікробіологічні дослідження коропа звичайного та бичка-кругляка, виконували: за допомогою редуктазної проби (загальна кількість мікроорганізмів). Кількість МАФАНМ, визначено відповідно ДСТУ 8446:2015, патогенні мікроорганізми – згідно з EN 12824:1997, бактерії групи кишкової палички – ISO 4833:2003, *Staphylococcus aureus* – ISO

6888-3:2003 та *Listeria monocytogenes* – ISO 11290-1:1996.

Аналіз експериментальних досліджень проводили з використанням програми Microsoft Excel 2010. Результати, отримані в роботі, статистично обраховані з визначенням середньої (M) та відхиленням від середньої (m).

Результати та їх обговорення

Для обґрунтування та визначення якості води у Хаджибейському лимані проведено гідрохімічні дослідження. Отримані гідрохімічні показники води представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Аналіз гідрохімічних показників води ($M \pm m$, $n = 9$)

№	Показники	Період дослідження						
		Весна 2022	Літо 2022	Осінь 2022	Зима 2023	Весна 2023	Літо 2023	Осінь 2023
1	Температура, °C	10,3 ± 1,2	21,9 ± 2,1	18,3 ± 1,1	6,7 ± 0,6	11,5 ± 1,2	22,4 ± 2,2	21,7 ± 2,0
2	pH води, одиниць	8,1 ± 0,4	8,4 ± 0,3	8,0 ± 0,2	7,6 ± 0,4	8,2 ± 0,2	8,3 ± 0,4	8,1 ± 0,3
3	Постійна жорсткість, мг·екв/л	0,2 ± 0,03	0,2 ± 0,02	0,2 ± 0,04	0,2 ± 0,03	0,2 ± 0,02	0,2 ± 0,03	0,2 ± 0,04
4	Тимчасова жорсткість, мг·екв/л	3,5 ± 0,2	3,7 ± 0,2	3,6 ± 0,3	3,5 ± 0,2	3,5 ± 0,3	3,6 ± 0,1	3,5 ± 0,2
5	Загальна жорсткість, мг·екв/л	3,6 ± 0,3	3,8 ± 0,2	3,7 ± 0,3	3,7 ± 0,2	3,6 ± 0,3	3,7 ± 0,3	3,6 ± 0,2
6	Солоність г/дм ³	4,71 ± 0,32	6,02 ± 0,31	5,41 ± 0,46	4,78 ± 0,36	4,81 ± 0,31	5,82 ± 0,41	5,21 ± 0,45
7	БСК ₅ , О ₂ /дм ³	1,12 ± 0,11	1,91 ± 0,12	1,13 ± 0,09	0,64 ± 0,05	0,91 ± 0,08	1,63 ± 0,12	0,51 ± 0,04
8	Хлорид, Cl ⁻ , мг/дм ³	132,3 ± 11,3	133,3 ± 11,4	133,2 ± 12,2	132,5 ± 10,2	132,2 ± 12,3	133,6 ± 11,2	132,7 ± 10,6
9	Сульфат, SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	255,6 ± 23,5	259,1 ± 20,3	258,5 ± 19,1	256,3 ± 24,3	254,0 ± 20,2	258,3 ± 22,2	255,0 ± 23,4
10	Гідрокарбонат, HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	271,1 ± 25,2	272,5 ± 26,3	271,3 ± 25,1	270,3 ± 23,2	270,6 ± 21,3	271,4 ± 21,2	271,1 ± 24,3

Згідно таблиці 1 видно, що показник кислотності води (pH) у Хаджибейському лимані у період весна 2021-осінь 2023 року був стабільним, не перевищував встановлених гігієнічних норм для рибогосподарських водойм та знаходився у межах $7,6 \pm 0,4 - 8,4 \pm 0,3$

мг/л, що повністю задовольняє вимоги для вирощування коропа звичайного та бичка-кругляка. Аналіз проведених досліджень кисневого режиму представлений на рис. 1.



Рис. 1. Сезонна динаміка зміни кислотного режиму Хаджибейського лиману протягом 2021–2023 року

Показники постійної жорсткості становили $0,2 \pm 0,04$ мг·екв/л та були без змін, показники тимчасової жорсткості були у межах $3,6 \pm 0,3$ мг·екв/л, а загальної жорсткості $3,6 \pm 0,3$ мг·екв/л. Солоність води Хаджибейського лиману влітку знаходилася у межах $5,82 \pm 0,41$ г/дм³, восени $5,41 \pm 0,46$ г/дм³, взимку – $4,78 \pm 0,36$ г/дм³, навесні – $4,71 \pm 0,32$ г/дм³. Максимальна солоність у лимані спостерігається влітку та є вищою на 15 %, у порівнянні з зимовими та весняни-

ми показниками. Тип води лиману змішаний із помірною мінералізацією.

БСК₅ знаходиться у межах $1,63 \pm 0,12$ О₂/дм³ в залежності від пори року. Уміст сульфату знаходиться у межах $259,1 \pm 20,3$ мг/дм³, хлориду – $132,3 \pm 11,3$ мг/дм³ та гідрокарбонату $272,5 \pm 26,3$ мг/дм³. Якість води відповідає санітарним нормам для водних об'єктів рибогосподарського призначення та не перевищує ГДК.

Рівень забруднення води важкими металами впливає не тільки на якість біологічних процесів у рибогосподарському водоймищі, але впливає на якість та життєдіяльність риби. Отримані результати визначення фонових рівнів важких металів наведені у **таблиці 2**.

Дослідженням встановлено, що максимальний рівень Плюмбуму у 2022 року був навесні та становив $0,0054 \pm 0,0003$ мг/л та $0,00020 \pm 0,00002$ мг/л, Кадмію, Цинку, Купруму та Меркурію встановлено влітку, що ми пов'язуємо з інтенсивними навантаженнями у зв'язку з військовими діями, хоча і в межах МДР. Фонові рівні важких металів за сезонами 2023 року коливалися та максимальний вміст Плюмбуму та Кадмію був влітку та становив – $0,0055 \pm 0,0004$ мг/л та $0,00284 \pm 0,00022$ мг/л; максимальний рівень Цинку, Купруму та Меркурію відзначено восени, та пока-

зники були в межах $0,0263 \pm 0,0021$ мг/л, $0,00022 \pm 0,00002$ мг/л та $0,000057 \pm 0,000005$ мг/л, відповідно.

Одержані результати досліджень свідчать, що у зразках води з Хаджибейського лиману, протягом досліджуваного періоду, вміст Цинку перевищував ГДК на 2,6 %. Вміст важких металів є постійним, у межах норми та не перевищує ГДК для рибогосподарських водойм. Підвищення вмісту Цинку у воді Хаджибейського лиману є стрес-фактором та впливає на якість м'яса коропа звичайного (*Cyprinus carpio*) та бичка-кругляка (*Neogobius melanostomus*).

У **таблиці 3** представлені мікробіологічні показники поверхневої та придонної води, показники колітитру з Хаджибейського лиману за період 2022–2023 роки.

Таблиця 2

Вміст важких металів у воді Хаджибейського лиману за 2022–2023 роки ($M \pm m$; $n = 9$)

№ п/п	Період досліджень	Плюмбум, мг/л	Кадмій, мг/л	Цинк, мг/л	Купрум, мг/л	Меркурій, мг/л
1	Весна 2022	$0,0054 \pm 0,0003$	$0,00251 \pm 0,00021$	$0,0197 \pm 0,0019$	$0,00020 \pm 0,00002$	$0,000054 \pm 0,000005$
2	Літо 2022	$0,0053 \pm 0,0005$	$0,00297 \pm 0,00026$	$0,0206 \pm 0,0020$	$0,00020 \pm 0,00002$	$0,000059 \pm 0,000005$
3	Осінь 2022	$0,0050 \pm 0,0004$	$0,00215 \pm 0,00021$	$0,0184 \pm 0,0017$	$0,00023 \pm 0,00002$	$0,000057 \pm 0,000004$
4	Зима 2022	$0,0051 \pm 0,0005$	$0,00245 \pm 0,00021$	$0,0174 \pm 0,0016$	$0,00021 \pm 0,00001$	$0,000051 \pm 0,000005$
5	Весна 2023	$0,0053 \pm 0,0004$	$0,00251 \pm 0,00022$	$0,0181 \pm 0,0015$	$0,00020 \pm 0,00002$	$0,000044 \pm 0,000003$
6	Літо 2023	$0,0055 \pm 0,0004$	$0,00284 \pm 0,00022$	$0,0203 \pm 0,0017$	$0,00021 \pm 0,00002$	$0,000054 \pm 0,000003$
7	Осінь 2023	$0,0053 \pm 0,0004$	$0,00177 \pm 0,00011$	$0,0263 \pm 0,0021$	$0,00022 \pm 0,00002$	$0,000057 \pm 0,000005$

Таблиця 3

Мікробіологічні показники води з Хаджибейського лиману за 2022–2023 роки ($M \pm m$; $n = 9$)

№ п/п	Період досліджень	Вода поверхнева (КУО/см)	<i>Escherichia coli</i> у поверхне-вій воді (КУО/см)	Вода придонна (КУО/см)	<i>Escherichia coli</i> у придонній воді (КУО/см)
1	Весна 2022	$2,5 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^6$	$1,9 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^6$
2	Літо 2022	$6,6 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^8$	$6 \cdot 10^6$
3	Осінь 2022	$3,0 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^6$	$3,8 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^6$
4	Зима 2022–2023	$6,5 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^6$
5	Весна 2023	$2,1 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^6$
6	Літо 2023	$4,1 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^6$
7	Осінь 2023	$2,9 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^6$

Результати досліджень мікробіологічних показників води з Хаджибейського лиману за 2022 рік показали, що максимальні рівні вмісту *Escherichia coli* у поверхневій та придонній воді були влітку та становили $7 \cdot 10^6$ КУО/см у поверхневій та $6 \cdot 10^6$ КУО/см у придонній. Максимальний вміст *Escherichia coli* у ґрунті, поверхневій та придонній воді спостерігається у літній період року і становить $8 \cdot 10^6$ КУО/см у поверхневій та $5 \cdot 10^6$ КУО/см у придонній.

За результатами дослідження бачимо, що зразки води із поверхневого шару на 23 % забруднені більше, відповідно води придонного шару, а кількість *Escherichia coli* у зимові місяці менша, ніж у літні на 90 %, це свідчить про потребу проведення ветеринарно-санітарних заходів щодо покращення якості води у Хаджибейському лимані у літні періоди року.

Результати мікробіологічного дослідження мазків відбитків, які були виготовлені з м'язової тканини коропа звичайного та бичка-кругляка, наведені у **таблиці 4**.

Результати досліджень показали, що у посівах з м'язової тканини коропа звичайного та бичка-кругляка, виловленого шляхом промислового лову з Хаджибейського лиману, за вмістом мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних організмів не перевищує максимально допустимий рівень і знаходився в межах $3,0 \pm 0,09 \cdot 10^4 - 3,9 \pm 0,05 \cdot 10^4$ КУО/г. Бактерії групи кишкової палички, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* та патогенні мікроорганізми в зразках риби, яка підлягала дослідженню, не виявлені.

Таблиця 4

Мікробіологічні дослідження риби ($M \pm m$, $n = 15$)

Показники	Короп звичайний							Бичок-кругляк						
	Весна 2022	Літо 2022	Осінь 2022	Зим а 2022	Весна 2023	Літо 2023	Осінь 2023	Весна 2022	Літо 2022	Осінь 2022	Зим а 2022	Весна 2023	Літо 2023	Осінь 2023
МАФАНМ, КУО в 1 г (не більше $>5 \times 10^4$)	$3,4 \pm 0,08 \times 10^4$	$3,5 \pm 0,07 \times 10^4$	$3,1 \pm 0,07 \times 10^4$	$3,2 \pm 0,09 \times 10^4$	$3,3 \pm 0,08 \times 10^4$	$3,8 \pm 0,07 \times 10^4$	$3,4 \pm 0,09 \times 10^4$	$3,5 \pm 0,06 \times 10^4$	$3,7 \pm 0,08 \times 10^4$	$3,5 \pm 0,09 \times 10^4$	$3,0 \pm 0,09 \times 10^4$	$3,4 \pm 0,06 \times 10^4$	$3,9 \pm 0,05 \times 10^4$	$3,5 \pm 0,06 \times 10^4$
БГКП в 0,001 г														
<i>Staphylococcus aureus</i> в 0,01 г														
<i>Listeria monocytogenes</i> у 25 г														
Патогенні м. о., у т. ч. сальмонели в 25 г														

Висновки

У Хаджибейському лимані, за 2022–2023 роки, показник кислотності води був стабільним та не перевищував встановлених гігієнічних норм для рибогосподарських водойм, знаходиться у межах $7,6 \pm 0,4$ – $8,4 \pm 0,3$ мг/л, що повністю задовольняє вимоги для вирощування коропа звичайного та бичка-кругляка.

За токсикологічними показниками встановлено, що гранично допустима концентрація Плюмбуму, Кадмію, Купруму та Меркурію у воді Хаджибейського лиману не є постійною, змінюється в залежності від пори року, та не перевищує гранично допустиму концентрацію. Вміст Цинку перевищує ГДК на 2,6 %.

За мікробіологічними показниками коропа звичайний (лат. *Cyprinus carpio*) та бичок-кругляк (лат. *Neogobius melanostomus*), які виловлюються шляхом промислового лову у Хаджибейському лимані, є безпечними та допускаються у подальшу реалізацію для використання в їжу людей та тварин.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їх вкладу та результатів досліджень.

References

Abdelwahab, O., & Thabet, W. M. (2023). Natural zeolites and zeolite composites for heavy metal removal from contaminated water and their applications in aquaculture Systems: A review. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 49(4), 431–443. DOI: 10.1016/j.ejar.2023.11.004.

Adali, Z., Toygar, A., & Yildirim, U. (2023). Assessing the stochastic behavior of fishing grounds footprint of top ten fishing countries. *Regional Studies in Marine Science*, 63, 103015. DOI: 10.1016/j.rsma.2023.103015.

Ajiyel, H., Zine, N. E., Idrissi, I., Ainane, T., El Yaacoubi, A., BenKaddour, R., & Merimi, I. (2021). Assessment of the water quality of Oued El Kell by physicochemical and bacteriological approach. *Mate-*

rials Today: Proceedings, 45(8), 7511–7516. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.02.265.

Ali, Z., Yousafzai, A. M., Sher, N., Muhammad, I., Nayab, G. E., Aqeel, S. A. M., & Khan, H. (2021). Toxicity and bioaccumulation of manganese and chromium in different organs of common carp (*Cyprinus carpio*) fish. *Toxicology Reports*, 8, 343–348. DOI: 10.1016/j.toxrep.2021.02.003.

Athithan, S. (2020). *Coastal Aquaculture and Mariculture*. CRC Press. London. DOI: 10.1201/9781003142416.

Behrens, J. W., von Friesen, L. W., Brodin, T., Ericsson, P., Hirsch, P. E., Persson, A. & Nilsson, P. A. (2020). Personality-and size-related metabolic performance in invasive round goby (*Neogobius melanostomus*). *Physiology & behavior*, 215, 112777. DOI: 10.1016/j.physbeh.2019.112777.

Daniel, A. I., Fadaka, A. O., Gokul, A., Bakare, O. O., Aina, O., Fisher, S. & Klein, A. (2022). Biofertilizer: the future of food security and food safety. *Microorganisms*, 10(6), 1220. DOI: 10.3390/microorganisms10061220.

Dar, G. H., Bhat, R. A., Qadri, H., Al-Ghamdi, K. M., & Hakeem, K. R. (2022). Preface. *Bacterial Fish Diseases*. 2022, xxxiii–xxxiv. DOI: 10.1016/B978-0-323-85624-9.00001-4.

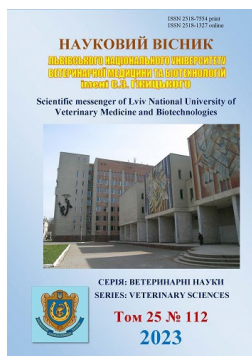
Felix, S., & Menaga, M. (2021). *Applied Aquaculture Biofloc Technology*. CRC Press, London. DOI: 10.1201/9781003242611.

Fogarty, M. J., & Collie, J. S (2020). *Fishery ecosystem dynamics*. Oxford University Press, USA. DOI: 10.1093/oso/9780198768937.001.0001.

Frouz, J., & Frouzová, J. (2021). Fisheries and Aquaculture Aquacultures. In *Applied Ecology: How agriculture, forestry and fisheries shape our planet* (pp. 315–372). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-83225-4_4.

Hajiyeva, A., Mamedov, C., Gasimov, E., Rzayev, F., Khalilov, R., Ahmadian, E., ... & Cho, W. C. (2023). Ultrastructural characteristics of the accumulation of iron nanoparticles in the intestine of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) under aquaculture. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 264, 115477. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.115477.

- Holm, P., Hadjimichael, M., Linke, S., & Mackinson, S. (Eds.). (2020). Collaborative research in fisheries: co-creating knowledge for fisheries governance in Europe (Vol. 320). Switzerland: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-26784-1.
- Holubenko, O. O., Tarasenko, L. O., & Rud, V. O. (2023). Quality indicators of fish from the water of the southern region of Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(111), 119–123. DOI: 10.32718/nvlvet11119.
- Horiuk, Y., Kukhtyn, M., Horiuk, V., Kernychnyi, S., & Tarasenko, L. (2020). Characteristics of bacteriophages of the *Staphylococcus aureus* variant bovis. *Vet Med-Czech*, 65(10), 421–426. DOI: 10.17221/55/2020-VETMED.
- Hou, Y., Hu, S., Li, X., He, W., Wu, G. (2020). Amino Acid Metabolism in the Liver: Nutritional and Physiological Significance. *Adv Exp Med Biol.*, 1265, 21–37. DOI: 10.1007/978-3-030-45328-2_2.
- Khan, B. N., Ullah, H., Ashfaq, Y., Hussain, N., Atique, U., Aziz, T., Alharbi, M., Albekairi, T. H., & Alasmari, A. F. (2023). Elucidating the effects of heavy metals contamination on vital organ of fish and migratory birds found at fresh water ecosystem. *Heliyon*, 9(11), e20968. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20968.
- Kitowski, I., Sujak, A., & Drygaś, M. (2023). The water dimensions of Russian–Ukrainian Conflict. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 23(3), 335–345. DOI: 10.1016/j.ecohyd.2023.05.001.
- Kristiansen, T. (2020) The welfare of fish. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 515. DOI: 10.1007/978-3-030-41675-1.
- Lyons, K. J., Ikonen, J., Hokajärvi, A. M., Räsänen, T., Pitkänen, T., Kauppinen, A., & Miettinen, I. T. (2023). Monitoring groundwater quality with real-time data, stable water isotopes, and microbial community analysis: A comparison with conventional methods. *Science of the Total Environment*, 864, 161199. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.161199.
- Mullasserri, S., & Kurup, B. (2022) Impact of climate change on hydrological cycle, ecosystem, fisheries and food security. CRC Press, 582. DOI: 10.1201/9781003299769.
- Shabir, U., Dar, J. S., Bhat, A. H., Nazir, R., & Ameen, F. (2023). The hidden world of fish fungal pathogens: Molecular identification and phylogenetic analysis in common carp, *Cyprinus carpio*. *Archives of Microbiology*, 205(9), 311. DOI: 10.1007/s00203-023-03651-4.
- Sigacheva, T. B., & Skuratovskaya, E. N. (2023). Combined application of biochemical and chemical parameters in the liver of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) for assessing the quality of water bodies. *Regional Studies in Marine Science*, 65, 103113. DOI: 10.1016/j.rsma.2023.103113.
- Stojanovski, S., & Ahmed, S. (2020). Some qualitative properties of common carp (*Cyprinus Carpio* L. 1758) from different aquatic environment in n. Macedonia. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 12(4), 31–40. DOI: 10.34302/crpjfst/2020.12.4.4.
- Suryawanshi, S. J., Jain, S., Sharma, R. K., Chawla, R., Arora, S., Shukla, V. K., & Sharma, N. (2023). Current veterinary regulations and way ahead. *Research in Veterinary Science*, 166, 105101. DOI: 10.1016/j.rvsc.2023.105101.
- Taslina, K., Al-Emran, M., Rahman, M. S., Hasan, J., Ferdous, Z., Rohani, M. F., & Shahjahan, M. (2022). Impacts of heavy metals on early development, growth and reproduction of fish—A review. *Toxicology Reports*, 9, 858–868. DOI: 10.1016/j.toxrep.2022.04.013.
- Wang, B., Zhang, C., Zhang, Q., Zhang, L., Jiang, X., Feng, J. & Wang, Y. (2023). Can sulforaphane alter growth performance, innate immunity and antioxidant capability of common carp (*Cyprinus carpio* Huanghe var)? *Aquaculture Reports*, 31, 101666. DOI: 10.1016/j.aqrep.2023.101666.
- Wang, J., Zhan, G., Yang, X., Zheng, D., Li, X., Zhang, L. & Wang, X. (2022). Rapid detection of nitrite based on nitrite-oxidizing bacteria biosensor and its application in surface water monitoring. *Biosensors and Bioelectronics*, 215, 114573. DOI: 10.1016/j.bios.2022.114573.
- Wolfram, J., Stehle, S., Bub, S., Petschick, L. L., & Schulz, R. (2021). Water quality and ecological risks in European surface waters—Monitoring improves while water quality decreases. *Environment International*, 152, 106479. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106479.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11233
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:579.222:614.48:636.4

The role of pre-disinfection measures in reducing the microbial load of pig house facilities

V. O. Myronchuk✉, R. A. Peleno

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

Article info

Received 26.10.2023
Received in revised form
27.11.2023
Accepted 28.11.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-063-456-67-70
E-mail:
vitaliy.myronchuk@gmail.com.ua

Myronchuk, V. O., & Peleno, R. A. (2023). The role of pre-disinfection measures in reducing the microbial load of pig house facilities. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 212–215. doi: 10.32718/nvlvet11233

Premises for keeping animals and objects in them are constantly exposed to significant contamination with organic substances, substantially impacting the disinfection quality. To achieve its maximum effectiveness, it is essential to consistently perform pre-disinfection measures that create optimal conditions for the destruction of microorganisms. However, due to a lack of awareness, poor risk management, time and resource constraints, and lack of systematic controls, many livestock producers underestimate the importance of pre-disinfection measures, which include mechanical cleaning, detergent treatment, hydro-cleaning, and drying. Improper implementation or complete absence of pre-disinfection measures can create favorable conditions for the development of pathogenic microorganisms, which threatens the health and productivity of animals. The work aimed to establish the effect of pre-disinfection measures on the microbial load of piggery facilities. As a result of the conducted research, it was established that before the pre-disinfection measures were carried out at the facilities of pig farms, the total number of microorganisms in honey was from 5.12 ± 0.49 to 6.83 ± 0.54 log CFU/cm³ of washing. The least covered with microflora were feeding troughs, 5.5 % more feeders, 17 % walls, 19 % intercellular partitions, and 25.1 % floors. Carrying out mechanical cleaning of the researched objects of animal husbandry premises ensured a reduction of microflora on their surface from 1.6 to 8.1 % and treatment with the “Grass” agent – from 15.3 to 18.5 %. A decrease in the amount of microflora from 23.7 to 30.9 % on the floor, inter-cage partitions, walls, feeders, and drinking troughs was established after their hydro-cleaning with the high-pressure device “Aqua Master”, and the specified differences were probable ($P < 0.05$). It has been proven that the proper implementation of all stages of pre-disinfection requirements leads to a possible ($P < 0.05$) decrease in the microbial load, which was 28.7 % on the floor, 38.3 % on the intercellular partitions, 36.1 % on the walls, 32.0 % in the feeders, 8 %, and 34 % on water supply.

Key words: disinfection, microbial load, pre-disinfection measures, microbial spectrum, MAFAnM.

Роль переддезінфекційних заходів у зниженні мікробного навантаження об’єктів свинарника

В. О. Мирончук✉, Р. А. Пеленьо

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

Приміщення для утримання тварин і об’єкти, які у них знаходяться, завжди піддаються значному забрудненню органічними речовинами, що має значний вплив на якість дезінфекції. Для досягнення максимальної її ефективності важливо неухильно виконувати переддезінфекційні заходи, які створюють оптимальні умови для знищення мікроорганізмів. Однак через недостатню обізнаність, неправильне управління ризиками, обмеженість у часі та ресурсах, відсутність системного контролю багато виробників тваринницької продукції недооцінюють важливість переддезінфекційних заходів, які включають механічне очищення, обробку мийними засобами, гідроочищення та висушування. Не належне проведення чи повна відсутність переддезінфекційних заходів

може бути причиною створення сприятливих умов для розвитку патогенних мікроорганізмів, що загрожує здоров'ю та продуктивності тварин. Метою роботи було встановити вплив переддезінфекційних заходів на мікробне навантаження об'єктів свинарників. У результаті проведених досліджень встановлено, що до проведення переддезінфекційних заходів на об'єктах свинарників загальна кількість мікроорганізмів була в межах від $5,12 \pm 0,49$ до $6,83 \pm 0,54 \log \text{ КУО/см}^3$ змиви. Найменш обсяжні мікрофлорою були напувалки, на 5,5 % більше годівниці, на 17 % – стіни, на 19 % – міжкліткові перегородки і на 25,1 % – підлога. Проведення механічного очищення досліджуваних об'єктів тваринницьких приміщень забезпечило зменшення на їх поверхні мікрофлори в межах від 1,6 до 8,1 %, а обробка засобом “Grass” – від 15,3 до 18,5 %. Зменшення кількості мікрофлори від 23,7 до 30,9 % на підлозі, міжкліткових перегородках, стінах, годівницях і напувалках встановлено після проведення їх гідроочищення апаратом високого тиску “Aqua Master” і вказані різниці були вірогідними ($P < 0,05$). Доведено, що належне виконання усіх етапів переддезінфекційних заходів зумовлює вірогідне ($P < 0,05$) зменшення мікробного навантаження, яке на підлозі становило 28,7 %, міжкліткових перегородок – 38,3 %, стінах – 36,1 %, годівницях – 32,8 % і на напувалках – 34 %.

Ключові слова: дезінфекція, мікробне навантаження, переддезінфекційні заходи, мікробний спектр, МАФАНМ.

Вступ

Нині в умовах жорсткої ринкової конкуренції збільшити обсяги виробництва продукції тваринництва можливо лише за рахунок впровадження інтенсивних технологій. Окрім інтенсифікації біологічних процесів в організмі вказані технології передбачають ще й цілий ряд технологічних аспектів. Останні, як правило, пов'язані із створенням умов, що дозволяють забезпечити здоров'я і добробут тварин, одержати максимальний рівень продуктивності та якості продукції, зберегти на високому рівні показники відтворення та збереженості поголів'я тощо (Bohachyk et al., 2015; Reshetnyk et al., 2016; Koziy et al., 2016; Nahula, 2020; Utenkova, 2020; Kurepin & Vovchek 2022; Bondar, 2024).

Одним із чинників створення сприятливих умов для росту і розвитку сільськогосподарських тварин є знищення у місцях їх утримання умовно-патогенної і, особливо, патогенної мікрофлори (Bernyk et al., 2022; Ordyn'ska et al., 2023). За високої концентрації тварин на обмеженій території, що є характерним для інтенсивної технології, суттєво зростають інфекційні ризики. Лише ретельне очищення об'єктів тваринницьких приміщень та застосування дезінфікуючих засобів забезпечує повне знищення чи суттєве зниження рівня патогенів і дозволяє запобігти розвитку й поширенню хвороб заразної етіології (Komisarova et al., 2023).

Для превенції інфекційних хвороб лікарі ветеринарної медицини постійно розробляють і проводять комплекси ветеринарно-санітарних заходів, де чільне місце займає дезінфекція, ефективність якої залежить від багатьох чинників. Зокрема, до їх переліку можна включити біологічну стійкість мікроорганізмів, рівні бактеріального та органічного забруднення об'єктів, фізико-хімічні властивості дезінфікуючого засобу, концентрацію, температуру, тривалість взаємодії та спосіб застосування робочого розчину тощо (Ljasota et al., 2022).

Об'єкти тваринницьких приміщень завжди піддані значному органічному забрудненню. Щоб досягти максимальної ефективності дезінфекції потрібно неухильно дотримуватися і правильно виконувати заходи, що передують дезінфекційній обробці і забезпечують оптимальні умови для знищення мікроорганізмів (Pryskoka et al., 2010; Kiser & Martyniv 2022; Shkromada & Fotina, 2023). Внаслідок недостатньої обізнаності, неправильного управління ризиками, часового тиску, обмеженості ресурсів, відсутності системного контролю та інших чинників значна кіль-

кість виробників тваринницької продукції недооцінює важливість переддезінфекційних заходів, до яких належать механічне очищення, обробка із застосуванням мийних засобів, гідроочищення та висушування, і часто ігнорують їх проведення (NAHEMS, 2014; Scollo et al., 2023). Про малу ефективність дезінфікуючих засобів без проведення комплексу переддезінфекційних заходів вказує А. П. Палій, який також стверджує, що через три-чотири цикли такої обробки, у тріщинах, нерівностях та заглибинах формуються популяції мікробів, резистентні до біоциду (Palij & Vedmid' 2015).

Саме тому, проведення досліджень, спрямованих на встановлення важливості якісного та неухильного виконання переддезінфекційних заходів для підвищення ефективності дезінфекції у тваринницьких приміщеннях, а відтак і контролю інфекційних захворювань та забезпечення біологічної безпеки господарства є актуальним.

Мета дослідження

Метою роботи було встановити вплив переддезінфекційних заходів на мікробне навантаження об'єктів свинарників.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на свинофермі ТзОВ “Еко Міт” Львівського району Львівської області. Матеріалом для досліджень були змиви, відібрані у приміщеннях для утримання і опоросу свиноматок та дорощування порослят з підлоги, годівниць, напувалок, стін та міжкліткових перегородок на різних етапах переддезінфекційної обробки. Згідно плану дезінфекції переддезінфекційні заходи передбачали 4 етапи, а саме: механічне очищення, зволоження мийним засобом “Grass” (Україна, ТОВ “Веллфарм”, м. Харків), гідроочищення апаратом високого тиску “Aqua Master” і видалення надмірної вологи (висушування) тепловою гарматою непрямого нагріву “Master BV 77 Е”.

Показником, що характеризував мікробне забруднення досліджуваних об'єктів свинарника була кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), що виростала на МПА у чашках Петрі після їх інкубації у термостаті за температури 37 °С впродовж 24 год (Jakubchak et al., 2005).

Одержані числові результати обробляли статистично з використанням програм Microsoft Excel for Windows з визначенням середнього арифметичного

(М), його похибки (m) (Lapoch et al., 2001). Вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм Стюдента.

Результати та їх обговорення

Аналізуючи результати, представлені у таблиці 1, встановлено, що мікробне навантаження підлоги досліджуваних приміщень до проведення переддезінфікуючих заходів становило $6,83 \pm 0,54 \log \text{ КУО/см}^3$, міжкліткових перегородок – $6,32 \pm 0,61 \log \text{ КУО/см}^3$, стін – $6,17 \pm 0,58 \log \text{ КУО/см}^3$, годівниць – $5,42 \pm 0,43 \log \text{ КУО/см}^3$ і напувалок – $5,12 \pm 0,49 \log \text{ КУО/см}^3$.

Гідроочищення апаратом високого тиску “Aqua Master” зумовило чергове зменшення кількості мікроорганізмів на досліджуваних об’єктах. Так, порівняно із кількістю після проведення попереднього етапу переддезінфекційних заходів, на підлозі їх кількість стала меншою на 7,6 %, міжкліткових перегородках – на 10,8 %, стінах – на 18,5 %, годівницях – на 15,3 % і напувалках – на 15,6 %. Порівнюючи із початковою кількістю МАФАНМ, проведення трьох етапів переддезінфекційних заходів зумовило вірогідне ($P < 0,05$) зменшення мікробного навантаження досліджуваних об’єктах. На підлозі встановлена різниця була 23,7 %, на міжкліткових перегородках – 30,9 %, на стінах – 29,3 %, на годівницях – 30,6 % і на напувалках – 25,6 %.

Таблиця 1

Мікробне навантаження об’єктів приміщень для утримання свиней на різних етапах переддезінфекційної обробки, $\log \text{ КУО/см}^3$ змиву ($M \pm m$, $n = 5$)

Етап	Об’єкт				
	підлога	перегородки	стіни	годівниці	напувалки
До проведення заходів	$6,83 \pm 0,54$	$6,32 \pm 0,61$	$6,17 \pm 0,58$	$5,42 \pm 0,43$	$5,12 \pm 0,49$
Механічне очищення	$6,72 \pm 0,49$	$5,81 \pm 0,37$	$5,69 \pm 0,29$	$5,17 \pm 0,36$	$4,87 \pm 0,31$
Обробка засобом “Grass”	$5,64 \pm 0,39$	$4,90 \pm 0,36$	$4,64 \pm 0,37$	$4,38 \pm 0,38$	$4,11 \pm 0,35$
Гідроочищення	$5,21 \pm 0,29^*$	$4,37 \pm 0,33^*$	$4,36 \pm 0,31^*$	$3,76 \pm 0,32^*$	$3,81 \pm 0,25^*$
Висушування	$4,87 \pm 0,31^*$	$3,90 \pm 0,37^*$	$3,94 \pm 0,33^*$	$3,64 \pm 0,33^*$	$3,38 \pm 0,26^*$

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

Проведення на завершальному етапі переддезінфекційних заходів висушування приміщень тепловою гарматою непрямого нагріву “Master BV 77 E” призвело до чергового зменшення загальної кількості мікроорганізмів на поверхнях досліджуваних об’єктів. Різниця, порівняно із попереднім етапом, на підлозі становила 6,5 %, на міжкліткових перегородках – 10,8 %, на стінах – 9,6 %, на годівницях – 3,2 % і на напувалках – 11,3 %. Зіставляючи із початковою кількістю мікроорганізмів, після проведення переддезінфекційних заходів, мікробне навантаження підлоги виявилось меншим на 28,7 %, міжкліткових перегородок – 38,3 %, стін – 36,1 %, годівниць – 32,8 %, напувалок – 34 % і встановлені різниці були вірогідними ($P < 0,05$).

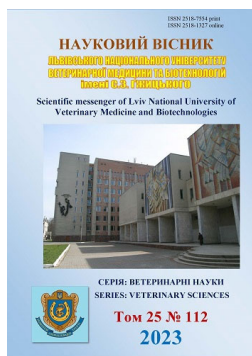
тиску “Aqua Master” і вказані різниці були вірогідними ($P < 0,05$).

4. Належне виконання усіх етапів переддезінфекційних заходів зумовлює вірогідне ($P < 0,05$) зменшення мікробного навантаження, яке на підлозі становило 28,7 %, міжкліткових перегородок – 38,3 %, стінах – 36,1 %, годівницях – 32,8 % і на напувалках – 34 %.

References

- Bernyk, I. M., Novgorods'ka, N. V., Solomon, A. M., Ovsijenko, S. M., & Bondar, M. M. (2022). Innovacijni tehnologii' harchovyh vyrobnyctv. Vinnyca: Vydavec' FOP Kushnir Ju. V. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/32594.pdf> (in Ukrainian).
- Bohachyk, A., Kozenko, O., Dvylyuk, I., Magrelo, N., Sus, H., & Voronyak, V. (2015). Key aspects of eu legislation on welfare of farm animals. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 17(1), 205–211. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/295>.
- Bondar, A. O. (2024). Dobrobutni umovy utrymannja tvaryn. Vyrishennja suchasnyh problem u veterynarnij medycyni. Materialy IX Vseukrai'ns'koi' naukovopraktychnoi' Internet-konferencii' (15–16 ljutogo 2024 roku m. Poltava). Poltava: PDAU, 9–10. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/17100/1/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%B D%D0%B8%D0%BA_%D0%A2%D0%95%D0%97_10-11.pdf (in Ukrainian).
- Hahula, B. V. (2020). Osoblyvosti funkcionuvannja rynku produkci' plemnynogo svynarstva v Ukra'ni. Ag-

- rosvit, 13-14, 104–110. DOI: 10.32702/2306&6792. 2020.13—14.104 (in Ukrainian).
- Jakubchak, O. M., Kovalenko, V. L., Homenko, V. I., Denysjuk, G. M., Bondar, T. O., & Midyk, S. V. (2005). Rekomendacii' shhodo sanitarno-mikrobiologichnogo doslidzhennja zmyviv z poverhon' test-ob'ektiv ta ob'ektiv veterynarnogo nagljadu i kontrolju: metodychni rekomendacii'. Kyi'v: NAU (in Ukrainian).
- Kisera, Ja. V., Martyniv, Ju. V. (2022). Zahody profilaktyky osoblyvo nebezpechnyh zahvorjuvan' svynej (klasychna i afrykans'ka chuma). Metodychni vkazivky dlja provedennja laboratornyh zanjat' z epizootologii' dlja zdobuvachiv drugogo rivnja vyshhoi' osvity "Magistr", special'nosti 211. "Veterynarna medycyna". L'viv. URL: <http://194.44.193.54:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/362/Методичні%20вказівки%20клас.%20і%20афр.%20чума%20свиней.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (in Ukrainian).
- Komisarova, D., Bondar A., Lumedze T., & Lumedze I. (2023). Dezinfekcija u tvarynnyc'komu prymishheni. Agrarnyj visnyk Prychornomor'ja, 108, 75–78. URL: <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/400/362> (in Ukrainian).
- Koziy, V., Sokoluk, V., Kozii, N., & Cherniak, S. (2016). Bioethical basis for preventive veterinary medicine in dairy farming. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 18(4(72), 27–31. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/979>.
- Kurepin, V. M., & Vovchek, V. V.(2022) Osoblyvosti veterynarnoi' bezpeky u svynarstvi. Uchast' molodi u rozbudovi agropromyslovogo kompleksu kraii'ny: materialy 34-i' students'koi' naukovy-teoretychnoi' konferencii', m. Mykolai'v, 23-25 bereznja 2022 r. Ministerstvo osvity i nauky Ukraii'ny; Mykolai'vs'kyj nacional'nyj agrarnyj universytet. Mykolai'v: MNAU, 57–62 URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11459> (in Ukrainian).
- Lapoch, S. N., Chubenko, A. V., & Babych, P. N. (2001). Statystychni metody v medyko-biologichnyh doslidzhennjah z vykorystannjam EXCEL. K.: Morion (in Ukrainian).
- Ljasota, V. P., Bukalova, N. V., Bogatko, N. M., Mazur, T. G., Hic'ka, O. A., Dzhamil', V. I., ... & Prylipko, T. M. (2022). Gigijenicne obg'runtuvannja vykorystannja absorbentu Polifan-K za vyroshhuvannja svynej. Nauk. visnyk vet. medycyny: zb-k nauk. prac'. Bila Cerkva, 2, 6–19. DOI: 10.33245/2310-4902-2022-176-2-6-19 (in Ukrainian).
- NAHEMS (2014). NAHEMS Guidelines: Cleaning and Disinfection Animal Disease Preparedness and Response. URL: https://www.aphis.usda.gov/animal_health/emergency_management/downloads/naheems_guidelines/cleaning_disinfection.pdf.
- Ordyns'ka, D., Gorbatjuk, O., Musijec', I., Kravcova, O., Karvatko, T., Prydjuk, O., & Pyskun, O. (2023). Rezystentnist' mikroorganizmiv do dii' dezinfikujuchyh zasobiv. In Conferences of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 50–51. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/conferences/article/view/4789> (in Ukrainian).
- Palij, A. P., & Vedmid', O. V. (2015). Pereddezinfekcyjne mehanichne ochyshhennja tvarynnyc'kyh prymishhen'. Visnyk Harkivs'kogo nacional'nogo tehnicnogo universytetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasylenka, 157, 3–6. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2015_157_3 (in Ukrainian).
- Pryskoka, V. A., Sobko, Ju. A., & Panchenko, O. O. (2010) Pro osoblyvosti aerol'noi' dezinfekcii' prymishhen' ta ponovlennja populjacii' mikroorganizmiv pislja nei'. Naukovo-tehnicnyj bjuleten' In-tu biologii' tvaryn ta Derzh. n.-d. kontrol. in-tu vetpreparativ ta korm. Dobavok, 11, 278–282. URL: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/ntb/ntb5/pdf/4/3.pdf> (in Ukrainian).
- Reshetnyk, A., Smoljak, V., & Layter–Moskalyuk, S. (2016). State of pig welfare in industrial pig farming. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 18(4(72), 66–71. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/987>.
- Scollo, A., Perrucci, A., Stella, M. C., Ferrari, P., Robino, P., & Nebbia, P. (2023). Biosecurity and hygiene procedures in pig farms: Effects of a tailor-made approach as monitored by environmental samples. Animals, 13(7), 1262. DOI: 10.3390/ani13071262.
- Shkromada, O., & Fotina, O. (2023). Dezinfekcija – zaporuka blagopoluchchja tvarynnyc'tva. In Conferences of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 95–96. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/conferences/article/view/4821> (in Ukrainian).
- Utenkova, K. O. (2020). Konceptual'ni zasady formuvannja strategii' rozvytku ekonomichnoi' bezpeky agrarnogo sektora Ukraii'ny. Ekonomika ta derzhava, 9, 64–69. DOI: 10.32702/2306-6806.2020.9.64 (in Ukrainian).



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11234
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.5/.6:631.227:579:636.592

Analysis of the influence of the microbial load of poultry facilities on the development of keel “mins” in turkeys

R. I. Fedyniak✉, R. A. Peleno

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

Article info

Received 30.10.2023
Received in revised form
29.11.2023
Accepted 30.11.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-096-874-68-35
E-mail: romannafeduniak@ukr.net

Fedyniak R. I., & Peleno R. A. (2023). Analysis of the influence of the microbial load of poultry facilities on the development of keel “mins” in turkeys. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 216–223. doi: 10.32718/nvlvet11234

The balanced composition of the microflora in the poultry's environment is one factor that ensures the normal functioning of the gastrointestinal tract, immune, and other systems and supports the body's homeostasis. Instead, an imbalance can lead to the development of specific pathologies in the bird. Currently, in the conditions of industrial poultry farming, studying the influence of the microbial environment of poultry houses on the health and development of birds is a relevant and important topic of scientific research. The obtained results make it possible to solve the critical tasks of the industry, aimed at creating conditions that will provide the opportunity to achieve maximum indicators of poultry productivity and the quality of the obtained products. The work aimed to investigate the dynamics of the quantitative and qualitative composition of the microflora in individual facilities of poultry houses (air, walls and litter) throughout the entire cycle of growing turkeys and to further determine the role of isolated microorganisms in the etiology of keel “mins”. As a result of the research, it was established that the microbial load of the air in the poultry houses of the experimental farms during the growing turkeys was, on average, in the range from 5.13 ± 0.11 to $5.19 \pm 0.88 \log \text{CFU/m}^3$. The smallest amount of microflora in the air was determined in the period up to 30 days after the landing of the poultry; it was from 4.76 ± 1.23 to $4.95 \pm 1.07 \log \text{CFU/m}^3$. The maximum values of the microbial load were from 60 to 90 days when 1 m^3 contained from 5.35 ± 1.20 to $5.41 \pm 0.17 \log \text{CFU}$. From the 91st day until the end of the production cycle, a decrease in the microbial load of poultry houses' air was noted, from 2.5 to 3.9 %. The load of the walls and litter with microorganisms was also the lowest at the initial stage and was, respectively, from 4.12 ± 0.62 to $4.34 \pm 0.46 \log \text{CFU/cm}^3$ of wash and from 5.15 ± 0.73 to $6.17 \pm 0.96 \log \text{CFU/h}$. However, unlike air, their load with microorganisms increased throughout the entire production cycle, reached maximum values at the final stage, and ranged from 5.23 ± 0.51 to $5.26 \pm 0.65 \log \text{CFU/cm}^3$ of washing and from 9.16 ± 0.53 to $11.74 \pm 1.12 \log \text{CFU/g}$. During the entire production cycle, the microbial load of the walls of the poultry houses of the experimental farms and their litter was in the range from 4.80 ± 0.20 to $4.95 \pm 0.26 \log \text{CFU/cm}^3$ of washing and from 7.06 ± 0.73 to $8.93 \pm 1.02 \log \text{CFU/g}$. 13 types of microorganisms represented the microbial landscape of the studied objects. Its prominent representatives in the air were *E. coli*, *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Proteus* spp. and *Clostridium* spp., their share was 39.1, respectively; 18.5; 16.9; 16.6 and 5.4 %. *E. coli* was 43.6 and 43.4 % on the walls and litter, and *Staphylococcus* spp. – 17.1 and 16.9 %. Unlike air, *Proteus* spp. (15.9 and 16.9 %), followed by *Streptococcus* spp. (15.3 and 12.8 %) and *Clostridium* spp. (4.6 and 7.2 %). The number of other isolated microorganisms, including *Aspergillus* spp., *Campilobacter* spp., *Penicillium* spp., *P. aeruginosae*, *Enterobacter* spp., *Yersinia* spp., *Mucor* spp. and *Klebsiella* spp. Did not exceed 1 % for all the studied objects.

Key words: keel mins, turkeys, microorganisms, microbial load, air, walls, poultry litter, turkey farms.

Аналіз впливу мікробного навантаження об'єктів пташників на розвиток “намивів” кіля в індиків

Р. І. Фединак[✉], Р. А. Пелень

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

Збалансований склад мікрофлори у середовищі перебування птиці є одним із чинників, що забезпечують нормальне функціонування шлунково-кишкового тракту, імунної та інших систем, підтримують гомеостаз організму. Натомість дисбаланс може призвести до розвитку у птиці певних патологій. Нині, в умовах промислового птахівництва, актуальною та важливою темою наукових досліджень є вивчення впливу мікробного середовища пташників на здоров'я та розвиток птахів. Одержані результати дозволяють вирішувати ключові завдання галузі, спрямовані на створення умов, які забезпечать можливість досягати максимальних показників продуктивності птиці та якості одержаної продукції. Метою роботи було дослідити динаміку кількісного та якісного складу мікрофлори на окремих об'єктах пташників (повітря, стін та підстилки) впродовж усього циклу вирощування індиків і подальшого визначення ролі ізолюваних мікроорганізмів в етіології “намивів” кіля. У результаті проведених досліджень встановлено, що мікробне навантаження повітря у пташниках дослідних господарств за період вирощування індиків у середньому перебувало в межах від $5,13 \pm 0,11$ до $5,19 \pm 0,88$ lg КУО/м³. Найменша кількість мікрофлори у повітрі визначена в період до 30 доби після посадки птиці, становила від $4,76 \pm 1,23$ до $4,95 \pm 1,07$ lg КУО/м³. Максимальні значення мікробного навантаження були в період з 60 по 90 добу, коли в 1 м³ містилося від $5,35 \pm 1,20$ до $5,41 \pm 0,17$ lg КУО. З 91 доби і до завершення виробничого циклу, відмічене зниження мікробного навантаження повітря пташників, що становило від 2,5 до 3,9 %. Навантаження стін та підстилки мікроорганізмами також було найменшим на початковому етапі і складало відповідно від $4,12 \pm 0,62$ до $4,34 \pm 0,46$ lg КУО/см³ змиву та від $5,15 \pm 0,73$ до $6,17 \pm 0,96$ КУО/г. Проте, на відміну від повітря, їх навантаженість мікроорганізмами зростала впродовж усього виробничого циклу, досягала максимальних величин на завершальному етапі і становила від $5,23 \pm 0,51$ до $5,26 \pm 0,65$ lg КУО/см³ змиву та від $9,16 \pm 0,53$ до $11,74 \pm 1,12$ КУО/г. За весь виробничий цикл мікробне навантаження стін пташників дослідних господарств та підстилки у них перебувало в межах від $4,80 \pm 0,20$ до $4,95 \pm 0,26$ lg КУО/см³ змиву та від $7,06 \pm 0,73$ до $8,93 \pm 1,02$ КУО/г. Мікробний пейзаж досліджуваних об'єктів був представлений 13 видами мікроорганізмів. Основними його представниками у повітрі були *E. coli*, *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Proteus* spp. та *Clostridium* spp., їх частка становила відповідно 39,1; 18,5; 16,9; 16,6 та 5,4 %. На стінах та підстилці кількість *E. coli* складала 43,6 та 43,4 %, а *Staphylococcus* spp. – 17,1 та 16,9 %. На відміну від повітря, третіми в кількісному співвідношенні на вказаних досліджуваних об'єктах був *Proteus* spp. (15,9 та 16,9 %), далі – *Streptococcus* spp. (15,3 та 12,8 %) і *Clostridium* spp. (4,6 та 7,2 %). Кількість інших ізолюваних мікроорганізмів, зокрема *Aspergillus* spp., *Campilobacter* spp., *Penicillium* spp., *P. aeruginosae*, *Enterobacter* spp., *Yersinia* spp., *Mucor* spp. та *Klebsiella* spp. на усіх досліджуваних об'єктах не перевищувала 1 %.

Ключові слова: “намивів” кіля, індиків, мікроорганізми, мікробне навантаження, повітря, стіни, підстилка птиці, індичі господарства.

Вступ

У сучасних умовах вирощування птахів, особливо індиків, актуальною є проблема забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях для їх утримання (Montoro-Dasi et al., 2021; Rozman et al., 2021; Shkromada et al., 2021; Bohach et al., 2023). Відомо, що продуктивність птиці безпосередньо залежить від розміру груп, щільності посадки, мікроклімату приміщень, правильно організованої годівлі тощо (Marchewka et al., 2019; Tilli et al., 2022; Razanova et al., 2022; Poberezhets et al., 2023). Порушення встановлених за цими чинниками норм є причиною зниження загальної стійкості організму, розладів травлення, зниження апетиту, засвоєності корму, приросту маси тіла і збільшення конверсії корму та падежу (Malova, 2022; Si et al., 2022; Skliar et al., 2022; Sobolev et al., 2023; Dunaievska et al., 2023).

За даними М.°Кучерука та ін., на здоров'я і продуктивність птахів, а також на розвиток у них патологічних процесів, значний вплив має мікрофлора середовища, в якому вони утримуються (Kucheruk et al., 2018). У приміщеннях, де вирощують птицю, циркулює велика кількість сапрофітних, умовно-патогенних та й патогенних мікроорганізмів, і за період виробничого циклу їх якісний та кількісний склад може суттєво змінюватися. Основними причинами вказаних змін, зазвичай, є проведення гігієнічних заходів, за-

стосування антибактеріальних препаратів, кормові добавки, стрес, зміна раціону і типу годівлі, інфекційні хвороби тощо (Kytaieva & Petrov, 2020; Matsuzaki et al., 2021; Konopelko & Lyasota, 2023).

Усі перелічені чинники, в першу чергу, чинять свій прямий чи опосередкований вплив на мікробіоценоз кишечника, від якого безпосередньо залежить функціонування шлунково-кишкового тракту, імунної системи та загальний стан птахів (Skliar et al., 2020; Pepper & Dunlop, 2021). Крім патологій, мікроорганізми, що постійно оточують птахів, можуть бути причиною інших порушень, зокрема розвитку “намивів” кіля в індиків (Tymofieiev & Horbanov, 2019; Liubenko & Levchenko, 2020; Pankova, 2020; Fedyniak & Peleno, 2022).

Саме тому, розуміння динаміки мікробного навантаження об'єктів пташників упродовж повного виробничого циклу стає важливим елементом для вдосконалення стратегій вирощування та забезпечення оптимальних умов для розвитку птахів, а проведення досліджень, спрямованих на визначення ролі мікрофлори у розвитку патологій у птахів, є актуальним (Zang et al., 2019; Saha et al., 2020; Sevilla-Navarro et al., 2020; Šmialek et al., 2021).

Мета дослідження

Метою роботи було дослідити динаміку кількісного та якісного складу мікрофлори на окремих об'єктах

пташників (повітря, стін та підстилки) впродовж усього циклу вирощування індиків та визначити роль ізольованих мікроорганізмів в етіології “наминів” кіля.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження проведені в приміщеннях ТОВ “Індикат”, ТОВ “УПГ-Інвест” і МПП “Добробут”, що розташовані відповідно в с. Кадубівці та с. Мамаївці Чернівецької області та с. Берездівці Львівської області. Матеріалом для дослідження слугували проби повітря, змиви зі стін та підстилка. Показниками, що характеризували мікробне навантаження пташників дослідних господарств, були загальна кількість та видовий склад мікроорганізмів. Відбір проб для бактеріологічного дослідження проводили на 30, 60, 90, 120 і 150 добу після посадки птиці. До внесення підстилки у всіх приміщеннях була проведена планова дезінфекція.

Проби повітря для бактеріологічного дослідження відбирали седиментаційним методом за методикою Р. Коха. Загальну кількість мікроорганізмів у 1 м³ повітря вираховували за формулою Омелянського:

$$X = (n \times 5 \times 10^4) / (t \times \pi r^2),$$

де, x – кількість мікроорганізмів в 1 м³ повітря;

n – кількість колоній мікроорганізмів, які виросли у чашці Петрі;

t – час осадження, хв;

πr^2 – площа чашки Петрі, становить близько 70 см²;

5×10^4 – коефіцієнти для перерахунку кількості мікроорганізмів у 1 м³.

Відбір змивів зі стін та проб підстилки проводили за принципом “конверту”. Для відбору змивів використовували зволожені у стерильному фізіологічному розчині ватні тампони та металеві трафарети розміром 10×10 см.

З відібраних проб робили ряд послідовних десятиразових розведень від 10⁻¹ до 10⁻¹². Щоби встановити загальне мікробне забруднення, висів проводили у чашки Петрі зі стерильним МПА і середовищем Сабуро з усіх розведень у кількості 1,0 см³. Візуальний аналіз росту та підрахунок кількості колоній бактерій і грибів здійснювали на третю добу їх інкубації у термостаті за температури 30 °С. При розрахунку загального

мікробного числа на досліджуваних об'єктах одну колонію, що виросла на поживних середовищах, вважали за одну мікробну клітину і сумували їх.

Видову ідентифікацію мікроорганізмів проводили методом культивування мікроорганізмів на спеціальних і селективних поживних середовищах. Стафілококи виділяли на жовтково-сольовому середовищі Чистовича і гемосольовому середовищі із вмістом 5 % дефібринованої крові барана та 7 % натрію хлориду; стрептококи – на середовищі Streptococcus Selective Agar (HiMedia, Німеччина) і Columbia agar (HiMedia, Німеччина) з умістом 5 % дефібринованої крові барана, 15 мг/дм³ налідіксової кислоти і 10 мг/дм³ колістину; ентерококи – на Enterococcus agar (Difco). Для ідентифікації та культивування *Yersinia* spp. використовували спеціалізоване середовище Yersinia Selective Agar (HiMedia, Німеччина). Бактерії родини Enterobacteriaceae культивували на середовищах Endo Agar, EMB Agar Levine (HiMedia, Німеччина), а для виділення *P. aeruginosa* та *Proteus* spp. використовували EMB Agar (HiMedia, Німеччина). *Campylobacter* spp. культивували на середовищі Campylobacter Selective Agar (HiMedia, Німеччина). Для ізоляції клостридій використовували щільне середовище RCM (Oxoid) з умістом 1:20000 метиленового голубого, а дріжджоподібних грибів роду *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. та *Mucor* spp. – середовища Сабуро із вмістом 400 мг/дм³ хлорамфеніколу.

Отриманий числовий матеріал, наведений у таблицях і графіках, оброблений статистично з використанням табличного процесора Microsoft Excel for Windows, з визначенням середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності ($P \leq 0,05$) з використанням критеріїв вірогідності Стюдента-Фішера (t).

Результати та їх обговорення

Результати дослідження мікробного числа повітря пташників (табл. 1) вказують на те, що найменшим його загальне мікробне забруднення було у період від посадки до 30 доби утримання. Найменшою ($4,76 \pm 1,23$ lg КУО/м³) кількість мікроорганізмів була у повітрі приміщень ТОВ “УПГ-Інвест”, дещо більшою, ($4,89 \pm 0,12$ lg КУО/м³), – приміщеннях МПП “Добробут” і найбільшою – ($4,95 \pm 1,07$ lg КУО/м³) – у приміщеннях ТОВ “Індикат”.

Таблиця 1

Загальне мікробне число повітря пташників у різні періоди вирощування індиків, lg КУО/м³ ($n = 5$)

Вік птиці, дів	Господарства		
	ТОВ “Індикат”	ТОВ “УПГ-Інвест”	МПП “Добробут”
0–30	$4,95 \pm 1,07$	$4,76 \pm 1,23$	$4,89 \pm 0,12$
31–60	$5,16 \pm 0,38$	$5,08 \pm 0,22$	$5,12 \pm 0,89$
61–90	$5,35 \pm 1,20$	$5,38 \pm 0,17$	$5,41 \pm 0,17$
91–120	$5,28 \pm 0,67$	$5,25 \pm 0,12$	$5,29 \pm 0,12$
121–150	$5,22 \pm 0,09$	$5,18 \pm 0,18$	$5,24 \pm 0,04$

У наступні два періоди відмічене зростання загального мікробного числа повітря у приміщеннях всіх дослідних господарств. Зокрема в період з 31 по 60

добу кількість мікробів у повітрі пташників ТОВ “Індикат” збільшилась на 4,2 %, ТОВ “УПГ-Інвест” – на 6,7 % і МПП “Добробут” – на 4,7 %, порівняно із попе-

реднім періодом дослідження. З 61 по 90 добу загальна кількість мікроорганізмів у повітрі пташників була більшою відповідно на 8,1; 13 та 5,1 %, порівняно з їх кількістю на початковому етапі вирощування, і на 3,7; 5,9 та 5,7 %, порівняно з попереднім періодом дослідження.

Починаючи з 91 доби і до завершення виробничого циклу показники загального мікробного числа повітря пташників поступово знижувалися. У ці періоди дослідження кількість мікроорганізмів у приміщеннях пташників ТОВ “Індикат” була меншою від-

повідно на 1,3 та 2,4 %, ТОВ “УПГ-Інвест” – на 2,4 та 3,7 % і МПП “Добробут” – на 2,2 та 3,1 %, порівняно із періодом, що тривав з 61 до 90 доби.

У результаті дослідження видового складу мікрофлори повітря пташників дослідних господарств (рис. 1) було ізолювано *E. coli*, *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Proteus* spp., *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Yersinia* spp., *Campilobacter* spp., *Clostridium* spp., *P. aeruginosae*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. та *Mucor* spp.

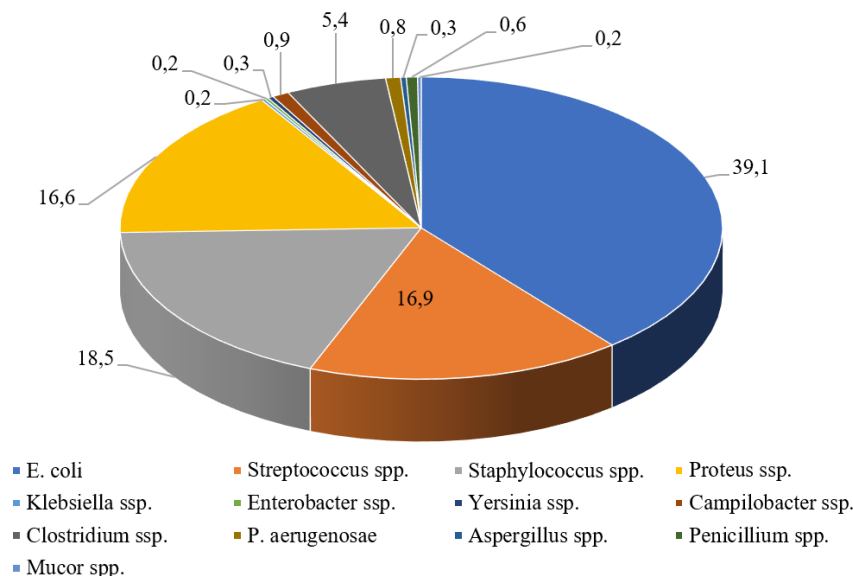


Рис. 1. Видовий склад мікроорганізмів, ізолюваних з повітря пташників дослідних господарств, %

Встановлено, що частка *E. coli* в мікробному пейзажі повітря становила 39,1 %, *Staphylococcus* spp. – 18,5 %, *Streptococcus* spp. – 16,9 %, *Proteus* spp. – 16,6 %, *Clostridium* spp. – 5,4 %, *Campilobacter* spp. – 0,9 %, *P. aeruginosae* – 0,8 %, *Penicillium* spp. – 0,6 %, *Yersinia* spp. і *Aspergillus* spp. – 0,3 % та *Enterobacter* spp., *Klebsiella* spp. і *Mucor* spp. – 0,2 %.

Дещо іншу динаміку мікробного навантаження було встановлено за дослідження змивів зі стін пташ-

ника. Дані, наведені у табл. 2, вказують на те, що мікробне число вказаного об'єкта зростало впродовж усього циклу вирощування індиків. Найменше мікробне навантаження стін було відмічене в ТОВ “Індикат”, воно, в період до 30 доби, становило $4,12 \pm 0,62$ lg КУО/см³ змиву, з 31 по 60 добу – $4,64 \pm 0,91$, з 61 по 90 добу – $4,96 \pm 0,26$, з 91 по 120 добу – $5,05 \pm 0,82$ і з 121 по 150 добу – $5,24 \pm 0,89$ lg КУО/см³ змиву.

Таблиця 2

Мікробне навантаження стін пташника в різні періоди вирощування індиків, lg КУО/см³ змиву (n = 5)

Вік, діб	Господарства		
	ТОВ “Індикат”	ТОВ “УПГ-Інвест”	МПП “Добробут”
0–30	$4,12 \pm 0,62$	$4,34 \pm 0,46$	$4,14 \pm 0,12$
31–60	$4,64 \pm 0,91$	$4,75 \pm 0,33$	$4,65 \pm 0,11$
61–90	$4,96 \pm 0,26$	$4,96 \pm 0,24$	$5,65 \pm 0,41$
91–120	$5,05 \pm 0,40$	$5,08 \pm 0,82$	$5,08 \pm 0,82$
121–150	$5,24 \pm 0,89$	$5,26 \pm 0,65$	$5,23 \pm 0,51$

У пташниках МПП “Добробут” мікробне навантаження стін на початковому етапі становило $4,14 \pm 0,12$ lg КУО/см³ змиву. В наступні періоди дослідження встановлене зростання цього показника відповідно до $4,65 \pm 0,11$; $5,65 \pm 0,41$; $5,08 \pm 0,82$ та $5,23 \pm 0,51$ lg КУО/см³ змиву, або на 11,0; 26,7; 18,5 та 20,8 %.

Найбільше мікробне навантаження стін пташників на початковому етапі виявлене в ТОВ “УПГ-Інвест”. Встановлено, що впродовж перших 30 діб після поса-

дки птиці в 1 см³ змиву локалізувалося $4,34 \pm 0,46$ lg КУО. У період з 31 по 60 добу зростання загальної кількості мікроорганізмів становило 8,6 %, з 61 по 90 добу – 12,5 %, з 91 по 120 добу – 14,6 % та з 121 по 150 добу – 17,5 %.

Мікробіологічним моніторингом видового складу мікрофлори стін пташників дослідних господарств (рис. 2) виділено чисті культури, аналогічні до культур, ізолюваних із повітря. Одержані дані також свід-

чать про те, що як у повітрі, так і в досліджуваних змивах найбільшою (43,6 %) була кількість *E. coli*. Кількість *Staphylococcus* spp. становила 17,1 %, *Proteus* spp. – 15,9 %, *Streptococcus* spp. – 15,3 %, *Clostrid-*

ium spp. – 4,6 %, *P. aeruginosae* – 1,0 %, *Campilobacter* spp. – 0,7 %, *Aspergillus* spp. – 0,5 %, *Mucor* spp. – 0,4 %, *Penicillium* spp. та *Enterobacter* spp. – 0,3 %, *Klebsiella* spp. – 0,2 % і *Yersinia* spp. – 0,1 %.

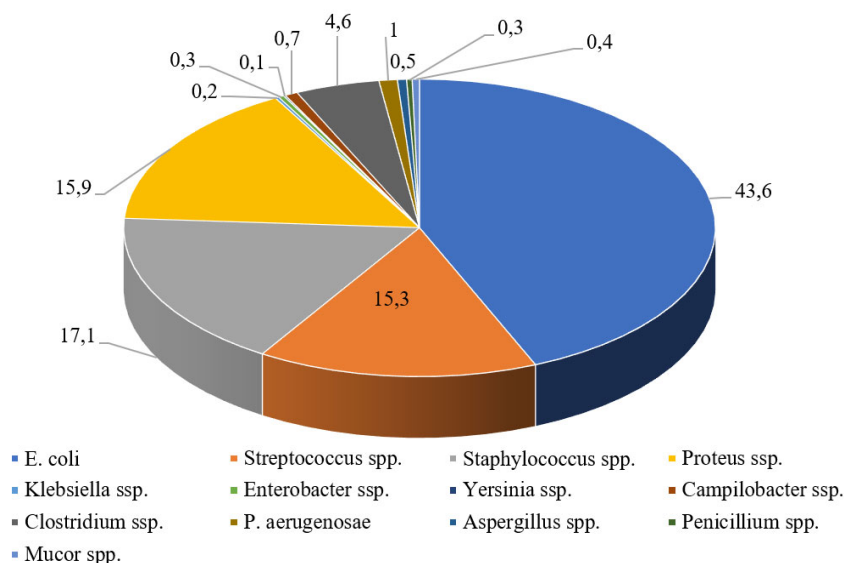


Рис. 2. Видовий склад мікроорганізмів, ізольованих зі стін пташників дослідних господарств, %

Найбільша кількість мікроорганізмів серед досліджуваних об'єктів виявлена на підстилці. З даних табл. 3 видно, що на початковому етапі серед трьох дослідних господарств найменш мікробонавантаженою була підстилка, яка використовувалася у ТОВ “УПГ-Інвест” і кількість мікробів на ній становила $5,15 \pm 0,73$ lg КУО/г. На 13,1 % більшою загальною кількістю мікроорганізмів була на підстилці у МПП “Добробут” та на 16,5 % – у ТОВ “Індикат”. Динаміка мікробного навантаження підстилки за характером відповідала змінам, встановленим при бактеріологічному дослідженні змивів, відібраних зі стін пташників. Зокрема у всі наступні періоди дослідження встановлене поступове збільшення мікробного наванта-

ження підстилки, найбільш виражене у ТОВ “Індикат”. У період з 31 по 60 добу зростання досліджуваного показника становило 13,5 %, з 61 по 90 добу – 34,3 %, з 91 по 120 добу – 39,6 % та з 121 по 150 добу – 45,4 %. У МПП “Добробут” збільшення мікробного навантаження підстилки становило відповідно 13,3, 28,5, 40,7 та 45,6 %, а в ТОВ “УПГ-Інвест” – 12,3, 25,5, 37,1 та 43,8 %.

Проаналізувавши результати дослідження видового складу мікрофлори підстилки (рис. 3), ми встановили, що, як і на двох попередніх досліджуваних об'єктах, основним представником була *E. coli*, частка якої становила 43,4 %.

Таблиця 3

Мікробне навантаження підстилки у різні періоди вирощування індиків, lg КУО/г (n = 5)

Вік, діб	Господарства		
	ТОВ “Індикат”	ТОВ “УПГ-Інвест”	МПП “Добробут”
0–30	$6,17 \pm 0,96$	$5,15 \pm 0,73$	$5,92 \pm 0,39$
31–60	$7,13 \pm 0,55$	$5,87 \pm 0,46$	$6,83 \pm 0,75$
61–90	$9,39 \pm 0,68$	$6,91 \pm 0,45$	$8,28 \pm 0,26$
91–120	$10,22 \pm 0,79$	$8,19 \pm 0,88$	$9,98 \pm 0,74$
121–150	$11,74 \pm 1,12$	$9,16 \pm 0,53$	$10,89 \pm 0,61$

Значно менше, порівняно із *E. coli*, на підстилці було *Staphylococcus* spp., *Proteus* spp., *Streptococcus* spp. та *Clostridium* spp., кількість яких становила відповідно 17,3; 16,9; 12,8 та 7,2 %. Кількість ізольованих *Aspergillus* spp. становила 0,7 %, *Campilobacter* spp. та *Penicillium* spp. – 0,4 %, *P. aeruginosae* – 0,3 %, *Enterobacter* spp. та *Yersinia* spp. – 0,2 % і *Mucor* spp. та *Klebsiella* spp. – 0,1 %.

За результатами, представленими у табл. 4, встановлено, що за весь період вирощування індиків середнє

мікробне навантаження повітря пташників найбільшим було у ТОВ “Індикат” і МПП “Добробут”, де становило $5,19$ lg КУО/м³. На 1,2 % меншим цей показник був у ТОВ “УПГ-Інвест” і становив $5,13 \pm 0,11$ lg КУО/м³.

Середнє мікробне навантаження стін, за повний цикл вирощування індиків, було найбільшим у пташниках МПП “Добробут” і становило $4,95 \pm 0,26$ lg КУО/см³ змиву. Дещо меншим ($4,88 \pm 0,16$ lg КУО/см³ змиву) – в ТОВ “УПГ-Інвест” і найменшим ($4,80 \pm 0,20$ lg КУО/см³ змиву) – в ТОВ “Індикат”.

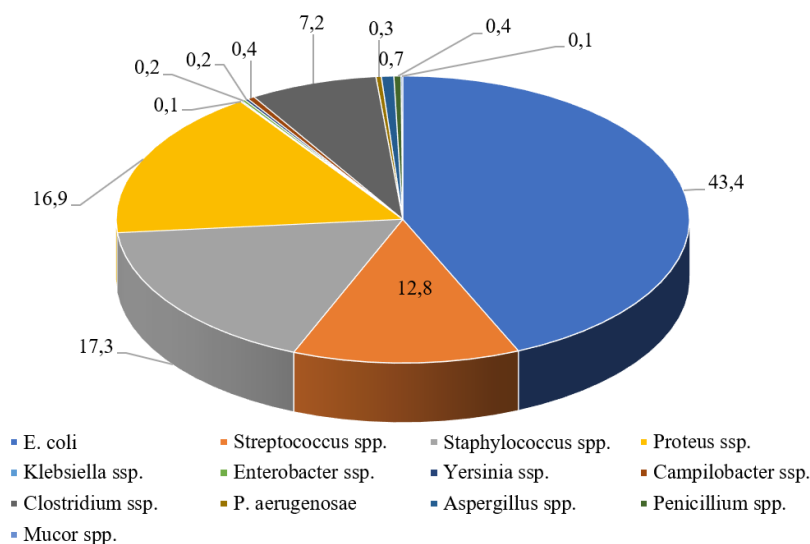


Рис. 3. Видовий склад мікроорганізмів, ізольованих із підстилки, %

Таблиця 4

Залежність ураженості індиків “наминами” кіля від мікробного навантаження об’єктів пташника

Показники	Господарства		
	ТОВ “Індикат”	ТОВ “УПГ-Інвест”	МПП “Добробут”
Повітря, Іг КУО/м ³	5,19 ± 0,68	5,13 ± 0,11	5,19 ± 0,88
Стіни, Іг КУО/см ³ змиву	4,80 ± 0,20	4,88 ± 0,16	4,95 ± 0,26
Підстилка, Іг КУО/г	8,93 ± 1,02	7,06 ± 0,73	8,38 ± 0,94
Середня ураженість, %	16,2	13,1	18,9

Найменше навантаження мікроорганізмами підстилки було в ТОВ “УПГ-Інвест”, де воно становило $7,06 \pm 0,73$ Іг КУО/г. У МПП “Добробут” та ТОВ “Індикат” загальна кількість мікроорганізмів на підстилці дорівнювала відповідно $8,38 \pm 0,94$ та $8,93 \pm 1,02$ Іг КУО/г, внаслідок чого її мікробне навантаження, порівняно із ТОВ “УПГ-Інвест”, було більшим на 15,8 та 20,9 %.

Отже, в результаті співставлення результатів середнього мікробного навантаження повітря, стін та підстилки із результатами ураження індиків “наминами”, між вказаними показниками встановлено пряму залежність. Так, у МПП “Добробут” досліджувані об’єкти пташника якого були найбільш контаміновані мікроорганізмами, кількість індиків із “наминами” кіля також була найбільшою і становила 18,9 %. На 2,7 % менше птахів із “наминами”, порівняно із МПП “Добробут”, було виявлено у ТОВ “Індикат”, у повітрі пташників якого встановлено таку ж кількість мікроорганізмів, мікробне навантаження стін було на 3,1 % меншим, а підстилки – на 6,2 % більшим. Найменше птахів із “наминами” було у ТОВ “УПГ-Інвест”, де загальна кількість мікроорганізмів у повітрі та підстилці також була найменшою, а на стінах незначно відрізнялася від інших господарств. При цьому ураженість становила 13,1 %, що на 3,1 та 5,8 % менше, порівняно із ТОВ “Індикат” і МПП “Добробут”.

Таким чином, проведеними дослідженнями встановлено, що поява та розвиток “намивів” кіля в індиків залежить від загальної кількості мікроорганізмів у середовищі їх перебування, визначальним серед яких є мікробне навантаження підстилки.

Висновки

1. Дослідженнями мікробного навантаження повітря у пташниках дослідних господарств встановлено, що, в середньому, за весь період вирощування індиків, воно перебувало в межах від $5,13 \pm 0,11$ до $5,19 \pm 0,88$ Іг КУО/м³. Найменшою (від $4,76 \pm 1,23$ до $4,95 \pm 1,07$ Іг КУО/м³) кількість мікрофлори була в період до 30 доби після посадки птиці, а максимальною (від $5,35 \pm 1,20$ до $5,41 \pm 0,17$ Іг КУО/м³) – у період з 60 по 90 добу. З 91 доби і до завершення виробничого циклу, відмічене зниження мікробного навантаження повітря пташників, яке становило від 2,5 до 3,9 %. Мікробне навантаження стін та підстилки також було найменшим на початковому етапі і становило відповідно від $4,12 \pm 0,62$ до $4,34 \pm 0,46$ Іг КУО/см³ змиву та від $5,15 \pm 0,73$ до $6,17 \pm 0,96$ Іг КУО/г. На відміну від повітря, їх навантаження зростало впродовж усього виробничого циклу, досягало максимальних величин на завершальному етапі і було в межах від $5,23 \pm 0,51$ до $5,26 \pm 0,65$ Іг КУО/см³ змиву та від $9,16 \pm 0,53$ до $11,74 \pm 1,12$ Іг КУО/г. У середньому, за весь виробничий цикл мікробне навантаження стін пташників та підстилки перебувало в межах від $4,80 \pm 0,20$ до $4,95 \pm 0,26$ Іг КУО/см³ змиву та від $7,06 \pm 0,73$ до $8,93 \pm 1,02$ Іг КУО/г.

2. Мікробний пейзаж досліджуваних об’єктів був представлений 13 видами мікроорганізмів, основну частину яких становили *E. coli*, *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Proteus* spp. та *Clostridium* spp. Частка вказаних мікроорганізмів серед ізольованих із

повітря становила відповідно 39,1; 18,5; 16,9; 16,6 та 5,4 %. На стінах та підстилці кількісна перевага також належала *E. coli* (43,6 та 43,4 %), за ними – *Staphylococcus* spp. (17,1 та 16,9 %). На відміну від повітря, третіми у кількісному співвідношенні був *Proteus* spp. (15,9 та 16,9 %), далі *Streptococcus* spp. (15,3 та 12,8 %) і *Clostridium* spp. (4,6 та 7,2 %). Кількість інших ізольованих мікроорганізмів, зокрема *Aspergillus* spp., *Campilobacter* spp., *Penicillium* spp., *P. aeruginosae*, *Enterobacter* spp., *Yersinia* spp., *Mucor* spp. та *Klebsiella* spp. на усіх досліджуваних об'єктах не перевищувала 1 %.

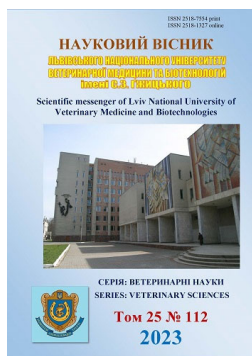
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їх вкладу та результатів досліджень.

References

- Bohach, M. V., Liulin, P. V., & Bilyi, O. O. (2023). Poshyrennia ta vikovi osoblyvosti histomonozy indykiv. Aktualni pytannia veterynarnoi medytsyny: realii ta perspektyvy: zbirnyk tez dopovidei vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii naukovtsiv, vykladachiv ta aspirantiv (23 travnia 2023 r.). Kharkiv: DBTU, 24–26 (in Ukrainian).
- Dunaievskaya, O. F., Horalskyi, L. P., Sokulskiy, I. M., Radzikhovskiy, M. L., & Gutij, B. V. (2023). Influence of protein-vitamin mineral supplements on the splenic morphometric parameters of quails. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(2), 242–247. DOI: 10.15421/022336.
- Fedyniak, R., & Peleno, R. (2022). Stocking density as a possible etiological factor in the development of keel “bubbles” in turkeys. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24(106), 186–191. DOI: 10.32718/nvlvet10628.
- Konopelko, A. V., & Lyasota, V. P. (2023). Bacterial indicators during storage of slaughter products of turkeys of the meat sector of productivity with the use of the prebiotic drug Aktigen. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(112), 151–159. DOI: 10.32718/nvlvet11225.
- Kucheruk, M. D., Bilyk, R. I., & Ihnatovska, M. V. (2018). Eksperymentalne zastosuvannya probiotychnoho preparatu dlia orhanichnogo vyroshchuvannya kurei. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6(3), 12–17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ndbnndc_2018_6_3_5 (in Ukrainian).
- Kytaieva, D., & Petrov, R. (2020). The use of probiotics in the cultivation of turkeys. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22(100), 23–27. DOI: 10.32718/nvlvet10004.
- Liubenko, O. I., & Levchenko, I. S. (2020). Doslidzhenia vplyvu shchilnosti posadky ta frontu hodivli na povedinku kurei promyslovoho stada. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*, 111, 199–204. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.27 (in Ukrainian).
- Malova, T. I. (2022). Eimerioz indykiv: poshyrennia, patohenez ta zakhody borotby. *Visnyk Studentskoho Naukovoho Tovarystva DonNU imeni Vasylia Stusa*, 1(14), 227–229. URL: <https://jvestnik-sss.donnu.edu.ua/article/view/12106> (in Ukrainian).
- Marchewka, J., Vasdal, G., & Moe, R. O. (2019). Identifying welfare issues in turkey hen and tom flocks applying the transect walk method. *Poultry Science*, 98(9), 3391–3399. DOI: 10.3382/ps/pez211.
- Matsuzaki, S., Azuma, K., Lin, X., Kuragano, M., Uwai, K., Yamanaka, S., & Tokuraku, K. (2021). Farm use of calcium hydroxide as an effective barrier against pathogens. *Scientific Reports*, 11(1), 7941. DOI: 10.1038/s41598-021-86796-w.
- Montoro-Dasi, L., Villagra, A., Sevilla-Navarro, S., Pérez-Gracia, M. T., Vega, S., & Marin, C. (2021). Commensal *Escherichia coli* Antimicrobial Resistance 103 and Multidrug-Resistance Dynamics during Broiler Growing Period: Commercial vs. Improved Farm Conditions. *Animals*, 11(4), 1005. DOI: 10.3390/ani11041005.
- Pankova, S. M. (2020). Vplyv shchilnosti posadky na nesuchist, zberezhenist i efektyvnist vykorystannia kurei-nesuchok v klitkovykh batariakh. *Naukovotekhnichniy biuleten Instytutu tvarynyystva NAAN*, 124, 123–134 (in Ukrainian).
- Pepper, C. M., & Dunlop, M. W. (2021). Review of litter turning during a grow-out as a litter management practice to achieve dry and friable litter in poultry production. *Poultry science*, 100(6), 101071. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101071.
- Poberezhets, J., Ohorodnichuk, G., Razanova, O., Gutij, B., Skoromna, O., & Farionik, T. (2023). Effect of mineral feed additive on productivity of broiler chickens. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 25(111), 23–27. DOI: 10.32718/nvlvet11104.
- Razanova, O., Yaremchuk, O., Gutij, B., Farionik, T., & Novgorodskaya, N. (2022). Dynamics of some mineral elements content in the muscle, bone and liver of quails under the apimin influence. *Scientific Horizons*, 25(5), 22–29. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.22-29.
- Rozman, U., Pušnik, M., Kmetec, S., Duh, D., & Šostar Turk, S. (2021). Reduced Susceptibility and Increased Resistance of Bacteria against Disinfectants: A Systematic Review. *Microorganisms*, 9(12), 2550. DOI: 10.3390/microorganisms9122550.
- Saha, O., Rakhi, N. N., Istiaq, A., Islam, I., Sultana, M., Hossain, M. A., & Rahaman, M. M. (2020). Evaluation of Commercial Disinfectants against *Staphylococcus lentus* and *Micrococcus* spp. of Poultry Origin. *Veterinary medicine international*, 2020, 8811540. DOI: 10.1155/2020/8811540.
- Sevilla-Navarro, S., Catalá-Gregori, P., García, C., Cortés, V., & Marin, C. (2020). *Salmonella* Infantis and *Salmonella* Enteritidis specific bacteriophages isolated from poultry faeces as a complementary tool for cleaning and disinfection against *Salmonella*. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 68, 101405. DOI: 10.1016/j.cimid.2019.101405.
- Shkromada, O., Fotina, T., Petrov, R., Nagorna, L., Bordun, O., Barun, M., Babenko, O., Karpulenko, M., Tsarenko, T., & Solomon, V. (2021). Development of

- a 106 method of protection of concrete floors of animal buildings from corrosion at the expense of using dry disinfectants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(6(112)), 33–40. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.236977.
- Si, J., Kirychuk, S., Yang, Y., Martel, M., Thompson, B., Zhang, L., Predicala, B., & Guo, H. (2022). Research Note: Evaluation of the efficacy of engineered water nanostructures in inactivating airborne bacteria in poultry houses. *Poultry science*, 101(2), 101580. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101580.
- Skliar, O. H., Skliar, R. V., & Boltianskyi, B. V. (2022). Porivnialnyi analiz system ventyliatsii v ptakhivnytstvi. Zbirnyk tez dopovidei XKhIII Mizh-narodnoi naukovoï konferentsii “Suchasni problemy zemlerobskoi mekhaniky” MON Ukrainy, NUBIP Ukrainy, Zhyto-myrskiy ahrotekhnichnyi fakhovyï koledzh. Kyiv. Zhytomyr, 123–126 (in Ukrainian).
- Skliar, R., Komar, A., & Boltianska, N. (2020). Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. “Multidisciplinary research”. Bilbao, Spain, 431–433.
- Śmiałek, M., Kowalczyk, J., & Koncicki, A. (2021). The Use of Probiotics in the Reduction of *Campylobacter* spp. Prevalence in Poultry. *Animals*, 11(5), 1355. DOI: 10.3390/ani11051355.
- Sobolev, O. I., Gutyj, B. V., Sobolieva, S. V., Kuzmenko, P. I., Liskovich, V. A., Melnychenko, A. R., & Melnychenko, Y. O. (2023). Effects of selenium on metabolic processes in the body of ducklings and their productive qualities. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 6(1), 10–17. DOI: 10.32718/ujvas6-1.02.
- Sobolev, O., Gutyj, B., Sobolieva, S., Petryshak, R., Petryshak, O., Naumyuk, O., Melnychenko, Y., Guta, Z., & Martyshuk, T. (2023). Accumulation lithium in the tissues and organs of goslings concerning of its level in the mixed feed. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences* 5(98), 99–106. DOI: 10.32718/nvlvet-a9817.
- Tilli, G., Laconi, A., Galuppo, F., Mughini-Gras, L., & Piccirillo, A. (2022). Assessing Biosecurity Compliance in Poultry Farms: A Survey in a Densely Populated Poultry Area in North East Italy. *Animals*, 12(11), 1409. DOI: 10.3390/ani12111409.
- Tymofieiev, V. M., & Horbanov, A. P. (2019). Vplyv shchilnosti posadky kurchat bloileriv na efektyvnist vidhodivli. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, 199, 296–299. URL: <http://dspace.khntusg.com.ua/handle/123456789/10538> (in Ukrainian).
- Zang, Y. T., Bing, S., Li, Y. J., & Shu, D. Q. (2019). Application of slightly acidic electrolyzed water and ultraviolet light for *Salmonella enteritidis* decontamination of cell suspensions and surfaces of artificially inoculated plastic poultry transport coops and other facility surfaces. *Poultry science*, 98(12), 6445–6451. DOI: 10.3382/ps/pez520.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11235
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.52/.58:616.993:595.42:579

Microbial carriage of *Dermanyssus gallinae* ticks

V. Yevstafieva^{1,2✉}, A. Petrunenko¹

¹Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

²Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 31.10.2023

Received in revised form

04.12.2023

Accepted 05.12.2023

Poltava State Agrarian
University, Skovorody St., 1/3,
Poltava, 36003, Ukraine.
Tel.: +38-050-183-78-78
E-mail: evstva@ukr.net

Institute of Veterinary
Medicine of the National
Academy of Agrarian Sciences of
Ukraine, Donetska Str., 30,
Kyiv, 03151, Ukraine.

Yevstafieva, V., & Petrunenko, A. (2023). Microbial carriage of *Dermanyssus gallinae* ticks. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 224–230. doi: 10.32718/nvlvet11235

The effectiveness of the development of the poultry industry depends on the veterinary well-being of farms, in particular, in relation to invasive diseases. One of the most widespread ectoparasites among poultry farms is the gamasic mite *Dermanyssus gallinae*. As a result of tick parasitism, the egg and meat productivity of chickens decreases, often the death of young birds. *Dermanyssus* ticks are hematophagous and can be carriers of pathogens of infectious diseases of chickens, including zoonanthroposis. The research method was used to investigate the presence of specific pathogens carried by *Dermanyssus gallinae*. In laboratory conditions, inoculation was carried out from the homogenate of ticks isolated from chickens and objects of poultry premises on nutrient media (blood agar, yolk-salt agar, Saburo, Simmons, Endo, Ploskirev, bismuth-sulfite agar). As a result of bacteriological studies of *Dermanyssus gallinae* isolated from different substrates, microorganisms belonging to three species and four genera were isolated – *Staphylococcus* spp., *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*. *Dermanyssus* ticks isolated from chickens were carriers of only two genera and one species of microorganisms – *Staphylococcus* spp. (37.5 %) and *Euterooccus facalis* (31.3 %). Moreover, monoisolates (77.8 %) were most often isolated from ticks, the majority of which were *Staphylococcus* spp. (44.5 %), less – *Enterococcus faecalis* (33.3 %). Bacterial associations were rarely identified (22.2 %). *Dermanyssus* ticks, isolated from the objects of the poultry house environment, turned out to be carriers of a larger spectrum of microorganisms, where *Staphylococcus* spp. were more often isolated (100 %) and *Escherichia coli* (43.8 %), less often – *Klebsiella pneumoniae* (37.5 %) and *Enterococcus faecalis* (18.8 %). The isolates were dominated by associations of microorganisms (62.5 %). The monoisolate was represented only by *Staphylococcus* spp. (37.5 %). The data obtained by us regarding the isolated microorganisms further expand the vector role of *D. gallinae*, proving their danger for poultry enterprises producing food products. In general, dermanyssiosis can seriously affect the health of chickens both because of ectoparasites – hematophages, and because of the ability to transmit pathogens.

Key words: parasitology, dermanyssiosis, chickens, ticks, microbiota, cultivation.

Мікробіоносія кліщів *Dermanyssus gallinae*

В. О. Євстаф'єва^{1,2✉}, А. П. Петруненко¹

¹Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

²Інститут ветеринарної медицини НААН України, м. Київ, Україна

Ефективність розвитку галузі птахівництва залежить від ветеринарного благополуччя господарств, зокрема й відносно інвазійних захворювань. Одним з найрозповсюджених ектопаразитів серед птахогосподарств є гамазовий кліщ виду *Dermanyssus gallinae*. Внаслідок паразитування кліщів знижується яєчна та м'ясна продуктивність курей, нерідко спостерігається загибель молодят. Дерманісусні кліщі є гематофагами і можуть бути переносниками збудників інфекційних хвороб курей, у тому числі й зооантропонозів. Метою досліджень було дослідити наявність специфічних патогенів, що переносяться *Dermanyssus gallinae*. У лабораторних умовах проводили посів з гомогенізату кліщів, виділених з курей та об'єктів птахівничих приміщень на живильні середовища (кров'яний агар, жовточно-сольовий агар, Сабуро, Сіммонса, Ендо, Плоскірева, вісмут-сульфіт агар). У результаті

бактеріологічних досліджень *Dermanyssus gallinae*, виділених з різних субстратів, було ізолювано мікроорганізми, які відносяться до трьох видів та чотирьох родів – *Staphylococcus* spp., *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*. Дерманісусні кліщі, виділені з курей, виявилися переносниками лише мікроорганізмів двох родів та одного виду – *Staphylococcus* spp. (37,5 %) та *Enterococcus faecalis* (31,3 %). Причому найчастіше з кліщів виділяли моноізоляти (77,8 %), з яких більшу частку становили *Staphylococcus* spp. (44,5 %), меншу – *Enterococcus faecalis* (33,3 %). Бактеріальні асоціації виділяли рідко (22,2 %). Дерманісусні кліщі, виділені з пташника, виявилися переносниками більшого спектру мікроорганізмів, де частіше виділяли *Staphylococcus* spp. (100 %) та *Escherichia coli* (43,8 %), рідше – *Klebsiella pneumoniae* (37,5 %) та *Enterococcus faecalis* (18,8 %). В ізолятах переважали асоціації мікроорганізмів (62,5 %). Моноізолят був представлений лише *Staphylococcus* spp. (37,5 %). Отримані нами дані щодо ізолюваних мікроорганізмів ще більше розширюють векторну роль *D. gallinae*, доводячи їх небезпечність для птахопідприємств з виробництва харчових продуктів. Загалом, дерманісоз може серйозно вплинути на здоров'я курей як через ектопаразитів – гематофагів, так і через здатність передавати патогени.

Ключові слова: паразитологія, дерманісоз, кури, кліщі, мікробіота, культивування

Вступ

Птахівництво є галуззю аграрного сектора, що найбільш динамічно розвивається і яке дозволяє в короткий термін отримати дієтичні, висококалорійні продукти харчування – яйце і м'ясо (Boiko et al., 2016; Dyak, 2016; Yatsiv, 2021). Однією з важливих проблем, що знижує рентабельність галузі птахівництва, є паразитування у домашніх курей ектопаразитів виду *Dermanyssus gallinae*, що викликає захворювання дерманісоз (Sparagano et al., 2009; Sparagano et al., 2014; Waap et al., 2019). Паразитування дерманісусних кліщів призводить до виснаження птиці, зниження її продуктивності (ячної та м'ясної) і нерідко викликає загибель молодняку та дорослого поголів'я (Sparagano et al., 2020; Petersen et al., 2021). Крім безпосереднього негативного впливу кліщів на організм курей, вони можуть бути переносниками збудників небезпечних інфекційних хвороб, таких як сальмонельоз, пастерельоз, орнітоз, хвороба Ньюкасла, бартофельоз тощо (Hubert et al., 2017; Koç & Nalbantoğlu, 2023).

Наукова література містить дуже різноманітні дані щодо взаємозв'язку між *D. gallinae* та патогенами, які вони можуть переносити. Так, одні автори зазначають про те, що дерманісусні кліщі є переносниками *Borrelia anserina* та *Pasteurella multocida* (Reshetnikov, 1967; Petrov, 1975). Інші вказують на взаємозв'язок між *D. gallinae* та вірусом хвороби Ньюкасла (Schiafone et al., 2022). Також є повідомлення про позитивні результати ПЛР зразків кліщів при використанні специфічних для *Mycobacterium* праймерів 16S (De Luna et al., 2008).

Дослідженнями було продемонстровано, що кліщі *D. gallinae* є механічними переносниками *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium (Cocciolo et al., 2020). В одному дослідженні було застосовано стратегію, засновану як на молекулярних, так і на культуральних методах, де було доведено взаємозв'язок між *D. gallinae* та патогеном для птахів *Escherichia coli* (Schiafone et al., 2020).

Авторами в експериментальних дослідженнях доведено опосередковану передачу дерманісусними кліщами вірусу пташиного грипу А (Sommer et al., 2016). Мікробіологічні посіви з гомогенізату кліщів *D. gallinae* та ПЛР-тести були позитивними на *Listeria monocytogenes* (Sioutas et al., 2023).

Більшість досліджень повідомляють про подібні асоціації між *D. gallinae* та конкретними патогенами, такими як *Borrelia burgdorferi* sensu lato, *Coxiella burnetii*, *Mycoplasma gallisepticum*, *Mycoplasma sinoviae*, *Plasmodium* sp. і *Tsukamurella* sp. (Huong et al., 2014; Hubert et al., 2017; Raele et al., 2018; Ciloglu et al., 2020).

Мета дослідження

Тому, метою досліджень було дослідити наявність специфічних патогенів, що переносяться *Dermanyssus gallinae*.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконували впродовж зимового періоду 2024 р. на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету, а також в умовах Централізованої бактеріологічної лабораторії м. Полтави.

Кліщі *D. gallinae* відловлювали за допомогою міні-пасток у пташниках (n = 16) та виділяли з тіла курей (n = 16). Отриманих кліщів гомогенізували та використовували для мікробіологічних досліджень. Для виявлення мікроорганізмів проводили посіви на поживні та селективні середовища (кров'яний агар, жовточно-сольовий агар, Сабуро, Сіммонса, Ендо, Плоскірева, вісмут-сульфіт агар, ентерококовий агар). Посіви інкубували в термостаті за температури 37 °C протягом 8 діб. Кількість мікроорганізмів у 1 г біологічного матеріалу обчислювали за кількістю колоній мікроорганізмів, що утворилися (КУО). З метою проведення фотографування отримані культури бактерій були пересіяні на середовище Мюллера-Хінтона.

Результати та їх обговорення

У результаті бактеріологічних досліджень *Dermanyssus gallinae*, виділених з різних субстратів, було ізолювано мікроорганізми, які відносяться до чотирьох родів та трьох видів – *Staphylococcus* spp., *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* (рис. 1).

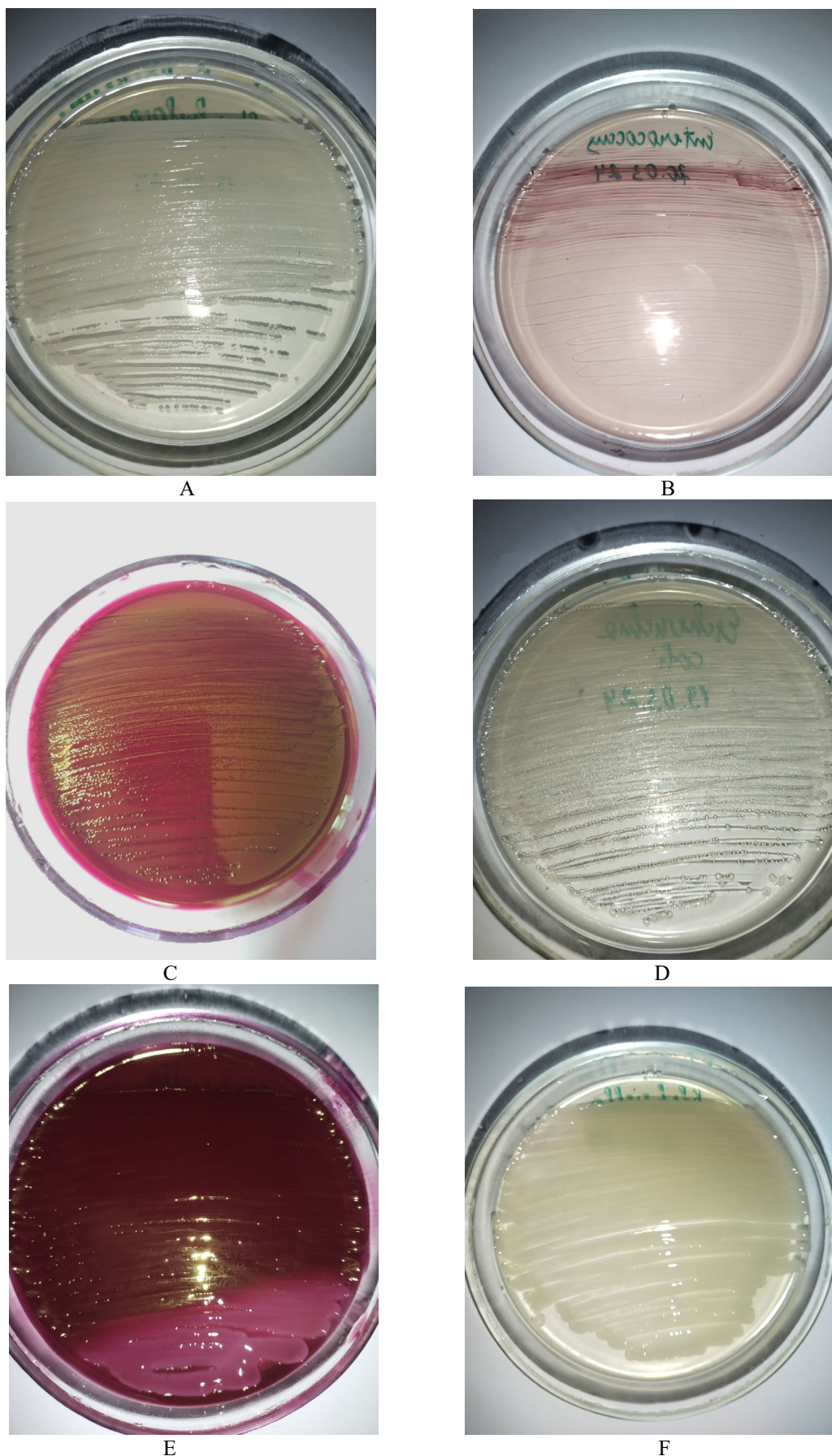


Рис. 1. Ріст мікроорганізмів, виділених з *Dermanyssus gallinae*, на живильних середовищах:
 А – *Staphylococcus* spp. (середовище Мюллера-Хінтона); В – *Enterococcus faecalis* (ентерококовий агар); С – *Escherichia coli* (середовище Ендо); D – *Escherichia coli* (середовище Мюллера-Хінтона); Е – *Klebsiella pneumoniae* (середовище Ендо); F – *Klebsiella pneumoniae* (середовище Мюллера-Хінтона)

Дерманісусні кліщі, виділені з курей, виявилися переносниками лише мікроорганізмів двох родів та одного виду – *Staphylococcus* spp. (37,5 %) та *Enterococcus faecalis* (31,3 %). КУО по ізолюваним культурам мікроорганізмів становили: *Staphylococcus* spp. – 10^5 , *Enterococcus faecalis* – 10^5 (табл. 1).

Дерманісусні кліщі, виділені з пташника, виявилися переносниками більшого спектру мікроорганізмів,

де частіше виділяли *Staphylococcus* spp. (100 %) та *Escherichia coli* (43,8 %), рідше – *Klebsiella pneumoniae* (37,5 %) та *Enterococcus faecalis* (18,8 %). КУО по ізолюваним культурам мікроорганізмів коливалися в межах: *Staphylococcus* spp. – 10^5 – 10^6 , *Enterococcus faecalis* – 10^5 , *Klebsiella pneumoniae* – 10^4 – 10^5 , *Enterococcus faecalis* – 10^5 – 10^6 .

Таблиця

Кількісний та відсотковий склад різних видів мікроорганізмів, виділених з кліщів *Dermanyssus gallinae*

Виділені мікроорганізми	<i>Dermanyssus gallinae</i> , виділені з курей (n = 16)		<i>Dermanyssus gallinae</i> , виділені з пташників (n = 16)	
	%	КУО (min–max)	%	КУО (min–max)
<i>Staphylococcus</i> spp.	37,5	10^5	100	10^5 – 10^6
<i>Enterococcus faecalis</i>	31,3	10^5	18,8	10^5
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	–	–	37,5	10^4 – 10^5
<i>Escherichia coli</i>	–	–	43,8	10^5 – 10^6

При встановленні особливостей мікробноносійства кліщів *D. gallinae*, виділених з курей, було встановлено, що найчастіше виділяли моноізоляти (77,8 %), з яких більшу частку становили

Staphylococcus spp. (44,5 %), меншу – *E. faecalis* (33,3 %). Бактеріальні асоціації *Staphylococcus* spp. та *E. faecalis* виділяли рідко (22,2 %) (рис. 2).

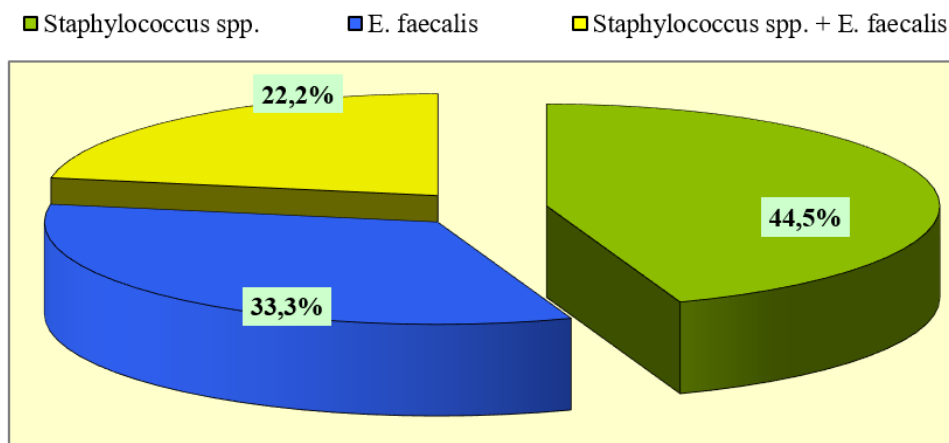


Рис. 2. Особливості складу мікробних асоціацій та моноізолятів, виділених з кліщів *Dermanyssus gallinae* при паразитуванні їх на курях

В ізолятах з кліщів *D. gallinae*, виділених з пташників, переважали асоціації мікроорганізмів (62,5 %). Моноізолят був представлений лише *Staphylococcus* spp. (37,5 %). Мікробні асоціації були представлені дво- та трикомпонентними комбінаціями мікроорганізмів (25,0 та 37,5 %) (рис. 3 а). Двокомпонентні мікробні асоціації були представлені одним різновидом – *Staphylococcus* spp. і *E. coli* (40 % від мікробних асоціацій). Трикомпонентні асоціації були представлені двома різновидами – *Staphylococcus* spp., *E. faecalis* і *K. pneumoniae* (30,0 %) та *Staphylococcus* spp., *K. pneumoniae* і *E. coli* (30,0 %) (рис. 3 б).

Наукова література свідчить, що кліщі *Dermanyssus gallinae* несуть серйозну небезпеку галузі птахівництва, внаслідок їх паразитування на птиці, що призводить до зниження м'ясної і яєчної продуктивності, а також падіжу, особливо молодняку (Sparagano et al., 2020; Petersen et al., 2021). Крім того, дерманісусні кліщі є гематофагами, вони можуть

нападати окрім птиці, ще й на гризунів, а також і на людину (Abd El-Halim et al., 2009; Collgros et al., 2013). Вважається, що кліщі *D. gallinae* є вектором передачі кількох значущих патогенів тварин, у тому числі деяких зоонозних (Ciloglu et al., 2020; Schiavone et al., 2022; Koç & Nalbantoğlu, 2023). Тому, нами було проведено встановлення мікробноносійства *D. gallinae*, виділених з різних об'єктів.

Бактеріологічними дослідженнями встановлено, що *D. gallinae* є переносником трьох видів та чотирьох родів мікроорганізмів, а саме: *Staphylococcus* spp., *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*. Дерманісусні кліщі, виділені з курей, виявилися переносниками лише *Staphylococcus* spp. (37,5 %) та *E. faecalis* (31,3 %). Вони були представлені, переважно, моноізолятами (77,8 %). Бактеріальні асоціації становили лише 22,2 %. Дерманісусні кліщі, виділені з пташника, виявилися переносниками більшого спектру мікроорганізмів.

нізмів, де частіше виділяли *Staphylococcus* spp. (100 %) та *E. coli* (43,8 %), рідше – *K. pneumoniae* (37,5 %) та *E. faecalis* (18,8 %). Причому переважали

дво- та трикомпонентні мікробні асоціації (62,5 %). Водночас, рідше виявляли моноізолят, який був представлений лише *Staphylococcus* spp. (37,5 %).

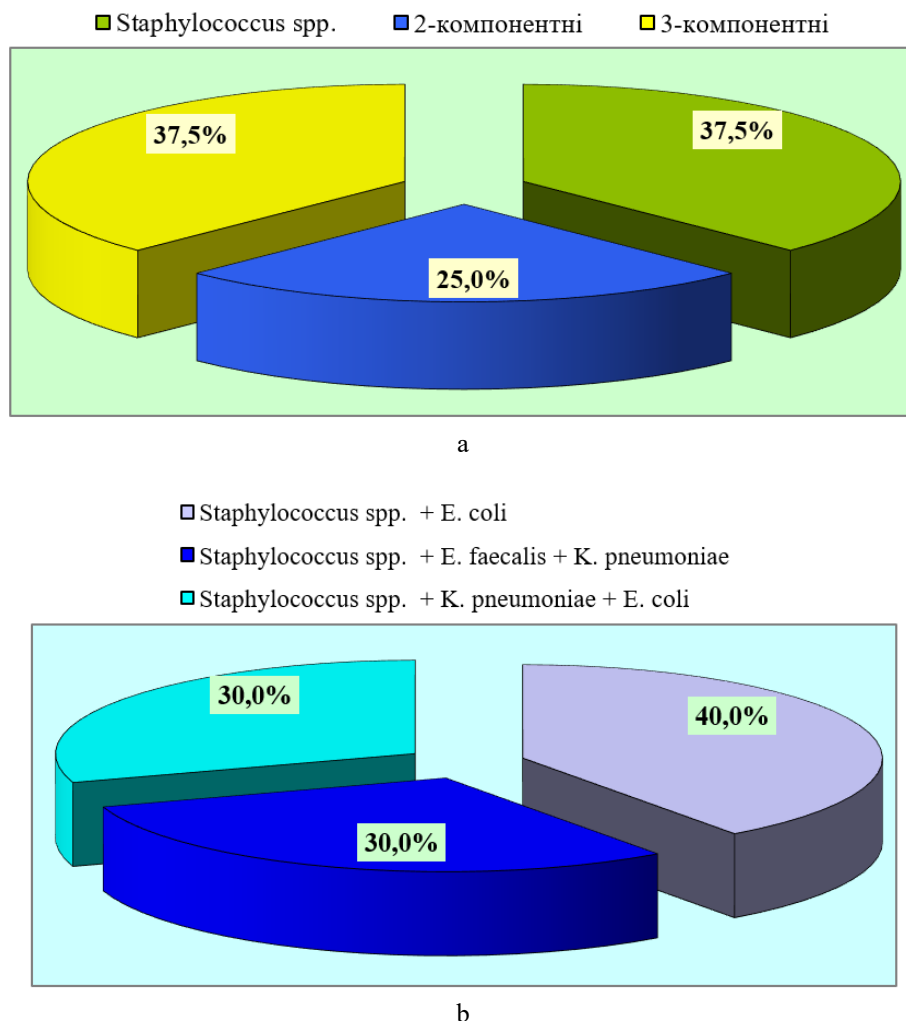


Рис. 3. Особливості складу мікробних асоціацій та моноізолятів, виділених з кліщів *Dermanyssus gallinae* при їх контамінації пташника: а – відсоткове співвідношення моноізолятів та мікробних асоціацій, б – відсоткове співвідношення різновидів мікробних асоціацій

Про взаємозв'язок між кліщами *D. gallinae* та *E. coli* свідчать наукові дані, отримані авторами, які зазначають, що дерманісусні кліщі є резервуаром кишкової палички серогрупи O2 і можуть призводити до спалаху пташиного колібактеріозу (Schiavone et al., 2020). Інші науковці, також, підтверджують отримані нами дані щодо векторної ролі *D. gallinae* у передачі *E. coli* та *Staphylococcus* spp., що розширює існуючий список патогенних агентів, які потенційно передаються кліщем (Valiente Moro et al., 2009).

Отримані нами дані щодо ізольованих мікроорганізмів ще більше розширюють векторну роль *D. gallinae*, доводячи їх небезпечність для птахопідприємств з виробництва харчових продуктів. Загалом, дерманісіоз може серйозно вплинути на здоров'я курей як через ектопаразитів – гематофагів, так і через здатність передавати патогени.

Висновки

Бактеріологічними дослідженнями кліщів *Dermanyssus gallinae*, виділених від курей, встановлено, що вони є переносниками *Staphylococcus* spp. (37,5 %) та *Enterococcus faecalis* (31,3 %), де переважають моноізоляти (77,8 %). Ізоляти з дерманісусних кліщів, виділених з пташників, були представлені більшим спектром мікроорганізмів, де частіше виділяли *Staphylococcus* spp. (100 %) та *Escherichia coli* (43,8 %), рідше – *Klebsiella pneumoniae* (37,5 %) та *Enterococcus faecalis* (18,8 %). Переважали трикомпонентні мікробні асоціації (37,5 %), рідше виділяли – двокомпонентні мікробні асоціації (25,0 %). Моноізолят був представлений лише *Staphylococcus* spp. (37,5 %).

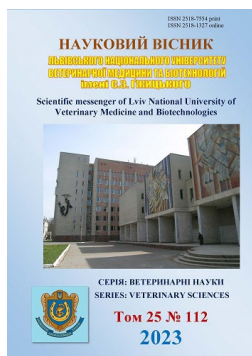
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їх вкладу та результатів досліджень.

References

- Abd El-Halim, A. S., Allam, K. A., Metwally, A. M., & El Boraey, A. M. (2009). Seasonal variation of infestation rate with lice, tick and mite among rodents in certain Egyptian regions. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 39(2), 617–624. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19795768>.
- Boiko, L. O., Boiko, V. O., & Avercheva, N. O. (2016). Forecast and prospects of poultry industry development in the period by 2020. *Technology Audit and Production Reserves*, 4(6(30)), 34–40. DOI: 10.15587/2312-8372.2016.74815.
- Ciloglu, A., Yildirim, A., Onder, Z., Yetismis, G., Duzlu, O., Simsek, E., & Inci, A. (2020). Molecular characterization of poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* lineages in Turkey and first report of *Plasmodium* species in the mite populations. *International Journal of Acarology*, 46(4), 241–246. DOI: 10.1080/01647954.2020.1758775.
- Cocciolo, G., Circella, E., Pugliese, N., Lupini, C., Mescolini, G., Catelli, E., Borchert-Stuhlträger, M., Zoller, H., Thomas, E., & Camarda, A. (2020). Evidence of vector borne transmission of *Salmonella enterica enterica* serovar Gallinarum and fowl typhoid disease mediated by the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778). *Parasites & Vectors*, 13(1), 513. DOI: 10.1186/s13071-020-04393-8.
- Collgros, H., Iglesias-Sancho, M., Aldunce, M. J., Expósito-Serrano, V., Fischer, C., Lamas, N., & Umberto-Millet, P. (2013). *Dermanyssus gallinae* (chicken mite): an underdiagnosed environmental infestation. *Clinical and Experimental Dermatology*, 38(4), 374–377. DOI: 10.1111/j.1365-2230.2012.04434.x.
- De Luna, C. J., Arkle, S., Harrington, D., George, D. R., Guy, J. H., & Sparagano, O. A. E. (2008). The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* as a potential carrier of vector-borne diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1149(1), 255–258. DOI: 10.1196/annals.1428.085.
- Dyak, O. (2016). The state and direction of development of enterprises of the poultry industry. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series Economical Sciences*, 18(2), 58–61. DOI: 10.15421/nvlvet6910.
- Hubert, J., Erban, T., Kopecky, J., Sopko, B., Nesvorna, M., Lichovnikova, M., Schicht, S., Strube, C., & Sparagano, O. (2017). Comparison of Microbiomes between red poultry mite populations (*Dermanyssus gallinae*): predominance of bartonella-like bacteria. *Microbial Ecology*, 74(4), 947–960. DOI: 10.1007/s00248-017-0993-z.
- Huong, C. T. T., Murano, T., Uno, Y., Usui, T., & Yamaguchi, T. (2014). Molecular detection of avian pathogens in poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) collected in chicken farms. *Journal of Veterinary Medical Science*, 76(12), 1583–1587. DOI: 10.1292/jvms.14-0253.
- Koç, N., & Nalbantoğlu, S. (2022). Microbiome comparison of *Dermanyssus gallinae* populations from different farm rearing systems and the presence of common endosymbiotic bacteria at developmental stages. *Parasitology Research*, 122(1), 227–235. DOI: 10.1007/s00436-022-07721-2.
- Petersen, I., Johannhörster, K., Pagot, E., Escibano, D., Zschiesche, E., Temple, D., & Thomas, E. (2021). Assessment of fluralaner as a treatment in controlling *Dermanyssus gallinae* infestation on commercial layer farms and the potential for resulting benefits of improved bird welfare and productivity. *Parasites & Vectors*, 14(1), 181. DOI: 10.1186/s13071-021-04685-7.
- Petrov, D. (1975). Study of *Dermanyssus gallinae* as a carrier of *Pasteurella multocida*. *Veterinarno-Meditsinski Nauki*, 12(5), 32–36. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1210004>.
- Raele, D. A., Galante, D., Pugliese, N., La Salandra, G., Lomuto, M., & Cafiero, M. A. (2018). First report of *Coxiella burnetii* and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in poultry red mites, *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata, Acari), related to urban outbreaks of dermatitis in Italy. *New Microbes and New Infections*, 23, 103–109. DOI: 10.1016/j.nmni.2018.01.004.
- Reshetnikov, P. T. (1967). The tick *Dermanyssus gallinae* – carrier of fowl spirochaetosis. *Veterinariia*, 44(3), 48. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5630080>.
- Schiavone, A., Pugliese, N., Circella, E., & Camarda, A. (2020). Association between the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* and potential avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). *Veterinary Parasitology*, 284, 109198. DOI: 10.1016/j.vetpar.2020.109198.
- Schiavone, A., Pugliese, N., Otranto, D., Samarelli, R., Circella, E., De Virgilio, C., & Camarda, A. (2022). *Dermanyssus gallinae*: the long journey of the poultry red mite to become a vector. *Parasites & Vectors*, 15(1), 29. DOI: 10.1186/s13071-021-05142-1.
- Sioutas, G., Petridou, E., Minoudi, S., Papageorgiou, K. V., Symeonidou, I., Giantsis, I. A., Triantafyllidis, A., & Papadopoulos, E. (2023). Isolation of *Listeria monocytogenes* from poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infesting a backyard chicken farm in Greece. *Scientific Reports*, 13(1), 685. DOI: 10.1038/s41598-023-27862-3.
- Sommer, D., Heffels-Redmann, U., Köhler, K., Lierz, M., & Kaleta, E. F. (2016). Role of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in the transmission of avian influenza A virus. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*, 44(01), 26–33. DOI: 10.15653/tpg-150413.
- Sparagano, O. A. E., George, D. R., Finn, R. D., Giangaspero, A., Bartley, K., & Ho, J. (2020). *Dermanyssus gallinae* and chicken egg production: impact, management, and a predicted compatibility matrix for integrated approaches. *Experimental and Applied Acarology*, 82(4), 441–453. DOI: 10.1007/s10493-020-00558-3.
- Sparagano, O. A. E., George, D. R., Harrington, D. W. J., & Giangaspero, A. (2014). Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Annual Review of Entomology*, 59(1), 447–466. DOI: 10.1146/annurev-ento-011613-162101.
- Sparagano, O., Pavličević, A., Murano, T., Camarda, A., Sahibi, H., Kilpinen, O., Mul, M., van Emous, R., le Bouquin, S., Hoel, K., & Cafiero, M. A. (2009). Prevalence and key figures for the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* infections in poultry farm systems. *Experimental and Applied Acarology*, 48(1–2), 3–10. DOI: 10.1007/s10493-008-9233-z.

- Valiente Moro, C., De Luna, C. J., Tod, A., Guy, J. H., Sparagano, O. A. E., & Zenner, L. (2009). The poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): a potential vector of pathogenic agents. *Experimental and Applied Acarology*, 48(1–2), 93–104. DOI: 10.1007/s10493-009-9248-0.
- Waap, H., Nunes, T., Mul, M., Gomes, J., & Bartley, K. (2019). Survey on the prevalence of *Dermanyssus gallinae* in commercial laying farms in Portugal. *Avian Pathology*, 48(sup1), S2–S9. DOI: 10.1080/03079457.2019.1606415.
- Yatsiv, S. (2021). State and prospects of poultry development in agricultural enterprises of Ukraine. *Agrosvit*, 16, 26–33. DOI: 10.32702/2306-6792.2021.16.26.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11236

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

UDC 636.92.09:616-089.5

Anesthesiology support of rabbits during surgical interventions on the digestive apparatus

D. O. Kovalenko[✉], M. O. Malyuk

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

Article info

Received 01.11.2023

Received in revised form

04.12.2023

Accepted 05.12.2023

National University of Life
and Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.
Tel.: +38-063-324-97-77
E-mail:
dima.kovalenko.zoolux@gmail.com

Kovalenko, D. O., & Malyuk, M. O. (2023). Anesthesiology support of rabbits during surgical interventions on the digestive apparatus. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 231–238. doi: 10.32718/nvlvet11236

In today's veterinary medicine, animals such as ferrets, rabbits, and rodents must be considered not only productive animals for producing fur and meat but also as small pets, just like dogs and cats. Among the most common breeds of rabbits kept in urban dwellings are the following: English Spotted, Black Spotted and Chocolate, Lionhead White, Dwarf Dutch White, Pointed Dutch, Spotted and Beaver. Rabbit owners are increasingly turning to veterinarians for general condition assessment and treatment. They count on a high level of medical and surgical care. Therefore, veterinarians often have to treat these animals, and usually, due to the characteristics of patients, medical manipulations require anesthesia. That is why the topic of how to carry out full-fledged inhalation and intravenous anesthetic support with support during surgical intervention in rabbits and successful exit from anesthesia was raised. This article discusses the methods of anesthesia and the nuances of its provision. The article compared two types of anesthesia and confirmed the high safety of anesthesia for rabbits with experience and transparent patient monitoring under anesthesia. They developed recommendations for anesthesia care according to the study's conclusion. They described the list of equipment necessary to ensure successful anesthesia and the required drugs for anesthesia with their dosage. Based on the results of research and discussion, it was determined that intravenous anesthesia for rabbits in the absence of inhalation anesthesia is also possible. Still, inhalation anesthesia is safer and better controlled, and it also requires premedication with analgesic drugs. Intravenous anesthesia is less controlled, but its successful provision is possible with strict adherence to the conditions of anesthesiological support and monitoring of the patient.

Key words: anesthesia, analgesia, muscle relaxation, saturation, minimal alveolar concentration, intubation, anesthetic monitoring, sedation.

Анестезіологічний супровід при оперативних втручаннях на апараті травлення у кролів

Д. О. Коваленко[✉], М. О. Малюк

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

У сьогоденні ветеринарної медицини таких тварин, як тхори, кролики і гризуни необхідно розглядати не лише як продуктивних тварин для виробництва хутра і м'яса, але й як дрібних домашніх улюбленців, так само як собак і котів. До найпоширеніших порід кролів, що утримуються в міських оселях, є наступні: плямистий англійський, чорно-плямистий та шоколадний, левиноголовий білий, карликовий голландський білий, висловухий голландський, плямистий та бобровий. Власники кролів все частіше звертаються до ветеринарів для оцінки загального стану та лікування. Вони розраховують на високий рівень медичної та хірургічної допомоги. Отже, ветеринарам частіше доводиться проводити лікування цих тварин, і часто у зв'язку з особливостями пацієнтів, лікувальні маніпуляції потребують анестезіологічного забезпечення. Саме тому піднято тему того, як проводити повноцінне інгаляційне та внутрішньовенне анестезіологічне забезпечення з супроводом під час оперативного втручання у кролів, та успішним виходом з анестезії. В цій статті обговорюються методи анестезії та нюанси її забезпечення. В статті порівняли проведення двох видів

анестезії, а також підтвердили високу безпечність проведення анестезії кролям за наявності досвіду та чіткому моніторингу пацієнта в анестезії. Розробили рекомендації щодо проведення анестезіологічного забезпечення за висновком дослідження, описали перелік обладнання необхідного для забезпечення успішної анестезії та перелік препаратів необхідних при проведенні анестезії з їх дозуванням. За результатами дослідження та обговорення визначили, що внутрішньовенна анестезія для кролів при відсутності інгаляційної анестезії також можлива, але інгаляційна анестезія є більш безпечною та краще контролюваною, та вона також потребує премедикації анальгетичними препаратами. Внутрішньовенна анестезія є менш контролюваною, але її успішне забезпечення можливе при чіткому дотриманні умов анестезіологічного супроводу та моніторингу пацієнта.

Ключові слова: анестезія, аналгезія, міорелаксація, сатурація, мінімальна альвеолярна концентрація, інтубація, анестезіологічний моніторинг, седация.

Вступ

Наркоз у кроликів багатьма сприймається як важка та ризикована процедура. Тому багато ветеринарів при анестезії або седатії кролика не відчувають себе комфортно. На щастя, поява нових, безпечних анестезуючих препаратів, розробка спеціалізованого анестезіологічного обладнання та вдосконалення техніки проведення анестезії значно знизили ризики захворюваності та смертності, пов'язаної з нею. Зокрема, для запобігання розвитку потенційно смертельних станів, таких як гіпоксія, гіповолемія або гіпотермія, важливими при інгаляційній анестезії є використання при інтубації ендотрахеальних трубок, або використання ларингіальних масок, також проведення інтраопераційної інфузії та забезпечення відповідної температурної підтримки в поєднанні з чітким та постійним моніторингом стану пацієнта, для запобігання виникненню інших системних відхилень, що можуть зіграти ключову роль в успішності анестезіологічного забезпечення. Пильний моніторинг пацієнта не повинен обмежуватись лише самою процедурою анестезії, але й має поширюватися на період до та після анестезії. Завжди потрібно проводити ретельне обстеження пацієнта до проведення анестезіологічного забезпечення на оперативного втручання, оскільки це може допомогти своєчасно виявити наявні захворювання, або попередити можливий розвиток ускладнень як після операції так і після анестезії. При проведенні інгаляційної анестезії можна поєднувати сучасні різноманітні ін'єкційні та інгаляційні анестетики, препарати для премедикації, а також анальгетики можна поєднувати, це мінімізує імовірність побічних ефектів, а також забезпечить якісний сон і відсутність болю для пацієнта.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Анастетики в залежності від їх форми та групи можна вводити місцево парентерально або шляхом інгаляції.

Протокол анестезії зазвичай складається з комбінації різних груп анестетиків, ін'єкційних та інгаляційних, або премедикації, також він може включати від одного до кількох анальгетичних препаратів. Щоб визначити оптимальний протокол анестезії, необхідно враховувати різноманітні фактори, включаючи загальний стан, тобто стабільність пацієнта, вид та локалізацію проведення хірургічної маніпуляції, її складність, а також знання та досвід роботи практикуючого лікаря з різними видами анестетиків, що використовуються, включаючи їх побічні ефекти, і звісно варіанти моніторингу та підтримки сталого загального стану пацієнта під час анестезіологічного забезпечення оперативного втручання (Graham, 2006).

Зазвичай протоколи анестезіологічного забезпечення кролів та тхорів включають премедикацію буторфанолом і мідазоламом з подальшою індукцією та підтримкою ізофлураном або севофлураном. Також індукція може проводитись кетаміном і медетомідіном (+/- буторфанол) з наступною інгаляційною анестезією (Hedenqvist et al., 2002; Graham, 2006).

При наявності дозвільних документів та доступу до наркотичних препаратів може використовуватись кетамін, морфін, фентаніл/флуанізон у поєднанні з мідазоламом або діазепамом з подальшою інгаляційною анестезією (Williams & Wyatt, 2007).

Загальна ін'єкційна анестезія або короткотривала седация зазвичай призначаються для коротких діагностичних або хірургічних процедур, оскільки швидкий метаболізм кроликів призводить до короточасних ефектів від препаратів, що в свою чергу вимагає збільшення доз або частого повторного введення препаратів, що створює вищий ризик побічних ефектів.

Такої проблеми можна уникнути при використанні інгаляційних анестетиків, які легко титрувати для досягнення потрібного ефекту та регулювати відповідно до тривалості процедури. Це є причиною, чому більшість схем анестезії у кроликів включають інгаляційні анестетики як основний компонент.

Індукція анестезії виконується за допомогою масок, щоб зменшити резистентність і уникнути затримки дихання тварини у відповідь на запах парів інгаляційного анестетика. Також з цією метою можна проводити премедикацію або попередню седацию пацієнта. Повільна індукція інгаляційного анестетика також допоможе уникнути такої проблеми (Imai et al., 2005).

Після індукції ротову порожнину тварини слід завжди перевіряти на наявність залишків кормових мас, якщо необхідно, то очищати ватними тампонами або паличками. Крім того, на рогівку можна наносити зволожуючу очну мазь, щоб запобігти її висиханню та подразненню. Пацієнту неодмінно потрібно забезпечити преоксегенацію. Тварину інтубують за допомогою ендотрахеальної трубки або надглоткового пристрою для дихальних шляхів, щоб забезпечити ефективну доставку кисню до нижніх дихальних шляхів, а при необхідності виконують штучну вентиляцію легень (Harcourt-Brown, 2002).

Інтубація для забезпечення достатнього рівня оксигенації пацієнта є дуже важливою складовою успішного анестезіологічного супроводу. Транспорт кисню під час процедури анестезії є необхідним для будь-якого пацієнта, незалежно від протоколу анестезії, який використовується, оскільки це допомагає запобігати гіпоксії головного мозку та порушенню перфузії тканин організму, що є одним з головних

компонентів успішного перебігу анестезіологічного супроводу (Murison, 2011).

Кисень можна подавати за допомогою маски, через ендотрахеальну трубку, носову канюлю або надгортанний дихальний пристрій. Щоб мати можливість провести інтубацію кролика, пацієнт має бути достатньо седований, щоб розслабити жувальні м'язи. Це досягається за допомогою ін'єкційних анестетиків, які вводяться або внутрішньовенно (наприклад, пропофол, альфаксалон), або внутрішньом'язово (наприклад, комбінація кетаміну з медетомедином та буторфанолом) (Heard, 2004).

Метод з масковою індукцією перед інтубацією не рекомендується, оскільки кролик почне прокидатися, щойно знімуть маску, а інтубація може зайняти деякий час. Відсутність дихальних шумів і конденсації інтубаційної трубки внаслідок пригнічення дихання може ускладнити сліпу інтубацію, оскільки ці параметри часто використовуються, як орієнтири для оцінки правильності розміщення трубки в дихальних шляхах (Lipman et al., 1997).

Багато ветеринарних лікарів не проводять інтубацію кроликів регулярно, тому при проведенні маскової анестезії бажано використовувати маску, яка щільно прилягає до рота та носа пацієнта. З роками різні типи масок для мордочки стали комерційно доступними, тому з цим не виникає проблем. Під час стоматологічних процедур маску можна також надіти лише на ніс. Оскільки кролики мають обов'язкове носове дихання, цього зазвичай буде достатньо для підтримки анестезії. Однак слід бути обережним, щоб голова не була нахилена у вертикальне положення, оскільки це може призвести до зміщення надгортанника з м'якого піднебіння, в результаті чого кролик почне дихати ротом і прокинеться. Мінусом такого типу анестезії є те, що маска не захищає від аспірації нудотних мас, залишків їжі, які присутні в ротовій порожнині чи стравоході, що створює значний ризик аспіраційної пневмонії та летальності. Крім того, лицьова маска також може мати потенційний шкідливий вплив на здоров'я персоналу в результаті витоку легких анестезуючих газів, якщо вона підібрана невідповідного розміру, або нещільно прилягає до мордочки пацієнта (Heard, 2004).

Ідеальним для анестезії та допоміжної вентиляції легень підходить ендотрахеальна інтубація. Незважаючи на те, що ця техніка можлива для кроликів, вона вважається складнішою, ніж інтубація собаки чи kota через кілька анатомічних особливостей, які перешкоджають прямому огляду гортані, включаючи: а) неможливість широко відкрити рот; б) відносну вузькість ротової порожнини і перешийка; в) відносно велику основу язика; г) відносно невеликі розміри гортані; е) постійне розташування надгортанника на м'якому піднебінні (Heard, 2004).

Ендотрахеальна інтубація може бути здійснена або за допомогою сліпої техніки, або шляхом прямої візуалізації гортані за допомогою ларингоскопа чи ендоскопа. Для обох методів кролика переважно поміщують у положення лежачи стерильно, з витягнутою шиєю у вертикальному положенні, завдяки чому гортань і трахея вирівнюються з ротоглоткою для полегшення інтубації пацієнта (Harcourt-Brown, 2002;

Heard, 2004). Перед інтубацією можна застосувати місцеві анестетики (наприклад, ксилокаїн у вигляді спрею) для десенсибілізації гортані та запобігання ларингоспазму (Flecknell, 2006). Сліпа інтубація, як правило, вимагає певної практики та досвіду, вона виконується шляхом розміщення кролика у вищезначеному положенні та просування трубки через діастему над язиком у ротоглотку. У цей момент можна побачити циклічну конденсацію та просвітлення в ендотрахеальній трубці або почути звуки дихання, які стають голоснішими, коли трубка проходить у область гортані. Якщо вона переходить за межі гортані в стравохід, звук дихання і конденсація припиняються. Після того, як буде встановлено, що кінчик трубки знаходиться перед гортанню (тобто чути максимальне дихання), трубку можна обережно та повільно просунути в гортань.

Обережне обертання (без застосування фізичної сили) може допомогти провести кінчик трубки між черпакуватими хрящами. Проходження трубки в гортань і трахею може викликати легке свистяче дихання або кашель. Згодом можна використовувати конденсацію, звуки дихання або капнографію для перевірки правильного розташування перед закріпленням трубки на місці за допомогою липкої стрічки або марлевих стяжок. Для інтубації кролів можна використовувати ендотрахеальну трубку без манжети діаметром від 2,5 до 4,0 міліметрів (внутрішній діаметр) (Harcourt-Brown, 2002). Для інтубації за допомогою ларингоскопа або ендоскопа процедура більш-менш подібна, але дає можливість візуалізувати голосову щілину (Harcourt-Brown, 2002; Heard, 2004; Graham, 2006).

Крім того, ендотрахеальна трубка може бути розміщена на кінці жорсткого ендоскопа. М'яке піднебіння може знадобитися відштовхнути кінчиком ендотрахеальної трубки або ендоскопа, перш ніж можна буде візуалізувати вхід у гортань, а трубку можна буде обережно ввести в трахею (Phaneuf et al., 2006). Сечовий катетер малого калібру (2–5 Fr), можна провести у гортань та використовувати, як інтродюсер для полегшення інтубації (Tran et al., 2001; Su et al., 2012). Основними перевагами візуалізації, порівняно зі сліпою інтубацією, є зниження ризику травми та можливість оцінити, який розмір трубки використовувати, що дозволяє використовувати трубки більшого розміру та значно зменшити опір під час дихання.

Ларингеальні маски є найновішими пристроями, які використовуються для доставки легких анестетиків легені у кролів. Замість того, щоб проходити через голосову щілину, надглотковий пристрій для дихальних шляхів знаходиться поверх неї. У кроликів їх використання обмежувалося переважно лабораторними тваринами та дослідницькими умовами (Grint et al., 2006; Crotaz, 2010). Однак був винайдений пристрій (V-gel®, DocsInnovent Ltd, Лондон, Великобританія), та адаптований спеціально до унікальної анатомії ротоглотки кролика. Пристрій доступний у 6 розмірах, його було випробувано в клінічних умовах і визнано корисним у більшості ситуацій (включно з екстреними ситуаціями), за винятком пацієнтів, яким потрібна стоматологічна допомога. У >95 % випадків на відкриті дихальні шляхи його можна було швидко

встановити з першої спроби та успішно підтримувати протягом процедури як у тварин, що дихають спонтанно, так і у тварин із допоміжною вентиляцією (Yamamoto et al., 2007). Подібно до ендотрахеальної інтубації, важливо забезпечити належну анестезію пацієнта перед введенням надгортанного дихального пристрою, хоча й потрібна менша кількість анестезії, щоб забезпечити його належне розміщення без опору (Smith et al., 2004).

Звичайний протокол анестезії для індукції такого рівня анестезії включає використання кетаміну (5–10 мг/кг, в/м), медетомідину (200–250 мкг/кг, в/м) і буторфанолу (1 мг/кг, в/м). Коли ці анестетики почнуть діяти, рот кролика відкривається, язик витягується, а V-gel® легкими обертальними рухами вставляється в ротоглотку. Після забезпечення правильного розташування пристрою (наприклад, за допомогою капнографії), пристрій закріплюється на місці за допомогою ремінця або стяжки (Van Zeeland & Schoemaker, 2010).

Після інтубації кролика, щоб забезпечити введення достатнього рівня кисню та інгаляційних анестетиків його можна підключити до закритого дихального контуру апарату інгаляційної анестезії (якщо тварина важить >2,5 кг), або до відкритого дихального контуру (для тварин <2,5 кг). Зазвичай для кроликів і менших екзотичних пацієнтів використовуються схеми без повторного дихання, такі як Т-подібна частина Ейра або схема Бейна, оскільки вони призводять до відносно низьких об'ємів мертвого простору в дихальному контурі апарату інгаляційної анестезії та низького опору. Рекомендується використовувати потік свіжого газу, який у 2–3 рази перевищує хвилинний об'єм дихання (тобто приблизно 450 мл/кг), що призводить до потоку газу об'ємом 1–3 л/хв для більшості кроликів (Rich et al., 1990).

Після підключення до анестезіологічного апарату тварина може дихати спонтанно, або їй проводять механічну чи мануальну вентиляцію. Допоміжна вентиляція особливо важлива, коли тварина не дихає самостійно або під час процедур, під час яких відкривається грудна порожнина (наприклад, торакотомії) або використовуються препарати групи міорелаксантів (наприклад, атракуріум). При використанні апарат ШВЛ налаштовують за об'єм 10–15 мл/кг, частоту дихання 20–40 вдихів на хвилину та тиск приблизно 15–20 мм. рт. ст. (Flecknell, 2006).

Нормальним споживанням води у кроликів зазвичай вважається 100–150 мл/кг на добу (Mader, 2004). Зменшення споживання води хворими кроликами може швидко призвести до зневоднення або гіповолемічного шоку. Бажано, щоб дефіцит рідини був скорегований до процедури анестезії. Якщо можливо, розчини вводять внутрішньовенно, використовуючи невеликі (22–26 G) катетери, які можна розмістити в крайовій вушній вені, головній або латеральній підшкірній венах (Mader, 2004; Lichtenberger et al., 2009).

Загалом інфузія рідин об'ємом 10 мл/кг/год добре переноситься протягом всієї процедури анестезії. Крім того, рідину можна вводити підшкірно в пухку шкіру на спині в об'ємі 100–150 мл/кг, розподілених на 2–3 процедури на день.

Постійне спостереження за пацієнтом під час анестезії є життєво важливим для його виживання. Для моніторингу життєво важливих параметрів можна використовувати обладнання, зокрема пульсоксиметр, капнограф, операційний монітор, тонометр, ЕКГ для анестезіологічного моніторингу, хоча слід підкреслити, що жодне обладнання не може замінити фізикальний моніторинг. Глибина анестезії зазвичай контролюється оцінкою різних рефлексів, до яких відносяться пальпебральний, рогівковий, тонус масетерів, положення зіниць, рефлекс щипка пальців, відведення ноги і рефлекс вушної раковини (Flecknell, 2006). Частоту, глибину та характер дихання зазвичай можна оцінити шляхом прямого спостереження за грудною стінкою або дихальним мішком.

Інформацію про адекватність вентиляції також можна отримати шляхом прямого спостереження за кольором носа та слизових оболонок (губ, ясен, язика). Швидкість наповнення капілярів (ШНК) і колір слизових оболонок надають інформацію про периферичний кровообіг, причому блідість, зміна кольору або ШНК >2 секунд вказує на порушення кровообігу, внаслідок гіповолемії або зниження скоротливості серця. Інші серцево-судинні параметри, які можна регулярно контролювати, це частота серцевих скорочень (ЧСС), частота та сила пульсу. ЧСС можна періодично контролювати за допомогою аускультатії стетоскопом або пальпації з обох боків грудної порожнини (Ypsilantis et al., 2005). Частоту та якість пульсу можна оцінити шляхом пальпації центральної вушної або стегнової артерії. Типова частота серцевих скорочень у кроликів у свідомості становить 240–280 ударів на хвилину, але вона може знизитися до 120–160 ударів на хвилину після введення, наприклад, медісону (Worthley et al., 2000).

Анестезія зазвичай призводить до зниження температури тіла, особливо у тварин із високим співвідношенням площі поверхні тіла до розміру (Lichtenberger et al., 2009). Тепло може втрачатися через шкіру, дихальні шляхи (через вдихання холодних газів) та/або операційне поле (через вплив повітря на внутрішні органи). Температуру тіла зазвичай вимірюють за допомогою ректального термометра або зонда (Harcourt-Brown, 2002). Щоб уникнути гіпер- або гіпотермії, слід регулярно перевіряти температуру тіла протягом процедури анестезії та після анестезії, вживаючи відповідних заходів для підтримки температури тіла якомога ближче до нормального рівня (тобто 37–39 °C).

Капнографія використовується для вимірювання концентрації вуглекислого газу у видихуваному повітрі. Рівень вуглекислого газу в кінці видиху (ETCO₂) зазвичай використовується для контролю та запобігання гіпо- або гіперкапнії, тобто високого або низького рівня вуглекислого газу, що свідчить про якість оксигенації та продуктивність дихання (Rich et al., 1990).

Пульсоксиметрія може бути використана як для вимірювання насичення тканин киснем, так і для визначення частоти та ритму пульсу. Язик зазвичай є найкращим місцем для розміщення пульсоксиметрів, але може бути доступним не для всіх пацієнтів. У таких випадках вухо, палець або хвіст кролика також

можуть бути використані для отримання результатів, але ці ділянки мають бути попередньо вистрижені та непігментовані, також потрібно враховувати, що препарати групи $\alpha 2$ -агоністів, такі як медисон, призводять до вазоконстрикції та поганої периферичної перфузії, що може погіршити якість моніторингу (Harcourt-Brown, 2002).

Мета дослідження

Порівняти якість та відмінності двох видів анестезії. Визначити відмінності двох видів анестезії та їх наслідки для пацієнта при анестезіологічному забезпеченні, а також підтвердити або спростувати безпечність проведення анестезії кролям.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на самцях кролів породи англійський плямистий віком 8 місяців, вагою від 3 до

3.6 кг яким проводили оперативне втручання на шлунок з застосуванням інгалаційної та внутрішньовенної анестезії для порівняння та виявлення більш безпечного методу анестезіологічного забезпечення. Дослідження проводили на базі факультету ветеринарної медицини НУБіП України, кафедри хірургії і патофізіології імені академіка І. О. Поваженка.

Для забезпечення інгалаційної анестезії використали інгалаційний анестетик ізофлуран (USP, Індія), та масковий метод анестезіологічного забезпечення, аналгезія була забезпечена болюсним введенням золетилу (Virbac, Франція) в дозуванні 3 мг/кг. Моніторинг пацієнта проводили за допомогою газоаналізатору видихуваного повітря (Datex copnomac ultima oxicapnograph CO2 and 5 agent, Канада) (рис. 1), операційного монітору (Datascop Passport 2, США), (рис. 2), та дослідження фізикальних рефлексів таких як тонус жувальних м'язів, пальпебральний рефлекс, положення ока, реакція зіниці на світло.



Рис. 1. Datex copnomac ultima



Рис. 2. Операційний монітор Datascop

Показники які досліджували при проведенні анестезіологічного забезпечення: O₂, CO₂, Oб%, ЧСС, ШНК, ЧДР, сатурація, тиск, референтні значення показників для моніторингу вказані в таблиці 1.

Таблиця 1

Норми фізіологічних показників у кролів

Назва показнику	Норми
Частота серцевих скорочень (ЧСС)	180–250
Частота дихальних рухів (ЧДР)	40–60
Норми температури тіла (Т)	38,5–39,5 °С
Норма оксигенації тканин (SpO ₂)	90–100 %

Для проведення внутрішньовенної анестезії обов'язково використовували премедикацію у зв'язку з неможливістю встановлення внутрішньовенного доступу без проведення попередньої седації (рис. 2).

Для анестезіологічного забезпечення внутрішньовенної анестезії проводилось використання в премедикації золетилу (Virbac Франція) 3 мг/кг та медисону (Бровафарм Україна) в дозі 0.5 мг/кг болюсно в/м, з подальшою постановкою катетеру G24-G22 (B-braun,

Німеччина) у латеральну вену вуха (рис. 4), через 5 хвилин після введення препаратів у зв'язку з достатнім рівнем седації, та моніторингом за допомогою фізикального методу, а також наявних приладів для моніторингу загального стану і анестезіологічного супроводу. Операційний моніторинг та оперативні втручання здійснювались на базі кафедри хірургії і патофізіології НУБіП України імені І. О. Поваженка.

Для самої анестезії було використано 1 % пропופол (ліпуно, B-braun, Німеччина) в дозуванні 6 мг/кг та підтримували анестезію інфузією постійної швидкості гіпнотика, зі швидкістю 1 мг/кг/хв (20 мл/годину). Для аналгезії м'язів тканин проводилась епідуральна анестезія, орієнтирами для якої є задні кінцівки, хвіст, промежина. Для попереково-крижової епідуральної анестезії пацієнта вкладали в лежаче положення на грудині, пальпуючи крила клубової кістки та між ними попереково-крижовий простір куди і проводили прокол та введення анестетика (2 % р-н лідокаїн – Дарниця, Україна) в дозі 2–4 мг/кг. Цей метод знеболив всі органи черевної порожнини нижче пупка. В результаті підібраного методу премедикації та анестезіологічного супроводу оперативне втручан-

ня пройшло без ускладнень. Дозування препаратів які ми використовували для премедикації, анестезіологі-

чного забезпечення та супроводу вказані у таблиці 2 та рисунку 3.

Таблиця 2

Дозування препаратів які використовували для медикаментозного забезпечення при проведенні досліджу

Назва препарату	Дозування	Група
Телетамін	3 мг/кг	Дисоціатив
Медісон	0.1–0.5 мг/кг	агоніст $\alpha 2$ -адренорецепторів
Пропофол	5–14 мг/кг повільно, ІПШ 0.8–1.0 мг/кг/хв	Гіпнотик
Метакам	1 мг/кг	НСПЗЗ
Бутрофанол	0.1–1 мг/кг	Синтетичний опіоїд
Антимедин	0.1–0.5 мг/кг	Антагоніст $\alpha 2$ -агоністів
Лідокаїн 2 %	2–4 мг/кг	Анестетик місцевої дії

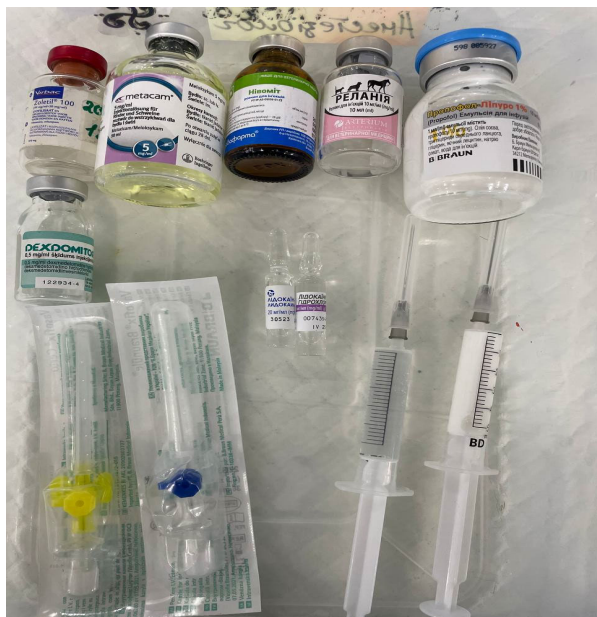


Рис. 3. Препарати для медикації та забезпечення в/в анестезії



Рис. 4. Забезпечення в/в анестезії та інтраопераційної оксигенація пацієнта

Результати та їх обговорення

При проведенні інгалаційної анестезії відмічено кращий контроль пацієнта за допомогою капнографії яка давала змогу оцінювати та корегувати рівень CO_2 в організмі пацієнта, що в свою чергу профілакувало розвиток гіперкапнії та гіпокапнії у пацієнтів, та допомогло уникнути ураження головного мозку через гіпоксемію, або як наслідок розвитку окисних процесів при високому рівні O_2 в організмі. Це також дало нам можливість контролювати такі показники як мінімальна альвеолярна концентрація анестетику, об'ємний % інгалаційного анестетику у газовій суміші на видиху, який дорівнював Об% в крові пацієнта. Даний вид анестезії потребував моніторингу більшої кількості показників, був тривалішим при введенні в анестезію та потребував від нас навички для інтубації кролів, для подальшого адекватного проведення інгалаційної анестезії, але характеризувався досить швидким виходом з анестезії після закінчення хірургічної частини. При проведенні анестезії неодмінно проводили контроль ЧСС, яка коливалась в межах 160–180 уд./хв, дихальних рухів, які також ми могли чітко

відслідкувати за допомогою капнографу (коливались в межах 15–20 дих.рух./хв), сатурації яка була в межах 95–100 % та тиску який вимірювався пальпаторно на плісній (вище 90 мм.рт.ст.) та на стегновій артерії (вище 60 мм.рт.ст.) з урахуванням відсутності тонометру. В свою чергу анестезіологічне забезпечення було проведено успішно, за виключенням припинення дії золетилу, та як наслідок поверхневого дихання Об% почав знижуватись з 2,5 до 1,3, пацієнт почав виходити з анестезії, що характеризувалось проявами самостійного кліпання та прискороною ЧСС до 260 уд./хв та ЧДР до 65 дих.рух./хв. Оперативне втручання було завершено вдало, але при необхідності пролонгації анальгезії проводити повторне введення боліусу анальгетику (золетилу). Тривалість оперативного втручання зайняла 50 хвилин.

У свою чергу внутрішньовенна анестезія завжди потребувала попередньої медикаментозної седації шляхом в/м введення препаратів для седації, моніторинг зв допомогою газоаналізатору був неможливий, що в свою чергу не давало можливості контролювати рівень CO_2 який міг нас заздалегідь попередити про розвиток гіпоксії. Моніторинг проводився за допомо-

гою операційного монітору, який надавав нам інформацію про сатурацію пацієнта (була в межах 90–98), частоту серцевих скорочень (120–155). Тиск вимірювався фізикально, пальпацією плісних та стегнових артерій як і при інгаляційній анестезії. Також проводився більш ретельний фізикальний моніторинг, це контроль кольору слизових та ШНК (1,5 сек.). які були в нормі. Анестезіологічне забезпечення пройшло успішно, але характерним був тривалий період виведення пацієнта з анестезії в свідомий стан. На відміну від інгаляційної анестезії де цей процес зайняв 5–7 хв, після в/в анестезії пацієнт приходив до тями протягом 15–30 хвилин, що в 2 або в 4 рази довше ніж від інгаляційної анестезії. Але як наслідок потенціювання дії препаратів, при проведенні в/в анестезії, пацієнти не потребували повторного введення золетилу.

В результаті дослідження було визначено, що інгаляційна анестезія є більш безпечною за рахунок контролю більшої кількості систем організму, та при необхідності можливістю переведення пацієнта на ШВЛ при розвитку апное. Для інтубації згідно рекомендацій ми використали трубу діаметром 3/0 та використовували пристрій для інтубації (V-gel2), як вказано в дослідженні (Van Zeeland & Schoemaker, 2010), що дало змогу для проведення примусової вентиляції у випадку апное.

Проводячи анестезіологічне забезпечення було визначено, що цей процес відрізняється від анестезіологічного забезпечення собак та котів лише за рахунок референтних норм та анатомічній особливості будови верхніх дихальних шляхів, що трохи ускладнювало процес інтубації пацієнтів, але з пристроєм для надгортанного дихання цю складність, що описував (Murison, 2011) у своїй статті, ускладнення цього процесу було нівельовано.

По результатах анестезіологічного забезпечення не було летальних наслідків, що підтвердило безпечність проведення анестезіологічного забезпечення при оперативних втручаннях у кролів, але отриманий результат не співпадав з дослідженням (Brodgelt et al., 2008) де 2/3 піддослідних становив % летальності від анестезії.

Висновки

Успішний анестезіологічний супровід при оперативних втручаннях на апараті травлення у кролів можливий при забезпеченні чіткого моніторингу під час самої анестезії та після, аж до повного виведення пацієнта з анестезії. Підбір методу анестезіологічного забезпечення може відрізнятися в залежності від наявності необхідного обладнання для її проведення. Інгаляційна анестезія є більш безпечною у зв'язку з кращим контролем порівняно з внутрішньовенною анестезією та швидшим періодом повернення пацієнта у свідомий стан.

Вихід з інгаляційної анестезії характеризується швидким поверненням пацієнта до тями на відміну від внутрішньовенної анестезії, де пацієнт приходить до тями ще впродовж 15–30 хв після завершення оперативного втручання.

Внутрішньовенна анестезія може успішно проводитись керуючись загальними правилами анестезіологічного моніторингу, та є більш доступною але менш контрольованою. Обидва методи анестезіологічного забезпечення можна використовувати при проведенні оперативних втручаннях на апараті травлення у кролів маючи високий % ефективності при умові стабільного стану пацієнта та наявності базових знань про моніторинг пацієнта в анестезії.

Не залежно від методу анестезіологічного забезпечення, контроль фізикальних показників є найважливішою частиною будь-якої анестезії для забезпечення її успішного завершення. Для будь якого з вище згаданих методів проведення анестезіологічного забезпечення потрібен мінімальний комплекс обладнання який згаданий в матеріалах та методах при проведенні внутрішньовенної анестезії.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні безпечних схем, методів, та використання засобів анестезіологічного забезпечення для створення умов успішного проведення анестезії для кролів при проведенні оперативних втручаннях на органах черевної порожнини. Підбір препаратів які забезпечать необхідну глибину наркозу, а також достатній рівень знеболення пацієнта під час оперативного втручання в черевній порожнині, знизить ризик летального наслідку для пацієнта або піддослідного.

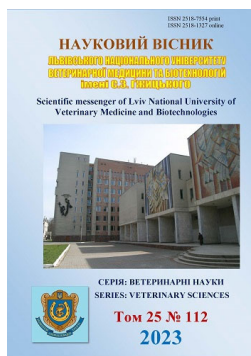
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їх вкладу та результатів досліджень.

References

- Barter, L. S. (2011). Rabbit analgesia. *Vet Clin N Am Exot Anim Pract*, 14(1), 93–104. DOI: 10.1016/j.cvex.2010.09.003.
- Brodgelt, D. C., Pfeiffer, D. U., Young, L. E., & Wood, J. L. N. (2008). Results of the Confidential Enquiry into Perioperative Small Animal Fatalities regarding risk factors for anesthetic-related death in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 233(7), 1096–1104. DOI: 10.2460/javma.233.7.1096.
- Crotaz, I. R. (2010). Initial feasibility investigation of the v-gel airway: an anatomically designed supraglottic airway device for use in companion animal veterinary anaesthesia. *Vet Anaesth Analg*, 37(6), 579–580. DOI: 10.1111/j.1467-2995.2010.00566.x.
- Flecknell, P. (2006). Anaesthesia and perioperative care. In: Meredith A, Flecknell P (Eds.) *BSAVA Manual of Rabbit Medicine and Surgery*, Second Edition. BSAVA Press, Gloucester, UK, 154–165.
- Graham, J. (2006). Common procedures in rabbits. *Vet Clin N Am Exotic Anim Pract*, 9(2), 367–388. DOI: 10.1016/j.cvex.2006.01.002.
- Grint, N., Sayers, I., & Cecchi, R. (2006). Postanaesthetic tracheal strictures in three rabbits. *Lab Anim*, 40(3), 301–308. DOI: 10.1258/00236770677611415.
- Harcourt-Brown, F (2002). Anaesthesia and analgesia. In: *Textbook of Rabbit Medicine*. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 121–138.

- Heard, D. (2004). Anesthesia, analgesia, and sedation of small mammals. In: Quesenberry K, Carpenter J (Eds.) *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*, Second Edition. Saunders, St. Louis, Missouri, USA, 356–369.
- Hedenqvist, P., Orr, H. E., Roughan, J. V., Antunes, L. M., & Flecknell, P. A. (2002). Anaesthesia with ketamine/medetomidine in the rabbit: influence of route of administration and the effect of combination with butorphanol. *Vet Anaesth Analg*, 29(1), 14–19. DOI: 10.1046/j.1467-2987.2001.00058.x.
- Imai, A., Eisele, P., & Steffey, E. (2005). A new airway device for small laboratory animals. *Lab Anim*, 39(1), 111–115. DOI: 10.1258/0023677052886484.
- Lichtenberger, M., Lennox, A. M., Chavez, W., & Mayer, J. (2009) Exotic companion mammal emergency techniques. In: *Exotic Companion Mammal Emergency Medicine and Critical Care and Applied Clinical Topics in Exotic Companion Animal Medicine*, Proceedings of the Association of Exotic Mammal Veterinarians, Milwaukee, Wisconsin, USA, 16–24.
- Lipman, N. S., Marini, R. P., & Flecknell, P. A. (1997). Anaesthesia and analgesia in rabbits. In: Kohn DF, Wixson CK, White WJ, Benson GJ (Eds.) *Anaesthesia and analgesia in laboratory animals*. Academic Press, Waltham, Massachusetts, USA, 205–232.
- Longley, L. (2008). Rabbit anaesthesia. In: *Anaesthesia of Exotic Pets*. Elsevier Saunders, Edinburgh, UK, 36–57.
- Mader, D. (2004). Basic approach to veterinary care. In: Quesenberry K, Carpenter J (Eds.) *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*, Second Edition. Saunders, St. Louis, Missouri, USA, 147–154.
- Murison, P. (2011). Prevention and treatment of perioperative hypothermia in animals under 5 kg bodyweight. In *Practice*, 23(7), 412–418. DOI: 10.1136/inpract.23.7.412.
- Phaneuf, L., Barker, S., & Groleau, M. (2006). Tracheal injury after endotracheal intubation and anaesthesia in rabbits. *J Am Assoc Lab Anim Sci*, 45(6), 67–72. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17089996>.
- Rich, G. E., Sullivan, M. R., & Adams, J. M. (1990). Is distal sampling of endtidal CO₂ necessary in small subjects? *Anesthesiol*, 73(2), 265–268. DOI: 10.1097/0000542-199008000-00013.
- Smith, J., Robertson, L., Auhli, A., March, T. J., Derring, C., & Bolon, B. (2004). Endotracheal tubes versus laryngeal mask airways in rabbit inhalation anesthesia: ease of use and waste gas emissions. *Contemp Top Lab Anim Sci*, 43(4), 22–25. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15264765>.
- Su, H. P., Hou, C. J., Chen, W. H., Wang, K. J., Chiu, Y. H., & Sun, H. S. (2012). A miniature lighted stylet for fast oral endotracheal intubation in rabbits. *Vet J*, 195(2), 254–256. DOI: 10.1016/j.tvjl.2012.06.016.
- Tran, H. S., Puc, M. M., Tran, J.-L. V., Del Rossi, A. J., & Hewitt, C. W. (2001). A method of endoscopic endotracheal intubation in rabbits. *Lab Anim*, 35(3), 249–252. DOI: 10.1258/0023677011911705.
- Van Zeeland, Y. R. A., & Schoemaker, N. J. (2010). Clinical use of a novel supraglottic airway device in rabbits. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Avian, Herpetologic and Exotic Small Mammal Medicine (ICARE)*, Wiesbaden, Germany, 192–193.
- Williams, A. M., & Wyatt, J. D. (2007). Comparison of subcutaneous and intramuscular ketaminemedetomidine with and without reversal by atipamezole in Dutch belted rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *J Am Assoc Lab Anim Sci*, 46(6), 16–20. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17994668>.
- Worthley, S., Rogue, M., Helft, G., Soundararajan, K., Siddiqui, M., & Reis, E. D. (2000). Rapid oral endotracheal intubation with a fibre-optic scope in rabbits: a simple and reliable technique. *Lab Anim*, 34(2), 199–201. DOI: 10.1258/002367700780457554.
- Yamamoto, Y., Inoue, S., Abe, R., Kawaguchi, M., & Furuya, H. (2007). Airway management with the laryngeal tube in rabbits. *Lab Anim*, 36(5), 33–35. DOI: 10.1038/labani0507-33.
- Ypsilantis, P., Didilis, V.N., Politou, M., Bougioukas, I., Bougioukas, G., & Simopoulos, C. (2005). A comparative study of invasive and oscillometric methods of arterial blood pressure measurement in the anesthetized rabbit. *Res Vet Sci*, 78(3), 269–275. DOI: 10.1016/j.rvsc.2004.08.003.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11237
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 619:615.436:59.649

The influence of the experimental composition of disinfection preparations based on polyhexamethyleneguanidine and nanoaquachelates of metals on test cultures of microorganisms

I. V. Romazan[✉], I. B. Turko

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

Article info

Received 01.11.2023
Received in revised form
04.12.2023
Accepted 05.12.2023

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-098-298-86-25
E-mail:
romazanirina317@gmail.com

Romazan, I. V., & Turko, I. B. (2023). The influence of the experimental composition of disinfection preparations based on polyhexamethyleneguanidine and nanoaquachelates of metals on test cultures of microorganisms. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 25(112), 239–245. doi: 10.32718/nvlvet11237

When developing a new and effective disinfectant, the existing microbial composition and the ability of microorganisms to form biofilms should be considered. Bacteria in the environment on various surfaces exist in two forms: in the form of planktonic cultures and the form of a formed microbial biofilm. Microorganisms in biofilm are more resistant to factors existing in nature and to the action of various antibacterial compounds. Therefore, when developing disinfectants, it is essential to study the bactericidal effect of newly created agents on bacteria that have formed biofilms. The purpose of the work was to investigate the effect of an experimental composition of a disinfectant based on polyhexamethyleneguanidine (PHMG) and nanoaquachelates of metals on the biofilm-forming properties of microorganisms and to determine the antimicrobial effect of the agent applied to test materials (stainless and galvanized steel, wood, tile). Microbiological studies on the determination of the bactericidal effect of experimental variants of the disinfectant with PHMG and nanoaquachelates of metals were carried out following generally accepted methods. Research on the effect of different disinfectant concentrations on microorganisms in biofilms was carried out according to the methodological recommendations "Determining the bactericidal activity of disinfectants on bacteria in biofilms". All studies were carried out in triplicate, and the obtained data were subjected to statistical processing. The use of a 2 % solution of the developed disinfectant based on nanoaquachelates of metals and PHMG with an exposure of 40 minutes provides an entirely bactericidal effect on the test cultures of *S. aureus*, *E. coli*, and *C. albicans* in the biofilm. When studying the bactericidal activity of the research composition of the developed disinfectant against museum strains of microorganisms applied to the test materials, it was established that: when using the museum strain of *S. aureus* applied to galvanized and stainless steel to ensure the bactericidal effect, a concentration of 0.0625 % and 0.0312 % is required for exposures of 20 and 40 minutes. When using wooden and tiled surfaces, a higher concentration of disinfectant is needed, namely 0.125 % and 0.0625 %, for exposures of 20 and 40 minutes; for contamination by the museum strain of *E. coli* of galvanized and stainless steel, the bactericidal effect was observed at a concentration of 0.0312 % for both 20 min and 40 min. To achieve the bactericidal effect of the agent on a wooden surface within 20 minutes of action, the required concentration of the agent was at least 0.125 %, and after exposure for 40 minutes – 0.0625 %. The bactericidal effect on the tile surface was provided at concentrations of 0.0625 % and 0.0312 % for 20 and 40 min of exposure, respectively; when using the museum strain of *C. albicans* applied to metal surfaces, the bactericidal effect was observed at disinfectant concentrations of 0.0625 % and 0.0312 % and exposure for 20 and 40 minutes. The tiled surface was disinfected from *C. albicans* at a composition concentration of 0.0625 % within 20 minutes of exposure, and a wooden surface was disinfected at a composition concentration of 0.125 %.

Key words: rabbits, disinfection, polyhexamethyleneguanidine, nanoaquachelates, bactericidal action, *S. aureus*, *E. coli*, *C. albicans*, biofilms, test materials.

Вплив дослідної композиції дезасобу на основі полігексаметиленгуанідину та наноаквахелатів металів на тест-культури мікроорганізмів

І. В. Ромазан[✉], І. Б. Турко

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

При розробці нового та ефективного дезінфектанта слід враховувати існуючий мікробний склад, а також здатність мікроорганізмів до утворення біоплівки. Бактерії у навколишньому середовищі на різних поверхнях перебувають у двох формах: у вигляді планктонних культур та у вигляді сформованої мікробної біоплівки. Мікроорганізми у стані біоплівки є стійкішими до існуючих у природі чинників та до дії різних антибактеріальних сполук. Тому, при розробці дезінфікуючих засобів важливими є дослідження бактерицидної дії новостворених засобів на бактерії, які сформовані у біоплівки. Метою роботи було дослідити вплив експериментальної композиції дезасобу на основі полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) та наноаквахелатів металів на біоплівкоутворювальні властивості мікроорганізмів і визначити протимікробну дію засобу, нанесеного на тест-матеріали (нержавіюча та оцинкована сталь, дерево, кахель). Мікробіологічні дослідження щодо визначення бактерицидної дії дослідних варіантів дезінфікуючого засобу з ПГМГ та наноаквахелатами металів проводили відповідно до загальноприйнятих методик. Дослідження щодо впливу різних концентрацій дезасобу на мікроорганізми у біоплівках проводили згідно методичних рекомендацій "Визначення бактерицидної активності дезінфікуючих засобів на бактеріях у біоплівках". Усі дослідження проведено у трьох разовій повторності, а отримані дані піддавалися статистичній обробці. Застосування 2 % розчину розроблюваного дезінфектанту на основі наноаквахелатів металів та ПГМГ з експозицією 40 хв забезпечує повністю бактерицидну дію на тест-культури *S. aureus*, *E. coli* та *C. albicans* у біоплівці. При дослідженні бактерицидної активності дослідної композиції розроблюваного дезінфектанту щодо музейних штабів мікроорганізмів, нанесених на тест-матеріали встановлено, що: за використання музейного штаму *S. aureus*, нанесеного на оцинковану і нержавіючу сталь, для забезпечення бактерицидного ефекту необхідна концентрація 0,0625 % та 0,0312 % за експозиції 20 та 40 хв. За використання дерев'яної та кахельної поверхні необхідна вища концентрація дезасобу, а саме 0,125 % та 0,0625 % за експозиції 20 і 40 хв. За контамінації музейним штамом *E. coli* оцинкованої і нержавіючої сталі бактерицидний ефект спостерігався за концентрації засобу 0,0312 % як за дії 20 хв, так і 40 хв. Для досягнення бактерицидного ефекту засобу на дерев'яній поверхні протягом 20 хв дії необхідна концентрація засобу становила не менше 0,125 %, а за впливу протягом 40 хв. – 0,0625 %. Бактерицидний ефект на кахельній поверхні забезпечувався за концентрації 0,0625 % і 0,0312 % за 20 і 40 хв впливу, відповідно. За використання музейного штаму *C. albicans*, нанесеного на металеві поверхні, бактерицидна дія спостерігалась за концентрації дезасобу 0,0625 % і 0,0312 % та експозиції 20 та 40 хв. Кахельна поверхня знезаражувалася від *C. albicans* за концентрації композиції у 0,0625 % протягом 20 хв впливу, а дерев'яна – за концентрації композиції з 0,125 %.

Ключові слова: кролі, дезінфекція, полігексаметиленгуанідин, наноаквахелати, бактерицидна дія, *S. aureus*, *E. coli*, *C. albicans*, біоплівки, тест-матеріали.

Вступ

Сучасне кролівництво вимагає нових підходів до організації утримання тварин та неможливе без дотримання жорстких санітарно-гігієнічних умов. Проведення дезінфекції являється одним із найважливіших заходів при розведенні кролів, зокрема, у профілактиці інфекційних хвороб, та попереджує значні економічні збитки в результаті інфекції. Велика кількість тварин у приміщенні може призводити до високого рівня мікробного забруднення навколишнього середовища, що може бути передумовою виникнення хвороб та загибелі тварин. Саме для попередження цього та збереження продуктивності тварин проводять профілактичні заходи, такі як дезінфекція.

Ветеринарне благополуччя тваринницьких комплексів залежить від правильного проведення ветеринарно-санітарних заходів. Дезінфекція спрямована на попередження інфекційних хвороб та боротьбу з ними. Сучасне інтенсивне ведення тваринництва вимагає дотримання жорстких санітарно-гігієнічних умов щодо утримання тварин. Велика кількість тварин у приміщенні може призводити до високого рівня мікробного забруднення у цьому приміщенні. Для попередження загибелі тварин та збереження продуктивності проводять профілактичні заходи, такі як дезінвазія та дезінфекція. При розробці нового та ефективного дезінфектанта слід враховувати як існуючий мікробний склад, так і адаптацію до препаратів, які

вже були використані. Все частіше причинами різноманітних патологій фіксуються не окремі збудники, а їх асоціації. Мікроорганізми, які адаптувалися до дезасобу володіють атиповими морфологічними, культуральними, тинкторіальними та біохімічними властивостями, що затруднює діагностику інфекційних хвороб. Отже, з профілактичною метою необхідним є моніторинг інфекційних хвороб та раціональне використання дезасобів (Leal-Cardoso & Fonteles, 1999; Fotina, 2014; Lis-Balchin & Hart, 2017; Kasyanenko et al., 2018; Allen & Criss, 2019).

При розробці нового та ефективного дезінфектанта слід враховувати існуючий мікробний склад, а також здатність мікроорганізмів до утворення біоплівки. Бактерії у навколишньому середовищі на різних поверхнях перебувають у двох формах: у вигляді планктонних культур та у вигляді сформованої мікробної біоплівки. Мікроорганізми у стані біоплівки є стійкішими до існуючих у природі чинників та до дії різних антибактеріальних сполук (Lawrence, 1993; Lahlou et al., 2015; Donaldson et al., 2016; Dinan & Cryan, 2017; Kasyanenko et al., 2018). Тому, при розробці дезінфікуючих засобів важливими є дослідження бактерицидної дії новостворених засобів на бактерії, які сформовані у біоплівки.

Серед нових біоцидних препаратів, що застосовують у гуманній та ветеринарній медицині і які найбільш повно відповідають сучасним вимогам щодо дезінфікуючих властивостей, значну роль відіграють

полімерні сполуки гуанідину, зокрема полігексаметиленгуанідин (ПГМГ). Руйнівна дія препарату на бактеріальні мембрани може бути спричинена наступними факторами (Gilbert, 2005; Tishyn et al., 2016; Kasyanenko et al., 2018; Romazan et al., 2021):

- утворення локалізованих мембранних порожнин внаслідок адсорбції ПГМГ на ліпідному біошарі, що провокує вивертання та нашарування ліпідів, які утворили комплекс з цим препаратом;

- зміни в електричному заряді молекули ПГМГ при застосуванні його хлориду, що спричиняє зміну її конформації до спіралеподібної, і як наслідок стягуються в окремі домени аніонні фосфоліпіди та змінюється структура мембрани, а деякі ліпідні молекули зникають з біошару;

- порушення бар'єрної функції мембрани, що призводить до незворотних змін в цитоплазмі.

Також, відомими речовинами, які володіють бактерицидною активністю, є препарати Аргентуму. Особливо цікавими в цьому плані є наноаквахелати цієї речовини. Відомо, що Аргентум є природним протимікробним засобом з широким спектром дії, який в малій концентрації проявляє бактерицидну властивість та має незначну токсичність на організм людини та тварин. Вираженою бактерицидною дією володіє наноаквахелат цієї речовини, який проявляє синергічну дію по відношенню до інших речовин у складі розчину. Аргентум діє як потужний антисептик, до якого не існує звикання мікроорганізмів. У порівнянні з антибіотикотерапією сприяє покращенню обміну речовин в організмі та володіє пролонгованою дією (Borysevych & Borysevych, 2008). Доведено, що наноаквахелати Аргентуму знищують понад 650 видів шкідливих бактерій, вірусів, грибів, але залишаються відносно толерантними до симбіотичної мікрофлори організму (Borysevych & Borysevych, 2008; Cedillo-Peláez et al., 2012; Duan et al., 2012; Esch & Petersen, 2013; Kalashnikova, 2014).

Мета досліджень

Метою роботи було дослідити вплив експериментальної композиції деззасобу на основі полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) та наноаквахелатів металів на біоплівкоутворювальні властивості мікроорганізмів і визначити протимікробну дію засобу, нанесеного на тест-матеріали (нержавіюча та оцинкована сталь, дерево, кахель).

Матеріал і методи досліджень

Лабораторні дослідження проводили у два етапи на тест-культурах *S. aureus*, *E. coli* та *C. albicans*:

1. вивчення бактерицидного впливу експериментального дезінфектанту у 1% та 2% концентраціях на мікроорганізми, які перебували у планктонній та біоплівковій формах;

2. визначення протимікробної дії дослідної композиції деззасобу нанесеного на тест-матеріали, а саме: оцинкована сталь, нержавіюча сталь, дерево та кахель.

Мікробіологічні дослідження щодо визначення бактерицидної дії дослідних варіантів дезінфікуючого засобу з ПГМГ та наноаквахелатами металів проводили відповідно до загальноприйнятих методик, які висвітлені у методичних рекомендаціях (Iakubchak et al., 2005; Kovalenko et al., 2019). Дослідження щодо впливу різних концентрацій деззасобу на мікроорганізми у біоплівках проводили згідно методичних рекомендацій (Kukhtyn et al., 2020). Отримані дані піддавалися статистичній обробці.

Результати та їх обговорення

На першому етапі досліджень вивчали бактерицидний вплив експериментального дезінфектанту у 1% та 2% концентраціях на мікроорганізми, які перебували у планктонній та біоплівковій формах.

Таблиця 1

Бактерицидна дія 1% розчину дослідної композиції дезінфікуючого засобу на тест-культури мікроорганізмів (n = 5)

Тест-культури мікроорганізмів	Бактерії у формі	Одиниці виміру	Кількість бактерій		
			до дії	після 20 хв дії	після 40 хв дії
<i>S. aureus</i>	планктонні	lg КУО/см ³	7,15 ± 0,39	0	0
		lg КУО/см ²	8,08 ± 0,32	5,32 ± 0,25***	4,97 ± 0,26***
<i>E. coli</i>	планктонні	lg КУО/см ³	7,08 ± 0,34	0	0
		lg КУО/см ²	6,70 ± 0,28	3,68 ± 0,24***	2,83 ± 0,21***
<i>C. albicans</i>	планктонні	lg КУО/см ³	6,04 ± 0,23	0	0
		lg КУО/см ²	5,52 ± 0,29	3,83 ± 0,28 **	3,62 ± 0,30 **

Примітка: тут і в наступних таблицях ** – P < 0,01 *** – P < 0,001

Результати досліджень бактерицидної дії дослідної композиції дезінфікуючого засобу на музейні штами мікроорганізмів у біоплівках, наведено в табл. 1, 2.

Як видно з табл. 1 дослідний варіант дезінфікуючого засобу в 1% концентрації за експозиції 20 та 40 хвилин інгібував планктонні форми усіх тест-культур мікроорганізмів. Проте дія на біоплівкові форми тест-культур мікроорганізмів була не такою однозначною.

Найвища бактерицидна дія дослідного засобу на мікроорганізми, які сформовані у біоплівки, була виявлена до культур *E. coli*. Так, протягом дії засобу 20 хвилин кількість *E. coli* на 1 см² площі біоплівки зменшувалася з 6,70 ± 0,28 lg КУО/см² до 3,68 ± 0,24 lg КУО/см² (P < 0,001). Продовження дії дослідного варіанту засобу на біоплівки ще на 20 хв сприяло подальшому зниженню кількості *E. coli* до 2,83 ± 0,21 lg КУО/см² (P < 0,001).

S. aureus у біоплівці виявився найбільш стійким до біоцидів дослідного варіанту дезінфікуючого засобу. Через 20 хв дії розчину засобу кількість клітин *S. aureus* на 1 см² площі біоплівки зменшувалася з $8,08 \pm 0,32$ lg КУО/см² до $5,32 \pm 0,24$ lg КУО/см² ($P < 0,001$), що є досить високим вмістом. За експозиції 40 хв спостерігали подальше зменшення кількості *S. aureus* до $4,97 \pm 0,26$ lg КУО/см² ($P < 0,001$).

На культури грибів *C. albicans* у біоплівці 1 % розчин дослідного варіанту деззасобу також проявляв добру бактерицидну дію. Вже після дії розчину засобу протягом 20 хвилин кількість грибів у біоплівці на 1 см² біоплівки зменшувалася з $5,52 \pm 0,29$ lg КУО/см² до $3,83 \pm 0,28$ lg КУО/см² ($P < 0,01$), а за 40 хв – до $3,62 \pm 0,30$ lg КУО/см² ($P < 0,001$).

Отже, бактерицидна дія 1 % розчину дослідної композиції дезінфікуючого засобу на тест-культури мікроорганізмів в біоплівковій формі не призводила

до повного знищення мікроорганізмів за 40 хв експозиції.

Як видно з табл. 2 дослідний варіант дезінфікуючого засобу в 2 % концентрації за експозиції 20 та 40 хвилин також інгібував планктонні форми усіх тест-культур мікроорганізмів.

При дослідженні 2,0 % концентрації композиції деззасобу щодо активності на мікроорганізми в біоплівці (табл. 2) встановлено більш інтенсивний процес деградації як протягом 20 хв, так і 40 хв дії. Зокрема, через 20 хв дії з біоплівок виділяли мікроорганізми, концентрація яких була в межах $1,71 - 1,95$ lg КУО/см² площі, а саме: рівень *S. aureus* знизився з $8,11 \pm 0,45$ до $1,95 \pm 0,25$ lg КУО/см² площі ($P < 0,001$), *E. coli* – з $6,76 \pm 0,42$ до $1,71 \pm 0,22$ lg КУО/см² площі ($P < 0,001$) і *C. albicans* – з $5,54 \pm 0,32$ до $1,79 \pm 0,26$ lg КУО/см² площі ($P < 0,001$).

Таблиця 2

Бактерицидна дія 2 % розчину дослідної композиції дезінфікуючого засобу на тест-культури мікроорганізмів (n = 5)

Бактерії	Бактерії у формі	Одиниці виміру	Кількість бактерій		
			до дії	після 20 хв дії	після 40 хв дії
<i>S. aureus</i>	планктонні біоплівка	lg КУО/см ³	$7,11 \pm 0,38$	0	0
		lg КУО/см ²	$8,11 \pm 0,45$	$1,95 \pm 0,25^{***}$	0
<i>E. coli</i>	планктонні біоплівка	lg КУО/см ³	$7,11 \pm 0,40$	0	0
		lg КУО/см ²	$6,76 \pm 0,42$	$1,71 \pm 0,22^{***}$	0
<i>C. albicans</i>	планктонні біоплівка	lg КУО/см ³	$6,00 \pm 0,37$	0	0
		lg КУО/см ²	$5,54 \pm 0,32$	$1,79 \pm 0,26^{***}$	0

Проте через 40 хв впливу дослідної композиції дезінфікуючого засобу на тест-культури життєздатних мікроорганізмів не виділяли.

Отже, дослідний варіант засобу за використання 1 % робочого розчину протягом 40 хв суттєво знижував кількість тест-культур мікроорганізмів *S. aureus*, *E. coli* і *C. albicans*. При цьому ефективність 1 % робочого розчину пропонованого деззасобу була 100 % стосовно планктонних форм незалежно від експозиції, що свідчить про ефективну дезінфікуючу дію пропонованого деззасобу. Водночас застосування дезінфектанту у 2 % розчині з експозицією протягом 20 хв теж повністю знищує планктонні мікроорганізми та суттєво понижуює їх кількість у формі біоплівок, а за 40 хв експозиції забезпечує повну бактерицидну дію на мікроорганізми у біоплівці.

На другому етапі досліджень вивчали протимікробну дію дослідної композиції засобу нанесеного на тест-матеріали, а саме: оцинкована сталь, нержавіюча сталь, дерево та кахель.

З табл. 3 видно доволі високу бактерицидну дію створеної композиції деззасобу щодо музейного штаму *S. aureus* нанесеного на різні матеріали. Водночас відзначаємо наявність деякої відмінності щодо знезараження різних поверхонь. Так бактерицидний ефект забезпечувався на оцинкованій і нержавіючій сталі за концентрації композиції 0,0625 % і часу дії 20 хв, а із збільшенням контакту деззасобу з поверхнею матеріалу до 40 хв бактерицидна концентрація була на одне розведення більше – 0,0312 %.

Таблиця 3

Бактерицидна активність дослідної композиції дезінфектанту щодо *S. aureus*, нанесеного на тест-матеріали (n = 3)

Концентрація дезінфектанту, %	Тест-матеріали							
	оцинкована сталь		нержавіюча сталь		дерево		кахель	
	тривалість дії, хв							
	20	40	20	40	20	40	20	40
0,5	–	–	–	–	–	–	–	–
0,25	–	–	–	–	–	–	–	–
0,125	–	–	–	–	–	–	–	–
0,0625	–	–	–	–	+	–	+	–
0,0312	+	–	+	–	+	+	+	+
0,0156	+	+	+	+	+	+	+	+
Контроль (обробка водою)	+	+	+	+	+	+	+	+

Примітка: тут і в наступних таблицях “+” – наявний ріст мікроорганізмів після обробки; “–” – відсутній ріст мікроорганізмів

Для знезараження мікроорганізмів на поверхні кахелю та дерева необхідно підвищити концентрацію створеної дезінфікуючої композиції. Так, концентрація створеного деззасобу, яка забезпечувала бактерицидний ефект на дерев'яній і кахельній поверхні протягом 20 хв контакту становила 0,125 %. Аналогічно як за дії на поверхні сталі із збільшенням часу контакту засобу із мікроорганізмами на дереві й кахелю бактерицидний ефект проявляється за нижчої концентрації, у даному випадку через 40 хв впливу вона становила 0,0625 %.

Отже, з дослідження встановлено, що такі матеріали, як оцинкована і нержавіюча сталь, краще піддаються знезараженню за допомогою новоствореного деззасобу, оскільки для забезпечення бактерицидного ефекту щодо музейного штаму *S. aureus* необхідна концентрація у 0,0625 % та 0,0312 % з витримкою 20 та 40 хв, відповідно. Для знищення *S. aureus* на дерев'яній й кахельній поверхнях за допомогою створеної композиції, необхідна вища концентрація засобу, а саме 0,125 % та 0,0625 % з експозицією 20 і 40 хв, відповідно. Це пов'язано із більшою шорсткістю даних матеріалів і наявністю капілярної системи, яка проходить у глибину.

Під час дезінфекції дослідних матеріалів, які були оброблені музейним штамом *E. coli*, отримано наступний результат, представлений у табл. 4.

Концентрація розчинів створеної композиції для знезараження поверхонь оцинкованої і нержавіючої сталі, які були контаміновані паспортизованим штамом *E. coli* була нижчою у порівнянні з *S. aureus*. Зокрема, вона становила 0,0312 % як за експозиції 20 хв, так і 40 хв.

Для досягнення бактерицидного ефекту засобу на дерев'яній поверхні протягом 20 хв дії необхідна концентрація засобу становила не менше 0,125 %, а за впливу протягом 40 хв на одне розведення більше – 0,0625 %.

Кахельна поверхня краще піддавалася дезінфекції, ніж дерев'яна, оскільки бактерицидний ефект забезпечувався за концентрації 0,0625 % і 0,0312 % за 20 і 40 хв впливу, відповідно. Ймовірно, краще знезаражується кахельна плитка створеним деззасобом від *E. coli* через глибше проникнення мікробних клітин у дерев'яні пори і недостатністю дифузії бактерициду в глибину капілярної системи.

Таблиця 4

Бактерицидна активність дослідної композиції дезінфектанту щодо *E. coli*, нанесеної на тест-матеріали (n = 3)

Концентрація препарату, %	Тест-матеріали							
	оцинкована сталь		нержавіюча сталь		дерево		кахель	
	тривалість дії, хв							
	20	40	20	40	20	40	20	40
0,5	–	–	–	–	–	–	–	–
0,25	–	–	–	–	–	–	–	–
0,125	–	–	–	–	–	–	–	–
0,0625	–	–	–	–	+	–	–	–
0,0312	–	–	–	–	+	+	+	–
0,0156	+	+	+	+	+	+	+	+
Контроль (обробка водою)	+	+	+	+	+	+	+	+

Отже, з даних досліджень спостерігаємо добрий дезінфікуючий вплив створеної композиції, як на грам-негативну, так і на грам-позитивну мікрофлору, хоча для знищення першої можна використовувати засіб у нижчій концентрації. До того ж для знищення досліджуваної мікрофлори на дерев'яній і кахельній

поверхнях необхідно вищу концентрацію засобу, ніж на поверхні з оцинкованої і нержавіючої сталі.

Згідно даних табл. 5, де представлено вплив різних концентрацій створеної композиції на музейний штам *C. albicans*, спостерігаємо дію деззасобу на дріжджову мікрофлору подібну щодо впливу на *E. coli* і *S. aureus*.

Таблиця 5

Бактерицидна активність дослідної композиції дезінфектанту щодо *C. albicans*, нанесеної на тест-матеріали (n = 3)

Концентрація препарату, %	Тест-матеріали							
	оцинкована сталь		нержавіюча сталь		дерево		кахель	
	тривалість дії, хв							
	20	40	20	40	20	40	20	40
0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
0,25	—	—	—	—	—	—	—	—
0,125	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0625	—	—	—	—	+	—	—	—
0,0312	+	—	+	—	+	+	+	+
0,0156	+	+	+	+	+	+	+	+
Контроль (обробка водою)	+	+	+	+	+	+	+	+

Зокрема, металічні поверхні незаражувалися нижчими концентраціями створеної композиції, ніж дерев'яна і керамічна поверхні. Для досягнення бактерицидного ефекту щодо *C. albicans* на поверхні сталі концентрація створеної композиції становила 0,0625 % і 0,0312 % за дії протягом 20 та 40 хв, відповідно. Тобто бактерицидна концентрація розчинів композиції щодо *C. albicans* була аналогічна, як за впливу на музейний штаб *S. aureus*. Кахельна поверхня незаражувалася від *C. albicans* за концентрації композиції у 0,0625 % протягом 20 хв експозиції, а для її знищення на дерев'яній поверхні за цей час, необхідно, щоб концентрація розчину становила 0,125 %. Оскільки при продовженні часу експозиції до 40 хв бактерицидна концентрація зменшилася на одне розведення до 0,0625 %.

Висновки

Для забезпечення бактерицидної дії створеного препарату в ідеальних лабораторних умовах на музейні штаби мікроорганізмів (*S. aureus*, *E. coli* та *C. albicans*), який нанесений у вигляді суспензії на різні будівельні матеріали та часу дії протягом 20 хв необхідно, щоб його концентрація становила від 0,0625 % до 0,125 %. Для знищення мікроорганізмів у біоплівках необхідно підвищувати концентрацію дослідного варіанту деззасобу до 2 % й забезпечувати експозицію протягом 40 хв.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їх вкладу та результатів досліджень.

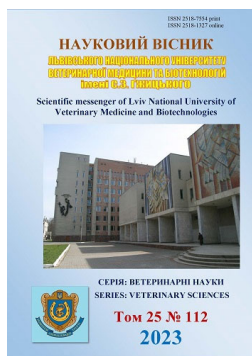
References

- Allen, L. H., & Criss, A. K. (2019). Cell intrinsic functions of neutrophils and their manipulation by pathogens. *Current opinion in immunology*, 60, 124–129. DOI: 10.1016/j.coi.2019.05.004.
- Borysevykh, V. B., & Borysevykh, B. V. (2008). Nanotekhnolohiia u veterynarnii medytsyni. *Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*, 57, 20–23 (in Ukrainian).
- Cedillo-Peláez, C., Díaz-Figueroa, I. D., Jiménez-Seres, M. I., Sánchez-Hernández, G., & Correa, D. (2012). Frequency of antibodies to *Toxoplasma gondii* in stray dogs of Oaxaca, México. *J Parasitol*, 98(4), 871–872. DOI: 10.1645/GE-3095.1.
- Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2017). Microbes, immunity, and behavior: psychoneuroimmunology meets the microbiome. *Neuropsychopharmacology*, 42(1), 178–192. DOI: 10.1038/npp.2016.103.
- Donaldson, G. P., Lee, S. M., & Mazmanian, S. K. (2016). Gut biogeography of the bacterial microbiota. *Nature Reviews Microbiology*, 14(1), 20–32. DOI: 10.1038/nrmicro3552.
- Duan, G., Tian, Y. M., Li, B. F., Yang, J. F., Liu, Z. L., Yuan, F. Z., Zhu, X. Q., & Zou, F. C. (2012). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* infection in pet dogs in Kunming, Southwest China. *Parasit Vectors*, 5, 118. DOI: 10.1186/1756-3305-5-118.
- Esch, K. J., & Petersen, C. A. (2013). Transmission and epidemiology of zoonotic protozoal diseases of companion animals. *Clin Microbiol Rev*, 26(1), 58–85. DOI: 10.1128/CMR.00067-12.
- Fotina, T. I. (2014). Mikroflora ptashnykiv. *Nashe ptakhivnytstvo*, 6(36), 84–88 (in Ukrainian).
- Gilbert, P. (2005). Cationic antiseptics: diversity of action under a common epithet. *Journal of Applied Microbiology*, 99(4), 703–715. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2005.02664.x.
- Iakubchak, O. M., Khomenko, V. I., & Kovalenko, V. L. (2005). Rekomendatsii shchodo sanitarno – mikrobiolohichnoho doslidzhennia zmyviv z poverkhon test ob'ektiv ta ob'ektiv veterynarnoho nahliadu i kontroliu: metodychni rekomendatsii. Kyiv (in Ukrainian).
- Kalashnikova, Yu. V. (2014). Klinichne doslidzhennia dii mazi Nanosept na osnovi nanoakvkhelativ Ag, Cu ta J pry piodermii v sobak. *Natsionalnyi universytet bioresursiv ta pryrodokorystuvannia Ukrainy*, Kyiv. *Suchasni naukovy rozrobky khirurhiia*, 9(223), 30–31 (in Ukrainian).
- Kasyanenko, O. I., Fotin, A. I., & Kasyanenko, S. M. (2018). Sanitarnyj stan ptashnykiv v period tekhnologichnykh pererv utrymannia pticy [Sanitary condition of poultry houses during the period of technological breeding of poultry]. *Problemy zoonzheneriyi ta veterynarnoyi medycyny: zbirnyk naukovykh prac* XDXVA, 1(2), 59–61 (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. L., Harkavenko, T. O., Horbatiuk, O. I., Kozytska, T. H., Harkavenko, V. M., & Ordynska, D. O. (2019). Vyznachennia bakterytsydnoi aktyvnosti ta kontroliu vidsutnosti bakteriostatychnoho efektu dezinfikuiuchykh zasobiv: metodychni rekomendatsii. Kyiv (in Ukrainian).
- Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Harkavenko, T. O., Salata, V. Z., Horbatiuk, O. I., Kozytska, T. H., Boltyk, N. P., Klymyk, V. T., Rushchynska, T. M., & Horiuk, Yu. V. (2020). Vyznachennia bakterytsydnoi aktyvnosti dezinfikuiuchykh zasobiv na bakteriakh u bioplivkakh: metodychni rekomendatsii. Kyiv (in Ukrainian).
- Lahlou, S., Leal-Cardoso, J. H., Magalhães, P. J., Coelho-de-Souza, A. N., & Duarte, G. P. (2015). Cardiovascular effects of the essential oil of *Croton nepetaefolius* in rats: role of the autonomic nervous system. *Planta Med*, 65(6), 553–557. DOI: 10.1055/s-1999-14025.
- Lawrence, B. A. (1993). A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavour and fragrance industries. pp. 620–627. In *New Crops*. Janick, J. and Simon, J.E. (eds). 710 pp. New York: John Wiley & Sons. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19960303245>.
- Leal-Cardoso, J. H., & Fonteles, M. C. (1999). Pharmacological effects of essential oils of plants of the northeast of Brazil. *An Acad Bras Cienc*, 71(2), 207–213. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10412491>.
- Lis-Balchin, M., & Hart, S. (2017). Studies on the mode of action of the essential oil of lavender (*Lavandula angustifolia* P. Miller). *Phytother. Res.*, 13(6), 540–542. DOI:

10.1002/(sici)1099-1573(199909)13:6%3C540::aid-pt
523%3E3.0.co;2-i.

Romazan, I., Turko, I., Gutyl, B., & Turko, Y. (2021). The use of polyhexamethyleneguanidine as a modern disinfectant. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 167–173. DOI: 10.32718/nvlvet10426.

Tishyn, O., Khomyak, R., Kopijchuk, G., Ponomariova, S., & Danko, M. (2016). Disinfectants with virucidal activity, including african swine fever on the market of Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 18(4(72)), 78–85. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/989>.



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvvet112

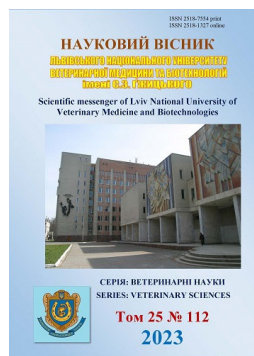
<https://nvvet.com.ua/index.php/journal>

Зміст

1. Чемеровська І. О., Рубленко І. О. Моніторинг мікрофлори за інфекційної патології у собак і котів	3
2. Медвідь О. О., Передера Ж. О., Щербакова Н. С., Передера С. Б. Аналіз ринку меду Італії	16
3. Головач П. І., Гутий Б. В., Коломієць І. А., Остапів Д. Д., Осередчук Р. С., Слобода О. М. Вплив вітамінів групи В (В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₀ , В ₁₂) на активність ферментів системи антиоксидантного захисту і вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові бугайців на відгодівлі	22
4. Тишківська Н. В., Бартків Л. Г., Тишківський М. Я. Контамінація тушок курчат бройлерів <i>L. monocytogenes</i> і вплив дезінфікуючих засобів на органолептичні та фізико-хімічні показники м'яса	27
5. Лабунська О.-Л. І., Гунчак В. М., Гутий Б. В., Харів І. І., Солтис М. П. Дерматомікози в котів (поширення, діагностика, перебіг, лікування)	34
6. Бойчук Б. І., Карповський В. І., Гутий Б. В., Гришук І. А., Карповський В. В., Гришук А. В. Вегетативна регуляція жирнокислотного складу в плазмі крові кіз	42
7. Труханович Т. С., Кухтин М. Д., Перкій Ю. Б., Болтик Н. П., Климик В. Т., Рушинська Т. М., Тихонова Б. Є. Перспектива використання нізину для переддоїльної обробки вимені корів	47
8. Кремпа Н. Ю., Козенко О. В., Гутий Б. В., Двилюк І. В., Магрело Н. В., Сус Г. В., Вороняк В. В., Висоцький А. О., Вус У. М., Мартишук Т. В. Динаміка вмісту імуноглобулінів у сироватці крові поросят за дії імуностимулювальних засобів	52
9. Панікар І. І., Рудь В. О., Вартік Н. Гігієнічна оцінка якості і безпечності води відповідно до національних вимог	58
10. Koreyba L. V. Major diseases of pregnancy and abortion in cows	62
11. Борковський Р. О., Березовський А. В. Перспективи використання макро- та мікроелементів у годівлі птиці	67
12. Філіпенко О. В. Зміни показників периферійної крові ягнят за спонтанного еймеріозу	73
13. Lozynskyi I. R., Gutty B. V., Ivashkev R. M., Ichyshyn M. M., Martyschuk T. V., Todorik V. B., Dashkovskyi O. O., Magrelo N. V., Sus H. V., Voroniak V. V., Vus U. M. The state of the body's immune system of beef cows with signs of endotoxemia	78
14. Лавришин Ю. Ю., Гутий Б. В., Вєвега Б. М., Куцан О. Т., Гунчак В. М., Харів І. І., Кушнір В. І., Васів Р. О., Лєськів Х. Я., Гута З. А. Визначення параметрів гострої токсичності та кумулятивних властивостей препарату "Ліпоінтерсил"	83
15. Мазуркевич Т. А., Усенко С. І. Морфогенез імунних утворень кишечника качок	90

16. Островський О. Я., Слівінська Л. Г. Поширення та особливості ранньої діагностики хронічної хвороби нирок у котів	98
17. Прудіус Т. Я., Кирилів Я. І. Застосування кормової добавки Глобіген Джамп Старт в годівлі лактуючих свиноматок та поросят	107
18. Пастернак А. М., Кошевой В. І., Науменко С. В., Радзиховський М. Л., Склярів П. М. Особливості бактеріальної контамінації секрету молочної залози корів лактаційного періоду за субклінічного маститу	113
19. Брошков М. М., Безалтична О. О., Китаєва А. П., Ясько В. М. Вміст проліну та важких металів у продукції бджільництва різних агроекологічних умов України	118
20. Кошевой В. І., Науменко С. В., Оробченко О. Л., Беспалова І. І. Гостра токсичність нанокристалів цинку карбонату на моделі білих мишей	123
21. Хиль А. М., Передера С. Б. Дослідження антибактеріальної активності настоянок з листя Груші звичайної сорту Листопада, Мучниці звичайної, кореневища Перстачу прямостоячого та Бішофіту Полтавського	131
22. Форкун В. І., Бобрицька О. М. Нові підходи щодо поліпшення репродуктологічної функції сук	135
23. Кацараба О. А., Сачук Р. М., Костишин Є. Є., Стравський Я. С., Костишин Л.-М. Є. Дослідження терапевтичної ефективності ветеринарного лікарського засобу “Сурфадев” у комплексній терапії при стимуляції охоти у корів	140
24. Ostapuyuk A. Y., Gutij B. V., Horalskyi L. P., Mylostyvyi R. V., Sokulskyi I. M., Butsyak A. A., Popadiuk S. S., Senechyn V. V., Leskiv Kh. Ya. Effect of milk thistle and silimevit on the functional state and protein synthesizing-function of the liver of laying hens under conditions of cadmium load	145
25. Конопелько А. В., Лясота В. П. Бактеріальні показники під час зберігання продуктів забою індиків м'ясного напрямку продуктивності при застосуванні пребіотичного препарату “Актиген”	151
26. Твердохліб Ю. В. Морфологічна оцінка яєчників за стимуляції овуляції у кролиць гонадотропіном сироватки жеребих кобил у різних дозах	160
27. Кремпа Н. Ю., Козенко О. В., Гутий Б. В., Попадюк С. С., Івахів М. А. Санітарно-гігієнічні та добробутні аспекти умов утримання померанських шпіців у племінному приватному розпліднику	168
28. Брошков М. М., Кириченко В. В. Стан клітинної ланки імунітету та вміст стероїдних гормонів у сук за різного стану репродуктивної системи	175
29. Masiuk D. M., Nedzvetsky V. S., Kokariev A. V. Features of the functioning of the natural defense mechanisms of piglets under the influence of immunotropic substances	181
30. Кашляк Н. О., Влізло В. В. Симптоми, біохімічні показники та загальний аналіз крові за гепатопатії у собак	193
31. Ковальчук О. О., Томчук В. А., Данчук В. О., Химинець П. С., Гутий Б. В., Криворучко Д. І., Карповський В. В. Вплив наносполук Феруму та Германію на вміст церулоплазміну в крові свиноматок і отриманих від них поросят	201
32. Голубенко О. О., Тарасенко Л. О. Моніторинг окремих показників безпечності і якості води та риби Хаджибейського лиману ...	206
33. Мирончук В. О., Пелень Р. А. Роль переддезінфекційних заходів у зниженні мікробного навантаження об'єктів свинарника .	212
34. Фединяк Р. І., Пелень Р. А. Аналіз впливу мікробного навантаження об'єктів пташників на розвиток “намивів” кіля в індиків	216
35. Євстаф'єва В. О., Петруненко А. П. Мікробноносійство кліщів <i>Dermanyssus gallinae</i>	224

36. **Коваленко Д. О., Малюк М. О.**
Анестезіологічний супровід при оперативних втручаннях на апараті травлення у кролів 231
37. **Ромазан І. В., Турко І. Б.**
Вплив дослідної композиції дезасобу на основі полігексаметиленгуанідину та наноак-
вахелатів металів на тест-культури мікроорганізмів 239



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

Серія: Ветеринарні науки

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

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet112
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

Content

1. Chemerovska I. O., Rublenko I. O. Monitoring of microflora in case of infectious pathology in dogs and cats	3
2. Medvid O. O., Peredera Zh. O., Shcherbakova N. S., Peredera S. B. Analysis of the Italian honey market	16
3. Golovach P. I., Gutyj B. V., Kolomiets I. A., Ostapiv D. D., Oseredchuk R. S., Sloboda O. M. The effect of B groups vitamins (B ₁ , B ₂ , B ₅ , B ₆ , B ₁₀ , B ₁₂) on the activity of antioxidants protection system enzymes and the content of lipids peroxide oxidation products in the blood of feeding cattle	22
4. Tyshkivskaya N. V., Bartkov L. G., Tyshkivsky M. Y. Contamination of broiler chicken carcasses with <i>L. monocytogenes</i> and the effect of disinfectants on organoleptic and physicochemical parameters of meat	27
5. Labunska O.-L. I., Hunchak V. M., Gutyj B. V., Khariv I. I., Soltys M. P. Dermatomycosis in cats (prevalence, diagnosis, course, treatment)	34
6. Boyчук B. I., Karpovskiy V. I., Gutyj B. V., Hryshchuk I. A., Karpovskiy V. V., Hryshchuk A. V. Vegetative regulation of fatty acid composition in blood plasma of goats	42
7. Trukhanovych T., Kukhtyn M., Perkiy Yu., Boltyk N., Klymyk V., Rushchynska T., Tykhonova B. The prospect of using nisin for pre-milking treatment of the udder of cows	47
8. Krempa N. Yu., Kozenko O. V., Gutyj B. V., Dvyliuk I. V., Magrelo N. V., Sus H. V., Voroniak V. V., Vysotskyi A. O., Vus U. M., Martyshuk T. V. The dynamics of the content of immunoglobulins in the blood serum of piglets according to the actions of immunostimulating agents	52
9. Panikar I. I., Rud V. O., Vartik N. Hygienic assessment of water quality and safety according to national requirements	58
10. Koreyba L. V. Major diseases of pregnancy and abortion in cows	62
11. Borkovskiy R. O., Berezovsky A. V. Perspectives of the use of macro- and micro elements in poultry feeding	67
12. Filipenko O. V. Changes in peripheral blood parameters of lambs with spontaneous eimeriosis	73
13. Lozynskiy I. R., Gutyj B. V., Ivashkiv R. M., Ilchyshyn M. M., Martyshuk T. V., Todoriuk V. B., Dashkovskiy O. O., Magrelo N. V., Sus H. V., Voroniak V. V., Vus U. M. The state of the body's immune system of beef cows with signs of endotoxemia	78
14. Lavryshyn Yu. Yu., Gutyj B. V., Verveha B. M., Kutsan O. T., Hunchak V. M., Khariv I. I., Kushnir V. I., Vasiv R. O., Leskiv Kh. Ya., Guta Z. A. Definition of Acute Toxicity and Cumulative Properties of the Drug “Lipointersil”	83
15. Mazurkevych T. A., Usenko S. I. Morphogenesis of immune formations of ducks' intestine	90
16. Ostrovskiy O. Ya., Slivinska L. G. Prevalence and features of early diagnosis of chronic kidney disease in cats	98

17.	Prudyus T. Y., Kyryliv Y. I. Application of Globigen Jump Start feed additive in feeding lactating sows and piglets	107
18.	Pasternak A. M., Koshevoy V. I., Naumenko S. V., Radzykhovskiy M. L., Skliarov P. M. Characteristics of bacterial contamination of the mammary gland secretion of lactating cows with subclinical mastitis	113
19.	Broshkov M. M., Bezalychna O. O., Kytaeva A. P., Yasko V. M. Content of proline and heavy metals in beekeeping products of different agro-ecological conditions of Ukraine	118
20.	Koshevoy V. I., Naumenko S. V., Orobchenko O. L., Bespalova I. I. Acute toxicity of zinc carbonate nanocrystals on white mice model	123
21.	Khyl A. M., Peredera S. B. Investigation of antibacterial activity of tinctures from leaves of <i>Pyrus communis</i> of Noyabrskaya variety, <i>Arctostaphylos adans</i> , rhizomes of <i>Potentilla erecta</i> and Poltava Bischofite	131
22.	Forkun V. I., Bobrytska O. M. New approaches to improving the reproductive function of females dogs	135
23.	Katsaraba O. A., Sachuk R. M., Kostyshyn Ye. Ye., Stravskyy Y. S., Kostyshyn L.-M. Ye. Research on the therapeutic effectiveness of the veterinary medicinal product “Surfadev” in complex therapy for stimulating sexual desire in cows	140
24.	Ostapyuk A. Y., Gutyj B. V., Horalskyi L. P., Mylostyvyi R. V., Sokulskyi I. M., Butsyak A. A., Popadiuk S. S., Senechyn V. V., Leskiv Kh. Ya. Effect of milk thistle and silimevit on the functional state and protein synthesizing-function of the liver of laying hens under conditions of cadmium load	145
25.	Konopelko A. V., Lyasota V. P. Bacterial indicators during storage of slaughter products of turkeys of the meat sector of productivity with the use of the prebiotic drug Aktigen	151
26.	Tverdokhlib Yu. V. Morphological assessment of ovaries during stimulation of ovulation in rabbits with equine serum gonadotropin in different doses	160
27.	Krempa N. Yu., Kozenko O. V., Gutyj B. V., Popadiuk S. S., Ivakhiv M. A. Sanitary, hygienic, and welfare aspects of keeping Pomeranian Spitz in a breeding private kennel.	168
28.	Broshkov M. M., Kyrychenko V. V. The state of cellular immunity link and steroid hormones in bitches under different conditions of the reproductive system	175
29.	Masiuk D. M., Nedzvetsky V. S., Kokariiev A. V. Features of the functioning of the natural defense mechanisms of piglets under the influence of immunotropic substances	181
30.	Kashliak N. O., Vlizlo V. V. Symptoms, biochemical indicators and general blood analysis for hepatopathy in dogs	193
31.	Kovalchuk O. O., Tomchuk V. A., Danchuk V. O., Khymynets P. S., Gutyj B. V., Kryvoruchko D. I., Karpovsky V. V. The influence of iron and germanium nanocompounds on the content of ceruloplasmin in the blood of sows and piglets obtained from them	201
32.	Holubenko O. O., Tarasenko L. O. Monitoring of individual indicators of safety and quality of water and fish of Khadzhibey estuary ...	206
33.	Myronchuk V. O., Peleno R. A. The role of pre-disinfection measures in reducing the microbial load of pig house facilities	212
34.	Fedyniak R. I., Peleno R. A. Analysis of the influence of the microbial load of poultry facilities on the development of keel “mins” in turkeys	216
35.	Yevstafieva V., Petrunenko A. Microbial carriage of <i>Dermanyssus gallinae</i> ticks	224
36.	Kovalenko D. O., Malyuk M. O. Anesthesiology support of rabbits during surgical interventions on the digestive apparatus	231
37.	Romazan I. V., Turko I. B. The influence of the experimental composition of disinfection preparations based on polyhexa-methyleneguanidine and nanoaquachelates of metals on test cultures of microorganisms	239

НАУКОВИЙ ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
імені С.З. ГЖИЦЬКОГО
заснований у 1998 році

Scientific Messenger
of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

СЕРІЯ: ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

SERIES: VETERINARY SCIENCES

Том 25 № 112

Підписано до друку 21.12.2023. Формат 60x84/8
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 29,18
Наклад 300 прим. Зам. № 21/12.

Друк ФОП Корпан Б.І.
Львівська обл., Пустомитівський р-н., с Давидів, вул. Чорновола 18
Ел. пошта: bkorpan@ukr.net, тел. 093-480-6141
Код ДРФО 1948318017, Свідоцтво про державну реєстрацію
В02 № 635667 від 13.09.2007