

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

**ВЕТЕРИНАРІЯ,
ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

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

№ 10



ISSN 2617-8346 (Print)

ISSN 2663-5542 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY

ВЕТЕРИНАРІЯ,
ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Науково-практичний журнал

№ 10

VETERINARY SCIENCE,
TECHNOLOGIES OF ANIMAL HUSBANDRY
AND NATURE MANAGEMENT

Scientific-practical journal

№ 10

Харків
ДБТУ
2024

Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки журнал включено до Переліку наукових фахових видань України, категорія «Б» (наказ № 1035 від 23.08.2023).

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

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

Журнал представлено в міжнародних наукометричних базах даних, репозитаріях та пошукових системах: *Index Copernicus International*, *Google Scholar*, *Academic Resource Index*, *ResearchBib*, *Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського*, *BASE*, *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*.

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет вченою радою Державного біотехнологічного університету, протокол засідання № 2 від 25.10.2024 р.

Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування: науково-практичний журнал / [Редкол.: М. Куц (головн. ред.) та ін.]. – Харків: ДБТУ, 2024. – № 10. – 160 с.

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

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

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

© Державний біотехнологічний університет, 2024

In accordance with the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine, the collection is included in the List of Scientific Professional Publications of Ukraine, category 'B' (order No. 1035 of 23.08.2023).

Certificate of registration KB № 25437-15377IIP.

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

The journal is presented international scientometric databases, repositories and scientific systems: Index Copernicus International, Google Scholar, Academic Resource Index ResearchBib, Vernadsky National Library of Ukraine, BASE, Directory of Open Access Journals (DOAJ).

Recommended for printing and distribution via the Internet by the Academic Council of State Biotechnological University Minutes № 2 of 25.10.2024.

Veterinary science, technologies of animal husbandry and nature management:
Scientific-practical journal / [Editorial Board: Kushch Mykola (Editor-in-Chief) et al.]. –
Kharkiv: State Biotechnological University, 2024. – № 10. – 160 p.

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

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

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

© State Biotechnological
University, 2024

Редакційна колегія

Головний редактор:

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

Заступник головного редактора:

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

Відповідальний секретар:

Париловський Олександр | Державний біотехнологічний університет, Україна

Національні члени редколегії:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Члени редколегії з інших країн:

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

Біндер Ханс | Міждисциплінарний центр біоінформатики, Німеччина

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

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

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

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

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

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

Editorial Board

Editor-in-Chief:

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

Deputy Editor-in-Chief:

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

Executive Editors:

Parylovskiy Oleksandr | State Biotechnological University

National Members of the Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

International Members of the Editorial Board:

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

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

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

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

Sobek Zbignev | professor, dr hab., Poznan Uniwersity Przyrodniczy w Poznaniu, Poland

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

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

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

204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва	
204 Technology of production and processing of animal husbandry products	
Ткачук О.Д., Барановський Д.І., Коренєв М.І. Генотипові та паратипові детермінанти життєздатності та продуктивності свиней.....	8
Tkachuk O.D., Baranovskyi D.I., Korenev M.I. Genotypical and paratypical determinants of vitality and productivity of pigs	8
<hr/>	
207 Водні біоресурси і аквакультура	
207 Aquatic bioresources and aquaculture	
Клочко Т.А., Носов К.В., Гноєвий І.В., Григор'єв О.Я., Беспалов Ю.Г., Бабарика І.Г. Процедура обробки цифрового зображення для дистанційної реєстрації кількості <i>Daphnia sp.</i> у водоймі.....	17
Klochko T., Nosov K., Hnoievuyi I., Hryhoriev O., Bespalov Yu., Babaryka I. Automated quantification of <i>Daphnia sp.</i> population in water reservoirs using digital image processing.....	17
<hr/>	
211 Ветеринарна медицина	
211 Veterinary medicine	
Денисова О.М., Гребенюк К.Р., Якименко Т.І., Гладка Н.І., Приходченко В.О., Жегунов Г.Ф., Югай К.Д. Ветеринарна трансфузіологія в історичному контексті...	27
Denysova O.M., Hrebeniuk K.R., Yakimenko T.I., Hladka N.I., Prykhodchenko V.O., Zhegunov G.F., Ugai K.D. Veterinary transfusiology in the historical context.....	27
Заїка П.О., Кочевенко А.С., Слюсаренко Д.В., Северин Б.С. Використання гідроколоїдної пов'язки у лікуванні ран на ділянках з дефіцитом шкіри.....	38
Zaika P.O., Kochevenko A.S., Slyusarenko D.V., Severin B.S. Use of hydrocolloid dressing in the treatment of wounds in areas with skin deficiency.....	38
Кравцова М., Оліяр А., Лещова М. Вплив пропіонату кальцію на структурні показники лімфатичних вузлів шурів, що отримували високожирову дієту.....	46
Kravtsova M., Oliyar A., Lieshchova M. Effect of calcium propionate on structural indicators of lymphatic nodes of rats receiving a high-fat diet.....	46
Куц М.М., Лаврова І.Ю. Гістологічні особливості залозистої частини шлунку хвилястого папушки (<i>Melopsittacus undulatus</i>) різного віку.....	58
Kushch M.M., Lavrova I.Yu. Morphological characteristics of the proventriculus of the budgerigar (<i>Melopsittacus undulatus</i>).....	58
Ляхович Л.М., Кочевенко О.С., Ульяницька А.Ю., Бирка О.В., Симоненко С.І., Жиліна В.М., Куц Л.Л. Патологоанатомічні зміни у лебедя-шипуну (<i>Cygnus olor</i>) за фатального поєднання подагри та інфікування <i>Erysipelotrix rhusiopathiae</i>	73
Liakhovich L.M., Kochevenko O.S., Ulianizka A.U., Byrka O.V., Simonenko S.I., Zhylina V.M., Kushch L.L. Pathology anatomical changes in the mute swan (<i>Cygnus olor</i>) in the fatal combination of gout and <i>Erysipelotrix rhusiopathiae</i> infection.....	73
Мазанний О.В., Нікіфорова О.В., Антіпов А.А., Булавіна В.С., Северин Б.С. Епізоотологічний моніторинг за кишкових нематодозів коней кінно-спортивного комплексу ДБТУ.....	86
Mazannyi O.V., Nikiforova O.V., Antipov A.A., Bulavina V.S., Severin B.S. Epizootological monitoring for intestinal nematodoses of horses of the equestrian and sports complex of SBTU.....	86
Маценко О.В., Собакар Ю.В., Щепетільников Ю.О., Ільїна О.В., Куц Л.Л., Махотіна Д.С., Куц М.М. Ефективність лікування корів за порушення метаболізму...	100
Matsenko O.V., Sobakar Yu.V., Shchepetilnikov Yu.O., Ilyina O.V., Kushch L.L., Makhotina D.S., Kushch M.M. Effectiveness of treatment of cows for disordered metabolism.....	100

Могільовський В.М., Тимошенко О.П., Собакар Ю.В. Дослідження клітинних механізмів неспецифічного імунитету у новонароджених телят за гіпотрофії.....	110
Mogilyovskyy V.M., Tymoshenko O.P., Sobakar Yu.V. Survey of cellular mechanisms of nonspecific immunity in newborn calves with hypotrophy.....	110
Морозенко Д.В., Кібкало Д.В., Кравченко Н.О. Діагностика холангіогепатиту в домашніх котів.....	127
Morozenko D.V., Kibkalo D.V., Kravchenko N.O. Diagnosis of cholangiohepatitis in domestic cats.....	127
Хілобок О.С. Ефективність сухого гіпоалергенного беззернового корму nature's protection superior care за целиакії у собак.....	134
Khilobok O. S. Effectiveness of dry hypoallergenic grain-free nature's protection superior care feed for celiac disease in dogs.....	134
Цивірко І.Л., Бусол Л.В., Жиліна В.М., Париловський О.І., Богатирьова А.М. Вплив жирового гепатозу свиней на показники якості продуктів забою.....	146
Tsyvirko I.L., Busol L.V., Zhilina V.M., Parylovskiy O.I., Bohatyryova A.M. Impact of porcine fatty liver on the quality indicators of slaughter products.....	146
Чуприна М.І. Терапевтична ефективність різних схем за асоційованої форми мікозу собак.....	152
Chupryna M. Therapeutic effectiveness of different schemes for the associated form of mycosis in dogs.....	152



2024. Номер 10, С 8 – 16

Отримано: 09.10.2024 Прийнято: 22.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.01

UDC 636.4.084

GENOTYPICAL AND PARATYPICAL DETERMINANTS OF VITALITY AND PRODUCTIVITY OF PIGS

O.D. Tkachuk, D.I. Baranovskyi, M.I. Korenev
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
E-mail: elena_dt@i.ua

Annotation. The work shows the results of crossing sows of the Big White breed with local breeder boars, which were created by combining the Big White, Landrace and Durok breeds. The effect of heterosis on the reproductive properties of sows under crossbreeding conditions, as well as the growth, development and fattening characteristics of crossbred piglets of various combinations was studied. The effectiveness of industrial crossing of big white breed sows with boars of various combinations has been experimentally confirmed. The highest effect of heterosis is manifested by signs of large fertility, indicators of absolute growth of piglets. The best combination was the genotypes of pigs ♀ B.W. × ♂ (B.W. × D), ♀ B.W. × ♂ (½ B.W. + ½ D × L). It is noted that the breed of Durok pigs is the most effective for the manifestation of the power of heterosis when creating crossbreeding boars. At the same time, the expediency and effectiveness of using the biologically active substance betaine in pig feeding were studied. A positive effect of betaine on growth and development indicators has been established. Piglets developed better, had higher absolute gains, and their preservation improved during rearing and fattening.

It is worth noting that the efficiency of the pig industry depends on both the breeding process and the conditions and quality of pig feeding. The obtained results give reason to note:

- the creation and use of local breeder boars on the basis of big white, landrace and durok breeds in industrial crossbreeding systems is an effective, biologically and economically justified method of breeding;

- the highest effect of heterosis was manifested by the signs of large fertility and indicators of absolute growth during growing and fattening.

Experimental studies on the study of quality indicators of slaughter and meat and fat products continue.

Key words: pigs, breeds, hybrids, crossbreeding, betaine, productivity, viability.

ГЕНОТИПОВІ ТА ПАРАТИПОВІ ДЕТЕРМІНАНТИ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ Й ПРОДУКТИВНОСТІ СВИНЕЙ

О.Д. Ткачук, Д.І. Барановський, М.І. Коренєв

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,

E-mail: elena_dt@i.ua

Анотація. У роботі показані результати схрещувань свиноматок великої білої породи з помісними кнурами-плідниками, які створені за поєднанням порід велика біла, ландрас і дюрк. Досліджували ефект гетерозису за відтворювальними властивостями свиноматок за умов схрещування, а також ріст, розвиток й відгодівельні особливості помісних підсвинків різних поєднань. Експериментально підтверджено ефективність промислового схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами різноваріантних поєднань. Найвищий ефект гетерозису проявляється за ознаками крупноплідності, показниками абсолютного росту підсвинків. Кращим поєднанням були генотипи свиней ♀ В.Б. × ♂ (В.Б. × Д), ♀ В.Б. × ♂ (½ В.Б. + ½ Д × Л). Зазначено, що порода свиней дюрк при створенні помісних кнурів-плідників є найбільш ефективною на проявлення сили гетерозису. Одночасно вивчали доцільність та ефективність застосування біологічно активної речовини бетаїн в годівлі свиней. Установлено позитивний вплив бетаїну на показники росту й розвитку. Підсвинки краще розвивалися, мали більш високі абсолютні прирости, поліпшувалася їх збереженість за час вирощування та відгодівлі.

Отримані результати дають підстави зазначити, що створення та використання помісних кнурів-плідників на базі великої білої, ландрас і дюрк порід в системах промислового схрещування є результативним, біологічно та економічно обґрунтованим методом розведення; найвищий ефект гетерозису виявлено за ознаками крупноплідності та показниками абсолютного росту при вирощуванні й відгодівлі.

Ключові слова: свині, породи, помісі, схрещування, бетаїн, продуктивність, життєздатність.

Вступ. *Актуальність питання.* З метою створення стабільної продовольчої безпеки актуальним постає питання подальшого розвитку ефективного тваринництва. Важливим аспектом цього питання є суттєве нарощування обсягів продукції свинарства. Свинарство в Україні є традиційно однією із основних галузей сільського господарства (Рибалко, 1980).

У структурі м'ясної продукції свинина займає провідне місце. Виробництво м'ясо-сальної продукції базується на розведенні і використанні більше дванадцяти порід свиней. Серед наявного поголів'я найбільшу питому вагу займає велика біла порода (Волощук, 2012). Інші породи в більшості використовуються задля промислового схрещування з метою отримання ефекту гетерозису. Схрещування створює прецедент високої потенції життєздатності та продуктивності тварин. Реалізація генетичних задатків на покращення показників росту і розвитку потребує відповідного рівня годівлі, умов утримання та застосування сучасних біологічно-активних компонентів при виробництві високоякісної конкурентоспроможної свинини (Крамаренко та ін., 2019).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження та наукові обґрунтування щодо ефективних поєднань в системах розведення свиней з метою розвитку галузі свинарства згідно вимог часу проводилися багатьма дослідниками. Серед класичних робіт щодо ефективності промислового схрещування варто зазначити такі, як Баньківський (1976), Рибалко (1980), Топіха (2005), Гетья & Баньковська (2006), Церенюк (2008), Бірта & Бургу (2010), Волощук (2012), Лісний та ін. (2011), Березовський (2014).

Наукові пошуки кращих поєднань свиней різного походження проводяться і в даний час з урахуванням осучаснених технологій кормовиробництва, годівлі та утримання.

Ефективність поєднання свиней зарубіжної селекції за відгодівельними ознаками відображено в роботі Шеферівського (2012). Результати відгодівельних і м'ясо-сальних якостей молодняку свиней в залежності від генотипів кнурів-плідників висвітлені в публікації Стрельцова В.О. та ін. (2018). У роботі Халак та ін. (2019) відображена ефективність відгодівлі свиней різної генетичної належності. Пелих & Горб (2021), Пелих та ін. (2023) показали генетичний потенціал тварин великої білої породи різної селекції. Зазначені автори підтвердили вплив генотипової належності на продуктивність та ефективність вирощування свиней на гетерозисній основі.

У публікації Хватової (2012) показаний ефект гетерозису за комбінаційною здатністю породно-лінійних поєднань свиней. Аналогічні роботи виконані Сусол (2013), Гришиною & Фесенко (2015), які підтверджують ефективність і доцільність міжпородних поєднань свиней з метою поліпшення показників росту, розвитку та відгодівельних якостей.

У цілому варто зазначити, що логічне продовження наукових досліджень в галузі свинарства з питань вивчення генотипових та паратипових детермінант життєздатності та продуктивності свиней не втрачає своєї актуальності та потребує подальшого деталізованого пошуку варіативності промислового схрещування й застосування нових кормових факторів.

Вивчення застосування кормової добавки бетаїну при вирощуванні і відгодівлі свиней є актуальним питанням у свинарстві. Важливим є встановлення оптимальної дози в складі раціону (Чудак та ін., 2021).

Метою роботи було в умовах свинопідприємства визначити ефективність різних поєднань порід свиней та застосування в їх годівлі біологічно-активної речовини бетаїну. Завданнями роботи було визначити:

- відтворювальні особливості батьківського поголів'я різних генотипів;
- відгодівельні та забійні якості тварин різних генотипів з поєднанням застосування біологічно-активної речовини в годівлі;
- показники збереженості, росту та розвитку помісного молодняку у порівняльному аспекті;
- доцільність промислового схрещування та застосування в годівлі свиней бетаїну.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на замовлення ТОВ «Фідлайф» та ТОВ «Краснопільський» згідно укладеного договору. Маточне поголів'я було представлено свиноматками великої білої породи. В якості батьківського поголів'я використовували кнурів-плідників м'ясних порід ландрас і дюррок та створених на двох- та трьохпородній основі різноваріантні помісі велика біла × ландрас × дюррок.

Групи піддослідних тварин формували за принципом аналогів за походженням, віком, масою тіла, екстер'єрно-конституційними особливостями. Маточне поголів'я було сформовано по 12 гол. у групі. Усього було підібрано 7 груп тварин для дослідження відтворювальних здатностей батьківського поголів'я за різних поєднань. У подальшому було сформовано 14 груп підсвинків по 10 гол. для вивчення росту, розвитку, відгодівельних та забійних особливостей за умов різних генотипів та застосування в годівлі підсвинків біологічно-активної речовини бетаїну. У досліді I група була контрольною, її тварини були чистопородного розведення, їх годівлю здійснювали стандартним раціоном без бетаїну. Тварини II–VII груп були дослідними, помісними різних генотипів згідно схеми досліджень.

Бетаїн – кормова добавка, яку отримують шляхом екстракції з натуральної рослинної сировини. Дана кормова добавка, згідно інструкції виробника, є заміником холін-хлориду і метіоніну, які в ціновому аспекті є значно дорожчими (Огороднічук & Огороднічук, 2017). За хімічною структурою бетаїн – це триметилгліцин, похідне амінокислоти гліцину (CH₃)₃N + CH₂COO. Згідно даним Бабков & Чудак (2015), Чудак (2019) даний препарат зменшує жирову інфільтрацію печінки тварин. У складі кормів і преміксів бетаїн є інертним по

відношенню до інших компонентів. У досліді була використана кристалічна форма бетаїну. До 1т стандартного комбікорму фірми «Фідлайф» добавляли 600 г бетаїну. Дослідження проводили за наступною схемою (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліджень

Група	Генотип батьків		Генотип нащадків	Годівля	
	свино матки	кнур-плідники		I дослід	II дослід
I	В.Б.*	В.Б.	В.Б.	Стандартний комбікорм	Стандартний комбікорм + бетаїн
II	В.Б.	Л	½ В.Б.+ ½ Л		
III	В.Б.	Д	½ В.Б.+ ½ Д		
IV	В.Б.	½ В.Б.+ ½ Л	¾ В.Б.+ ¼ Л		
V	В.Б.	½ В.Б.+ ½ Д	¾ В.Б.+ ¼ Д		
VI	В.Б.	¼ В.Б.+ ¼ Л + Д	5/8 В.Б.+ 1/8 Л + ¼ Д		
VII	В.Б.	¼ В.Б.+ ¼ Д + Л	5/8 В.Б.+ 1/8 Д + ¼ Л		

Примітки: *В.Б. – велика біла; Л – ландрас; Д – дюрок.

Всі отримані результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики за відповідними математичними алгоритмами (Барановський та ін., 2017).

Результати досліджень та їх обговорення. Загальновідомо, що життєздатність і продуктивність тварин обумовлені низкою факторів, як генотипового так і паратипового характерів. Ці властивості визначають ефективність галузі. Фундаментальною властивістю є відтворювальна здатність батьківського поголів'я. У першу чергу на відтворювальні показники продуктивності впливають породний фактор та метод розведення, власне схеми поєднання батьківських форм при схрещуванні (Стрельцова та ін., 2018). Висока багатоплідність притаманна крупним свиноматкам. Із переліку порід, які використовували в даних дослідженнях, найвищою масою тіла характеризувалась велика біла порода (175–185 кг).

Промислове схрещування великої білої породи з іншими генотипами свиней також позитивно впливає на покращення показників багатоплідності, крупноплідності, молочності маток та збереженості поросят до відлучення (Шеферівський, 2012; Халак та ін., 2019). Дослідниками встановлено, що значного економічного ефекту в галузі досягають завдяки високій багатоплідності свиноматок та збереженості поросят до відлучення (Церенюк, 2008; Пелих та ін., 2023).

Результати наших досліджень за показниками відтворювальної здатності наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Відтворювальні здатності свиноматок, M±m

Група	Багатоплідність, гол.			Збереженість, діловий вихід, %	Збереженість до відлучення, %
	Всього	живих	мертвих		
I	11,2±0,29	10,7±0,30	0,4±0,11	95,5	92,5±2,10
II	12,4±0,33	12,2±0,31	0,3±0,11	98,3	92,6±2,30
III	11,1±0,37	10,9±0,29	0,2±0,09	98,2	94,0±2,15
IV	12,6±0,35	12,2±0,41	0,4±0,12	96,8	93,7±2,24
V	12,7±0,40	12,1±0,39	0,5±0,13	95,2	93,4±2,18
VI	12,7±0,48	12,2±0,49	0,5±0,08	96,1	92,8±1,99
VII	12,2±0,47	11,8±0,42	0,4±0,16	96,7	94,1±1,12

Отримані результати свідчать, що схрещування при різних поєднаннях генотипів вплинуло на поліпшення показників багатоплідності та збереженості поросят до відлучення. Фактично ефект гетерозису є присутнім за показником багатоплідності свиноматок. Свиноматки II, IV-VII піддослідних груп перевищували по багатоплідності

таких контрольної групи на 13,0–14,0 % ($P \geq 0,95$). Різниця між показниками багатоплідності тварин III групи та I групи не достовірна ($P \leq 0,95$). Відповідно збереженість при відлученні свиноматок від поросят також була дещо вищою у групах помісних тварин (0,1–7,0 %).

Важливим показником ефективності галузі свинарства є динаміка розвитку поросят в підсисний період. Показники крупноплідності та живої маси поросят у 21- і 28-добовому віці наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Динаміка розвитку поросят у підсисний період, $M \pm m$

Група	Крупноплідність, кг	Маса гнізда у віці, діб/кг	
		21	28
I	1,15±0,03	64,1±0,98	76,2±1,20
II	1,22±0,03	65,9±1,03	78,9±1,38
III	1,31±0,03	66,2±1,02	79,5±1,41
IV	1,26±0,04	66,8±0,99	79,7±1,33
V	1,31±0,04	66,9±1,03	80,3±1,54
VI	1,29±0,03	66,8±0,97	81,1±1,57
VII	1,34±0,04	67,1±1,03	81,6±1,39

У процесі досліджень було встановлено, що поросята, які мали низьку масу тіла при народженні, як правило, надалі відставали в рості. Така особливість негативно впливала на загальну ефективність вирощування молодняка.

Селекційний процес має бути спрямованим на поліпшення, як багатоплідності свиноматок так і на показники крупноплідності. Між цими властивостями відтворювальної функції маток існує зворотня кореляція, що гальмує отримання високих селекційних досягнень (Бірта & Бургу, 2010). Відтворювальну здатність свиноматок оцінюють також за показниками молочності та масою гнізда при відлученні. Показники маси гнізда при відлученні корелюють з показниками збереженості поросят (Волощук, 2012).

Аналізуючи дані табл. 3, варто зазначити, що молочність маток (маса поросят гнізда у 21-добовому віці) за різних варіантів схрещувань перевищувала показники тварин контрольної (I) групи, яких отримали за умови чистопородного розведення. Так, молочність свиноматок II групи перевищувала таких контрольної групи на 2,8 %, а VI групи – на 4,2 % ($P \geq 0,95$). У цілому, маса гнізд помісних поросят різних генетичних поєднань перевищувала масу гнізда чистопородних нащадків контрольної групи в середньому на 3,7 % у віці 21 доби та на 5,0 % у віці 28 діб. Отримані статистичні результати є достовірними – $P \geq 0,95$.

На нашу думку висока маса тіла поросят в підсисний період є добрим стартовим показником, який гарантує тенденцію високих приростів в подальших періодах росту і розвитку.

Відносна швидкість росту в різні періоди життя є неоднаковою. Як зазначає Бірта & Бургу (2010), збільшення розмірів і маси тіла тварин з віком сприяє зменшенню показників швидкості росту. Відомо, що показники росту і розвитку та їх динаміка детерміновані генотипом і умовами утримання та якістю годівлі (Шеферівський, 2012; Стрельцова та ін., 2018; Халак та ін., 2019). У цьому контексті варто дослідити долю впливу окремих генотипових та паратипових детермінант росту і розвитку тварин. У табл. 4 показана динаміка маси тіла піддослідних підсвинків різних генотипів при годівлі стандартним комбікормом та з добавкою біологічно активної речовини – бетаїну.

Таблиця 4

Динаміка маси тіла підсвинків різних генотипів із застосуванням у годівлі бетаїну, $M \pm m$

Групи	Вік, міс.			
	3	4	5	6
Годівля стандартними комбікормами				
I	30,50±0,17	49,31±0,22	69,60±0,24	94,90±0,21
II	32,15±0,18	51,17±0,23	73,27±0,27	99,91±0,33
III	34,40±0,21	59,93±0,27	77,71±0,21	103,60±0,24
IV	33,16±0,12	52,04±0,31	76,74±0,26	102,71±0,27
V	34,90±0,15	54,35±0,29	79,41±0,25	106,40±0,31
VI	34,80±0,16	53,19±0,24	79,11±0,29	106,18±0,30
VII	34,91±0,13	53,34±0,21	79,51±0,27	106,22±0,24
Годівля з добавкою бетаїну 0,6 кг/т				
I	30,51±0,19	49,98±0,21	71,09±0,23	101,81±0,34
III	33,03±0,17	52,22±0,24	75,29±0,33	105,32±0,29
II	34,52±0,20	53,28±0,18	79,91±0,31	106,18±0,39
IV	33,71±0,15	53,12±0,36	78,85±0,29	107,19±0,29
V	34,95±0,19	55,11±0,27	80,11±0,29	109,12±0,33
VI	35,11±0,17	55,51±0,26	83,12±0,33	109,42±0,30
VII	35,15±0,16	55,12±0,23	82,18±0,26	110,08±0,28

Як свідчать наведені дані, на таку результативну ознаку продуктивності, як інтенсивність росту, вплинули фактори походження тварин та умов їх годівлі. Так, при годівлі підсвинків різних генотипів стандартним комбікормом спостерігали певну варіабельність. У цілому, помісні тварини переважали за показниками росту чистопородних ровесників великої білої породи. Кращими за абсолютним ростом були помісі за участю породи дюрок. Середнє перевищення помісей над чистопородними підсвинками коливалось в межах 11,3-11,5 % на початку вирощування та на 5,3-12,1 % на прикінцевому етапі відгодівлі. Показники підсвинків III групи перевищували показники контрольної групи на початку відгодівлі на 3,9 кг, а на кінцевому етапі відгодівлі на 8,7 кг ($P \geq 0,99$).

Добавка бетаїну в раціон свиней також позитивно вплинула на показники росту. За показниками величини маси тіла підсвинків у різні вікові періоди помісні тварини перевищували чистопородних в межах 4,0-4,6 кг, або на 11,0-16,0 % на початку вирощування та в межах 3,5 кг (II група)...8,3 кг (VII група) або 3,4 %...8,1 % на завершальному етапі. Встановлена різниця є достовірною.

Особливості тварин різного походження при годівлі стандартним комбікормом та при добавці бетаїну наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Показники інтенсивності росту і витрат корму підсвинків контрольної і дослідних груп, $M \pm m$

Група	Середньодобові прирости, г	Вік досягнення маси тіла 100 кг, діб	Витрати корму на одиницю приросту, кг/корм.од.
Годівля стандартними комбікормами			
I	723,5±4,79	186,1±0,79	4,21±0,03
II	745,4±5,03	180,3±0,87	4,10±0,03
III	774,0±4,80	176,9±0,59	4,09±0,02
IV	774,1±4,69	177,7±0,64	4,11±0,02
V	800,4±4,92	174,5±0,53	4,01±0,03
VI	795,7±5,01	174,9±0,63	4,02±0,02

VII	794,9±5,03	174,8±0,65	4,01±0,03
Годівля з добавкою бетаїну			
I	726,9±5,03	183,3±0,69	4,18±0,03
II	759,0±5,09	174,5±0,89	4,02±0,02
III	781,3±4,89	172,9±0,75	3,98±0,03
IV	781,5±6,01	173,3±0,69	3,99±0,02
V	809,9±4,87	173,7±0,71	3,91±0,03
VI	808,8±4,59	172,9±0,59	3,97±0,02
VII	811,1±4,89	173,0±0,66	3,95±0,03

Як свідчать дані таблиці, за показниками середньодобових приростів помісні підсвинки на вирощуванні та відгодівлі суттєво перевищували своїх ровесників чистопородної великої білої породи. Так, тварини II групи перевищували контрольну групу за середньодобовим приростом на 3,0 %, тварини III групи – на 7,0 %, IV групи – на 7,0 %, V групи – на 10,6 %, VI групи – на 10,0 % і VII групи – на 9,9 % (в усіх випадках $P \geq 0,95$).

Таким чином, схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами-плідниками помісного походження за участю великої білої, ландрас і дюрк порід значно вплинуло на показники росту нащадків. Практично в усіх поєднаннях проявився ефект гетерозису. Добавка біологічно-активної речовини бетаїну до раціону підсвинків на вирощуванні і відгодівлі у порівнянні з годівлею стандартним комбікормом також суттєво вплинула на збільшення показників середньодобових приростів. У групах чистопородних тварин цей ефект становив 0,5 %, а у помісних підсвинків 1,8-2,0 %. Нами було встановлено, що такий генотиповий фактор, як використання промислового схрещування маток великої білої породи з помісними кнурами-плідниками не суттєво вплинув на збереженість поросят до відлучення (див. табл. 2). Частка такого впливу коливалась в межах 1,0-1,8 %. Проте показник збереженості на дорощуванні й відгодівлі був значно більшим і становив 1,9-2,4 %.

Фактор годівлі, який зумовлений добавкою до раціону кормової добавки бетаїну на збереженість тварин при вирощуванні і відгодівлі становив 1,3-3,1%. Більш суттєво на показники росту підсвинків впливав генотиповий фактор, частка якого становила 2,3-4,1%.

Порівнюючи результати наших досліджень з такими інших авторів, варто зазначити, що загальна тенденція позитивного впливу генотипових і паратипових факторів на результативну ознаку – життєздатність та продуктивність помісних підсвинків має характерні співпадіння. Такий характер висвітлено в роботах Ващенко (2017), Крамаренко та ін. (2019), Пелих & Горб (2021), Бордун та ін. (2024). Про біологічну та економічну ефективність поєднання різних генотипів свиней та застосування збалансованих кормових компонентів у годівлі свиней на вирощуванні і відгодівлі свідчать роботи Копитець (2018), Пелих та ін. (2023), Дударев та ін. (2024).

У підсумку варто зазначити, що ефективність галузі свинарства залежить як від селекційного процесу, так і від умов й якості годівлі свиней.

Висновки.

1. Створення та використання помісних кнурів-плідників на базі великої білої, ландрас і дюрк порід в системах промислового схрещування є результативним, біологічно та економічно обґрунтованим.
2. Найвищий ефект гетерозису в помісних підсвинків проявився за ознаками крупноплідності та показниками абсолютного росту при вирощуванні й відгодівлі (III, V, VII дослідні групи).
3. Кращими поєднаннями генотипів свиней при схрещуванні були ♀ В.Б. × ♂ (В.Б. × Д) та ♀ В.Б. × ♂ (½ В.Б. + ½ Д × Л). Такі поєднання забезпечували найвищий ефект гетерозису за показниками крупноплідності, абсолютним ростом на вирощуванні й відгодівлі.
4. Застосування кормової добавки бетаїну в стандартизованих комбікормах сприяло збільшенню маси свиней на вирощуванні й відгодівлі на 1,0-4,0 %.

References

- Бабков, Я.І. & Чудак, Р.А. (2015). Вплив натурального бетаїну на забійні показники свиней на відгодівлі. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*, 17, 3, 124–129. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2015_17_3_25
- Баньківський, Б.В. (1976). Промислове схрещування в свинарстві. К. : Урожай, 62 с.
- Барановський, Д.І., Гетманець, О.М., & Хохлов, А.М. (2017). Біометрія в програмному середовищі MS EXCEL. Харків: СПДФО Бровін О.В., 90 с.
- Березовський, М.Д. (2014). Вплив материнських форм на рівень продуктивності гібридного поголів'я свиней. *Свинарство*, 65, 48–52. <https://svinarstvo.com/zbirnyk/archive/65/65-048-053.pdf>
- Бірта, Г.О., & Бургу, Ю.Г. (2010). Ріст і розвиток свиней різних генотипів. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету*, 11, 68–72. Доступно за адресою: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvpuettn_2018_1_16
- Бордун, О.М., Халак, В.І., Гутий, Б.В., Усенко, С.О., Данілова, Т.М., Шаферівський, Б.С., & Фесенко, О.Г. (2024). Племінна цінність та продуктивність свиноматок великої білої породи зарубіжної селекції. *Таврійський науковий вісник*, 138, 257–265. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.32>
- Ващенко, О. (2017). Комбінаційна здібність спеціалізованих порід і типів свиней при промислового схрещуванні. *Розведення тварин і генетика*, 53, 84–90. <https://doi.org/10.31073/abg.53.11>
- Волошук, В.М. (2012). Теоретичне обґрунтування і створення конкурентноспроможних технологій виробництва свинини : монографія Полтава : ТОВ «Фірма «Техсервіс», 350 с.
- Гетья, А.А. & Баньковська, І.Б. (2006). Застосування кнурів німецької селекції у промислового схрещуванні в Україні та їх вплив на якість м'яса. *Вісник Степу. Науковий збірник*, 3, 156 с.
- Гришина, Л. П. & Фесенко, О. Г. (2015). Ефективність використання спеціалізованого типу свиней за схрещування та гібридизації. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2(2), 40–47. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2015_2\(2\)_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2015_2(2)_9).
- Дударев, І., Уминський, С., Москалюк, А., & Маслич, Н. (2024). Крихкість гранульованих комбікормів. *Аграрний вісник Причорномор'я*, (111), 117–120. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2024.111.21>
- Копитець, Н.Г. (2018). Сучасний стан та тенденції розвитку ринку свинини в Україні. *Економіка АПК*, 11, 44–54. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201811044>
- Крамаренко, С.С., Луговий, С.І., Лихач, А.В., Крамаренко, О.С., Лихач В.Я., & Слободяник, А.А. (2019). Вплив генетичних та негенетичних факторів на відтворювальні ознаки свиноматок української м'ясної породи. *Науковий вісник Львівського Національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*, 21(90), 3–8. <https://doi.org/10.32718/nvvet-a9001>
- Лісний, В.А., Лісна, Т.М. & Новицька, В.І. (2011). Ефективність використання перспективного генофонду свиней у системі гібридизації. *Таврійський науковий вісник : збірник наукових праць Херсонського ДАУ*. Херсон, 76(2), 15–18. Доступно за адресою: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2015_2%282%29_21
- Огороднійчук, Г.М. & Огороднійчук, І.О. (2017). Якість м'яса і продуктивність свиней за дії кормових добавок. *Аграрна наука та харчові технології. Вінницький аграрний університет, Академія сільськогосподарських наук Грузії*, 3, 83–89. http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2017_3_13.
- Пелих, В., Ушакова, С., & Левченко, М. (2020). Інтер'єрні показники продуктивності свиней у міжпородному схрещуванні. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 95, 126–131. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2019.95.20>

- Пелих, Н.Л., & Горб, Є.В. (2021). Відтворні якості свиноматок з урахуванням рівня багатоплідності. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*, 117, 245–250. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.33>
- Пелих, Н.Л., Овдієнко, К.Т., & Юзва, Ю.С. (2023). Ефективність вирощування свиней великої білої породи різної селекції. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*, 134, 291–296. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.37>
- Рибалко, В.П. (1980). Використання гетерозисного ефекту в свинарстві. *Свинарство*, 33, 30–34.
- Стрельцова, В.О., Рябичева, О.Є., & Лавров, В.В. (2018). Відгодівельні й м'ясо-сальні якості молодняку свиней в залежності від генотипу кнурів. *Зоотехнія*, 9, 23–26.
- Сусол, Р.Л. (2013). Продуктивність свиней великої білої породи з покращеними м'ясними якостями з урахуванням ДНК-маркерів. *Науковий вісник. Асканія нова (Інститут тваринництва степових районів ім. М.Ф. Іванова) НААНУ*. Нова Каховка: Пиел, 6, 229–235.
- Топіха, В.С. (2005). Підсумки роботи зі свинями породи дюррок в Україні. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 31, 16–17.
- Халак, В.І., Чернявський, С.Є., Волощук, В.М., Почерняєв, К.О., & Ільченко М.О. (2019). Відгодівельні та м'ясні якості молодняку свиней різних генотипів за SNPc/1426G>A гена рецептору меланокортину 4(MC4R) та за умов їх розподілу за деякими ознаками. *Свинарство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Інститут свинарства і АПВ НААНУ. Полтава, 73, 157–165. Доступно за адресою: http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun_2019_73_23
- Хватова, М.А. (2012). Прогнозування ефекту гетерозису за комбінаційною здатністю породо-лінійних поєднань свиней. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААНУ*. Харків, 107, 148–153. <https://lfi-naas.org.ua/wp-content/uploads/2023/10/NTB-107.pdf#page=148>
- Церенюк, О.М. (2018). Генетичний потенціал продуктивності свиней порід уельс та ландрас за відгодівельними якостями. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААНУ*. Харків, 120, 160–167.
- Чудак, Р.А. (2019). Використання натурального бетаїну в годівлі свиней. *Актуальні питання переробки м'ясної і молочної сировини: збірник наукових праць*, 14, 242–247.
- Шеферівський, Б.С. (2012). Поєднуваність свиней зарубіжного походження за відгодівельними ознаками. *Вісник Вінницького національного аграрного університету*, 5(67), 187–190. Доступно за адресою: <http://repository.vsau.org/card.php?id=5575>



AUTOMATED QUANTIFICATION OF *DAPHNIA SP.* POPULATION IN WATER RESERVOIRS USING DIGITAL IMAGE PROCESSING

**T. Klochko¹, K. Nosov², I. Hnoievyi³, O. Hryhoriev³,
Yu. Bepalov², I. Babaryka³**

¹*National Aerospace University named after M.E. Zhukovsky "KHAI", Kharkiv, Ukraine*

²*V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine*

³*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine*

E-mail: t.klochko@khai.edu

Annotation. We propose a scientific and technical methodology for creating a preliminary procedure to remotely detect the presence of a substantial population of zooplankton filter feeders within a specific region of a reservoir. This detection is achieved through computer processing of digital photographs taken in that area. It is about a method involving the phototactic attraction of zooplankton using white light. The proposed approach entails computing correlations between the RGB model components of digital photographs taken in a phytobenthos area before and after zooplankton attraction using light. Subsequently, the systemic colorimetric parameters can be employed in the procedure for remotely detecting a substantial population of zooplankton filter feeders within a specific reservoir section. Specifically, we seek colorimetric parameters that mirror the developmental patterns outlined by Margalef's model of succession. This investigation involves comparative analysis of correlation tables for RGB model components in digital photos taken before and after zooplankton attraction using white light. Our study focuses on *Daphnia pulex*. The study utilized digital photos obtained from aquarium experiments conducted under conditions simulating drone-based photography at a height of 1-2 meters above the water's surface.

The results are novel from the perspective of aquatic ecosystem ecology, as they provide a formalized description of changes in the systemic colorimetric parameters of Margalef's model of succession. These changes are attributed to the influence of coloration on these systemic parameters within this specific waterplane ecosystem of zooplankton filter feeders. The applied significance of these results lies in identifying systemic colorimetric parameters that can be utilized in remote registration procedures to detect the environmental and biological presence of zooplankton filter feeders in specific areas of a reservoir. This is significant for water purification from bacterial suspensions and for establishing a natural food source for juvenile fish.

Key words: *remote registration of zooplankton, zooplankton filter feeders, digital photos, image processing, Margalef's succession model, drones.*

ПРОЦЕДУРА ОБРОБКИ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ РЕЄСТРАЦІЇ КІЛЬКОСТІ *DAPHNIA SP.* У ВОДОЙМІ

Т.А. Ключко¹, К.В. Носов², І.В. Гноєвий³, О.Я. Григор'єв³,
Ю.Г. Беспалов², І.Г. Бабарика³

¹Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м.Харків, Україна

²Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна

³Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: t.klochko@khai.edu

Анотація. Наведено науково-технічний підхід до розробки ескізного варіанту процедури дистанційної реєстрації наявності на певній ділянці водоймища значної кількості фільтраторів зоопланктону шляхом комп'ютерної обробки цифрового фото цієї ділянки. Йдеться про процедуру, що включає приманювання зоопланктону білим світлом. Поданий підхід передбачає побудову шляхом комп'ютерного аналізу відповідних цифрових фото, таблиць кореляцій значень компонентів RGB-моделі цифрових фото ділянки фітобентосу до і після приманювання зоопланктону світловим променем. Після цього здійснюється знаходження системних колориметричних параметрів, які можуть бути використані в процедурі дистанційної реєстрації наявності на певній ділянці водоймища значної кількості фільтраторів зоопланктону. Йдеться про знаходження системних колориметричних параметрів, що відображають закономірності розвитку маргалефової моделі сукцесії. Шляхом порівняльного аналізу таблиць кореляцій значень компонентів RGB-моделі цифрових фото, зроблених до і після приманювання білим світлом зоопланктонного організму – *Daphnia pulex*. Робота виконана на матеріалі цифрових фоторезультатів акваріумних експериментів в умовах, що імітують зйомку з дрону, що завис на висоті 1-2 м над поверхнею води.

Результати є новими з точки зору екології водних екосистем, оскільки вони забезпечують формалізований опис змін у системних колориметричних параметрах моделі видового різноманіття Маргалефа. Ці зміни пояснюються впливом забарвлення на системні параметри в специфічній водній екосистемі природних фільтраторів, яким є зоопланктон. Прикладне значення цих результатів полягає у визначенні системних колориметричних параметрів, які можуть бути використані в процедурах дистанційної реєстрації для виявлення екологічної та біологічної присутності зоопланктону в певних областях водойми. Це важливо для очищення води від бактеріальних суспензій і для створення природного джерела їжі для молоді риб.

Ключові слова: дистанційна реєстрація зоопланктону, фільтратори зоопланктону, цифрові фото, обробка зображень, Маргалефова модель сукцесії, дрони.

Introduction. Global climate change presents numerous acute challenges, particularly environmental issues that frequently give rise to biosecurity risks (Lenssen et al., 2019). These challenges highlight the need to develop advanced, technology-driven methods for monitoring and enhancing the natural self-purification processes in reservoirs and watercourses. In conflict zones, the significance of these issues escalates due to the destruction of water treatment facilities.

A crucial contributor to the natural self-purification of reservoirs is the vital role played by zooplankton filter feeders. Notably, it has been observed for quite some time that they can significantly reduce bacterial populations in ponds, often achieving a reduction of approximately 99% (Golubkovskaja, 1978). Bacterial pathogens responsible for infectious diseases can infiltrate water bodies, especially when untreated domestic water mixes with sewage from destroyed systems. Such pollution poses significant biosecurity risks, affecting large swaths of terrain, including remote and inaccessible regions. Consequently, it becomes essential to explore remote

(aerospace) technologies for monitoring the status of zooplankton filter feeders in water bodies situated within these challenging areas. The vital activity of zooplankton filter feeders plays a crucial role in water purification by reducing bacterial populations. This, in turn, mitigates the risk of dangerous infectious diseases, including epidemics caused by these bacteria. Additionally, remote monitoring methods for zooplankton status are relevant to food security. Zooplankton significantly contribute to the nutrition of fry across all fish species, maintaining this role throughout the lives of many commercially important fish.

Scientific and technical prerequisites have long been established for the development and implementation of remote methods to monitor the status and living conditions of zooplankton (Levashov et al., 2004; Picheral et al., 2010).

Currently, we can predominantly discuss the utilization of aerospace methods to monitor the status and vital activity conditions of marine zooplankton (Olenin et al., 2021). This focus arises in the context of World Ocean productivity challenges, particularly concerning the problematic reproduction conditions for commercial fish populations. The issue of fish reproduction has long been a matter of concern (Pauly and Zeller, 2016). In this study, we emphasize the significance of remote sensing procedures for assessing the state of zooplankton filter feeders in continental freshwater reservoirs, including small bodies of water that could serve as sources for the spread of dangerous infectious disease pathogens. This method becomes crucial when domestic wastewater containing bacterial pathogens enters these small reservoirs, especially in cases where zooplankton filter feeders are absent. Their presence is essential for effectively purifying water from bacterial suspensions. Let's discuss methods that can be implemented using widely available and cost-effective approaches. One such example involves processing digital photos of reservoirs, specifically those captured by drones. Ideally, we focus on equipment included in the standard delivery package of common and affordable drone models. These images provide valuable data for monitoring zooplankton filter feeders and assessing water quality.

In the paper, we investigate the feasibility of remotely detecting a substantial population of zooplankton filter feeders within a specific reservoir area. This detection relies on computer processing of digital photographs taken in that region, with the added factor of attracting zooplankton individuals to the area using light. Our research focuses on the genus *Daphnia*, which plays a significant role in releasing bacterial suspension from water due to the vital activity of zooplankton filter feeders. Additionally, these organisms contribute to the natural food supply for freshwater fish fry. In your aquarium experiment, you investigated how attracting *Daphnia sp.* individuals with light in a specific area affected the system colorimetric parameters (SCPs) of digital photos taken in that region.

Review of literary sources and statement of the problem. In research, we study how the presence of zooplankton filter feeders in specific water surface areas affects SCPs of digital photos. These SCPs reflect the colorimetric relationships outlined by Margalef's model of succession (MMS) (Margalef, 1967). Bepalov et al. (2017) demonstrated that the colorimetric parameters linked to these relationships – whose dynamics align with those of MMS – can be extracted through computer processing of the RGB model components from digital photos of phytobenthos plant communities. (Against a background of these plant communities, it's common to observe accumulations of *Daphnia sp.*)

Adaptive strategies related to the protective coloring of fish, particularly in terms of their biological significance and color-based mechanisms, were thoroughly studied (Grigoriev et al., 2021; Vysotska et al., 2022). Drawing from these findings, they propose approaches for developing methods to remotely sense fish against the backdrop of phytobenthos. These methods leverage computer processing of digital photos.

The mathematical modeling of systemic aspects of animal coloration has seen significant advancements in biological research (Newport et al., 2017; Green, 2021). Researchers have explored various aspects related to adaptation strategies of coloration during ontogenesis and phylogenesis. Notably, this field traces its origins back to the pioneering work of Alan Turing

(Turing, 1952). His contributions laid the foundation for understanding color patterns and their significance in the natural world.

The study of animal coloration continues to captivate researchers across various contexts (Endler and Mappes, 2017). In this study, we explore several aspects related to the coloration of fish – specifically, hydrophones. These hydrophones play a crucial role in aquatic ecology, closely intertwined with the zooplankton ecosystem. Additionally, climatological aspects are addressed in a prior work (Panayotova and Horth, 2018). Consequently, we can make the following observations. In the case of *Daphnia sp.*, we can anticipate that water temperature and oxygen content influence the red color component. This influence arises from the presence of hemoglobin in the body of this zooplankton representative. Consequently, specific adaptations are necessary for the remote monitoring procedure of zooplankton filter feeders in the context of phytobenthos. Given the destruction of thermal power plants within the combat zone in Ukraine, it is crucial to remain mindful of this issue. The destruction of thermal power plants frequently disrupts the hydrobiological regime of cooling ponds, resulting in alterations to water temperature and oxygen content. Vissio et al. (2021) delve into the neurohumoral aspects underlying fish coloration formation and function. When considering *Daphnia sp.*, it becomes essential to account for the potential impact of transitioning from parthenogenesis to reproductive processes, including the emergence of males within the population, on coloration. Such a transition becomes feasible when temperature conditions in the population's habitat deteriorate.

The aspects related to breeding color play a crucial role in facilitating the detection of sexual partners. These aspects exhibit significant expression, which can be remotely recorded. For instance, the mating coloring patterns of salmon exemplify this phenomenon (Kudo et al., 2012; Maselko and Connor, 2016). Moreover, these aspects have been studied extensively using remote (aviation) technologies during natural spawning migrations (Groves et al., 2016).

In the context of protective coloring in animals, certain aspects significantly impact observer detection. These aspects relate to scenarios where prey must avoid detection by predators or vice versa. Specifically, dismembering coloration, which plays a crucial role in these interactions, has been thoroughly analyzed in (Duarte et al., 2017). In the case of animals with relatively stable protective coloration over time, the diversity of dissecting (camouflage) coloration assumes a crucial role. In the context of protective coloration, it is essential that at least one spot of such coloring seamlessly blends with the background across all points in space and time during the development of MMS (motion-mediated selection). This blending effect serves to disrupt the holistic visual perception of the animal's silhouette. Bupalov et al. (2013) have demonstrated that the absence of diversity in protective coloration among animals can be offset by its uniformity. In the current context, we can discuss the application of the principle of optimal diversity, which posits that the diversity within a biological system may be constrained by the scarcity of specific resources (Bukvareva, 2013). In the context of permanent camouflage coloration in animals, the angular size of the silhouette serves as a critical resource. This silhouette accommodates a finite number of spots with varying colors. However, for *Daphnia sp.*, the nature of camouflage coloring is dynamic due to the continuous movement of micro-crossbars within the gastrointestinal tract and the presence of hemoglobin in the gaps of the circulatory system. Within the scope of this study, it is pertinent to focus on variations in SCPs that emerge as a consequence of the substantial presence of *Daphnia sp.* individuals against the backdrop of the phytocenosis.

Significantly, the population size of *Daphnia sp.* holds relevance for public health beyond their role as filter feeders, which contributes to purifying water by removing bacterial suspensions. In a related context, it is pertinent to mention *Gambusia sp.* Indeed, the contribution of these small fishes in combating malaria is well-documented. Malaria poses significant biosecurity risks in numerous tropical and subtropical regions worldwide (World Health Organization, 2019; World Health Organization, 2021). Given the significant role of *Gambusia sp.*, the study of their physiology constitutes a crucial aspect of ichthyological research (Hou et al., 2019; Huang et al., 2019). Furthermore, ongoing efforts focus on developing remote sensing methods for detecting these fish in reservoirs (Vysotska et al., 2022). To complement these methods, it is essential to

incorporate remote sensing techniques for monitoring the state of their natural food base. Notably, during the early stages of ontogenesis, *Daphnia sp.* plays a significant role in this ecological context.

When considering variations in the spectral SCPs as potential markers for the presence of *Daphnia sp.* clusters within the phytocenosis backdrop, several key points should be highlighted. These SCPs offer valuable insights into the ecological dynamics of these zooplankton populations. When considering a phytocenosis governed by the principles of MMS, it becomes prudent to explore the correlations between colorimetric parameters associated with photosynthetic productivity, stability, and pigment diversity. These parameters can serve as valuable SCPs for understanding the ecological dynamics within such ecosystems. Let's delve into the implications of these premises regarding colorimetric parameters and their significance in the context of *Daphnia sp.* This premise should be augmented by considering the impact of plant pigments within the digestive system of translucent *Daphnia sp.* individuals and the role of hemoglobin in their circulatory system lacunae on the values of these SCPs. The nature of this influence will be characterized by specific correlations between the values of the components in the RGB model of a digital photograph.

Drawing from the aforementioned information, we can formulate the following goals and objectives for this study.

The objective of this study is to devise a precise scientific and technical methodology for constructing a preliminary version of a procedure aimed at remotely detecting the presence of a substantial population of zooplankton filter feeders within a designated reservoir area. This detection process relies on computer analysis of digital photographs captured in that area, with a specific focus on attracting zooplankton using white light.

To address this objective, we need to tackle the following challenges:

- computing tables of correlations for the RGB components by analyzing the corresponding digital photos. This model represents digital photos of a phytobenthos area before zooplankton attraction using white light;

- computing tables of correlations for the RGB components by analyzing the corresponding digital photos. This model represents digital photos of a section of phytobenthos after attracting zooplankton using light;

- identifying SCPs that can be employed in the procedure for remotely detecting a substantial population of zooplankton filter feeders within a designated reservoir section. This involves a comparative analysis of correlation tables based on the RGB model components of digital photos taken both before and after attracting zooplankton using white light.

Material and methods of research. We investigated the diagnostic potential of statistically significant ($p > 0.05$) correlations of SCPs identified in this study under controlled aquarium conditions. In two experimental variants, zooplankton attraction was achieved through radiation from a white LED. In two control variants, this attraction was not implemented. The diagnostic utility of the identified SCPs is relevant to the procedure for remotely detecting a substantial population of zooplankton filter feeders within a specific area of the reservoir. During the aquarium experiments, we captured digital photos of 2x2 cm areas located directly adjacent to the point where zooplankton attraction occurred in the experimental variants using white LED radiation. These photos were taken under conditions simulating the scenario, utilizing onboard drone equipment hovering at a height of 1-2 m above the water surface.

In the study, computer processing of the acquired photos was performed using a Python-based software package which enables the determination of RGB model component values for each pixel in the image, which can then be entered into a table. Based on the table's data, correlation tables (Pearson correlation) that capture the relationships between colorimetric parameters in digital photos of the aforementioned aquarium sections obtained from both experimental and control variants were computed.

Results and their discussion. In the study, the following four variants of aquarium experiments were conducted:

- control variant: we consider a phytocenosis that simulates a biofilm of microscopic algae on the river bottom. This variant excludes zooplankton individuals and involves attraction using white light (RBNL);

- experimental variant: we consider a phytocenosis that simulates a biofilm of microscopic algae on the river bottom. This variant excludes zooplankton individuals and involves the implementation of white light (RBL);

- control variant: we consider a phytocenosis that simulates a biofilm of microscopic algae on the pond bottom. This variant includes the presence of *Daphnia pulex* individuals, averaging 70-100 specimens per liter, but excludes their attraction using white light (PBNL);

- experimental variant: we consider a phytocenosis that simulates a biofilm of microscopic algae on the pond bottom. This variant includes the presence of *Daphnia pulex* individuals, averaging 70-100 specimens per liter, and involves attracting them using white light (PBL) to enhance their population size.

Based on the work conducted, we have computed correlation tables that capture the colorimetric relationships within the aforementioned aquarium sections. These colorimetric parameters provide insights into specific aspects of the MMS and their interaction with *Daphnia pulex* accumulations.

The expression $R/(R+G+B)$ represents a colorimetric parameter that reflects the presence of yellow and red-orange phytopigments in MMS. Additionally, it correlates with the coloration of *Daphnia pulex*. The abundance of these phytopigments in the simulated MMS system is linked to the aging and demise of photo-producer cells that can no longer engage in active photosynthesis. The expression $G/(R+G+B)$ serves as a colorimetric parameter that indicates the presence of green chlorophyll phytopigments within MMS. This parameter also correlates with the coloration of *Daphnia pulex*. Specifically, the abundance of these phytopigments in MMS is directly linked to the photo producers' capacity for active photosynthesis. The expression $(G+R)/(R+G+B)$ represents a colorimetric parameter that encompasses the total contribution of green, yellow, and red-orange phytopigments within MMS. Additionally, it correlates with the coloration of *Daphnia pulex*. This parameter provides insights into the presence of various cell types, including young, living, actively photosynthesizing cells, as well as older and deceased cells. The expression R/G corresponds to a colorimetric parameter known as the "yellow-green index." This parameter provides insights into the diversity and stability of pigments within the simulated MMS system.

In the context of this study, the correlation relationships among these colorimetric parameters are quantified using Pearson correlation coefficients. These coefficients hold diagnostic potential for the procedure aimed at remotely detecting a substantial population of zooplankton filter feeders within a specific section of a reservoir. SCPs obtained from the four aquarium experiment variants are included in Table 1-4.

Table 1

Pearson correlation coefficients between the colorimetric parameters of the phyto-benthos microalgal film in the RBNL aquarium experiment. The coefficients, along with their statistical significance indicators, are provided at the intersections of rows and columns in the table

Colorimetric parameters	(R+G)/(R+G+B)	G/(R+G+B)	R/(R+G+B)	R/G
(R+G)/(R+G+B)		0.42 (p<0.05)	0.95 (p<0.05)	0.76 (p<0.05)
G/(R+G+B)	0.42 (p>0.05)		0.12 (p<0.05)	-0.27 (p<0.05)
R/(R+G+B)	0.95 (p<0.05)	0.12 (p<0.05)		0.92 (p<0.05)
R/G	0.76 (p<0.05)	-0.27 (p<0.05)	0.92(p<0.05)	

Table 2

Pearson correlation coefficients between the colorimetric parameters of the micro-algal film of phyto-benthos, obtained in the RBL aquarium experiment

Colorimetric parameters	(R+G)/(R+G+B)	G/(R+G+B)	R/(R+G+B)	R/G
(R+G)/(R+G+B)		0.41 (p<0.05)	0.97 (p<0.05)	0.77 (p<0.05)
G/(R+G+B)	0.41 (p>0.05)		0.14 (p<0.05)	-0.27 (p<0.05)
R/(R+G+B)	0.97 (p<0.05)	0.14 (p<0.05)		0.92 (p<0.05)
R/G	0.77 (p<0.05)	-0.27 (p<0.05)	0.92(p<0.05)	

The data in Table 1 and Table 2 exhibit minimal differences, which are statistically insignificant. Illumination with white LED light increases the brightness of an object across the red, green, and blue regions of the spectrum, but to an equal extent for all of these regions. Consequently, substantial alterations in the correlations among the aforementioned colorimetric parameters are not anticipated. The exceedingly minor discrepancies manifest during the digital photo registration process. Such discrepancies may arise due to the stochastic nature of photo registration processes at the individual pixel level. Notably, zooplankton were absent in the aquarium experiment variants RBNL and RBL. Hence, as anticipated, the zooplankton's response to white LED radiation did not yield a discernible effect.

In the aquarium experiment variants PBNL and PBL, areas without attraction to white LED radiation exhibited *Daphnia pulex* concentrations ranging from 70 to 100 specimens per liter. In areas where attraction to white LED radiation occurred, these concentrations increased by 3-4 times. This change was accompanied by statistically significant differences in the values of SPCs. These differences are as follows

- in the PBNL variant, there is a statistically significant (p <0.05) positive correlation of the values of the parameters R/G and (R+G)/(R+G+B);
- in the PBL variant, there is a statistically significant (p <0.05) negative correlation of the values of the parameters R/G and (R+G)/(R+G+B);
- in the PBNL variant, there is a statistically significant (p <0.05) positive correlation of the values of the parameters R/G and (R+G)/(R+G+B);
- in the PBL variant, there is a statistically significant (p <0.05) negative correlation of the values of the parameters R/G and (R+G)/(R+G+B).

Table 3

Pearson correlation coefficients between the colorimetric parameters of the micro-algal film of phyto-benthos, obtained in the PBNL aquarium experiment

Colorimetric parameters	(R+G)/(R+G+B)	G/(R+G+B)	R/(R+G+B)	R/G
(R+G)/(R+G+B)		0.26 (p<0.05)	0.50 (p<0.05)	0.18 (p<0.05)
G/(R+G+B)	0.26 (p>0.05)		-0.70 (p<0.05)	-0.90 (p<0.05)
R/(R+G+B)	0.50 (p<0.05)	-0.70 (p<0.05)		0.94 (p<0.05)
R/G	0.18 (p<0.05)	-0.90 (p<0.05)	0.94(p<0.05)	

Table 4

Pearson correlation coefficients between the colorimetric parameters of the micro-algal film of phyto-benthos in the PBL aquarium experiment

Colorimetric parameters	(R+G)/(R+G+B)	G/(R+G+B)	R/(R+G+B)	R/G
(R+G)/(R+G+B)		0.99 (p<0.05)	0.94 (p<0.05)	-0.87 (p<0.05)
G/(R+G+B)	0.99 (p>0.05)		0.88 (p<0.05)	-0.93 (p<0.05)
R/(R+G+B)	0.94 (p<0.05)	0.88(p<0.05)		-0.65 (p<0.05)
R/G	-0.87(p<0.05)	-0.93 (p<0.05)	-0.65 (p<0.05)	

Comparing the data in Table 3 and Table 4 enables us to identify SCPs that exhibits statistically significant changes ($p < 0.05$) when zooplankton are attracted with white LED radiation. These SCPs can serve as a marker for the presence of significant zooplankton concentrations in the water. It is about correlations of the values of the parameters R/G and R/(R+G+B) and correlations of the values of the parameters R/G and R/(R+G+B).

When discussing the results of this study, it is essential to consider the following factors.

Indicators of substantial *Daphnia pulex* presence in water have been identified. Notably, *Daphnia pulex* plays a crucial role in the life of mid-latitude zooplankton filter feeders by efficiently removing bacterial suspensions, including those caused by pathogens capable of triggering epidemics. Similarly, other representatives of the genus *Daphnia*, sharing biological similarities with *Daphnia pulex*, along with other *Cladocera*, also fulfill this role. The color nature of their translucent bodies may influence SPCs captured in digital photos of water surfaces when a substantial concentration of these hydrobionts is present. This increase occurs due to their attraction to white LED radiation. We are examining the impact of hemoglobin's SCPs within the circulatory system lacunae of these aquatic organisms on the observed changes. Additionally, we consider the influence of phytopigments from microalgae present in the digestive system of zooplankton filter feeders. These SCPs serve as the aforementioned markers. Their values reflect the correlations between the colorimetric parameters of MMS and the alterations induced by the attraction of zooplankton filter feeders to white LED radiation. Considering the objectives of your work, it is crucial that SCPs are derived through a procedure involving remote computer processing of digital water surface photographs. This approach ensures efficient data acquisition and analysis. In practice, this method can be implemented using drone platforms equipped with standard hardware included in the delivery package of commonly available and cost-effective drone models.

Indeed, it is appropriate to conclude that the study's objectives have been met, and the overarching goal has been successfully accomplished.

Conclusions.

The authors acknowledge that their findings are preliminary. While these results may not directly enable remote registration of substantial zooplankton filter feeder populations in water, they do provide a basis for an innovative approach to developing registration procedures. This approach takes into account the specific conditions under which such registration occurs. Indeed, expanding the technological repertoire for automatic and automated environmental monitoring systems is of paramount importance. This urgency is underscored by the biosecurity threats arising from global climate change. Considering the creation of new science-intensive technologies for fundamental hydrobiological research, it is reasonable to conclude that the obtained results hold both practical and theoretical significance.

References

- Bespalov, Yu., Kabalyants, P., & Zuev, S. (2021). Relationships of diversity and evenness in adaptation strategies of the effect of protective coloration of animals. *Biorxiv*, 05.06.441914. <https://doi.org/10.1101/2021.05.06.441914>.

- Bespalov, Yu., Nosov, K., & Kabalyants, P. (2017). Discrete dynamical model of mechanisms determining the relations of biodiversity and stability at different levels of organization of living matter. *BioRxiv*, 161687. <https://doi.org/10.1101/161687>.
- Bukvareva, E.N. (2013). Optimization, Niche and Neutral Mechanisms in the Formation of Biodiversity. *American Journal of Life Sciences*, 1(4), 174–183. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ajls.20130104.16>.
- Duarte, R.C., Flores A.V., & Stevens, M. (2017). Camouflage through colour change: mechanisms, adaptive value and ecological significance. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences*, 372(1724). <https://doi:10.1098/rstb.2016.0342>.
- Endler, J.A., & Mappes, J. (2017). The current and future state of animal coloration research. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B: Biological Sciences*, 372, 1724. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0352>.
- Golubkovskaja, Je.K. (1978). Biologicheskie osnovy ochistki vody. Uchebnoe posobie dlja studentov stroitel'nyh special'nostej vuzov. Vysshaja shkola. 268.
- Green, J.B.A. (2021). Computational biology: Turing's lessons in simplicity. *Biophysical Journal*. 120 (19), 4139-4141. <https://doi.org/10.1016/j.bpj.2021.08.041>.
- Grigoriev, A.Ya., Levchenko, A.V., Ryabovol, A., Vysotska, O.V., & Kalashnikova, V.I. (2021). Distance reading fishes in the water area by colorimetric parameters related to productivity and diversity of phytobentos. 4-th International scientific and practical conference "Information systems and technologies in medicine" (ISM–2021), 57–58.
- Groves, P.A., Alcorn, B., Wiest, M.M., Maselko, J.M., & Connor, W.P. (2016). Testing unmanned aircraft systems for salmon spawning surveys. *Facets*, 1(1), 187–204. <https://doi:10.1139/facets-2016-0019>.
- Hou, L., Chen, S., Chen, H., Ying, G., Chen, D., Liu, J., Liang, Y., Wu, R., Fang, X., Zhang, C., & Xie, L. (2019). Rapid masculinization and effects on the liver of female western mosquitofish (*Gambusia affinis*) by norethindrone. *Chemosphere*, 216, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.10.130>.
- Huang, G.-Y., Liu, Y.-S., Liang, Y.-Q., Shi, W.-J., Yang, Y.-Y., Liu, S.-S., Hu, L.-X., Chen, H.-X., Xie, L., & Ying, G.-G. (2019). Endocrine disrupting effects in western mosquitofish *Gambusia affinis* in two rivers impacted by untreated rural domestic wastewaters. *Science of The Total Environment*, 683, 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.231>.
- Kudo, H., Koshino, Y., Eto, A., Ichimura, M., & Kaeriyama, M. (2012). Cost-effective accurate estimates of adult chum salmon, *Oncorhynchus keta*, abundance in a Japanese river using a raDOI-controlled helicopter. *Fisheries Research*, 119–120, 94–98. <https://doi:10.1016/j.fishres.2011.12.010>.
- Lenssen, N., Schmidt G., J. Hansen, M. Menne, A. Persin, R. Ruedy, & Zyss, D. (2019). Improvements in the GISTEMP uncertainty model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(12), 6307–6326, <https://doi:10.1029/2018JD029522>.
- Levashov, D.E., Mikheyich, P.A., Sedov, A.Yu., Kantakov, G.A., & Voronkov, A.P. (2004). Laser plankton meter TRAP-7A, a new sensor for CTD probing. *Sea Technology*. 45(2). 61–65.
- Margalef, R. (1967). Concepts relative to the organization of plankton. *Oceanogr. Annual Review of Marine Science*, 5, 257–289.
- Maselko, J.M., & Connor, W.P. (2016). Testing unmanned aircraft systems for salmon spawning surveys. *Facets*, 1, 187–204. <https://doi:10.1139/facets-2016-0019>.
- Newport, C., Green, N.F., McClure, E. C., Osorio, D.C., Vorobyev, M., Marshall, N.J., & Cheney, K.L. (2017). Fish use color to learn compound visual signals. *Animal Behaviour*. 125, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2017.01.003>
- Olenin, A.L., Badyukov, I.D., Korovchinskij, N.M., & Aistov E.A. (2021). Video system for monitoring zooplankton and suspended particles. *Trudy vniro*. 184, 149–158. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-184-149-158>.

- Panayotova, I.N., & Horth, L. (2018). Modeling the impact of climate change on a rare color morph in fish. *Ecological Modelling*, 387, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.08.008>.
- Pauly, D., & Zeller, D. (2016) Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature Communications*, 7, 10244. <https://doi.org/10.1038/ncomms10244>.
- Picheral, M., Guidi, L., Stemann, L., Karl, D.M., Iddaoud, G., & Gorsky, G. (2010). The Underwater Vision Profiler 5: An advanced instrument for high spatial resolution studies of particle size spectra and zooplankton. *Limnology and Oceanography: Methods*, 8, 462–473. <https://doi.org/10.4319/lom.2010.8.462>.
- Turing, A.M. (1952). The Chemical Basis of Morphogenesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences*, 641, 37–72. <https://doi.org/10.1098/rstb.1952.0012>.
- Vissio, P.G., Darias, M.J., Di Yorio, M.P., Sirkin, D.I. P., & Delgadin, T.H. (2021). Fish skin pigmentation in aquaculture: The influence of rearing conditions and its neuroendocrine regulation. *General and Comparative Endocrinology*, 301, 113662. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2020.113662>.
- Vysotska, O., Nosov, K., Hnoevyi, I., Porvan, A., Rysovana, L., Dovnar, A., Babakov, M., & Kalenichenko, M. (2022). Image processing procedure for remote recording of the *Gambusia* sp. introduced into a water for anti-malaria. *Technology Audit and Production Reserves*, 1(2(63)), 14–19. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.252297>.
- World Health Organization. World malaria report 2019. (2019, December 4). <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565721>.
- World Health Organization. World malaria report 2021. (2021, December 6). <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2021>.



VETERINARY TRANSFUSIOLOGY IN THE HISTORICAL CONTEXT

O.M. Denysova, K.R. Hrebenuk, T.I. Yakimenko, N.I. Hladka,
V.O. Prykhodchenko, G.F. Zhegunov, K.D. Ugai
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,
E-mail: denysova78@gmail.com

Annotation. Modern veterinary transfusiology is a critically important field that significantly influences the quality of medical care available for animals. This is especially relevant for service animals that work in conflict zones or emergency situations, where the need for immediate blood transfusion may be life-saving. Research into the development of this field shows how advances in scientific knowledge and technology have substantially improved blood transfusion practices in veterinary medicine, enhancing survival rates for patients. The objective of this work is to trace the evolution of blood transfusion methods from early experiments in the 17th century to modern techniques, to reveal the significance of blood grouping in reducing incompatibility risks, and to assess the role of component therapy and cryopreservation in preserving donor blood. The study demonstrated that the historical development of transfusion practices in veterinary medicine has laid the foundation for creating modern methods that greatly improve treatment effectiveness and animal safety. The introduction of blood group identification and component therapy has reduced incompatibility risks, achieved through accumulated scientific knowledge and numerous experiments. Cryopreservation of donor blood has been a particularly important step, enabling the creation of reserves for emergency assistance, which is essential in veterinary practice. Thanks to this, veterinary medicine today can effectively use donor blood components, provide more reliable and faster help in cases of blood loss and other critical conditions. The historical overview of the development of veterinary transfusion underlines the importance of further research in this field. This is necessary to improve blood preservation methods, reduce infection risks, and ensure the availability of donor blood in emergency cases. The obtained results make a valuable contribution to developing high standards of safety and effectiveness in animal treatment.

Key words: *blood transfusion, transfusion therapy, transfusion medicine, history of transfusion medicine.*

ВЕТЕРИНАРНА ТРАНСФУЗІОЛОГІЯ В ІСТОРИЧНОМУ КОНТЕКСТІ

**О.М. Денисова, К.Р. Гребенюк, Т.І. Якименко, Н.І. Гладка,
В.О. Приходченко, Г.Ф. Жегунов, К.Д. Югай**

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,

E-mail: denysova78@gmail.com

Анотація. Сучасна ветеринарна трансфузіологія є критично важливим напрямом лікування та підтримки життя тварин, що розширює можливості надання якісної медичної допомоги. Особливо це актуально для службових тварин, що працюють у зонах бойових дій або надзвичайних ситуацій, де потреба у негайному переливанні крові може бути життєво необхідною. Дослідження розвитку цієї галузі демонструє, що розширення наукових знань і технологій суттєво вдосконалило методи переливання крові у ветеринарії, що підвищує шанси на виживання пацієнтів. Робота має на меті простежити еволюцію методів переливання крові від ранніх експериментів XVII ст. до сучасних методик, розкрити значення груп крові у зниженні ризиків несумісності, оцінити роль компонентної терапії та кріоконсервування для збереження донорської крові. Дослідження продемонструвало, що історичний розвиток трансфузійної практики у ветеринарії став основою для створення сучасних методів, які значно підвищують ефективність лікування та безпеку для тварин. Впровадження визначення груп крові та компонентної терапії дозволило зменшити ризики несумісності, що було досягнуто завдяки накопиченим науковим знанням та численним експериментам. Кріоконсервування донорської крові стало особливо важливим кроком, дозволяючи створювати резерви для невідкладної допомоги, що є життєво необхідним у ветеринарній практиці. Завдяки цьому сьогодні ветеринарна медицина має можливість ефективно використовувати компоненти донорської крові, забезпечуючи більш надійну та швидку допомогу у випадках крововтрати та інших критичних станів. Історичний огляд розвитку трансфузійної ветеринарії підкреслює важливість подальших досліджень у цій галузі. Це необхідно для вдосконалення методів збереження крові, зниження ризиків інфекцій та забезпечення доступності донорської крові у випадках невідкладної допомоги. Отримані результати є цінним внеском у розвиток високих стандартів безпеки та ефективності в лікуванні тварин.

Ключові слова: *переливання крові, трансфузійна терапія, трансфузійна медицина, історія трансфузійної медицини.*

Вступ. Втрата крові під час військових конфліктів завжди залишалася однією з основних причин загибелі поранених, як серед людей, так і серед тварин. Особливо це стосується службових собак, які виконують критично важливі завдання на полі бою, включаючи пошук та порятунок, а також евакуацію постраждалих (Miller et al. 2018; Evernham et al., 2024). В умовах сучасних конфліктів ветеринарна медицина стикається з новими викликами, одним із яких є трансфузія крові (Taylor, 2009; Edwards et al., 2021). Це не просто технічна процедура; вона є життєво важливим етапом лікування тварин, що дозволяє врятувати їхнє життя під час травм, хірургічних втручань чи лікування анемії.

Ветеринарна трансфузіологія — це спеціалізований розділ ветеринарної медицини, що вивчає процеси переливання крові та її компонентів, визначає типи крові у різних видів тварин, а також досліджує питання сумісності та посттрансфузійних реакцій. Це важлива частина ветеринарної практики, оскільки знижує ризики, пов'язані з великими крововтратами та забезпечує необхідну підтримку організму під час критичних станів. Історично, кров завжди привертала увагу людства. У давні часи їй приписували магичні властивості: люди пили кров загиблих воїнів, вірячи, що це надає їм сили та мужності. Лікарі стародавності вважали, що баланс крові є важливим для здоров'я, і використовували

кровопускання для лікування багатьох захворювань. Ці ранні уявлення про кров і трансфузію мали значний вплив на формування медичних практик (Greenwalt, 1997).

Трансфузії крові у тварин почали практикуватися лише після детального вивчення системи кровообігу в XVII ст. (Hale, 1995). Відкриття системи крові DEA стало важливим кроком до забезпечення безпеки та ефективності процесу переливання. Сучасні підходи до трансфузійної терапії включають не тільки технічні аспекти, але й етичні питання, пов'язані з добробутом тварин (Conversy et al., 2013). Дослідження історії ветеринарної трансфузіології є надзвичайно важливим для розуміння сучасних досягнень у цій галузі. Історичний досвід накопичення знань про процеси переливання крові та вивчення її компонентів відкриває перед сучасними ветеринарами нові можливості, які раніше здавалися неможливими. Ранні дослідження та експерименти, починаючи з XVII ст., заклали основу для сучасних методик трансфузійної терапії (Yagi & Holowaychuk, 2016). Без цих історичних досягнень і поступового вдосконалення методів переливання крові неможливо було б досягти нинішнього рівня безпеки та ефективності у ветеринарній трансфузіології.

Знання історії дозволяє ветеринарам і дослідникам критично оцінювати та вдосконалювати сучасні методи, уникаючи помилок минулого. Історія трансфузіології – це також історія наукових інновацій, випробувань та помилок, що поступово привели до розробки надійних протоколів, визначення сумісності крові та створення банків крові для тварин. Вивчення цих історичних етапів дає змогу краще розуміти, які аспекти є найбільш важливими для досягнення успішного результату при лікуванні тварин сьогодні. Окрім того, історія трансфузіології ілюструє еволюцію ставлення людства до тварин та їхнього добробуту. Якщо в минулому головний акцент робився на технічні аспекти переливання, то сьогодні все більше уваги приділяється саме гуманним аспектам, включаючи покращення якості життя тварин. Таким чином, історичні знання допомагають ветеринарній науці зберігати баланс між технічними досягненнями та етичними стандартами.

Мета роботи. Встановити основні етапи становлення та розвитку ветеринарної трансфузіології, визначити її еволюційні досягнення та значення трансфузійної терапії у сучасному лікуванні тварин. Стаття спрямована на вивчення основних етапів становлення цієї галузі медицини, від ранніх практик переливання крові до сучасних методів та технологій, що використовуються у ветеринарії.

Результати досліджень та їх обговорення. Донорство (від лат. *donare* – дарувати) крові та її компонентів має довгу історію. У 1628 р. англійський лікар В. Гарвей зробив революційне відкриття про кровообіг у людському організмі, що стало фундаментом для подальших досліджень у медицині (Lotterman & Sharma, 2023). Його теорія кровообігу заклала основи для розуміння циркуляції крові, відкривши шлях до розвитку практики переливання крові. Вже невдовзі після цього була здійснена перша спроба переливання крові, що започаткувало нову еру в медицині та ветеринарії. Спочатку ці експерименти проводилися на тваринах. У 1665 р. англійський лікар Р. Лоуер став першим, хто успішно здійснив переливання крові між собаками, одночасно вивчаючи групи крові тварин (Fastag et al., 2013). Р. Лоуер провів експеримент, у ході якого повністю ексангвінував собаку, довівши її до стану критичної втрати крові, а потім з'єднав шийні артерії цієї тварини з яремною веною іншої. Це було перше успішне переливання крові, під час якого реципієнт швидко почав одужувати, активно рухаючись і не демонструючи ознак болю. Досвід Р. Лоуера ознаменував початок розвитку трансфузій як методу реанімації, незважаючи на складнощі, пов'язані з проблемами згортання крові в попередніх спробах.

У 1667 р. Р. Лоуер та французький лікар Ж.Б. Дені незалежно один від одного зробили важливий крок у розвитку трансфузійної медицини, провівши переливання крові між різними видами – від тварин до людей (Lower, 2002; Jaulin & Lefrère, 2010). Р. Лоуер і Ж.Б. Дені здійснили переливання баранячої крові пацієнтам. Ж.Б. Дені, наприклад, здійснив переливання 15-річному хлопчикові, який страждав на лихоманку, і після процедури спостерігав покращення стану дитини.

Однак такі процедури не завжди завершувалися успішно. Під час другого переливання, яке Ж.Б. Дені провів барону Бонду, синові шведського прем'єр-міністра, результати були невтішними, і хворий не був вилікуваний (Greenwalt, 1997). У тому ж році Ж.Б. Дені здійснив знакове переливання телячої крові 34-річному А. Моруа, який після першого переливання почав виглядати спокійнішим. Але після другого переливання у А. Моруа з'явилися важкі ускладнення: біль, носова кровотеча та темна сеча, що вказували на гострий гемоліз. Пацієнт помер через кілька днів, і дружина звинуватила Ж.Б. Дені в його смерті, що призвело до судового процесу. Хоча лікар був виправданий, цей випадок призвів до введення заборони на переливання крові у Франції та інших країнах, що на 150 років уповільнило прогрес у розвитку трансфузійної медицини (Bird, 1971).

У 18 ст. була визнана цінність трансфузії для пацієнтів із тяжкими пораненнями та кровотечами. У 1749 р. член Паризького факультету Кантвелл висловив думку, що переливання крові не повинно бути забороненим у безвихідних ситуаціях. У 1788 р. М. Роза опублікував результати дослідження, яке підтверджувало, що для успішної реанімації тварин у стані важкого шоку необхідно використовувати цільну кров, а не сироватку (Greenwalt, 1997).

У 1795 р. у США американський лікар Ф.С. Фізик провів першу трансфузію крові від людини до людини, хоча дані про цю процедуру не були опубліковані. У 1818 р. британський акушер Д. Бланделл здійснив перше успішне переливання людської крові пацієнтці, яка страждала від післяпологової кровотечі, використовуючи в якості донора чоловіка пацієнтки (Dzik, 2018). З 1825 по 1830 рр. Дж. Бланделл провів 10 трансфузій, п'ять з яких були успішними. Це стало одним із перших успішних переливань крові від людини до людини.

Дж. Бланделл також опублікував результати своїх досліджень та розробив перші зручні інструменти для взяття та переливання крові. Для проведення переливань він використовував латунний шприц, а згодом створив інструмент під назвою «імпелер» – лійкоподібний пристрій, який використовувався до кінця ХІХ ст. Хоча Дж. Бланделл виступав проти переливання крові тварин людям, ця практика залишалася поширеною в медичній практиці (Kilduffe & DeBaKey, 1942).

Проте повідомлення про переливання крові залишалися рідкісними, оскільки згортання крові становило звичайну перешкоду при проведенні цієї процедури. У коледжі Святого Георгія в Лондоні в 1840 р. С.А. Лейн, під керівництвом Дж. Бланделла, провів перше успішне переливання крові для лікування гемофілії (Ellis, 2005). Наприкінці 1800-х рр. різні лікарі провели значну роботу з вивчення наслідків переливання крові різних видів. У 1867 р. англійський хірург Д. Лістер вперше застосував антисептики для запобігання інфекцій під час переливань крові.

Системи груп крові АВО. У 1900 р. австрійський дослідник К. Ландштейнер відкрив групи крові у людей, що стало революційним досягненням у медицині (Tan & Graham, 2013). Це відкриття заклало основу для підбору крові перед переливанням, що значно підвищило безпеку трансфузійних процедур. Натомість переливання крові між людьми в цей період часто проходило без серйозних ускладнень, що частково можна пояснити низькою ймовірністю несумісності за системою АВО серед випадкових донорів у європейській популяції (близько 35,6 %). Проте деякі випадки все ж призводили до смертельних наслідків, які не могли бути пояснені на той час. Ситуація змінилася лише з відкриттям К. Ландштейнером системи груп крові, що дозволило значно покращити результати переливань завдяки тестуванню сумісності крові донорів і реципієнтів (Bertsch et al., 2019). За свої відкриття К. Ландштейнер отримав Нобелівську премію у 1930 р. (Noor & Siti, 2024).

Колеги К. Ландштейнера, А. Кастелло і А. Стурла, у 1902 р. додали до списку груп крові четверту – АВ (Hosgood, 1900; Boulton, 2013). У 1907 р. Гектоен зробив припущення, що безпека трансфузій може бути вдосконалена, якщо кров донора і реципієнта перевіряти на сумісність, щоб уникнути ускладнень (Greenwalt, 1997).

Відкриття групи крові АВ стало важливим стимулом для вивчення аналогічних систем у ветеринарній медицині. Перші групи крові у собак були ідентифіковані у 1910 р. німецькими дослідниками Фон Дангерном і Гіршфельдом (цитуються як Swisher and Young), які виявили чотири групи крові на основі імунних ізоаглютининів (Young et al., 1952; Swisher & Young, 1961). Пізніше, у 1950-х р. Swisher and Young розширили знання про собачі групи крові, описавши антигени, що відповідають системам А, В, С, D, E, F і G. Міжнародні семінари, проведені у 1972 та 1974 рр., мали на меті стандартизацію системи груп крові собак, внаслідок чого була введена номенклатура собачих еритроцитарних антигенів (DEA). Наразі ця система включає антигени DEA 1.1, DEA 1.2, DEA 3, DEA 4, DEA 5 та DEA 7 (Bank et al., 2023).

Ізоаглютиніни вперше були виявлені у кішок у 1915 р., але антигени еритроцитів котів, позначені як О та EF, не були описані до 1950 р. Ці антигени знову були охарактеризовані у 1962 р. та отримали позначення А і В.Л. Ауер і К. Белл у 1980 р. надали подальшу характеристику груп крові, визначивши систему АВ з типами А, В та АВ, яка залишається актуальною до сьогодні (Auer & Bell, 1981). Вони також стали першими, хто описав реакції переливання крові, що виникають внаслідок природних ізоантитіл у несумісних за групами крові котів. Системи груп крові були описані у людей і тварин протягом більш ніж століття, і, незважаючи на це, процес відкриття та опису ще далекій від завершення. Сфера ветеринарної трансфузіології опиняється в особливо цікавій ситуації, що не відрізняється від тих подій, які відбувалися десятиліття тому у сфері трансфузіології людини.

На початку ХХ ст. розвиток трансфузіології значно просунувся завдяки низці відкриттів, що зробили переливання крові безпечнішим і ефективнішим процесом. У 1907 р. американський лікар Р. Йорк уперше провів переливання крові з використанням методу перехресної сумісності. Він продемонстрував, що підбір крові донора і реципієнта за групами значно знижує ризик ускладнень, які раніше супроводжували процедури переливання. Водночас Л. Оттенберг зазначив, що групи крові успадковуються за принципами Менделя, та впровадив поняття «універсального донора» для людей із першою групою крові, яка підходила всім реципієнтам (Greenwalt, 1997).

Незважаючи на те, що підбір крові значно знизив ризик посттрансфузійних реакцій, на початку ХХ ст. проблема згортання крові залишалася серйозною перешкодою для розвитку трансфузіології. Зокрема, ризик тромбоутворення був високим при контакті крові з будь-якими поверхнями, окрім ендотелію судин. У разі виникнення тромбів у трансфузійних канюлях існувала ймовірність їх потрапляння в кровообіг і розвитку легеневої емболії. Саме через це переливання крові не набуло широкого застосування, особливо на тлі зростаючої популярності інфузій ізотонічних сольових розчинів, які знижували ризик тромбозу.

У 1908 р. французький хірург А. Каррель запропонував нову методику для тварин, яка дозволила обійти проблему згортання крові. Він розробив техніку з'єднання артерій із венами, створюючи безперервну ендотеліальну поверхню, що запобігала утворенню тромбів і дозволяла крові вільно текти між судинами. Цей метод, відомий як прямий метод або анастомоз, став основою для подальшого розвитку техніки прямого переливання крові. Незважаючи на те, що цей метод не прижився у практиці переливання крові, він відіграв важливу роль у розвитку трансплантології. За свої досягнення А. Каррель отримав Нобелівську премію в 1912 р. (Yagi & Holowaychuk, 2016).

На початку 1900-х рр. інтенсивно досліджувались методи профілактики згортання крові. Часткове уповільнення згортання вдалося досягти за допомогою судин, покритих парафіном. Деякі дослідники експериментували з гірудином – антикоагулянтом, отриманим з п'явок. Проводилися випробування гірудину на собаках, одна з яких загинула. Водночас інші дослідники активно шукали ефективні антикоагулянти для збереження крові. Спочатку експериментували з різними речовинами, включаючи фосфат натрію, сульфат амонію та бікарбонат натрію. Однак переливання з цими антикоагулянтами не

завжди були успішними. У 1890 р. Н.М. Артюс виявив, що цитрат натрію може зберігати кров у рідкому стані протягом тривалого часу (Arthus & Pagès, 1890). Це відкриття стало основою для подальших досліджень.

Нарешті, у 1914 р. Р. Левісон вперше застосував цитрат натрію як антикоагулянт для непрямого переливання крові в лікарні Маунт Синай у Нью-Йорку. Цей прорив дав можливість зберігати донорську кров, але на широке використання цитрату знадобилося ще близько десяти років (Mollison, 2000). У 1916 р. Ф. Рос та Д.Р. Турнер удосконалили цю технологію, додаючи до розчину цитрату натрію глюкозу, що дозволяло зберігати кров протягом кількох днів після забору. Вони також запровадили використання закритих контейнерів для зберігання крові, що зробило процес ще безпечнішим (Rous & Turner, 1916).

Після успішного використання цитрату натрію як антикоагулянта для зберігання донорської крові, вчені звернули увагу на необхідність розробки нових розчинів, які б подовжували терміни зберігання еритроцитів, зберігаючи їх функціональність і життєздатність. У 1940-х рр. значний прогрес був досягнутий завдяки створенню цитрат-декстрозних (ACD) розчинів (Orlina & Josephson, 1969). Ці розчини містили ацидофільну форму цитрату натрію разом із декстрозою, що дозволило уникнути проблеми карамелізації, яка виникала під час автоклавовання традиційних розчинів з декстрозою.

У 1930-х рр. у Радянському Союзі було створено першу систему зберігання донорської крові, що поклало початок організованій донорській службі. Одним із важливих нововведень того часу стало впровадження компонентної терапії, що дозволила використовувати не тільки цільну кров, а й її окремі компоненти, такі як плазма. У 1937 р. в США (м. Чикаго) було відкрито перший банк крові, де вперше проводилися організовані процедури зберігання (Hess, 2006). У цей час О.Х. Робертсон заснував банк крові в армійському госпіталі США, використовуючи автоклавовані набори для збору крові, які забезпечували зберігання до 800 мл з додаванням 3,8% цитрату натрію (Robertson, 1918). Б. Фантус описав збір 500 мл крові з 2,5% цитратом натрію, що зберігалася при температурі 4-6 °С, протягом 4-5 днів. У 1940-х рр. розробили кислотно-цитратні розчини декстрози, які продовжили термін зберігання еритроцитів до 21 дня. Згодом, у 1960 р., введення розчинів, що містять аденін, збільшило термін зберігання до 42 днів. Ці досягнення суттєво поліпшили можливості зберігання еритроцитів, зменшуючи потребу в свіжій цільній крові.

Паралельно з розвитком гемотрансфузії у медицині, подібні підходи почали застосовуватися у ветеринарії. Перші спроби переливання крові у тварин були здійснені під час Першої світової війни, коли для порятунку полкових коней переливали кров від одного коня до іншого (Cotter, 1991; Schneider, 2003). У 1930-х рр. ці методи були застосовані для прикордонних собак, а після Другої світової війни – для домашніх тварин, зокрема котів та собак (Boulton, 2015). Протягом Другої світової війни масові переливання крові стали необхідністю в медицині, що також вплинуло на військову ветеринарію, де аналогічні підходи використовувалися для порятунку поранених службових тварин. Після цього, ветеринарна медицина активно почала переймати стандарти донорства та консервування крові, що сформувались у людській медицині.

У 1960-х рр. як у медицині, так і у ветеринарії практикували переливання крові без обов'язкового підбору груп крові, що не завжди враховувало індивідуальні особливості організмів. Це призводило до підвищеного ризику виникнення небажаних реакцій, зокрема гемолізу. Незважаючи на це, даний підхід дозволив розширити практику застосування переливання крові у ветеринарії.

Важливим кроком у розвитку ветеринарної трансфузіології стало впровадження у 1980-х рр. компонентної терапії, що дозволило використовувати окремі компоненти крові для лікування. У цей період в США з'явилися перші банки крові для тварин, створені в університетах та клініках швидкої ветеринарної допомоги (Diamond, 1980; Klein, 2017). Це стало ключовим етапом у розвитку ветеринарної медицини, адже тепер з'явилася

можливість зберігати та використовувати компоненти донорської крові, що суттєво зменшувало ризики та покращувало ефективність лікування (Davidow, 2013).

У 2018 р. в Україні були створені перші банки крові для тварин у Києві та Одесі, що стало важливим етапом у розвитку ветеринарної медицини країни. Ці установи забезпечують можливість зберігання донорської крові та надання необхідної допомоги домашнім тваринам. З часом кількість банків крові для тварин збільшилася, і зараз вони діють у таких містах, як Харків, Львів та Дніпро. Це суттєво розширило доступ до якісної медичної допомоги, зокрема для проведення трансфузій, підвищивши ефективність лікування тварин, особливо в екстрених випадках.

Сучасні практики застосування компонентної терапії в Україні включають використання еритроцитів, свіжозамороженої плазми та інших компонентів, що забезпечує більше можливостей для лікування тварин у критичних станах (Malyuk et al. 2023; Малюк, 2023). Використання окремих компонентів дозволяє лікарям адаптувати лікування відповідно до конкретних потреб пацієнтів, покращуючи результативність і безпеку трансфузій. Цей підхід також знижує ризики можливих ускладнень, таких як імунні реакції або інфекційні захворювання, що робить процедуру переливання крові більш надійною та ефективною.

З початком розвитку банків крові для тварин у ветеринарній практиці постало питання тривалого зберігання компонентів крові, яке не могло бути вирішене лише стандартними методами охолодження. Кріоконсервування стало наступним логічним кроком у розвитку ветеринарної трансфузіології, дозволяючи значно продовжити терміни зберігання крові без втрати її функціональних якостей (Scott et al., 2005). Кріоконсервування, або заморожування з використанням кріопротекторів, забезпечує тривале зберігання еритроцитів, плазми та інших компонентів крові при дуже низьких температурах (до $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ у рідкому азоті). Ця технологія вже активно використовується в медицині, проте її адаптація до ветеринарії вимагає розробки специфічних методів і протоколів для різних видів тварин, враховуючи їх фізіологічні відмінності (Zhegunov et al., 2022).

На початку впровадження методів кріоконсервування особливу увагу приділяли дослідженню кріопротекторів, таких як гліцерол, диметилсульфоксид (ДМСО) та поліетиленгліколь (Sputtek et al., 1994; Liu et al., 2002; Kim et al., 2004; Denisova et al., 2005; Rogozhykh et al., 2017; Hon et al. 2020; Denysova & Zhegunov, 2021). Ці речовини допомагають мінімізувати утворення льодових кристалів, що пошкоджують мембрани клітин, зберігаючи їх структуру та функціональні властивості після розморожування. Важливою перевагою кріоконсервування є можливість створення стратегічних запасів донорської крові для тварин. Це особливо актуально в екстрених ситуаціях, коли необхідно негайно провести трансфузію, але під рукою немає свіжої крові. Кріоконсервовані еритроцити можуть бути розморожені та використані в будь-який момент, що суттєво підвищує шанси на успішне лікування.

У 1990-х рр. почали з'являтися перші спеціалізовані лабораторії, де проводилися дослідження з кріоконсервування компонентів крові для різних видів тварин. Це стало можливим завдяки використанню сучасних технологій охолодження та заморожування, які дозволяли точно контролювати процес заморожування та подальшого зберігання. Важливим досягненням стало створення автоматизованих систем кріоконсервування, які мінімізували людський фактор і підвищили якість збережених компонентів.

Дослідження в галузі низькотемпературного зберігання клітин крові в наш час активно проводяться у світі (Lagerberg, 2021; Murray et al., 2022; Hu et al., 2023). Сучасні наукові розробки доводять перспективи цього напрямку у сфері біології та проведення трансфузії з метою лікування людей і тварин. Кріоконсервування еритроцитів тварин дозволяє зберігати та отримувати якісні клітини для їх використання в ветеринарній практиці.

Історія трансфузійної терапії у ветеринарії налічує більше ста років, починаючи з ранніх експериментів, коли ветеринарні лікарі вперше почали використовувати переливання крові для лікування хворих тварин. Хоча ці ранні спроби мали обмежений успіх, вони заклали основу для подальших досліджень у цій важливій галузі. Впровадження компонентної терапії в 1980-х рр. стало знаковим етапом у трансфузійній практиці, оскільки це дозволило лікарям використовувати окремі компоненти крові для лікування різноманітних станів. Сучасні банки крові для тварин, що з'явилися в університетах і клініках, забезпечують можливість зберігати і ефективно використовувати донорську кров, що значно знижує ризики та підвищує ефективність лікування, особливо в екстрених випадках.

Висновки.

Розвиток трансфузійної ветеринарної медицини пройшов значний шлях від перших випадків переливання крові до сучасних методик використання компонентів крові та кріоконсервування. Базуючись на численних дослідженнях, було доведено, що переливання крові є життєво важливим методом лікування, особливо для службових та спортивних тварин, які піддаються значним фізичним навантаженням. Упровадження компонентної терапії та створення перших банків крові для тварин стали революційними кроками, що дозволили використовувати донорську кров більш раціонально та ефективно.

У сучасних умовах трансфузійна допомога для тварин стала значно доступнішою завдяки розширенню мережі банків крові в різних країнах, включаючи Україну, де перші банки крові для тварин з'явилися лише нещодавно. Це створило нові можливості для своєчасного надання допомоги у випадках травм, хвороб та екстрених ситуацій. Важливо підкреслити, що технології зберігання крові та її компонентів, особливо кріоконсервування, відкривають можливості для створення стратегічних запасів, що є актуальним для службових та екзотичних тварин, які потребують спеціалізованої медичної підтримки.

Таким чином, завдяки досягненням у сфері трансфузійної ветеринарної медицини клініцисти мають змогу надавати якісну медичну допомогу більшій кількості тварин, що сприяє покращенню рівня ветеринарної медицини загалом. Подальші дослідження у сфері кріоконсервування та розширення мережі банків крові для тварин можуть ще більше підвищити ефективність і доступність таких методів лікування.

References

- Arthus, M., & Pagès, C. (1890). Nouvelle théorie chimique de la coagulation du sang. *Archives de Physiologie Normale et Pathologique Paris*, 2 (series 5), 739–746.
- Auer, L., & Bell, K. (1981). The AB blood group system of cats. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 12(4), 287–297. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.1981.tb01561.x>
- Bank, A.S., Farrell, K.S., & Epstein, S.E. (2023). Prevalence of dog erythrocyte antigen 1 in a population of dogs tested in California. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio)*, 33(2), 267–271. <https://doi.org/10.1111/vec.13263>
- Bertsch, T., Lüdecke, J., Antl, W., & Nausch, L.W.M. (2019). Karl Landsteiner: The discovery of the ABO blood group system and its value for teaching medical students. *Clinical Laboratory*, 65(6). <https://doi.org/10.7754/Clin.Lab.2018.181218>
- Bird, G.W. (1971). The history of blood transfusion. *Injury*, 3(1), 40–44. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(71\)80138-9](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(71)80138-9)
- Boulton, F. (2013). Blood transfusion; additional historical aspects. Part 1. The birth of transfusion immunology. *Transfusion Medicine*, 23(6), 375–381. <https://doi.org/10.1111/tme.12075>
- Boulton, F. (2015). Blood transfusion and the World Wars. *Medicine, conflict, and survival*, 31(1), 57–68. <https://doi.org/10.1080/13623699.2015.1023684>

- Conversy, B., Blais, M.-C., Carioto, L., & Beaudoin, J. (2013). Comparison of gravity collection versus suction collection for transfusion purposes in dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 49(5), 301–307. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-5917>
- Cotter, S. M. (1991). History of transfusion medicine. *Advances in veterinary science and comparative medicine*, 36, 1–8. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-039236-0.50006-0>
- Davidow, B. (2013). Transfusion medicine in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43, 735–756. <https://doi.org/10.1016/j.cvs.2013.03.007>
- Denisova, O.N., Zhgunov, G.F., & Babijchuk, L.A. (2005). Cryopreservation of animal's erythrocytes under dimethyl sulfoxide, polyethylene oxide and glycerol protection. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*, 15(2), 195–201. Retrieved from <http://cryo.org.ua/journal/index.php/probl-cryobiol-cryomed/article/view/632>
- Denysova, O., & Zhgunov, G. (2021). Cryopreservation of canine erythrocytes using dimethyl sulfoxide, polyethylene glycol and sucrose. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*, 31(1), 38–50. <https://doi.org/10.15407/cryo31.01.038>
- Diamond, L.K. (1980). A history of blood transfusion. In M.M. Wintrobe (Ed.), *Blood, Pure and Eloquent* (pp. 659–688). McGraw-Hill.
- Dzik, S. (2018). James Blundell, obstetrical hemorrhage, and the origins of transfusion medicine. *Transfusion Medicine Reviews*, 32(4), 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.2018.08.003>
- Edwards, T.H., Pusateri, A.E., Mays, E.L., Bynum, J.A., & Cap, A.P. (2021). Lessons learned from the battlefield and applicability to veterinary medicine - Part 2: Transfusion advances. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 571370. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.571370>
- Ellis, H. (2005, August). James Blundell, pioneer of blood transfusion. *British Journal of Hospital Medicine*, 68(8), 447. <https://doi.org/10.12968/hmed.2007.68.8.24500>
- Everham, E.L., Fedeles, B.T., & Knuf, K. (2024). Development and implementation of a standard operating procedure for military working dog blood collection, storage, and transport. *Journal of Special Operations Medicine*, 13(Mar), BLVF-5C1M. <https://doi.org/10.55460/BLVF-5C1M>
- Fastag, E., Varon, J., & Sternbach, G. (2013). Richard Lower: The origins of blood transfusion. *The Journal of Emergency Medicine*, 44(6), 1146–1150. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2012.12.015>
- Greenwalt, T.J. (1997). A short history of transfusion medicine. *Transfusion*, 37(5), 550–563. <https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.1997.37597293889.x>
- Hale, A.S. (1995). Canine blood groups and their importance in veterinary transfusion medicine. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 25(6), 1323–1332. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(95\)50157-3](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(95)50157-3)
- Hess J.R. (2006). An update on solutions for red cell storage. *Vox sanguinis*, 91(1), 13–19. <https://doi.org/10.1111/j.1423-0410.2006.00778.x>
- Hon, M., Thomovsky, E.J., Brooks, A.C., & Johnson, P.A. (2020). Cryopreservation of feline red blood cells in liquid nitrogen using glycerol and hydroxyethyl starch. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22(4), 366–375. <https://doi.org/10.1177/1098612X19850932>
- Hosgood G. (1990). Blood transfusion: a historical review. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 197(8), 998–1000.
- Hu, Y., Liu, X., Ekpo, M. D., Chen, J., Chen, X., Zhang, W., Zhao, R., Xie, J., He, Y., & Tan, S. (2023). Dimethylglycine can enhance the cryopreservation of red blood cells by reducing ice formation and oxidative damage. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(7), 6696. <https://doi.org/10.3390/ijms24076696>
- Jaulin, P., & Lefrère, J.J. (2010). Les premières transfusions sanguines en France (1667–1668) [First French transfusions (1667–1668)]. *Transfusion Clinique et Biologique*, 17(4), 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2010.05.001>
- Kilduffe, R.A., & DeBakey, M. (1942). *The blood bank and the technique and therapeutics of transfusions*. St. Louis: C.V. Mosby.

- Kim, H., Tanaka, S., Une, S., Nakaichi, M., Sumida, S., & Taura, Y. (2004). A comparative study of the effects of glycerol and hydroxyethyl starch in canine red blood cell cryopreservation. *Journal of Veterinary Medical Science*, 66(12), 1543–1547. <https://doi.org/10.1292/jvms.66.1543>
- Klein, H.G. (2017). The red cell storage lesion(s): of dogs and men. *Blood Transfusion*, 15(2), 107–111. <https://doi.org/10.2450/2017.0306-16>
- Lagerberg, J.W. (2021). Frozen blood reserves. *Methods in Molecular Biology*, 2180, 523–538. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0783-1_26
- Liu, J., Christian, J.A., & Critser, J.K. (2002). Canine RBC osmotic tolerance and membrane permeability. *Cryobiology*, 44(3), 258–268. [https://doi.org/10.1016/s0011-2240\(02\)00032-9](https://doi.org/10.1016/s0011-2240(02)00032-9)
- Lotterman, S., & Sharma, S. (2023). Blood Transfusion. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Lower, R. (2002). An account of the experiment of transfusion, practiced upon a man in London. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 75(5–6), 293–297. PMID: 14580110; PMCID: PMC2588804.
- Malyuk, M., Kulida, M., Klymchuk, V., Dovbnya, Y., & Honchar, V. (2023). The effect of transfusion of erythrocyte mass on clinical and haematological indicators of dogs with hemolytic anaemia caused by babesiosis. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 14(4), 126–142. <https://doi.org/10.31548/veterinary4.2023.126>
- Miller, L., Pacheco, G. ., Janak, J.C., Grimm, R.C., Dierschke, N.A., Baker, J., & Orman, J.A. (2018). Causes of death in military working dogs during Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom, 2001–2013. *Military Medicine*, 183(9–10), e467–e474. <https://doi.org/10.1093/milmed/usx235>
- Mohd Noor, N.H., & Siti Asmaa, M.J. (2024). Karl Landsteiner (1868–1943): A versatile blood scientist. *Cureus*, 16(9), e68903. <https://doi.org/10.7759/cureus.68903>
- Mollison, P.L. (2000). The introduction of citrate as an anticoagulant for transfusion and of glucose as a red cell preservative. *British Journal of Haematology*, 108(1), 13–18. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2141.2000.01827.x>
- Murray, A., Congdon, T.R., Tomás, R.M.F., Kilbride, P., & Gibson, M.I. (2022). Red blood cell cryopreservation with minimal post-thaw lysis enabled by a synergistic combination of a cryoprotecting polyampholyte with DMSO/trehalose. *Biomacromolecules*, 23(2), 467–477. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.1c00599>
- Orlina, A.R., & Josephson, A.M. (1969). Comparative viability of blood stored in ACD and CPD. *Transfusion*, 9(2), 62–69. <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.1969.tb04918.x>
- Pogozhykh, D., Pakhomova, Y., Pervushina, O., Hofmann, N., Glasmacher, B., & Zhegunov, G. (2017). Exploring the possibility of cryopreservation of feline and canine erythrocytes by rapid freezing with penetrating and non-penetrating cryoprotectants. *Plos One*, 12(1), e0169689. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169689>
- Robertson, O.H. (1918). Transfusion with preserved red blood cells. *British Journal of Haematology*, 1(2999), 691–695. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.2999.691>
- Rous, P., & Turner, J.R. (1916). The preservation of living red blood cells in vitro : I. Methods of preservation. *The Journal of experimental medicine*, 23(2), 219–237. <https://doi.org/10.1084/jem.23.2.219>
- Schneider W. H. (2003). Blood transfusion between the wars. *Journal of the history of medicine and allied sciences*, 58(2), 187–224. <https://doi.org/10.1093/jhmas/58.2.187>
- Scott, K.L., Lecak, J., & Acker, J.P. (2005). Biopreservation of red blood cells: past, present, and future. *Transfusion Medicine Reviews*, 19(2), 127–142. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.2004.11.004>
- Sputtek, A., Singbartl, G., Langer, R., Schleinzner, W., Henrich, H. A., & Kühnl, P. (1994). Kryokonservierung von erythrozyten mit hydroxyethylstärke: In-vivo-ergebnisse im autologen retransfusionsmodell beim menschen [Cryopreservation of erythrocytes using

- hydroxyethyl starch: In vivo results of an autologous retransfusion model in humans]. *Beiträge zur Infusionstherapie und Transfusionsmedizin*, 32, 44–47.
- Swisher, S.N., & Young, L.E. (1961). The blood grouping systems of dogs. *Physiological Reviews*, 41, 495–520. <https://doi.org/10.1152/physrev.1961.41.3.495>
- Tan, S.Y., & Graham, C. (2013). Karl Landsteiner (1868–1943): Originator of ABO blood classification. *Singapore Medicine Journal*, 54(5), 243–244. <https://doi.org/10.11622/smedj.2013099>
- Taylor, W.M. (2009). Canine tactical field care. Part two—Massive hemorrhage control and physiologic stabilization of the volume depleted, shock-affected, or heatstroke-affected canine. *Journal of Special Operations Medicine*, 9(2), 13–21. <https://doi.org/10.55460/v7b3-973p>
- Yagi, K., & Holowaychuk, M.K. (2016). Evolution of veterinary transfusion medicine and blood banking. *Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking*, 1–12. <https://doi.org/10.1002/9781118933053.ch1>
- Young, I.E., O'Brien, W.A., Swisher, S.N., Miller, G., & Yuile, C.L. (1952). Blood groups in dogs—their significance to the veterinarian. *American Journal of Veterinary Research*, 13(47), 207–213.
- Zhegunov, G., Denysova, O., & Zhegunova, G. (2023). Blood hypothermic storage and erythrocyte cryopreservation in dogs. *Problems of Cryobiology and Cryomedicine*, 32(4), 245–255. <https://doi.org/10.15407/cryo32.04.245>
- Малюк, М.О., Мазуркевич, А.Й., Ткаченко, В.В., Харкевич, Ю.О., Тарнавський, Д.В. (2023). Переливання крові у тварин. Організація банку крові: монографія. 130 с. ISBN 978-617-8351-31-1. <https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/10579>



2024. Номер 10, С 38 – 45

Отримано: 09.10.2024 Прийнято: 24.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.04

UDC 636.09:616-089.4

USE OF HYDROCOLLOID DRESSING IN THE TREATMENT OF WOUNDS IN AREAS WITH SKIN DEFICIENCY

P.O. Zaika¹, A.S. Kochevenko¹, D.V. Slyusarenko¹, B.S. Severin²

¹*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine*

²*National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine",
Kharkiv, Ukraine*

E-mail: peter.zaika34@gmail.com

Annotation. The study of healing and treatment of various wounds, of different types and origins in a large number of animals, especially those that do not heal for a long time, requires constant attention from veterinary specialists. In our case, the complexity of wound treatment was associated with a shortage of tissues, which were not enough to close the wound. The presence of knowledge about the course of the process, taking into account the characteristics of each patient, helps to create a correct treatment algorithm aimed at restoring tissues and homeostasis.

Wound treatment depends on many factors such as the type of wound, size, duration of wound development, the general condition of the animal, environmental conditions, the presence and nature of the complex of therapeutic agents used. The spectrum of therapeutic and preventive measures and medications is quite wide.

A husky male dog, three years old, weighing 27 kg, was kept in the private sector in a yard in the city of Dergachi, the animal was fed: beef offal and wheat, rice and oat porridge in equal proportions. The dog had a wound on the left pelvic limb in its distal part, which did not heal for a long time. According to the owner, the wound arose as a result of prolonged lying down after suffering babesiosis. At the initial appointment: the wound was deep, tendons and bones of the phalanges of the fingers were visible in the depth, granulations were practically absent, the edges of the wound were even, there was no bleeding, the dog did not lean on the limb at all

This dressing was applied as follows: the rough cover around the wound was carefully removed using scissors and a razor, then the wound was surgically treated with hydrogen peroxide, followed by drying the wound surface and the skin around the wound with napkins. After drying the skin, a hydrocolloid dressing was glued to the wound with its preliminary modeling, trimming and cutting out the remnants of the dressing so that it, as required, fit more tightly to the contours of the wound so that it extended beyond the wound by at least 1 cm along the perimeter. An adhesive plaster was used for additional fixation. The bandage was changed after five days, a total of five dressings were applied during the treatment.

Key words: *hydrocolloid dressing, wounds, dogs.*

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОКОЛОЇДНОЇ ПОВ'ЯЗКИ В ЛІКУВАННІ РАН НА ДІЛЯНКАХ ІЗ ДЕФІЦИТОМ ШКІРИ (клінічний випадок)

П.О. Заїка¹, А.С. Кочевенко¹, Д.В. Слюсаренко¹, Б.С. Северин²

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

²ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»,

м. Харків, Україна

E-mail: peter.zaika34@gmail.com

Анотація. Процес загоєння та лікування ран, особливо тих, які тривалий час не загоюються, вимагає постійної уваги ветеринарних спеціалістів. У нашому випадку складність лікування ран була пов'язана з дефіцитом тканин, яких було недостатньо для її закриття. Наявність знань про перебіг ранового процесу з урахуванням особливостей кожного пацієнта допомагає створити коректний алгоритм лікування ран, метою якого є відновлення дефекту і гомеостазу.

Лікування ран залежить від багатьох факторів, таких як її тип, розмір, тривалість ранового процесу, загальний стан тварини, умови навколишнього середовища, наявність і характер комплексу лікувальних засобів. Спектр лікувальних та профілактичних заходів і медикаментів досить широкий.

Собака породи хаскі, кобель, вік три роки, живою масою 27 кг утримувався в приватному секторі на подвір'ї господарів у м. Дергачі Харківської обл. Тварину годували субпродуктами яловичими та кашами (пшенична, рисова та вівсяна) в рівних частинах. У собаки була рана в дистальному відділі лівої тазової кінцівки, що тривалий час не загоювалася. Зі слів власника рана виникла внаслідок тривалого залежування після перенесеного бабезіозу. На первинному прийомі було встановлено: рана глибока, сухожилки та кістки фаланг пальців оголені, грануляції відсутні, краї рани рівні, кровотеча відсутня; собака не спирається на кінцівку.

Гідроколоїдна пов'язка застосовувалася таким чином: після ретельно видаленого шерстного покриву навколо рани проводилася її хірургічна обробка перекисом водню з подальшим підсушуванням серветками. Після цього наклеювали пов'язку з попереднім її моделюванням підрізанням та вирізанням залишків для того, щоб вона щільно прилягала до контурів рани і виходила за її межі не менш, ніж 1 см. Для додаткової фіксації використовували лейкопластир. Пов'язку міняли через п'ять днів, загалом за час лікування перев'язки робили п'ять разів.

Ключові слова: гідроколоїдна пов'язка, рана, собака.

Вступ. *Актуальність теми.* Наявність знань про перебіг ранового процесу з урахуванням особливостей кожного пацієнта є основою створення коректного алгоритму лікування, метою якого є повне відновлення тканин і гомеостазу (Pope 2006; da Silva, 2022). Гостроту запального процесу можна визначити за допомогою фібриногену, кількість якого у собак з гнійними ранами є більшою (Hierdieva & Bilyi, 2020). Звичайно, такі види ран потребують різних видів специфічної терапії, перш за все антибіотичними препаратами (Scott, 1942), причому антибіотики застосовують як локально, так і системно (Klemm, 1967). Часто власники тварин звертаються до ветеринарних спеціалістів після тривалого часу розвитку ранового процесу, який ускладнюється забрудненням, потраплянням води, інородними предметами, розлизуванням рани, кровотечею (Beardsley & Schrader, 1995; Hoisang et al., 2021).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лікування ран залежить від багатьох факторів, таких як тип рани, розмір, тривалість розвитку ранового процесу, загальний стан

тварини, умови навколишнього середовища, наявність і характер комплексу лікувальних засобів. Спектр лікувальних та профілактичних заходів і медикаментів є досить широким (Fullington 1997; Baranyiová et al., 2003; Pavletic & Trout, 2006; Hardie & Lewallen 2013; Bahr et al., 2017). Серйозною проблемою у лікуванні ран є здатність мікроорганізмів утворювати біоплівку, що є важливим фактором патогенності (Singh et al., 2013).

Розповсюдженими є укушені рани, в тому числі, рани грудної клітки, які можуть бути пов'язані з пошкодженням її м'язів, ребер, легень. Двома основними проблемами, пов'язаними з лікуванням таких ран, є відсутність достатньої кількості м'язової тканини для реконструкції грудної стінки та труднощі дренажу великого мертвого простору, що утворюється в грудній стінці (Underman, 1987; Shahar et al., 1997). З метою дослідження гістологічної різниці між використанням швів і гістоакрилу (n-2-бутил-ціаноакрилату) для закриття невеликих паренхіматозних легеневих ран у собак Al-Huani (2023) було виконано дослідження. За його результатами було встановлено, що гістоакрил, як адгезивний тканинний клей, є ефективним для закриття невеликих легеневих ран через відсутність будь-яких відносних гістопатологічних відмінностей між накладанням швів і гістоакрилом для закриття легеневих ран. Розповсюдження набуває використання біорозсмоктуваної полімерної матриці (*MicroLyte Vet; Imbed Biosciences*) для лікування ран різної етіології у собак. Біорезорбуючою полімерною матрицею для ран є просочена сріблом плівка біорозсмоктуваного полівінілового спирту (PVA). Такі методи лікування дозволяють захистити рану від додаткового забруднення, зменшують ризик мікробного забруднення (Carrillo et al., 2021). Також використовують біологічні пов'язки для ран, такі як аlogenна очеревина, амніон, сальник, колагенові пов'язки, підслизова оболонка тонкого кишківника свиней і продукти позаклітинного матриксу (ECM) для лікування відкритих ран у собак і коней (Kierski et al., 2023). Біоактивне скло в м'яких тканинах не викликає грубої запальної реакції, але викликає посилення гістологічних ознак запалення, які з часом зменшуються. Біоактивне скло має потенціал для підвищення міцності тканин. Підвищена підшкірна міцність на розрив може бути корисною для лікування ран, в яких необхідна сила раннього загоєння (Gillette et al., 2000). За результатами гістологічного дослідження було встановлено, що лише 2 з 91 біоплівки, що були накладені на рани у собак, котів і коней містили бактеріальні колонії, розташовані у позаклітинній полімерній матриці, яка відповідає біоплівці (König et al., 2015). Ефективними були біоплівки з використанням в їх складі гіалуронової кислоти (Ferrari et al., 2015), меду (Esmaelian et al., 2007).

Мета роботи – визначити ефективність і доцільність використання гідроколоїдної пов'язки для лікування рани, що тривалий час не загоюється.

Завдання дослідження: визначити особливості догляду за раною під час використання гідроколоїдної пов'язки.

Матеріал і методи досліджень. Собака породи хаскі кобель вік три роки, живою масою 27 кг утримувався в приватному секторі на подвір'ї в м. Дергачі Харківської обл. Тварину годували субпродуктами яловичими та кашами (пшенична, рисова та вівсяна) в рівних частинах. У собаки була рана на лівій тазовій кінцівці в дистальному її відділі, яка тривалий час не загоювалася. Зі слів власника, рана виникла внаслідок тривалого залежування після перенесеного бабезіозу. На первинному прийомі було встановлено: рана глибока, на її дні помітні сухожилки та кістки фаланг пальців. Грануляції практично відсутні, краї рани були рівні, кровотеча відсутня, собака не спиралася на кінцівку (рис. 1, 2). До цього її 7 днів лікували за такою схемою: санація рани перекисом водню 3%, підсушування раньової поверхні серветками та накладання пов'язки із маззю «Левоміколь», внутрішньом'язово антибіотик цефтріаксон в дозі 50 мг/кг. Але цей спосіб лікування не дав бажаного результату. Під час перев'язок пов'язка прилипла до рани, а при її заміні викликала у тварини сильний біль та кровотечу, яка потім самостійно зупинялася. Після аналізу ситуації нами було розглянуто два варіанти лікування.



Рисунок 1. Вигляд рани на початок лікування



Рисунок 2. Вигляд рани на початок лікування

Перший – це первинна хірургічна обробка рани, з подальшим її лікуванням під пов'язками з мазями та перспективою дерматопластики. Другий варіант – первинна хірургічна обробка рани та використання гідроколоїдної пов'язки. Було прийнято рішення лікувати за другим варіантом, а саме з застосуванням само фіксуючих гідроколоїдних пов'язок *Hydrocoll Thin*.

Результати досліджень та їх обговорення. Гідроколоїдні пов'язки – це сучасний засіб для лікування ран, який може використовуватися і в ветеринарній практиці, зокрема для собак. Їх основна перевага – створення оптимальних умов для загоєння ран завдяки утворенню в ділянці уражених тканин вологого середовища. Як вказують Abramo et al. (2008), гідроколоїдна пов'язка зручна у використанні, її застосування сприяє покращенню процесу регенерації тканин за рахунок формування грануляційної тканини, і активізації синтезу фібробластів.

Механізм дії гідроколоїдні пов'язки оснований на створенні в рані вологого середовища, яке стимулює процеси загоєння, сприяє швидшій регенерації тканин, абсорбція ексудату, забезпеченні рани від вторинного забруднення (Liu, 2022), зниженні подразнюючої дії пов'язки, оскільки вона не прилипає до рани. Переваги даного виду пов'язок є менша частота перев'язок, зниження ризику рубцювання, покращення комфорту для тварини.

У наших дослідженнях за застосування даного виду пов'язки проводили такі маніпуляції: очищення рани, висушування ділянки навколо рани, щоб пов'язка краще трималася, перед накладанням вирізали ділянку гідроколоїдної пов'язки потрібного розміру та обережно прикріпляли її на рану. Пов'язка зазвичай залишалася на рані 2–5 днів, але у випадку вираженої ексудації її заміняли раніше.

Гідроколоїдну пов'язку застосовували таким чином: після ретельно видалення шерстного покриву навколо рани за допомогою ножиць та бритви проводили хірургічну обробку рани розчином перекису водню з подальшим підсушуванням серветками ранової поверхні та шкіри. Після цього на рану накладали гідроколоїдну пов'язку з попереднім її моделюванням підрізанням та вирізанням залишків пов'язки для того, щоби вона якомога щільніше прилягала до контурів рани таким чином, щоб виходила за межі рани не менше, ніж 1 см по периметру. Для додаткової фіксації використовували лейкопластир. Пов'язку міняли через п'ять діб, загалом за час лікування перев'язки робили п'ять разів (рис. 3).



Рисунок 3. Накладання гідроколоїдної пов'язки

Після першого застосування на 5-ту добу в рані значно зменшилася кількість ексудату та почала утворюватися грануляційна тканина (рис. 4). Рана помітно зменшилась за своїми розмірами, на її краях в деяких місцях почав утворюватися епідермальний шар.



Рисунок 4. Вигляд рани на 5-ту добу лікування. Моделювання гідроколоїдної пов'язки

На 10-ту добу застосування гідроколоїдної пов'язки рана почала заповнюватися грануляційною тканиною, стало помітним зменшення розмірів ранового дефекту (рис. 5, 6).



Рисунок 5. Вигляд рани на 10-ту добу



Рисунок 6. Вигляд рани на 10-ту добу

Рана поступово зменшувалась за рахунок росту епітелію. На 15-ту добу грануляційна тканина практично заповнила порожнину рани та мала рожевий колір; ексудат в рані був відсутній (рис. 7, 8).



Рисунок 7. Вигляд рани на 15-ту добу лікування



Рисунок 8. Вигляд рани на 15-ту добу лікування

На 20-ту добу (рис. 9) було чітко видно краї епітелізації та зменшення ранового дефекту.



Рисунок 9. Вигляд рани на 20-ту добу

Як ранова пов'язка, гідрогелева пов'язка виявила властивості поглинати ранову рідину, була нетоксичною, не мала побічних ефектів і не викликали вторинного пошкодження рани. Отримані нами результати цілком узгоджуються з результатами, отриманими Liu et al. (2022) за використання антибактеріальної гідрогелевої пов'язки.

На 25-ту добу рановий дефект значно зменшився за рахунок росту епітелію і було констатовано одужання тварини.

Висновки.

1. За ускладнених ран, що тривало не загоюються, в комплексі лікувальних заходів застосування гідроколоїдної пов'язки дає можливість досягти загоєння тканин за рахунок повітропроникного і водовідштовхувального зовнішнього плівкового шару, який перешкоджає забрудненню рани, проникненню мікроорганізмів.

2. За рахунок своїх особливостей пов'язки за контакту з рановим секретом створює вологе середовище, що сприяє загоєнню рани, при цьому не прилипає до поверхні, що робить зміну пов'язки безболісною.

3. Прозорість пов'язки дозволяє контролювати хід ранового процесу і вносити корективи в лікування рани.

References

- Abramo, F., Argiolas, S., Pisani, G., Vannozi, I. & Miragliotta, V. (2008). Effect of a hydrocolloid dressing on first intention healing surgical wounds in the dog: a pilot study. *Australian veterinary journal*, 86(3), 95–99. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2007.00243.x>
- Al-Hyani, O.H. (2023). Histological comparison between histoacryl and suturing to close lung wounds in dogs. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 37(3), 751–758. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2023.136382.2578>
- Bahr A., Mônica, V., Padilha, F.N. & Perugini, M.R.E. (2017). Deep tissue culture and hemoculture in dogs with wounds and sepsis. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 12, 1483–1490. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2017001200020>
- Baranyiová, E., Holub, A., Martiníková, M., Nečas, A. & Zatlouk J. (2003). Epidemiology of intraspecies bite wounds in dogs in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, 72(1), 55–62. <https://doi.org/10.2460/javma.1995.207.08.1071>
- Beardsley, S.L. & Schrader, S.C. (1995). Treatment of dogs with wounds of the limbs caused by shearing forces: 98 cases (1975-1993). *American Veterinary Medical Association*, 207(8), 1071–1075. <https://doi.org/10.2460/javma.1995.207.08.1071>
- Carrillo, A.J., Mancuso, M.L. & Maxwell, E.A. (2023). Management of open wounds in dogs using a bioresorbable polymeric wound matrix: 14 Cases (2019–2021). *Companion Animal Medicine*, 56–57, 100825. <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2023.100825>
- Esmaelian, B., Kamrani, Y.Y., Naderi, M.M. & Amanlou, M. (2007). Histopathological evaluation of honey's effect in treatment of experimental wounds in dogs. *Planta Medica*, 319. <https://doi.org/10.1055/s-2007-987099>
- Ferrari, R., Boracchi, P., Romussi, S., Ravasio, G. & Stefanello, D. (2015). Application of hyaluronic acid in the healing of non-experimental open wounds: A pilot study on 12 wounds in 10 client-owned dogs. *Veterinary World*, 8(10), 1247–1259. <https://doi.org/10.1055/s-2007-987099>
- Fullington, R.J. & Otto, C.M. Characteristics and management of gunshot wounds in dogs and cats: 84 cases (1986-1995). *American Veterinary Medical Association*, 210(5), 658–662 <https://doi.org/10.2460/javma.1997.210.05.658>
- Gillette, R.L., Swaim, S.F., Sartin, E.A., Bradley, D.M. & Coolman, S.L. (2001). Effects of a bioactive glass on healing of closed skin wounds in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 62, 1149–1153. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.1149>
- Hardie, R.J. & Lewallen, J.T. (2013). Use of a custom orthotic boot for management of distal extremity and pad wounds in three dogs. *Veterinary Surgery*, 42(6), 678–682. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950x.2013.12031.x>
- Hekkel F., A. & Halfacree, Z. (2019). Thoracic dog bite wound: a retrospective study of 123 dogs (2003–2016). *In BSAVA Congress Proceedings*, 494–495. <http://dx.doi.org/10.22233/9781910443699.79.6>
- Hierdieva, A. & Bilyi, D. (2020). Amber therapy effect on the inflammatory process severity in purulent wounds in dogs. *Scientific Horizons*, 23(11), 22–27. [https://doi.org/10.48077/scihor.23\(11\).2020.22-27](https://doi.org/10.48077/scihor.23(11).2020.22-27)
- Hogarth Scott, W. (1942). Sulphanilamide in the treatment of wounds in dogs. *Australian Veterinary Journal*, 18(6), 249–249. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1942.tb01478.x>
- Hoisang, S., Kampa, N., Seesupa, S. & Jitpean S. (2021) Assessment of wound area reduction on chronic wounds in dogs with photobiomodulation therapy: A randomized controlled clinical trial. *Veterinary World*, 14(8), 2251–2259. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2251-2259>
- Jirkovec, R., Samkova, A., Kalous, T., Chaloupek, J. & Chvojka, A. (2021). Preparation of a hydrogel nanofiber wound dressing. *Nanomaterials* (Basel), 25(11(9)), 2178.: <https://doi.org/10.3390/nano11092178>

- Kierski, K.R., Buote, N.J., Rishniw, M., Ray, S. & Demeter, A. (2023). Novel extracellular matrix wound dressing shows increased epithelialization of full-thickness skin wounds in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 84(9), 1–7. <https://doi.org/10.2460/ajvr.23.05.0105>
- Klemm, W. R. (1967). Enhanced healing of skin wounds in dogs with systemically and locally administered drugs. *Experientia*, 23, 55–57. <https://doi.org/10.1007/bf02142267>
- König, L., Klopffleisch, R., Kershaw O. & Gruber A.D. (2015). Prevalence of biofilms on surgical suture segments in wounds of dogs, cats, and horses. *Veterinary Pathology*, 52(2), 295–297. <https://doi.org/10.1177/0300985814535609>
- Liu, J., Jiang, W., Qianyue X. & Zheng Y. (2022). Progress in antibacterial hydrogel dressing. *Gels*, 12(8(8)), 503. <https://doi.org/10.3390/gels8080503>
- Pavletic, M.M. & Trout, N.J. (2006). Bullet, bite, and burn wounds in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 36(4), 873–89. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2006.02.005>
- Pope, E.R. (2006). Head and facial wounds in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 36(4), 793–817. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2006.03.001>
- Shahar, R., Shamir, M. & Johnston, D.E. (1997). Technique for management of bite wounds of the thoracic wall in small dogs. *Veterinary Surgery*, 26(1), 45–50. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950x.1997.tb01461.x>
- Silva, L.D.M. & Meneses, C.S.B. (2022). Evaluation of ACP derma barrier cream in the healing process of induced wounds in dogs. *Journal of Veterinary Science & Research*, 7(2), 1–12. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2000.61.1574>
- Singh, A., Walker, M., Rousseau, J., & Weese, J.S. (2013). Characterization of the biofilm forming ability of *Staphylococcus pseudintermedius* from dogs. *BMC Veterinary Research*. 9, 93. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-93>
- Swaim, S.F., Gillette, R.L., Sartin, E.A., Hinkle, S.H. & Coolman, S.L. (2000). Effects of a hydrolyzed collagen dressing on the healing of open wounds in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 61(12), 1574–1578. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2000.61.1574>
- Underman, A.E. (1987). Bite wounds inflicted by dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 17(1), 195–207. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(87\)50612-x](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(87)50612-x)



2024. Номер 10, С 46 – 57

Отримано: 08.10.2024 Прийнято: 17.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.05

UDC 619:591.4+8:54-3:636.02(062.552)

EFFECT OF CALCIUM PROPIONATE ON STRUCTURAL INDICATORS OF LYMPHATIC NODES OF RATS RECEIVING A HIGH-FAT DIET

M. Kravtsova, A. Oliyar, M. Lieshchova

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

E-mail: kravtsova.m.v@dsau.dp.ua

Annotation. Calcium propionate is an organic compound that is an approved food additive for use in the food industry as a preservative to extend the shelf life of food. It is also used as an additive in dry pet food to help prevent spoilage and the growth of mold. As a dietary supplement, calcium propionate significantly reduces cardiac hypertrophy, fibrosis, vascular dysfunction and hypertension. It increases resting energy expenditure by promoting lipid oxidation and plays an important role in reducing eating behavior, lowering total blood cholesterol and reducing intestinal absorption. The experiment was designed to study the effect of calcium propionate at different concentrations, administered to the high-fat diet of experimental animals, on the changes in the absolute weight and the quantitative and qualitative parameters of the tissue components of the somatic and visceral lymph nodes. Four groups of outbred adult male rats were formed for the study. During the 20-day experimental period, animals in the control group consumed a high-fat diet only, while those in the experimental groups received varying amounts of calcium propionate in supplementation: 1–0,5 %, 2–1,0 %, 3–2,0 %. The stromal and parenchymal tissue components of the popliteal and circumflex lymph nodes were quantified and characterized. Morphological studies confirm the efficacy of calcium propionate in correcting a high-fat diet. In the lymph nodes of laboratory rats fed a high-fat diet, thickening of the capsule and trabeculae, an increase in the amount of adipose tissue, thickening and deformation of the walls of blood vessels and their excessive blood filling, degradation and partial destruction of deep cortex units, and dilation of the medullary sinuses were observed. This increased the volume of the medulla, which was more pronounced in the visceral lymph nodes. When the diet supplemented with 2.0% calcium propionate was consumed, the absolute weight of the lymph nodes in the test animals was the highest, especially the paracolic lymph node. There was an increase in the amount of parenchyma in the lymph nodes and a decrease in the amount of stroma. The relationship between structural and functional zones of the parenchyma changed, as evidenced by a decrease in the volume of the internodular cortex and an increase in the number of deep cortex units. There were also alterations in histological structure: thinning of capsule and trabeculae, reduction in adipose tissue volume, blood vessels became moderately blood-filled, the arterial wall was not thickened, narrowing of the medullary sinuses, and proliferation of deep cortex units.

Key words: *E282, lymph node, microstructure, lymphoid parenchyma, stroma, experimental animals.*

ВПЛИВ ПРОПІОНАТУ КАЛЬЦІЮ НА СТРУКТУРНІ ПОКАЗНИКИ ЛІМФАТИЧНИХ ВУЗЛІВ ЩУРІВ, ЩО ОТРИМУВАЛИ ВИСОКОЖИРОВУ ДІЄТУ**М. Кравцова, А. Оліяр, М. Лещова***Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна**E-mail:kravtsova.m.v@dsau.dp.ua*

Анотація. Пропіонат кальцію – органічна сполука, яка є дозволеною харчовою добавкою, що використовується в харчовій промисловості як консервант для продовження терміну використання продуктів. Її також додають у сухі корми для домашніх тварин з метою боротьби з гнильними і цвілевими процесами. Як добавка до раціону, пропіонат кальцію значно послаблює серцеву гіпертрофію, фіброз, судинну дисфункцію та гіпертензію, підвищує витрати енергії в стані спокою, сприяючи окисленню ліпідів і відіграє важливу роль у послабленні харчової поведінки, знижує рівень загального холестерину в крові та зменшує його всмоктування в кишечнику. В експерименті досліджували вплив пропіонату кальцію різної концентрації, введеного до високожирового раціону дослідних тварин, на зміни абсолютної маси, кількісних та якісних показників тканинних компонентів соматичних і вісцеральних лімфатичних вузлів. Для досліджень було сформовано чотири групи з безпородних статевозрілих щурів-самців. Впродовж 20 днів експерименту тварини контрольної групи споживали лише високожировий раціон, тварини дослідних груп додатково до нього отримували різну кількість пропіонату кальцію: 1–0,5 %, 2–1,0 %, 3–2,0 %. Визначали кількісне співвідношення та якісну характеристику стромальних і паренхіматозних тканинних компонентів підколінного та навколоободового лімфатичних вузлів. Морфологічні дослідження підтверджують ефективність використання пропіонату кальцію з метою корекції високожирової дієти. У лімфатичних вузлах лабораторних щурів, які отримували високожировий раціон, виявляли потовщення капсули і трабекул, збільшення кількості жирової тканини, потовщення і деформацію стінок кровоносних судин та їх надмірне кровонаповнення, деградацію та часткову деструкцію одиниць глибокої кори, розширення мозкових синусів, за рахунок чого зростав об'єм мозкової речовини, що більше проявлялося у вісцеральних лімфатичних вузлах. При споживанні раціону з додаванням 2,0 % пропіонату кальцію абсолютна маса лімфатичних вузлів піддослідних тварин була найбільшою, особливо навколоободового лімфатичного вузла. У лімфатичних вузлах відбувалося збільшення кількості паренхіми, зменшення – стромі. Змінювалося співвідношення структурно-функціональних зон паренхіми, що проявлялося зменшенням об'єму інтерфолікулярної зони та збільшенням – одиниць глибокої кори. Змінювалася також гістологічна структура: стонщувалася капсула і трабекули, зменшувалася кількість жирової тканини, кровоносні судини ставали помірно кровонаповнені, стінка артерій не потовщені, відбувалося звуження мозкових синусів та розростання одиниць глибокої кори.

Ключові слова: E282, лімфатичні вузли, мікроструктура, лімфоїдна паренхіма, строма, лабораторні тварини.

Вступ. *Актуальність теми.* Тривале використання високожирового раціону впливає на метаболічні процеси в організмі, що призводить до порушення обміну речовин. Це проявляється дисбалансом білків, жирів, вуглеводів і, як наслідок, розвивається ожиріння. Захворювання характеризується накопиченням надлишку жирової тканини в органах, а за прогресування, ускладнюється порушенням функцій різних систем та апаратів організму. Насамперед, патологічних станів зазнають органи серцево-судинної, ендокринної, опорно-рухової систем, травного, сечостатевого та дихального апаратів. Розвивається жирова інфільтрація печінки, що призводить до жирової гепатодистрофії та печінкової недостатності,

аж до летального результату (Nikolopoulou & Kadoglou, 2012; Lieshchova et al., 2022; Logvinova & Kravtsova, 2022). У тварин з ожирінням знижена резистентність до інфекційних захворювань, особливо респіраторної системи. Через порушення метаболізму виникають захворювання нирок, діагностують запалення сечового міхура, порушується родова діяльність (Chala et al., 2019). Розвиваються артрити внаслідок збільшення навантаження на суглоби, що сприяє більшій гіподинамії та подальшому наростанню маси тіла. Ожиріння також провокує розвиток серцево-судинних захворювань: атеро- й артеріосклерози, гіпертонію, міокардіодистрофії, частішають симптоми серцевої недостатності – задишка, ціаноз слизових оболонок, ослаблення серцевого поштовху, прискорення пульсу, можливі набряки, неспецифічні захворювання шкіри, виникають ендокринопатія, цукровий діабет (Appleton et al., 2001; Adler et al., 2021; Rathert-Williams et al., 2021). У тварин з ожирінням знижуються імунні функції організму, рани загоюються погано через підвищений натяг тканин, больовий синдром більш виражений. Патологічних змін зазнають і органи гемо- і лімфопоезу. Встановлено, що за ожиріння капсула брижових і клубових лімфатичних вузлів потовщена, містить велику кількість жирової тканини, трабекули, що виходять з капсули, виражені, потовщені, площа кіркової речовини зменшується, а мозкової речовини, навпаки, збільшується, кількість вторинних лімфатичних вузликів у кірковій речовині зростає, мозкові тяжі збільшені, звивисті, артерії мають потовщені стінки, вени варикозні, деформовані, кровоносні судини повнокровні (Harapko, 2020; Kravtsova & Myroshnychenko 2022). У тварин було виявлено збільшення середнього розміру селезінки на 38,0 %, що свідчить про спленомегалію. У паренхімі значно розширені венозні синуси (синусоїди), виявлено макрофаги, заповнені краплями гемосидерину, на окремих ділянках, особливо навколо дрібних судин, еозинофільні скупчення та накопичення ліпідів у розширеному синусоїді (Andersen et al., 2016).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Усі сучасні стратегії контролю ваги передбачають обмеження харчової енергії за допомогою спеціально розробленої дієти. При цьому необхідно знайти баланс у харчуванні, визначити енергетичні потреби тварини, задовольнити потребу в поживних речовинах. Тільки така основа забезпечить повноцінне функціонування організму і виконання плану схуднення. Неправильно зменшувати кількість їжі, оскільки це може призвести до дефіциту та сприяти проблемам зі здоров'ям, таким як остеопороз та серцеві захворювання (German, 2016; Lokes-Krupka, 2018; Opetz et al., 2023).

Науковці також постійно здійснюють пошук різних способів корекції раціонів, відновлення порушеного обміну речовин. Такими засобами слугують і харчові добавки (Shaikh et al., 2015; Lieshchova & Brygadyrenko, 2022; Lieshchova et al., 2021; Mateshuk-Vatseba et al., 2022). Пропіонат кальцію – органічна сполука, сіль кальцію та пропіонової кислоти, є дозволеною харчовою добавкою E282, яка використовується в харчовій промисловості як консервант для продовження терміну використання продуктів, його також додають у сухі корми для домашніх тварин з метою боротьби з гнильними і цвілевими процесами, які з'являються в результаті їх тривалого зберігання (EFSA, 2014). Цю сіль додають в офтальмологічні антибактеріальні лікарські препарати, очні краплі (Zhang et al., 2020; Zhang et al., 2022; Bahmanpour et al., 2023). Як добавка до раціону, пропіонат кальцію значно послаблює серцеву гіпертрофію, фіброз, судинну дисфункцію та гіпертензію, підвищує витрати енергії в стані спокою, сприяючи окисненню ліпідів і відіграє важливу роль у послабленні харчової поведінки, знижує рівень загального холестерину в крові та зменшує його всмоктування в кишечнику, має сприятливий вплив на ріст шлунково-кишкового тракту та продуктивність тварин (Bume et al., 2016; Dahiya et al., 2016; Chambers et al., 2018; Bartolomaeus et al., 2019; Haghikia et al., 2022). Він не погіршує ефективність пасивної та природної імунізації, не має істотного впливу на сприйнятливність організму до інфекцій і встановлення захисних антибактеріальних реакцій, тому безпечною є терапія на його основі або через прямі добавки, або через дієту/мікробіоту, для лікування неінфекційних розладів, пов'язаних з запаленням, без збільшення ризику інфекції (Ciarlo et al., 2016; Cao et al., 2020; Tobin et al., 2021). Використовується також для профілактики та

лікувальння при родовому парезі й кетозі в корів. Позитивно позначається на підвищенні рівня кальцію в крові, допомагає за молочної пропасниці та субклінічної гіпокальціємії (Zhang et al., 2022). Позитивний вплив пропіонат кальцію має на органи гемо- і лімфопоезу, що позначається на зростанні їх абсолютної маси (Zhang et al., 2017). Проте, застосування пропіонату кальцію у виробництві продуктів харчування, а також їх вживання повинні бути нормованими і відповідними певним параметрам. У нормальних дозах ця харчова добавка вважається нетоксичною (належить до четвертого класу небезпеки), не накопичується в організмі, виводиться в повному обсязі у вигляді вуглекислого газу (Zhang et al., 2020). В той же час, пропіонат кальцію у занадто високих концентраціях здатен провокувати ще більше ожиріння і діабет (Adler et al., 2021).

Мета роботи – визначити вплив пропіонату кальцію у різній концентрації на зміни маси, кількісних та якісних показників тканинних компонентів соматичних і вісцеральних лімфатичних вузлів дослідних тварин, що отримували високожирову дієту.

Матеріал і методи досліджень. Вибір тварин для експерименту, протоколи дослідження та виведення тварин з нього були погоджені з етичною комісією Дніпровського державного аграрно-економічного університету (м. Дніпро, Україна). Утримання, харчування, догляд за тваринами та їх вилучення з експерименту проводили відповідно до принципів, викладених у «Європейській конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних чи інших наукових цілей» (Страсбург, Франція, 18 березня 1986 р., ЕТС № 123) та в Законі України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (Київ, 21 лютого 2006 р., № 3447-IV).

Для досліджень використано 20 білих безпородних лабораторних статевозрілих щурів-самців, маса тіла яких відповідала віку і становила $350,0 \pm 20,0$ г. Піддослідних тварин розділили на чотири групи – контрольну і три дослідні, по 5 особин у кожній. Під час експерименту всі тварини отримували високожировий раціон, виготовлений на основі стандартного, до складу якого входили, за масою: зернова суміш (кукурудза, зерно соняшника, пшениця, ячмінь) – 75,0 %, коренеплоди (картопля, морква) – 8,0 %, м'ясо-кісткове борошно – 2,0 %, мінерально-вітамінний комплекс – 2,0 % з додаванням рослинної олії (соняшникової) – 15,0 %. Тварини контрольної групи споживали лише високожировий раціон; тварини трьох дослідних груп додатково до нього отримували різну кількість пропіонату кальцію: 1–0,5 %, 2–1,0 %, 3–2,0 %.

Щурів утримували в полікарбонатних клітках з металевими решітчастими кришками і кормовими нішами по 5 особин на клітку за температури 20–22 °С та відносній вологості повітря 50,0–65,0 %. Світловий режим складав 12 год світла і 12 год темряви. Вентиляція проводилась відповідно до режиму. Доступ до їжі і води був вільний (Lieshchova et al., 2023).

Виведення тварин з досліду проводили на 20-ту добу експерименту під наркозом (80 мг/кг кетаміну та 12 мг/кг ксилазину внутрішньочеревно) шляхом тотального кровопускання з серця. Відбирали соматичні (підколінний) та вісцеральні (навколоободовий) лімфатичні вузли. Після зважування, органи фіксували спочатку в 5%-му (упродовж 7 діб), а потім у 10%-му водному розчині формаліну, після чого заливали в парафін з подальшим виготовленням гістозрізів на санному мікротомі та їх забарвленням гематоксилином і еозином за загальноприйнятими методиками (Horalskyi et al., 2019). Кількісне співвідношення та якісну характеристику стромальних (капсула, трабекули, ворітне потовщення) і паренхіматозних (одиниці глибокої кори, лімфатичні вузлики, інтерфолікулярна зона, мозкова речовина) тканинних компонентів лімфатичних вузлів досліджували на гістологічних препаратах за допомогою мікроскопа *Micromed XC-3330* (Ningbo Zhanjing Optical Instruments Co., Ltd., Yuyao, Zhejiang, China) (окуляр $\times 10$, об'єктиви $\times 4$, $\times 10$, $\times 40$). Виготовляли мікрофотографії за допомогою цифрової камери *Micromed MDC500* (Ningbo Zhanjing Optical Instruments Co., Ltd., Yuyao, Zhejiang, China). Визначення якісних і кількісних показників лімфатичних вузлів здійснювали з використанням програми *ImageJ* (Research Services Branch of the National Institute of Mental Health, USA).

Усі отримані цифрові дані статистично опрацьовані шляхом використання дисперсійного аналізу, результати в таблицях представлено як $x \pm SE$ (середнє значення \pm стандартна помилка). Відмінності між значеннями контрольної та дослідної груп визначали за допомогою критерію Тьюкі (з урахуванням поправки Боніферроні), де відмінності вважали достовірними при $P < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Встановили, що пропіонат кальцію в складі високожирового раціону має позитивний вплив на органи гемо- і лімфопоезу, що проявляється збільшенням відносного об'єму лімфоїдної паренхіми соматичного та вісцерального лімфатичних вузлів (ЛВ) у лабораторних щурів.

У контрольній групі щурів абсолютна маса (АМ) підколінного ЛВ складає $0,00146 \pm 0,00019$ г, що в 4,3 рази менше, ніж навколоободового ЛВ ($0,00625 \pm 0,00175$ г). Відносна маса (ВМ) навколоободового ЛВ складає $0,00167 \pm 0,00047$ %, що також перевищує ВМ підколінного ЛВ у 4,3 рази ($0,00039 \pm 0,00051$ %). З введенням до раціону пропіонату кальцію АМ підколінного ЛВ у 1 та 2 групах щурів збільшується на 12,0 %, тоді як у 3 групі – всього на 10,0 %. Зростання АМ навколоободового ЛВ відбувається пропорційно до збільшення концентрації в раціоні пропіонату кальцію: в 1 групі – на 5,0 %, в 2 – на 9,0 %, в 3 – на 18,0 %. ВМ ЛВ теж зростає: в підколінному ЛВ на 13,0% у 1 групі, на 17,0% – у 2 і 3 групах, тоді як у навколоободовому ЛВ – на 6,0 %, 13,0 % і 26,0 % у 1, 2 і 3 групах відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Абсолютна та відносна маси підколінного і навколоободового лімфатичних вузлів *In. popliteus* та *Inn. mesenterici superiories paracolici* лабораторних щурів ($X \pm SD$, $n=6$)

Групи	Абсолютна маса, г		Відносна маса, %	
	<i>In. popliteus</i>	<i>Inn. mesenterici superiories paracolici</i>	<i>In. popliteus</i>	<i>Inn. mesenterici superiories paracolici</i>
Контроль	$0,00146 \pm 0,00019$	$0,00625 \pm 0,00175$	$0,00039 \pm 0,00051$	$0,00167 \pm 0,00047$
1 група	$0,00164 \pm 0,00016$	$0,0066 \pm 0,0021$	$0,00044 \pm 0,00043$	$0,00178 \pm 0,00057$
2 група	$0,00165 \pm 0,00020$	$0,00682 \pm 0,00175$	$0,00046 \pm 0,00056$	$0,00189 \pm 0,00049$
3 група	$0,00161 \pm 0,00024$	$0,00738 \pm 0,00184$	$0,00046 \pm 0,00069$	$0,00210 \pm 0,00052$

Примітки: а – зазначені вибірки, які вірогідно відрізняються по відношенню до контрольної групи ($P < 0,05$); б – зазначені вибірки, які вірогідно відрізняються по відношенню до першої групи ($P < 0,05$).

У всіх групах білих щурів паренхіма ЛВ представлена лімфоїдною тканиною, а строма – щільною волокнистою неоформленою сполучною тканиною. У паренхімі лімфатичних вузлів чітко виділяються всі основні структурно-функціональні зони – одиниці глибокої кори (паракортикальна зона), лімфатичні вузлики, інтерфолікулярна зона (кіркове плато), мозкова речовина. Сполучнотканинний остов лімфатичних вузлів утворюють капсула, трабекули і ворітне потовщення.

У соматичних ЛВ контрольної групи лабораторних щурів, які отримували високожировий раціон, зберігається гістологічна структура, проте спостерігається потовщення капсули і трабекул та розширення просвіту кровонесних судин. У вісцеральних лімфатичних вузлах контрольної групи лабораторних щурів, які отримували високожировий раціон, капсула і трабекули значно потовщені з великою кількістю жирової тканини. Артерії в паренхімі та воротах мають потовщені стінки і повнокровні. Вени та венули також деформовані, розширені та повнокровні. Відмічається розширення мозкових синусів, за рахунок яких зростає об'єм мозкової речовини. Спостерігається деградація та часткова деструкція ОГК.

Додавання до високожирової дієти пропіонату кальцію, особливо в дозі 2,0 %, вплинуло на гістологічну структуру, при цьому в органі стоншується капсула і трабекули,

зменшується кількість жирової тканини, кровеносні судини помірно кровонаповнені, стінка артерій не потовщена, відбувається звуження мозкових синусів та розростання ОГК.

У контрольній групі тварин відносний об'єм лімфоїдної тканини підколінного ЛВ складає 82,3 %, а навколоободового ЛВ – 74,5 %. Причому медіана значення співпадає з середнім значенням у *In. popliteus* та розташована поряд у *Inn. mesenterici superiories paracolici*. Максимальне збільшення відносного об'єму паренхіми в ЛВ спостерігається в 2 групі: *In. popliteus* – на 5,7 % та *Inn. mesenterici superiories paracolici* – на 14,5 %. В 1 групі кількість паренхіми збільшується в *In. popliteus* на 2,3 % та в *Inn. mesenterici superiories paracolici* – на 8,5 %, а в 3 групі – на 3,1 % і 11,5 % відповідно. Медіана і середні значення віддалені в 1 групі в *Inn. mesenterici superiories paracolici* та в 2 групі – в *In. popliteus*. Міжквартильні значення розподілені нерівномірно в усіх групах тварин (рис. 1).

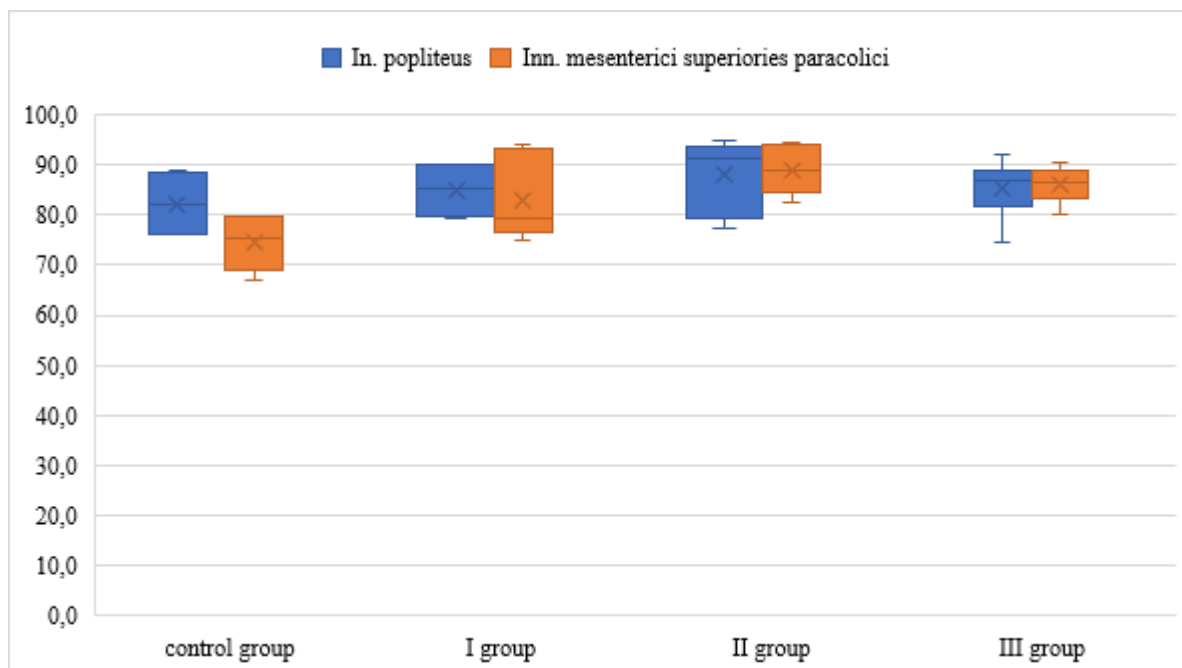


Рисунок 1. Відносний об'єм (%) паренхіми в підколінному та навколоободовому лімфатичних вузлах лабораторних щурів

Відносний об'єм сполучної тканини в ЛВ контрольної групи щурів коливається від 17,7 % – у підколінному ЛВ до 25,5 % – у навколоободовому ЛВ. Максимальне зменшення відносного об'єму стромі спостерігається в 2 групі та помірно – в 1 і 3 групах відповідно. Медіана і середні значення віддалені в 1 групі в *Inn. mesenterici superiories paracolici* та в 2 групі – в *In. popliteus*, у всіх інших групах співпадають. Міжквартильні значення розподілені нерівномірно у всіх групах (рис. 2).

Таким чином, відносна кількість лімфоїдної паренхіми в ЛВ контрольної групи тварин більша в соматичному ЛВ, а сполучнотканинної стромі – у вісцеральному ЛВ.

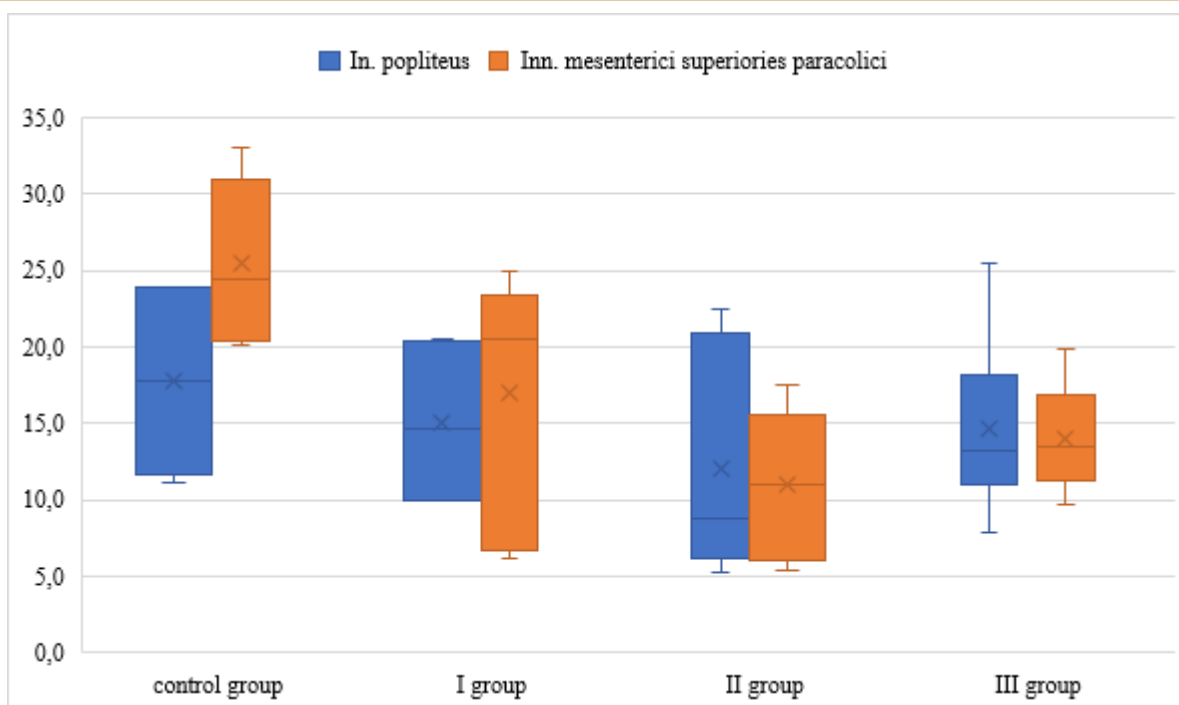


Рисунок 2. Відносний об'єм (%) строми в підколінному та навколоободовому лімфатичних вузлах лабораторних щурів

Більша частина лімфоїдної паренхіми в лімфатичних вузлах контрольної групи білих щурів припадає на інтерфолікулярну зону – $28,31 \pm 4,100$ – $28,39 \pm 7,033\%$ та мозкову речовину – $23,09 \pm 1,601$ – $27,30 \pm 3,095\%$. Відносний об'єм лімфатичних вузликів коливається в межах $12,343 \pm 0,942$ – $12,454 \pm 3,5360\%$. Відносний об'єм ОГК коливається від $10,62 \pm 1,194\%$ до $14,31 \pm 1,181\%$ (табл. 2, 3).

Таблиця 2

Відносний об'єм (%) структурно-функціональних зон лімфоїдної паренхіми в підколінному лімфатичному вузлі *In. popliteus* лабораторних щурів ($X \pm SD$, $n=6$)

Групи	Одиниці глибокої кори	Лімфатичні вузлики	Інтерфолікулярна зона	Мозкова речовина
Контроль	$14,31 \pm 1,181$	$12,34 \pm 0,942$	$28,31 \pm 4,101$	$27,30 \pm 3,095$
I група	$25,43 \pm 3,839^a$	$11,72 \pm 5,99529$	$21,97 \pm 8,243$	$25,89 \pm 2,713$
II група	$33,02 \pm 2,406^{ab}$	$11,97 \pm 1,6$	$19,52 \pm 5,747$	$23,50 \pm 2,4431$
III група	$32,85 \pm 2,941^{ab}$	$13,63 \pm 2,291$	$20,85 \pm 5,851$	$18,27 \pm 2,171^{ab}$

Примітка: *a* – зазначені вибірки, які вірогідно відрізняються по відношенню до контрольної групи ($P < 0,05$); *b* – зазначені вибірки, які вірогідно відрізняються по відношенню до першої групи ($P < 0,05$).

За використання пропіонату кальцію вірогідно зростає відносний об'єм одиниць глибокої кори в паренхімі навколоободового ЛВ на 14,3 % в 1 групі, на 24,6 % – в 2 групі та на 23,4 % – в 3 групі; в підколінному ЛВ – на 11,12 % в 1 групі, на 18,70 % – в 2 групі та на 18,54 % – в 3 групі. У підколінному ЛВ перерозподіл структурно-функціональних зон відбувається за рахунок зменшення об'єму, в першу чергу, мозкової речовини (на 1,41–9,30 %) та інтерфолікулярної зони (на 6,34–7,46 %), а в навколоободовому ЛВ, навпаки, суттєвіше зменшується інтерфолікулярна зона (на 3,0–11,1 %), ніж мозкова речовина (на 1,9–3,2 %).

Відносний об'єм (%) структурно-функціональних зон лімфоїдної паренхіми в навколоободому лімфатичному вузлі *Inn. mesenterici superiories paracolici* лабораторних щурів ($X \pm SD$, $n=6$)

Групи	Одиниці глибокої кори	Лімфатичні вузлики	Інтерфолікулярна зона	Мозкова речовина
Контроль	10,62±1,194	12,45±3,536	28,39±7,033	23,09±1,601
I група	24,90±2,209 ^a	11,48±1,624	25,43±5,176	21,19±2,737
II група	35,19±5,717 ^{a,b}	12,80±4,692	19,32±10,527	21,70±4,960
III група	34,02±5,825 ^{a,b}	14,80±3,013	17,33±9,843	19,86±3,823

Примітка: *a* – зазначені вибірки, які вірогідно відрізняються по відношенню до контрольної групи ($P < 0,05$); *b* – зазначені вибірки, які вірогідно відрізняються по відношенню до першої групи ($P < 0,05$).

Отже, за використання пропіонату кальцію у вісцеральному лімфатичному вузлі спостерігається вища динаміка перерозподілу функціональних зон.

У експерименті оцінювали вплив пропіонату кальцію різної концентрації (0,5 %, 1,0 %, 2,0 %) на морфофункціональний стан соматичних і вісцеральних лімфатичних вузлів щурів шляхом визначення кількісних та якісних показників їх стромальних і паренхіматозних тканинних компонентів.

Морфометричні показники внутрішніх органів, особливо абсолютна та відносна маса, відображають ріст, розвиток і функціональний стан органу та загальний стан всього організму (Lieshchova et al., 2023). Маса органу є показником, який використовують як чутливий індикатор для оцінки токсичної дії різних речовин (Varcholyak & Gutyi, 2019). Дослідниками встановлено, що накопичення вісцеральної жирової тканини призводить до значного збільшення маси вісцеральних ЛВ (Magnuson et al., 2020), тоді як маса і розміри соматичних ЛВ або не змінюються (Kim et al., 2008; Magnuson et al., 2020), або зменшуються в 3,4 рази (Weitman et al., 2013). Натомість, Kim et al. (2008) вказують, що маса мезентеріальних ЛВ за ожиріння мишей значно зменшилася порівняно з нормою. Введення до раціону пропіонату кальцію різної концентрації мало позитивний вплив на вагові показники лімфатичних вузлів, що проявлялося їх зростанням. При споживанні раціону з додаванням 2,0 % пропіонату кальцію абсолютна маса соматичних і вісцеральних ЛВ піддослідних тварин була найвищою, особливо навколоободового ЛВ, порівняно з показниками АМ ЛВ контрольної групи. Схожа тенденція спостерігалася щодо ВМ ЛВ, яка найбільше зростала в третій дослідній групі порівняно з контрольною. Збільшення маси ЛВ відбувається за рахунок зростання відносного об'єму паренхіми завдяки збільшенню ОГК, звуженню мозкових синусів та стоншенню капсули і трабекул. Вплив пропіонату кальцію на масу деяких внутрішніх органів лабораторних щурів вивчали Lieshchova et al. (2023). Автори встановили, що при споживанні 1,0 % та 2,0 % пропіонату кальцію відносна маса селезінки достовірно зменшувалася, а маса нирок – збільшувалася. Даний факт вони пояснили можливим збільшенням кровотоку (вихід крові з депо – зменшення маси селезінки) та активацією фільтраційної функції крові (збільшення відносної маси нирок).

Установлено, що за ожиріння лабораторних щурів спостерігаються гістологічні зміни в структурних компонентах клубових і брижових лімфатичних вузлів: потовщується капсула, навколо неї знаходиться велика частка жирової тканини, в кірковій речовині зростає кількість вторинних лімфатичних вузликів, спостерігається її деструктуризація, розширюється крайовий синус, потовщується капсула (Нагарко, 2020). Накопичення вісцерального жиру при дієті з високим вмістом жиру може викликати атрофію мезентеріальних лімфатичних вузлів у результаті посилення активації Т-клітин і апоптозу. Вісцеральне ожиріння, викликане харчовим жиром, може мати вирішальне значення для пов'язаної з ожирінням імунної дисфункції (Kim et al., 2008). Також встановлено, що в пахвових ЛВ мишей зменшується кількість лімфатичних вузликів (у 1,6 рази), значно

зменшується кількість Т-клітин і збільшується – В-клітин і макрофагів (Weitman et al., 2013). У лабораторних тварин, які отримували високожировий раціон протягом 20 дб, підколінний ЛВ, в основному, зберігає гістологічну структуру, яка відповідає видовій нормі (Ohtani & Ohtani, 2008). В той же час, у навколоободовому ЛВ спостерігаються зміни, які вказують на ознаки розвитку жирової дистрофії. За додавання до жирової дієти пропіонату кальцію, особливо в дозі 2,0 %, в ЛВ відбувається збільшення кількості паренхіми, зменшення – строми, особливо суттєво у вісцеральному ЛВ (Li et al., 2021). Зміни паренхіми соматичного та вісцерального лімфатичних вузлів у межах кіркової речовини характеризуються перерозподілом інтерфолікулярної зони та одиниць глибокої кори в бік зростання відносної кількості останньої, число лімфатичних вузликів майже не змінюється, а відносний об'єм мозкової речовини – зменшується. Змінюється також гістологічна структура: стоншується капсула і трабекули, зменшується кількість жирової тканини, кровоносні судини помірно кровонаповнені, стінка артерій не потовщена, відбувається звуження мозкових синусів та розростання ОГК.

Висновки.

У лімфатичних вузлах лабораторних шурів, які отримували високожировий раціон, виявляли потовщення капсули і трабекул, збільшення кількості жирової тканини, потовщення і деформацію стінок кровоносних судин та їх надмірне кровонаповнення, деградацію та часткову деструкцію одиниць глибокої кори, розширення мозкових синусів, за рахунок чого зростає об'єм мозкової речовини, що більше проявлялося у вісцеральних лімфовузлах. При споживанні раціону з додаванням 2,0 % пропіонату кальцію абсолютна маса соматичних і вісцеральних лімфатичних вузлів піддослідних тварин була найвищою, особливо навколоободового лімфовузла. У органах відбувається збільшення кількості паренхіми, зменшення – строми, змінюється співвідношення структурно-функціональних зон паренхіми, що проявляється зменшенням об'єму інтерфолікулярної зони та збільшенням – одиниць глибокої кори. Змінюється також гістологічна структура: стоншується капсула і трабекули, зменшується кількість жирової тканини, кровоносні судини стають помірно кровонаповнені, стінка артерій не потовщена, відбувається звуження мозкових синусів та розростання одиниць глибокої кори.

Фінансування. Дослідження виконано за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України в межах теми «Моделювання метаболічних процесів та імунного статусу тварин препаратами на основі лікарських рослин при висококалорійній дієті», грант № 0122U000975.

References

- Adler, G.K., Hornik, E.S., Murray, G., Bhandari, S., Yadav, Y., Heydarpour, M., Basu, R., Garg, R., & Tirosh, A. (2021). Acute effects of the food preservative propionic acid on glucose metabolism in humans. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, 9(1). <https://doi:10.1136/bmjdr-2021-002336>.
- Andersen, C.J., Murphy, K.E., & Fernandes, M.I. (2016). Impact of obesity and metabolic syndrome on immunity. *Advances in Nutrition*, 7(1), 66–75. <https://doi:10.3945/an.115.010207>
- Appleton, D.J., Rand, J.S., & Sunvold, G.D. (2001). Insulin sensitivity decreases with obesity, and lean cats with low insulin sensitivity are at greatest risk of glucose intolerance with weight gain. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 3(4), 211–228. <https://doi:10.1053/jfms.2001.0138>.
- Bahmanpour, H., Sowti Khiabani, M., & Pirsā, S. (2023). Improving the microbial and physicochemical shelf life of yufka paste using *Lactobacillus plantarum* and calcium propionate. *Food Science and Nutrition*, 12(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.3857>
- Bartolomeus, H., Balogh, A., Yakoub, M., Homann, S., Markó, L., Höges, S., Tsvetkov, D., Krannich, A., Wundersitz, S., Avery, E. G., Haase, N., Kräker, K., Hering, L., Maase, M., Kusche-Vihrog, K., Grandoch, M., Fielitz, J., Kempa, S., Gollasch, M., Zhumadilov, Z., & Wilck, N. (2019). Short-

- Chain fatty acid propionate protects from hypertensive cardiovascular damage. *Circulation*, 139(11), 1407–1421. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.036652>
- Byrne, C.S., Chambers, E.S., Alhabeed, H., Chhina, N., Morrison, D.J., Preston, T., Tedford, C., Fitzpatrick, J., Irani, C., Busza, A., Garcia-Perez, I., Fountana, S., Holmes, E., Goldstone, A.P., & Frost, G.S. (2016). Increased colonic propionate reduces anticipatory reward responses in the human striatum to high-energy foods. *The American journal of clinical nutrition*, 104(1), 5–14. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.126706>
- Cao, N., Wu, H., Zhang, X.Z., Meng, Q.X., & Zhou, Z.M. (2020). Calcium propionate supplementation alters the ruminal bacterial and archaeal communities in pre- and postweaning calves. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3204–3218. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16964>
- Chala, I., Rusak, V., Feshchenko, D., & Kovalyova, L. (2019). Some indices of the cats' protein metabolism under the obesity. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences*, 21(95), 36–40. <https://doi.org/10.32718/nvvet9507>
- Chambers, E.S., Byrne, C.S., Aspey, K., Chen, Y., Khan, S., Morrison, D.J., & Frost, G. (2018). Acute oral sodium propionate supplementation raises resting energy expenditure and lipid oxidation in fasted humans. *Diabetes, obesity & metabolism*, 20(4), 1034–1039. <https://doi.org/10.1111/dom.13159>
- Ciarlo, E., Heinonen, T., Herderschee, J., Fenwick, C., Mombelli, M., Le Roy, D., & Roger, T. (2016). Impact of the microbial derived short chain fatty acid propionate on host susceptibility to bacterial and fungal infections in vivo. *Scientific reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/srep37944>
- Dahiya, R., Berwal, R.S., Sihag, S., Patil, C.S., & Lalit (2016). The effect of dietary supplementation of salts of organic acid on production performance of laying hens. *Veterinary world*, 9(12), 1478–1484. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.1478-1484>
- EFSA (2014). Scientific opinion on the re-evaluation of propionic acid (E 280), sodium propionate (E 281), calcium propionate (E 282) and potassium propionate (E 283) as food additives. *EFSA Journal*, 12(7), 3779. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3779>
- German, A.J. (2016). Weight management in obese pets: the tailoring concept and how it can improve results. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s13028-016-0238-z>
- Haghikia, A., Zimmermann, F., Schumann, P., Jasina, A., Roessler, J., Schmidt, D., Heinze, P., Kaisler, J., Nageswaran, V., Aigner, A., Ceglarek, U., Cineus, R., Hegazy, A.N., van der Vorst, E.P.C., Döring, Y., Strauch, C.M., Nemet, I., Tremaroli, V., Dwibedi, C., Kränkel, N., & Landmesser, U. (2022). Propionate attenuates atherosclerosis by immune-dependent regulation of intestinal cholesterol metabolism. *European heart journal*, 43(6), 518–533. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab644>
- Harapko, T.V. (2020). Histological changes of structural components in lymph nodes of rats and changes in biochemical blood indices in experimental obesity. *Світ медицини та біології*, 1(71), 169–173. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2020-1-71-173-176>
- Horalskiy, L.P., Khomych, V.T., & Kononsky, A.I. (2019). Histological techniques and morphological methods in normal and pathological conditions. Zhitomir, Polissia (in Ukrainian).
- Kim, C.S., Lee, S.C., Kim, Y.M., Kim, B.S., Choi, H.S., Kawada, T., Kwon, B.S., & Yu, R. (2008). Visceral fat accumulation induced by a high-fat diet causes the atrophy of mesenteric lymph nodes in obese mice. *Obesity (Silver Spring)*, 16(6), 1261–1269. <https://doi.org/10.1038/oby.2008.55>
- Kravtsova, M., & Myroshnychenko, I. (2022). Anatomic-topographic features of lymphatic nodes of laboratory rats that received a high-fat diet. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 105, 47–56. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2022.105.07>
- Li, H., Zhao, L., Liu, S., Zhang, Z., Wang, X., & Lin, H. (2021). Propionate inhibits fat deposition via affecting feed intake and modulating gut microbiota in broilers. *Poultry Science*, 100(1), 235–245. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.009>

- Lieshchova, M.A., Bilan, M.V., Mylostyvyi, R.V., Kravtsova, M.V., & Brygadyrenko, V.V. (2023). Effect of calcium propionate on rats with a high-fat hypercaloric diet. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(4), 680–686. <https://doi:10.15421/022397>
- Lieshchova, M.A., Bohomaz, A.A., & Brygadyrenko, V.V. (2021). Effect of *Salvia officinalis* and *S. sclarea* on rats with a high-fat hypercaloric diet. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(3), 554–563. <https://doi.org/10.15421/022176>
- Lieshchova, M., & Brygadyrenko, V. (2022). Effects of *Origanum vulgare* and *Scutellaria baicalensis* on the physiological activity and biochemical parameters of the blood in rats on a highfat diet. *Scientia Pharmaceutica*, 90(3), 49. <https://doi:10.3390/scipharm90030049>
- Lieshchova, M.A., Oliyar, A.V., & Evert, V.V. (2022). Influence of *Lavandula angustifolia* on metabolic indicators and morphofunctional state of rat organs with a high-fat diet. *The Animal Biology*, 24(4), 21–26. <https://doi.org/10.15407/animbiol24.04.021>
- Lokes-Krupka, T.P. (2018). Klinichna efektyvnist dijetoterapii u profilaktytsi ozhyrinnia u sviiskoho kota [Clinical effectiveness of diet therapy in preventing domestic cat obesity]. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 147–150. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.22>
- Logvinova, V.V., & Kravtsova, M.V. (2022). Pathomorphological changes in the liver and internal organs in obese cats. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24(108), 101–106. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10815>
- Magnuson, A.M., Regan, D. P., Booth, A. D., Josephine K. Fouts, J. K., Solt, C. M., Hill, J. L., Dow, S. W., & Foster, M. T. (2020). High-Fat diet induced central adiposity (visceral fat) is associated with increased fibrosis and decreased immune cellularity of the mesenteric lymph node in mice. *European Journal of Nutrition*, 59(4), 1641–1654. <https://doi:10.1007/s00394-019-02019-z>
- Mateshuk-Vatseba, L.R., Holovatskyi, A.S., Harapko, T.V., Foros, A.I., & Lytvak, Yu.V. (2022). Changes in the structural organization of lymph nodes during short-term exposure to monosodium glutamate. *Reports of Morphology*, 28(4), 34–40. [https://doi:10.31393/morphology-journal-2022-28\(4\)-05](https://doi:10.31393/morphology-journal-2022-28(4)-05)
- Nikolopoulou, A., & Kadoglou, N.P.E (2012). Obesity and metabolic syndrome as related to cardiovascular disease. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, 10(7), 933–939. <https://doi:10.1586/erc.12.74>
- Ohtani, O., & Ohtani, Y. (2008). Structure and function of rat lymph nodes. *Arch Histol Cytol.*, 71(2), 69–76. <https://doi:10.1679/aohc.71.69>
- Opetz, D.L., Oba, P.M., Kostiuk, D., Kelly, J., & Swanson, K.S. (2023). Effects of weight loss and feeding specially formulated diets on the body composition, blood metabolite profiles, voluntary physical activity, and fecal metabolites and microbiota of overweight cats. *Journal of Animal Science*, 101, 332. <https://doi:10.1093/jas/skab332>
- Rathert-Williams, A. R., Salisbury, C. M., Lindholm-Perry, A. K., Pezeshki, A., Lalman, D. L., & Foote, A. P. (2021). Effects of increasing calcium propionate in a finishing diet on dry matter intake and glucose metabolism in steers. *Journal of Animal Science*, 99(12). <https://doi:10.1093/jas/skab314>
- Shaikh, S.R., Haas, K.M., Beck, M.A., & Teague, H. (2015). The effects of diet-induced obesity on B cell function. *Clinical & Experimental Immunology*, 179(1), 90–99. <https://doi:10.1111/cei.12444>
- Tobin, D., Vige, R., & Calder, P.C. (2021). The nutritional management of multiple sclerosis with propionate. *Frontiers in Immunology*, 12. <https://doi:10.3389/fimmu.2021.676016>
- Varcholyak, I.S., & Gutyi, B.V. (2019). Determination of the chronic toxicity of preparation “Bendamin” on laboratory animals. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(2), 63–68. <https://doi.org/10.32819/2019.71011>

- Weitman, E.S., Aschen, S.Z., Farias-Eisner, G., Albano, N., Cuzzone, D.A., Ghanta, S., Zampell, J.C., Thorek, D., & Mehrara B.J. (2013). Obesity impairs lymphatic fluid transport and dendritic cell migration to lymph nodes. *PLoS One*, 8(8). <https://doi:10.1371/journal.pone.0070703>.
- Zhang, F., Nan, X., Wang, H., Guo, Y., & Xiong, B. (2020). Research on the applications of calcium propionate in dairy cows: A Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, 10(8), 1336. <https://doi.org/10.3390/ani10081336>
- Zhang, F., Wang, Y., Wang, H., Nan, X., Guo, Y., & Xiong, B. (2022). Calcium propionate supplementation has minor effects on major ruminal bacterial community composition of early lactation dairy cows. *Frontiers in microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.847488>
- Zhang, X., Wu, X., Chen, W., Zhang, Y., Jiang, Y., Meng, Q., & Zhou, Z. (2017). Growth performance and development of internal organ, and gastrointestinal tract of calf supplementation with calcium propionate at various stages of growth period. *PloS one*, 12(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179940>



2024. Номер 10, С 58 – 72

Отримано: 18.09.2024 Прийнято: 10.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.06

UDC 636.68.09:591.433:611.018

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE PROVENTRICULUS OF THE BUDGERIGAR (*MELOPSITTACUS UNDULATUS*)

M.M. Kushch, I.Yu. Lavrova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,

E-mail: dr.kushch@gmail.com

Annotation. The stomach diseases of the parrots, which are one of the most famous companion birds, are frequently encountered, however, information regarding the features of its microscopic structure is insufficient and sometimes contradictory. At the same time, understanding its morpho-functional features is a necessary condition for developing their feeding rations, as well as methods of prevention and treatment of diseases of the digestive system. We determined the peculiarities of the microscopic structure, as well as the age parameters of the morphometric indicators of the proventriculus of budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) of 9 age groups: 1-, 3-, 7-, 14-, 21-days-old, 1-, 2-, and 6 -month-old and 1-year-old. Histological preparations were made from a cross-section of the middle part of the organ, which were stained with hematoxylin and eosin, and according to Mallory as well. The antrum wall of the proventriculus consisted of four membranes: mucous, submucosal, muscular and serous. The superficial glands were found in the composition of the mucous membrane, which were villi-finger-shaped protrusions of the lamina propria, covered with a single-layer prismatic epithelium. Deep glands were located in the submucosal base, which were represented by tightly packed lobes in the shape of a wide cone, consisting of tubular secretory sections that converged radially to the central excretory duct. This opened at the apex of the papillae. We did not establish the muscularis mucosa of the mucous membrane. The muscular sheath consisted of two layers formed by non-striated muscle tissue – an inner wide circular layer and an outer narrow longitudinal layer, between which myenteric nerve nodes were found. Most of the morphometric indicators of the microstructures of the budgerigar's stomach: the thickness of the mucous membrane, the height, and width of the lobules, the width of their tubes, and the height of their epithelium increased from 1-day-old mainly to 1-month-old, and then were smaller. At the same time, the number of lobules of deep glands on stomach cross-sections did not change with age. In contrast, muscle thickness increased from 1-day-old to 1-year-old. An intense increase in the indicators of the superficial and deep glands of the glandular part of the stomach indicates its high functional activity precisely during the active growth and development of budgerigars.

Key words: *budgerigar, proventriculus, histological structure, morphometric indicators.*

**ГІСТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАЛОЗИСТОЇ ЧАСТИНИ ШЛУНКУ
ХВИЛЯСТОГО ПАПУЖКИ (*MELOPSITTACUS UNDULATUS*) РІЗНОГО ВІКУ****М.М. Куш, І.Ю. Лаврова***Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,**E-mail: dr.kushch@gmail.com*

Анотація. Захворювання шлунку папуг, які є одними з найбільш відомих птахів-компаньйонів, є поширеними, однак, інформація стосовно особливостей його мікроскопічної будови є недостатньою і іноді суперечливою. У той же час, розуміння його морфологічних особливостей є необхідною умовою для розробки раціонів їх годівлі, а також методів профілактики і лікування хвороб апарату травлення. Визначали особливості мікроскопічної будови, а також вікові параметри морфометричних показників залозистої частини шлунку хвилястої папушки (*Melopsittacus undulatus*) 9 вікових груп: 1-, 3-, 7-, 14-, 21-добового, 1-, 2- і 6-місячного і 1-річного віку. Гістологічні препарати виготовляли з поперечного зрізу середньої ділянки органу, які були забарвлені гематоксиліном і еозинном, а також за Маллорі. Стінка передшлунку шлунку складалась з чотирьох оболонок: слизової, підслизової, м'язової і серозної. В складі слизової оболонки виявляли поверхневі залози, що представляли собою ворсинки – пальцеподібної форми випини власної пластинки, вкритої одношаровим призматичним епітелієм. У складі підслизової основи розташовані глибокі залози, що були представлені тісно укладеними часточками у формі широкого конусу, що складалась з трубкоподібних секреторних відділів, що радіально сходились до центральної вивідної протоки, яка відкривалась на верхівці сосочків. М'язової пластинки слизової оболонки нами не встановлено. М'язова оболонка складалась з двох шарів, утворених непосмугованою м'язовою тканиною: внутрішнього широкого циркулярного і зовнішнього вузького поздовжнього, між якими виявляли мієнтеральні нервові вузли. Більшість морфометричних показників мікроструктур передшлунку шлунку хвилястої папушки: товщина слизової оболонки, висота і ширина часточок, ширина їх трубок і висота їх епітелію збільшувались з 1-добового переважно до 1-місячного віку, надалі були меншими. У той же час, кількість часточок глибоких залоз на поперечних зрізах шлунку з віком не змінювалась. Натомість, товщина м'язової оболонки збільшувалась з 1-добового до 1-річного віку. Інтенсивне збільшення показників поверхневих і глибоких залоз залозистої частини шлунку вказує на його високу функціональну активність саме під час активного росту і розвитку хвилястих папушок.

Ключові слова: *хвилястий папушка, залозиста частина шлунку, гістологічна будова, морфометричні показники.*

Вступ. *Актуальність теми.* Папуги – не надто відома частина клієнтів ветеринарного лікаря, але в якийсь момент своєї кар'єри він їх лікуватиме (Vickery & Hollwarth, 2021). Існує низка хвороб заразної етіології, а також онкологічні, що вражають папуг. У зв'язку з цим, критично важливим для лікаря ветеринарної медицини є знання анатомічних і фізіологічних особливостей органів травлення цих екзотичних тварин, що є умовою для розуміння етіології і патогенезу захворювань, профілактики і лікування відповідних хвороб. Наявні дані щодо мікроскопічної будови шлунку хвилястої папушки є обмеженими, застарілими і, іноді, суперечливими (Feder, 1969; Bartels et al., 1998; Matsumoto et al., 2009).

До найбільш відомих і поширених пситацинів відносять хвилястих папушок (*Melopsittacus undulatus*), яких вважають найкращими дикими птахами, що містяться в неволі в домашніх умовах (Pekmezci, 2020). Для лікарів ветеринарної медицини ці тварини відомі, перш за все, як потенційні резервуари, та/або переносники зооантропонозних

захворювань, як-от хламідіоз, сальмонельоз, пташиний грип (Boseret et al., 2013; Yetismis et al., 2022).

Серед хвороб шлунку папуг найбільш поширеними є макрохадіоз, онкологічні, хвороба дилатації залозистої частини шлунку, паразитарні захворювання. Так, в одному з північноамериканських зоопарків за результатами розтину впродовж 2009-2019 рр. причинами загибелі або евтаназії 496 хвилястих папужок були гранулематозні захворювання, травми і захворювання шлунку, викликаного дріжджовим анаморфним аскоміцетним мікроорганізмом *Macrorhabdus ornithogaster* (Reed et al., 2021). У Сербії з 2019 по 2022 рр. було досліджено 352 птахи 18 біологічних видів на наявність *M. ornithogaster*. Інфекцію було виявлено у 31 % обстежених птахів, що свідчить про її поширеність. Причому жодних клінічних ознак у більшості птахів не спостерігали. Найчастіше цей мікроорганізм виявляли у хвилястих (55,5 %) і африканських сірих папуг (33,3 %) (Vlagojević et al., 2024). Виявлені патологоанатомічні знахідки у хвилястих папужок включали виразку, набряк або кровотечу з надмірним утворенням густого липкого слизу залозистої і м'язової частин шлунку, збільшення і потоншення стінки залозистої частини шлунку, атрофію або некроз перешийка, гіперплазію келихоподібних клітин, запалення, руйнування кутикули і перфорацію м'язової частини шлунку (Kheirandish & Salehi, 2011). Як вказує Horvatek Tomić et al. (2024), складна діагностика та рідко успішне лікування макрохадіозу є серйозною проблемою. Незважаючи на те, що рентгенологічний вигляд розширеної залозистої частини шлунку свідчить про цю інфекцію, її важко розпізнати через невеликі розміри папуг (Püstow & Krautwald-Junghanns, 2017).

Поширеними захворюваннями шлунку папуг є онкологічні. Карцинома залозистої частини шлунку є більш поширеною, ніж м'язової (Leach et al., 1989; Wildmann et al., 2022). За результатами аналізу причин загибелі 221 хвилястого папужки із популяції, яких утримували в неволі в період з 2013 по 2019 рр., було виявлено, що карциноми становили більшість неопластичних процесів, що вражали органи виділення і залозисту частину шлунку (Wildmann et al., 2022). У шлунку ці пухлини найбільш часто розвиваються в місці з'єднання його частин, що ускладнювало точну оцінку походження тканини (Yonemaru et al., 2004). У випадку шлунково-кишкової стромальної пухлини у ара червоно-зеленого (*Ara chloropterus*) частини шлунку були розширеними, їх стінка потовщеною твердою виразковою масою і вкритою фібрином. Залозиста частина шлунку представляла собою експансивне, неінкапсульоване новоутворення, утворене гомогенними веретеноподібними клітинами, що свідчило про лейоміому (Paranhos et al., 2024). János et al. (2011) дали опис солітарної аденоми у хвилястого папужки, яка частково перекривала просвіт залозистої частини шлунку. Також поширеними є метастази карцином. Місцями їх метастазування є легені, печінка, селезінка та серце (Reese, 1992). Snyder & Treuting (2014) було повідомлено про одночасне ураження хвилястого папужки дріжджовою інфекцією та метастатичною аденокарциномою залозистої частини шлунку. За даними Powers et al. (2019) хвилясті папужки з аденокарциномою залозистої частини шлунку значно частіше хворіли на макрорабдіоз, ніж без неї. Як було виявлено, хвилясті папужки в 323 рази більш схильні до одночасного ураження обома хворобами порівняно з іншими видами птахів.

Небезпечним для життя папуг неврологічним захворюванням, яке вражає і інші види птахів, є хвороба дилатації залозистої частини шлунку (proventricular dilatation disease – PDD) (Leal de Araújo & Rech, 2021). Спалах PDD описаний у бразильських папуг (Donatti et al., 2014). Тривалий час підозрювали, що PDD є вірусним захворюванням, але його збудник, новий *Bornavirus*, був ідентифікований лише в 2008 р. (Gancz et al., 2010). За даними Rossi et al. (2018), це захворювання є однією з найскладніших патологій у медицині птахів і досліджується у всьому світі. Більшість заражених птахів не виявляють клінічних ознак хвороби (Horpes & Shivaprasad, 2020). Крім збудників інфекційних захворювань, шлунок папуг є місцем паразитування нематод, що викликають загибель як вільно живучих птахів, так і в неволі. Hernandez-Urraca et al. (2022) виявили нематоду *Spirurida nasuta* при

гістологічному дослідженні у слизовій оболонці обох частин шлунку червонопоперекових папуг (*Psephotus haematonotus*), шість голів яких загинули за один місяць.

Отже, аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про поширеність серед різних видів папуг, у т.ч., хвилястих, хвороб шлунку, що вимагає від фахівців точних знань його морфофункціональних особливостей. Базове розуміння тонкої будови та фізіології шлунку є важливим для інтеграції патофізіологічних та клінічних ознак. Також для лікарів важливо оцінити рентгенограми та ендоскопічні зображення, виконати діагностичні методи, поставити діагноз та забезпечити відповідне лікування (Langlois, 2003).

Мета роботи – встановити вікові особливості мікроскопічної будови залозистої частини шлунку хвилястого папушки (*Melopsittacus undulatus*) упродовж першого року постнатального періоду онтогенезу.

Завдання дослідження: дати опис гістологічної будови, визначити морфометричні показники мікроскопічних структур залозистої частини шлунку хвилястого папушки в період з добового до 1-річного віку.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для гістологічних досліджень слугували зразки залозистої частини шлунку (ЗЧШ) хвилястих папушок 9 груп: 1-, 3-, 7-, 14-, 21-добового, 1-, 2-, 6-місячного і 1-річного віку (n=5). Утримання птахів та маніпуляції з ними виконували відповідно до Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовують для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986). Папуг годували зерновою сумішшю, до якої входили жовте, біле та червоне просо, овес, лляне канаркове і соняшникове насіння. У раціоні птахів постійно був пісок, а також сушені фрукти і овочі. Раз на тиждень до складу корму вводили відварене куряче яйце. Вода і корм були в постійному вільному доступі і свіжими. Після народження самки годували пташенят «зобним молочком», надалі – розмоченим у волі зерном.

Отримані після виведення з досліду птахів зразки ЗЧШ фіксували у 7-10% розчині нейтрального формаліну. Після промивки в воді, ущільнення і зневоднення у розчині спирту зростаючої концентрації, шматочки органу заливали в парафін. Зрізи шлунку отримували з його середньої частини в сегментальній площині. Парафінові зрізи забарвлювали гематоксиліном і еозином, а також за Маллорі. Дослідження гістологічних препаратів і виготовлення фото ілюстрацій виконували на мікроскопі «Jenamed 2» (*Carl Zeiss Jena, Germany*). На гістологічних препаратах шлунку за допомоги окулярної сітки визначали величину їх мікроскопічних структур.

Визначені морфометричні показники структур шлунку обробляли однофакторним дисперсійним аналізом (ANNOVA) за використання програми статистичного аналізу *Biostat LE 7.3*. з визначенням середнього арифметичного – M і його стандартного відхилення – Sd . Достовірність різниці морфометричних показників між віковими групами визначали згідно критерію Тьюкі, де достовірними вважали різницю за $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Як відомо, шлунок хвилястого папуги, як і інших птахів, складається з двох частин – залозистої, або передшлунку шлунка (*pars glandularis s. proventriculus gastris*) і м'язової, або шлуночку шлунка (*pars muscularis s. ventriculus gastris*), що сполучаються між собою коротким перешийком (Bartels et al., 1998; Matsumoto et al., 2009). У стінці ЗЧШ хвилястого папуги нами виявлено чотири оболонки: слизову, підслизову, м'язову і серозну, що відповідає класичному уявленню про будову шлунку, як трубкаподібного органу травного каналу. У складі слизової оболонки було виявлено два шари: епітеліальний і власну пластинку (рис. 1). Розташована під слизовою оболонкою підслизова основа була найбільш товстим шаром. М'язова оболонка була значно тоншою, у складі стінки шлунку її відносна товщина становила менше 3,6 % (табл. 1). Серозна оболонка була найтоншою і складалась з дуже тонкої сполучнотканинної пластинки, що зовні була вкрита одношаровим плоским епітелієм – мезотелієм.

Рельєф слизової оболонки ЗЧШ не рівний, його поверхня утворена сосочками, на верхівках яких відкриваються вивідні протоки, і яка складається з ворсинок різної висоти і ширини і які є випинами власної пластинки, що вкриті одношаровим однорядним

призматичним епітелієм (рис. 2). Такі ворсинки розташовані як щільно одна біля одної, так і на деякій відстані. Більшість дослідників такі утворення називає складками (Zaher et al., 2012; Beheiry, 2018; Kadhim et al., 2022). На нашу думку, враховуючи, що такі утворення мають пальцеподібну, а не витягнуту, тобто листоподібну форму, складаються лише з випинів власної пластинки, що вкриті епітелієм, і не містять інших шарів слизової оболонки, такі мікроскопічні структури слід вважати ворсинками. За гістологічною будовою вони нагадують кишечні ворсинки. Отримані нами дані узгоджуються з даними Hodges (1974), Landolt (1987) стосовно того, що у курки свійської, голубоподібних і папушки хвилястого немає справжніх поверхневих передшлункових залоз. Згідно NOMINA ANATOMICA AVIUM (Khomych et al., 2020), передшлункові складки у рибоїдних і м'ясоїдних таксонів птахів служать для збільшення об'єму шлунка, у деяких інших птахів їх наявність є механізмом, що збільшує кількість глибоких залоз. Складки зазвичай зникають, коли камера шлунку заповнюється кормом і розширюється.

У складі епітелію видовженої форми епітеліоцити містили напівпрозору оксифільну цитоплазму і велике світле ядро овальної форми з зернами хроматину і чітко помітними 1-2 ядрцями. Такі випини утворюють залозистий шар слизової оболонки або поверхневі власні залози (Feder, 1969). Як відомо (Zaher et al., 2012), клітини цих залоз синтезують слиз, що захищає стінку шлунку від дії шлункового соку. У той же час, Imai et al. (1991) у цитоплазмі цих клітин було виявлено велику кількість дрібних гранул пепсиногену. Згідно отриманим нами даним, його товщина у хвилястих папуг різного віку становила $60,2 \pm 3,2 - 224,0 \pm 15,4$ мкм.

Під залозистим шаром у підслизовій основі слизової оболонки ЗЧШ були щільно розміщені залозисті часточки, що займали майже всю її товщу і через їх щільне розміщення пухка сполучна тканина між ними мала вигляд вузьких тяжів.

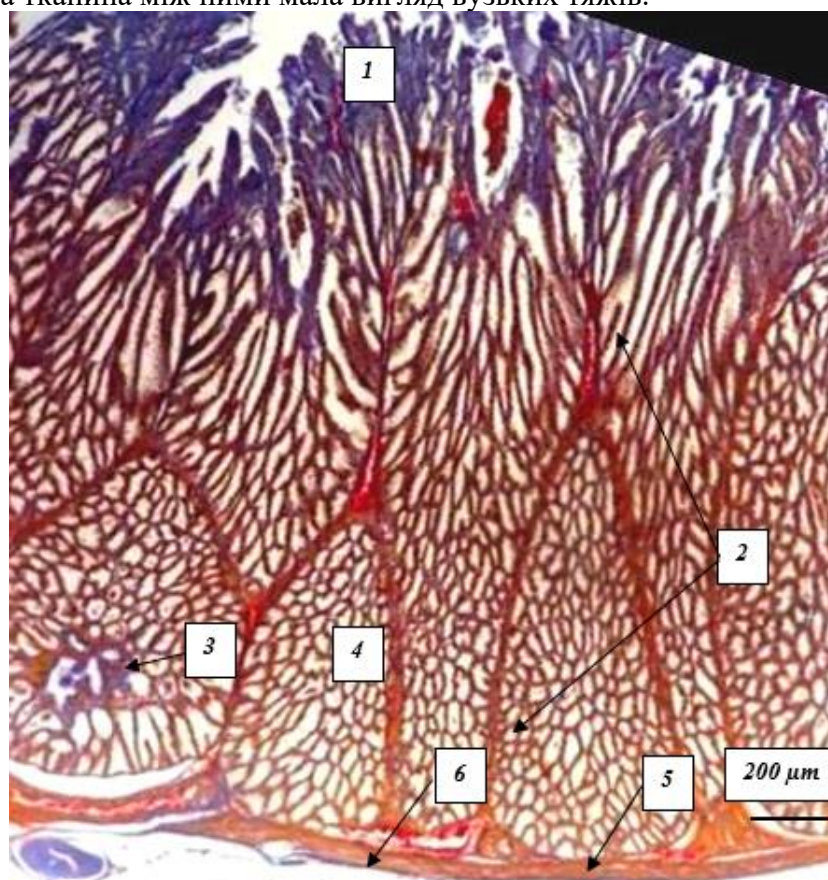


Рисунок 1. Стінка залозистої частини шлунку хвилястого папушки 1-річного віку. Гістологічний препарат. 1 – ворсинки поверхневих залоз; 2 – часточки глибоких залоз; 3 – вивідна протока часточки; 4 – трубочки часточок; 5 – м'язова оболонка; 6 – серозна оболонка; забарвлення за Маллорі

Згідно даним Feder (1969), такі часточки утворювали шар глибоких залоз ЗЧШ. В науковій літературі такі залози називають провентрикулярними (Rossi et al., 2005; Al-Samawy et al., 2021), або за місцем розташування – підслизовими (Rodrigues et al., 2012; Zaher et al., 2012). У той же час, згідно даним Matsumoto et al. (2009), у ЗЧШ хвилястого папуги такі залози розміщені в складі власної пластинки. Слід відмітити, що розташування цих залоз у складі ЗЧШ птахів є предметом суперечок між авторами. За інформацією одних дослідників вони розміщені в складі власної пластинки, інших – в складі підслизової основи. За даними Madkour & Mohamed (2019) у сизого голуба (*Columba livia targa*) вони також розміщені в межах власної пластинки слизової оболонки ЗЧШ і тому, згідно думки авторів, цей шар є найтовщим у складі стінки шлунку. За даними Madkour et al. (2021) у качки мускусної (*Cairina moschata*) вони розміщені в межах м'язової пластинки слизової оболонки ЗЧШ. За даними Kadhim et al. (2011) і Zaher et al. (2012) у джунглевої червоної птиці (*Gallus gallus spadiceus*) і перепілки звичайної (*Coturnix coturnix*) вони розміщені між внутрішнім і зовнішнім шарами м'язової пластинки слизової оболонки.

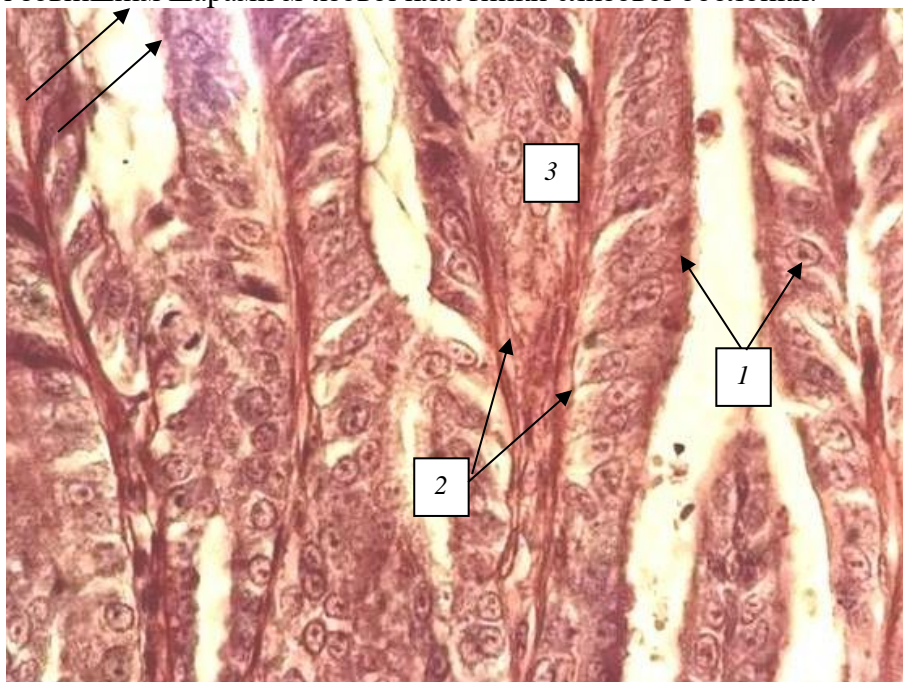


Рисунок 2. Ворсинки поверхневих залоз залозистої частини шлунку хвилястого папужки 14-добового віку. Гістологічний препарат. 1 – секреторні епітеліальні клітини; 2 – кровоносні капіляри основи ворсинок; 3 – сполучкотканинна основа ворсинок; забарвлення гематоксиліном і еозином

Все ж таки, згідно інформації більшості дослідників (Krok, 1962; Rodrigues et al., 2012; Al-Saffar & Al-Samawy, 2015; Beheiry (2018); Al-Samawy et al., 2021), у птахів вони розміщені в складі підслизової основи стінки ЗЧШ. За нашими даними, у ЗЧШ хвилястого папуги такі часточки розділені тонкими прошарками пухкої волокнистої сполучної тканини, в складі яких виявляли дрібні кровоносні судини. Часточки мали форму широкого конусу з дещо округлою основою. Посередині часточки містили достатньо широку вивідну протоку, що була вистелена високим призматичним епітелієм і відкривалась на її верхівці між ворсинками залозистого шару, які навколо них були вищими. Самі часточки складались із залозистих трубок, що починались як на базальному полюсі часточок, так і на їх бічній поверхні і відкривались у вивідну протоку. На гістологічних препаратах як часточки, так і їх трубки не завжди мають центральну орієнтацію відносно, відповідно, просвіту шлунку і часточки і тому на поперечному зрізі ЗЧШ часточки іноді були розміщені в два поверхи, а залозисті трубки були зрізані як поздовжньо, так і поперечно. Самі трубки мали широкий просвіт. Стінка трубки утворена дуже тонким прошарком пухкої сполучної тканини, що

містив кровоносний капіляр з клітинами крові і одним шаром епітеліоцитів переважно кубічної форми (рис. 3). Епітеліоцити на поздовжньому зрізі стінки трубок нагадували щільно розташовані листочки округлої форми на тонкій довгій гілці (рис. 4). На поперечних або косих зрізах часточок трубки створювали губчasto-стільникову структуру. На поперечному зрізі трубки її стінка складалась з 12-16 епітеліальних клітин. Як відомо, епітеліоцити трубочок залоз – оксинтикопептичні клітини синтезують як пепсиноген, так і соляну кислоту (Zaher et al., 2012; Zhang et al., 2016).

Одні дослідники глибокі залози ЗЧШ птахів відносять до трубчато-альвеолярних (Zaher et al., 2012; Sayrafi & Aghagolzadeh, 2020; Madkour et al., 2022), інші – до трубчастих (Rodrigues et al., 2012; Zhu, 2015; Beheiry R.R. (2018)). На нашу думку, враховуючи, що самі секреторні відділи, що утворюють часточки, мають форму трубок, їх треба вважати трубчастими, бо саме за формою кінцевих відділів залози організму поділяють на трубкоподібні, альвеолярні або трубчато-альвеолярні. Відмежована сполучнотканинною пластинкою сукупність таких трубок, що радіально сходяться до *центральної* вивідної протоки (назва за аналогією з центральною веною часточки печінки) утворюють часточку глибоких залоз ЗЧШ.

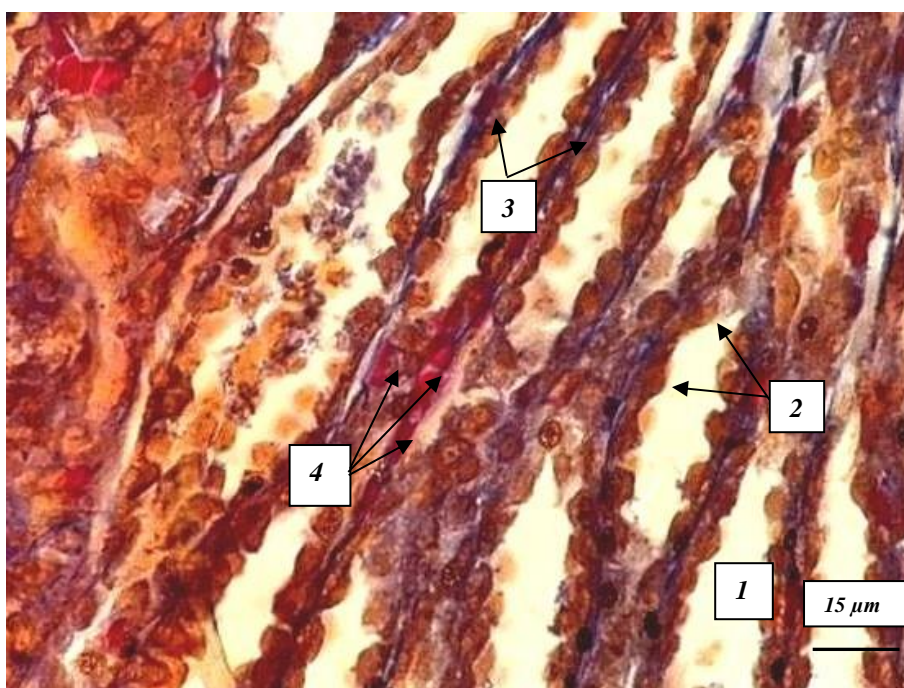


Рисунок 3. Секреторні трубки залозистої частини шлунку хвилястого папужки 1-місячного віку. Гістологічний препарат. 1 – просвіт трубок; 2 – секреторні епітеліоцити трубок; 3 – колагенові волокна основи трубок; 4 – еритроцити в просвіті кровоносних капілярів; забарвлення за Маллорі

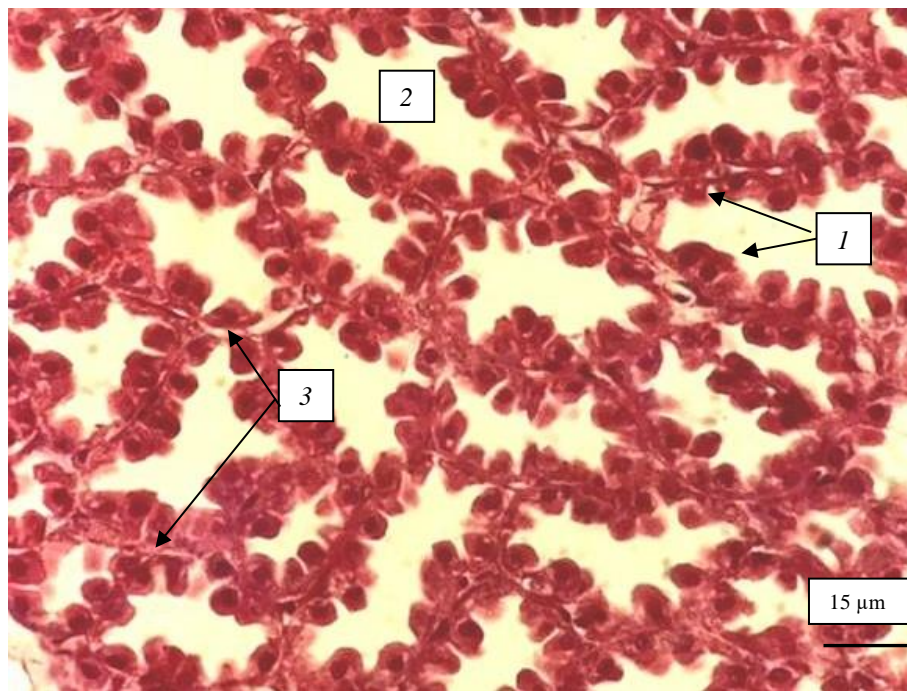


Рисунок 4. Секреторні трубки залозистої частини шлунку хвилястого папужки 6-місячного віку. Гістологічний препарат. 1 – епітеліальні клітини; 2 – просвіт трубок; 3 – кровоносні капіляри в стінці трубок залоз; забарвлення гематоксиліном і еозином

За даними Zaher et al. (2012) у ЗЧШ перепілки звичайної протоки кількох часточок з'єднуються між собою і утворюють коротку головну протоку, яка, в свою чергу, з'єднується з верхівкою піднятих сосочків слизової оболонки і відкривається у просвіт цього органу. За нашими даними у ЗЧШ хвилястого папуги вивідні протоки часточок відкриваються безпосередньо в просвіт органу і не з'єднується з протоками інших часточок.

Серед дослідників немає єдиної думки стосовно наявності і будови м'язової пластинки слизової оболонки у ЗЧШ птахів. За даними Kadhim et al. (2011), Zaher et al. (2012) у джунглевої червоної птиці, перепілки звичайної м'язова пластинка представлена двома шарами – внутрішнім і зовнішнім шарами, між якими розміщені глибокі залози. Згідно Zhu (2015), у багновика чорнохвостого (*Porzana bicolor*) м'язова пластинка утворена одним шаром з поздовжнім розташуванням в ньому клітин м'язової тканини, а також їх дифузним розміщенням у складі власної пластинки. За даними Al-Saffar & Al-Samawu (2014) у сплюшки буланої (*Otus Scors brucei*) елементи м'язової пластинки розкидані вздовж власної пластинки і оточують верхівкову частину глибоких залоз. Згідно Rodrigues et al. (2012), в ара синьо-жовтого (*Ara ararauna*) м'язова пластинка представлена дифузними пучками м'язової тканини в сполучній тканині між часточками залоз. За даними (Feder, 1969) м'язова пластинка ЗЧШ хвилястого папуги розвинена дуже слабо, за даними Matsumoto et al. (2009) – присутня. У деяких публікаціях в описі будови слизової оболонки ЗЧШ птахів м'язова пластинка серед її структур взагалі не згадується: у сизого голуба (Madkour & Mohamed, 2019), шпака звичайного (*Sturnus vulgaris*) (Sayrafi & Aghagolzadeh, 2020), мускусної качки (*Cairina moschata*) (Madkour et al., 2022), індички свійської (*Meleagris gallopavo*) (Beheiry, 2018), китайської чорнокістної шовкової птиці (*Gallus gallus domesticus* Brisson) (Zhang et al., 2016), сірого африканського папуги (*Psittacus erithacus*) і турача туркменського (*Francolinus francolinus*) (Al-Samawu et al., 2021). Нами м'язової пластинки в складі слизової оболонки ЗЧШ хвилястого папуги не виявлено.

За даними низки дослідників, слизова оболонка ЗЧШ містить значні скупчення лімфоїдної тканини як у вигляді лімфоїдних вузликів, так і дифузних полів – у перепілки звичайної (Zaher et al., 2012), багновика чорнохвостого (Zhu, 2015), хвилястого папуги (Feder, 1969), ара синьо-жовтого (*Ara ararauna*) (Rodrigues et al., (2012)). За результатами наших досліджень лімфоїдних утворень в стінці ЗЧШ хвилястого папужки не виявлено.

Стосовно мікроскопічної будови м'язової оболонки ЗЧШ птахів серед дослідників також немає єдиної думки. Згідно Kadhim & Zabiba (2022) і Zhang et al. (2016), м'язова оболонка ЗЧШ курчат-бройлерів (*Gallus domesticus*) і чорнокістної шовкової птиці складається з трьох шарів. За даними Sayrafi & Aghagolzadeh (2020) у шпака звичайного м'язова оболонка ЗЧШ утворена двома шарами: тонким внутрішнім шаром поздовжніх пучків клітин гладкої м'язової тканини і товстим зовнішнім кільцевим шаром. Згідно даним Kadhim et al. (2011) і Zaher et al. (2012), у джунглевої червоної птиці і перепілки звичайної вона утворена товстим внутрішнім шаром циркулярно розташованих скоротливих елементів і тонким зовнішнім поздовжнім шаром. За інформацією Rodrigues et al. (2012) і Zhu (2015), м'язова оболонка стінки ЗЧШ ара синьо-жовтого і багновика чорнохвостого складається лише з одного шару. Згідно отриманим нами даним, у складі м'язової оболонки ЗЧШ хвилястого папужки два шари – більш товстий внутрішній з коловим напрямком розташування клітин гладкої м'язової тканини і дуже тонким зовнішнім, що узгоджується з відповідними даними Feder (1969); Matsumoto et al. (2009) відносно будови ЗЧШ хвилястого папужки. Іноді, між шарами м'язової оболонки ЗЧШ хвилястого папужки ми виявляли ганглії нервового сплетення м'язової оболонки, що містили кілька тіл нервових клітин (рис. 5).

У місці переходу ЗЧШ у м'язову частину шлунку – перехийку поверх слизової оболонки з'являється кутикула, підслизова основа слизової оболонки звужується і не містить глибоких залоз і значно потовщується м'язова оболонка (рис. 6).

За результатами визначення морфометричних параметрів стінки ЗЧШ хвилястого папужки, збільшення її товщини відбувалось від вилуплення до 1-місячного віку (табл. 1). Причому за перший тиждень цей показник збільшився на 48,1 %, за другий – на 36,3 %, за третій – на 3,8 % і за четвертий – на 9,9 %. Надалі цей показник достовірно не відрізнявся від такого птахів меншого віку. Із збільшенням діаметру шлунку збільшувалась і товщина слизової оболонки, максимальне значення якої було встановлено у папужок 1-місячного віку, сягаючи значення $224,0 \pm 15,4$ мкм. Причому за перший тиждень цей показник збільшився на 79,1 %, за другий – на 11,1 %, за третій – на 46,2 % і за четвертий – на 27,9 %. Надалі, до 1-річного віку цей показник зменшувався.

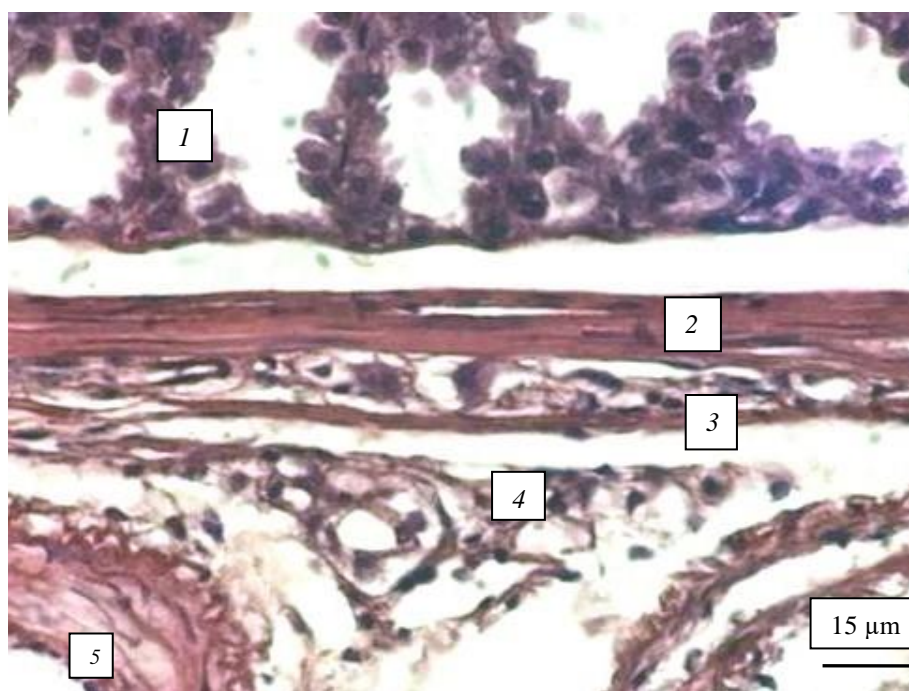


Рисунок 5. Залозиста частина шлунку хвилястого папужки 1-місячного віку. Гістологічний препарат. 1 – епітеліальні клітини глибоких залоз; 2 – внутрішній шар м'язової оболонки; 3 – зовнішній шар м'язової оболонки; 4 – нервові клітини нервового вузла; 5 – серозна оболонка; забарвлення гематоксиліном і еозином

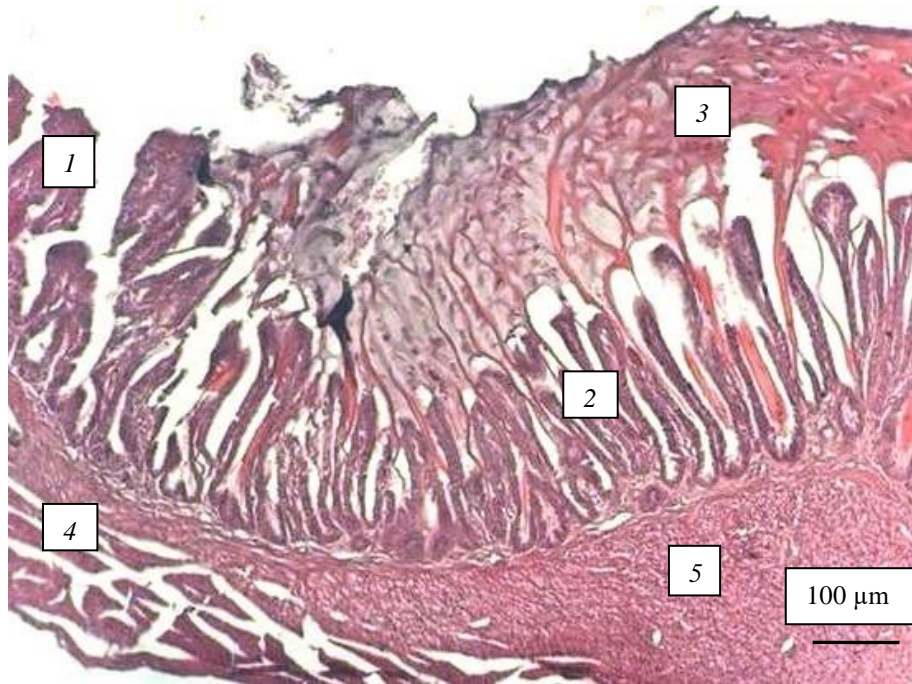


Рисунок 6. Перехід залозистої частини шлунку в м'язову частину шлунку хвилястого папушки 7-добового віку. Гістологічний препарат. 1 – ворсинки залозистого відділу шлунку; 2 – ворсинки м'язового відділу шлунку; 3 – кутикула м'язового відділу шлунку; 4 – м'язова оболонка залозистого відділу шлунку; 5 – м'язова оболонка м'язового відділу шлунку; забарвлення гематоксиліном і еозином

Таблиця 1

Морфометричні показники залозистої частини шлунку хвилястого папушки 1-добового – 1-річного віку ($M \pm Sd$, $n=5$)

Вік, діб	Товщина стінки, мкм	Товщина слизової оболонки, мкм	Товщина м'язової оболонки, мкм	Відносна товщина м'язової оболонки, %
1 доба	$377,5 \pm 20,6^a$	$60,2 \pm 3,2^a$	$8,8 \pm 0,9^a$	2,3
3 доби	$434,6 \pm 47,9^{ab}$	$77,4 \pm 8,0^{ab}$	$11,4 \pm 0,8^{ab}$	2,6
7 діб	$559,1 \pm 28,7^b$	$106,8 \pm 6,9^b$	$12,3 \pm 1,2^{ab}$	2,2
14 діб	$762,2 \pm 39,3^c$	$117,8 \pm 9,9^{bc}$	$15,0 \pm 0,9^b$	2,0
21 доба	$1069,7 \pm 126,5^{de}$	$167,2 \pm 9,4^d$	$20,5 \pm 1,1^{bc}$	2,0
1 міс.	$1320,0 \pm 139,3^e$	$224,0 \pm 15,4^f$	$25,2 \pm 2,2^{cd}$	1,9
2 міс.	$1036,9 \pm 112,4^{de}$	$202,6 \pm 14,7^e$	$26,8 \pm 1,9^c$	2,6
6 міс.	$1002,9 \pm 60,5^d$	$180,2 \pm 9,4^d$	$36,0 \pm 2,9^d$	3,6
1 рік	$1098,0 \pm 98,6^{de}$	$143,4 \pm 8,7^c$	$39,3 \pm 3,0^d$	3,6

Звертає на себе увагу відсутність достовірної різниці між кількістю часточок залоз на поперечному зрізі стінки шлунку папуг різного віку, яку визначали в кількості $28,2 \pm 1,2$ – $31,2 \pm 2,0$ (табл. 2). Отже, на відміну від інших морфометричних показників, кількість часточок, що закладаються в ембріональний період онтогенезу, є постійною упродовж життя папуг.

Разом із збільшенням товщини стінки передшлунку з віком папуг збільшувалась і висота часточок, які і визначали товщину підслизової основи. За перший тиждень вона збільшилась на 30,2 %, за другий – на 43,6 %, за третій – на 40,6 % за четвертий – на 21,4 %, за п'ятий – на 18,4 %, за шостий – на 14,3 %, за сьомий – на 11,8 %, за восьмий – на 9,9 %, за дев'ятий – на 7,7 %, за десятий – на 6,0 %, за одинадцятий – на 4,9 %, за дванадцятий – на 3,9 %, за тринадцятий – на 3,0 %, за чотирнадцятий – на 2,2 %, за п'ятнадцятий – на 1,8 %, за шістнадцятий – на 1,4 %, за сімнадцятий – на 1,1 %, за вісімнадцятий – на 0,8 %, за дев'ятнадцятий – на 0,6 %, за двадцятий – на 0,4 %.

сягаючи в 1-місячному віці найбільшого значення за весь період спостереження – 1063,8±70,0 мкм. У птахів старшого віку цей показник був меншим.

Таблиця 2

Морфометричні показники часточок залозистої частини шлунку хвилястого папужки 1-добового – 1-річного віку (M±Sd, n=5)

Вік	Кількість часточок	Висота часточок, мкм	Ширина часточок, мкм	Ширина трубочок часточок, мкм	Висота епітеліоцитів трубочок часточок, мкм
1 доба	28,2±1,2 ^a	333,2±18,9 ^a	256,6±14,3 ^a	29,1±3,6 ^{ab}	13,0±1,7 ^{bc}
3 доби	31,0±1,4 ^a	340,0±28,0 ^{ab}	277,2±23,7 ^{ab}	30,1±3,6 ^{bc}	12,6±1,8 ^{bc}
7 діб	31,2±2,0 ^a	433,8±20,3 ^b	384,4±28,9 ^{bc}	33,4±3,3 ^{bc}	15,0±1,7 ^{cd}
14 діб	30,8±1,5 ^a	623,0±31,2 ^c	409,4±31,8 ^{cd}	31,8±2,4 ^{bc}	14,1±0,7 ^c
21 доба	31,1±1,5 ^a	876,1±78,9 ^{de}	385,0±29,7 ^{bc}	29,7±1,6 ^b	17,2±0,8 ^d
1 міс.	30,0±1,3 ^a	1063,8±70,0 ^e	447,6±24,7 ^d	35,0±0,8 ^c	20,2±1,4 ^e
2 міс.	30,2±1,8 ^a	799,8±97,7 ^{de}	401,0±18,2 ^c	30,9±3,9 ^{bc}	12,0±0,9 ^b
6 міс.	30,4±1,4 ^a	778,4±49,9 ^d	365,8±40,1 ^{bc}	29,2±2,6 ^{ab}	8,7±0,6 ^a
1 рік	29,2±1,6 ^a	906,6±71,9 ^{de}	359,8±20,8 ^b	26,7±1,7 ^a	9,0±1,6 ^{ab}

Ширина часточок залоз також збільшувалась до 1-місячного віку, сягаючи при цьому найбільшого значення – 447,6±24,7 мкм. Причому, за перший тиждень вона збільшилась на 49,8 %, за другий – на 6,5 %. Порівняно з попереднім віком, у птахів 21-добового віку ширина часточок була меншою на 6,1 %, за четвертий тиждень вона збільшилась на 16,3 %. Порівняно з пташенятами 1-добового віку, висота і ширина часточок папуг 1-річного віку була більшою на 172,1 і 40,2 % відповідно.

Ширина трубочок часточок найбільшого значення сягала в папуг 1-місячного віку і становила 35,0±0,8 мкм, що, ймовірно, на тлі найбільших показників висоти і ширини часточок свідчить про максимальну функціональну активність залоз саме в цей віковий період.

На відміну від слизової оболонки товщина м'язової оболонки ЗЧШ збільшувалась упродовж усього періоду спостережень і максимального значення – 39,3±3,0 мкм сягала в папужок 1-річного віку. Причому за перший місяць цей показник збільшився на 189,8 %, за другий – на 6,3 %. Упродовж першого місяця за перший тиждень цей показник збільшився на 28,4 %, за другий – на 22,0 %, за третій – на 36,7 % і за четвертий – на 22,9 %. У складі всієї стінки ЗЧШ відносна товщина м'язової оболонки впродовж періоду спостереження становила 1,7-3,6 %, причому найбільші значення були характерні для птахів 6-місячного – 1-річного віку.

Порівняно з птахами 1-добового віку, у папужок 1-річного віку товщина стінки ЗЧШ була більшою на 190,9 %, слизової оболонки – на 137,9 %, підслизової – на 172,1 %, м'язової оболонки – на 346,6 %.

Отже, отримані нами дані параметрів мікроструктур ЗЧШ хвилястого папужки свідчать про значні їх відмінності у птахів різного віку. Загальною закономірністю змін більшості морфометричних показників ЗЧШ хвилястого папужки було їх збільшення переважно до 1-місячного віку. Причому такі зміни різних показників відбувались не рівномірно, порівняно з попереднім віком вони достовірно не збільшувались, або були навіть меншими. В один і той же віковий період спостерігали збільшення величини одних структур і зменшення інших. Найбільші показники товщини стінки, товщини слизової оболонки, залозистого шару слизової оболонки, висоти і ширини часточок, ширини трубок часток і висоти епітеліоцитів трубок були встановлені у папужок 1-місячного віку. Також звертає на себе увагу той факт, що на тлі незначного збільшення маси тіла у папужок старших 1 міс. морфометричні показники більшості мікроструктур ЗЧШ є меншими. На нашу думку цей факт свідчить про більш високу функціональну активність ЗВШ саме в

період активного росту і розвитку організму папужок. Інформація про максимальні показники мікроструктур ЗЧШ у хвилястих папужок до 1-місячного віку узгоджується з даними стосовно високої інтенсивності росту органів травлення в молодняку сільськогосподарської птиці Вурка (2008), Fesenko (2013), Yovchev et al. (2013), Makhotina et al. (2020), Madkour et al. (2022). При цьому, як встановлено, у молодняку птахів абсолютна маса апарату травлення на ранніх етапах постнатального періоду онтогенезу збільшується швидше, ніж маса всього тіла, тобто, має алометричний характер, що свідчить про його визначальну роль у забезпеченні організму необхідними для росту і розвитку поживними речовинами. Суперечлива інформація стосовно особливостей будови мікроскопічних структур ЗЧШ різних видів птахів пов'язана, ймовірно, з їх значними видовими особливостями.

Висновки.

Враховуючи загальні закономірності будови трубкоподібного органу апарату травлення на основі власних досліджень була виконана спроба дати морфо-функціональну характеристику залозистого відділу шлунку хвилястого папуги. Стінка залозистого відділу шлунку хвилястого папужки містить два види залоз – поверхневі, які розташовані у власній пластинці слизової оболонки і утворюють її залозистий шар і глибокі, які розташовані в підслизовій основі. Поверхневі залози представлені ворсинками, утвореними випинами власної пластинки, які вкриті одношаровим призматичним епітелієм. Глибокі залози представлені часточками, що мають форму широкого конусу. Їх секреторні відділи утворені трубками, які радіально сходяться до центральної вивідної протоки, яка відкривається на верхівках сосочків слизової оболонки. Більшість морфометричних показників мікроструктур ЗЧШ хвилястого папужки, такі як товщина слизової оболонки, висота і ширина часточок, ширина їх трубок і висота їх епітелію збільшуються з 1-добового переважно до 1-місячного віку, надалі стають меншими. Інтенсивне збільшення показників мікроструктур ЗЧШ свідчить про його високу функціональну активність під час активного росту і розвитку хвилястих папужок.

Перспективою подальших досліджень вважаємо визначення мікроскопічної будови м'язової частини шлунку хвилястих папужок.

References

- Al-Saffar, F.J., & Al-Samawy, E.R.M. (2014). Microscopic and morphometric study of the proventriculus and ventriculus of the Striated Scope Owl (*Otus Scors brucei*) in Iraq. *Kufa Journal For Veterinary Medical Sciences*, 5(2), 9–23. <https://doi.org/10.36326/kjvs/2014/v5i24202>
- Al-Saffar, F.J., & Al-Samawy, E.R.M. (2015). Histomorphological and histochemical studies of the stomach of the mallard (*Anas platyrhynchos*). *Asian Journal of Animal Sciences*, 9(6), 280–292. <https://doi.org/10.3923/ajas.2015.280.292>
- Al-Samawy, E.R.M., Waad, S.K., Al-Uboody, W.S.H., & Hasan, M.S. (2021). Histomorphometric and histochemical finding of the proventricular and ventricular stomach between the african grey parrot (*Psittacus erithacus*) and black francolin (*francolinus*) in South Iraq. *Medico-legal Update*, 21(1), 1457–1465. <http://dx.doi.org/10.37506/mlu.v21i1.2528>
- Bartels, T., Boos, A., Flachsbath, M.F. & Wolf, P. (1998). Histologie des gastrointestinaltraktes des wellensittichs (Histological aspects of the digestive system of the budgerigar). *Uebersichten zur Tierernaehrung*, 25(2), 199–200.
- Beheiry, R.R. (2018). Histochemical and scanning electron microscopy of proventriculus in turkey. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 5(3), 290–298. <http://doi.org/10.5455/javar.2018.e279>
- Blagojević, B., Davidov, I., Galfi Vukomanović, A., Tekić, D., Došenović Marinković, M., & Vidović, V. (2024). Occurrence of *Macrorhabdus ornithogaster* in exotic birds. *Polish*

- Journal of Veterinary Sciences*, 27(1), 139–142.
<https://doi.org/10.24425/pjvs.2024.149335>
- Boseret, G., Losson, B., Mainil, J.G., Thiry, E., & Saegerman, C. (2013). Zoonoses in pet birds: review and perspectives. *Veterinary Research*, 44(1), 36. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-36>
- Byrka, O.V. (2008). Morfolohichna kharakterystyka dyvertykula Mekkelia u husei. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S.Z. Gzhytskoho, 10(2, 37, 2), 14–17. [In Ukrainian].
- Donatti, R.V., Resende, M., Ferreira, F.C.J., Marques, M.V.R., Ecco, R., Shivaprasad, H.L., de Resende, J.S. & da Silva Martins, N R. (2014). Fatal proventricular dilatation disease in captive native psittacines in Brazil. *Avian Diseases*, 58(1), 187–93. <https://doi.org/10.1637/10588-061013-case.1>
- Feder, F.H. (1969). Beitrag zur makroskopischen und mikroskopischen anatomie des verdauungsapparates beim Wellensittich (*Melopsittacus undulatus*) [Contribution to the macroscopic and microscopic anatomy of the digestive tract in the budgerigar (*Melopsittacus undulatus*)]. *Anatomischer Anzeiger*, 125(3), 233–255.
- Fesenko, I.A. (2013). Morfohenez pidshlunkovoi zalozy husei u rannii period postnatalnoho ontogenezu. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, 2(32), 26–31. [In Ukrainian].
- Gancz, A.Y., Clubb, S. & Shivaprasad, H.L. (2010). Advanced diagnostic approaches and current management of proventricular dilatation disease. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 13(3), 471–94. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2010.05.004>
- Hernandez-Urraca, V., Sanchez-Godoy, F.D. & Hernandez-Velasco, X. (2022). Dispharynx nasuta (*Nematoda: Acuarioidea: Acuariidae*) infestation in exotic red-rumped parrots (*Psephotus haematonotus*) in captivity in the State of Michoacan, Mexico, *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 27, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100669>.
- Hodges, R.D. (1974). *Histology of the Fowl*, London: Academic Press, 648.
- Hoppes, S.M. & Shivaprasad, H.L. (2020). Update on avian bornavirus and proventricular dilatation disease: diagnostics, pathology, prevalence, and control. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 23(2), 337–351. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2020.01.006>
- Horvatek Tomić, D., M. Lukač, L. Lozica, E. & Budicin, Ž. (2024). Gottstein Avian macrorhabdiosis – a well-known disease with a new name. *Hrvatski veterinarski vjesnik*, 32(1), 28–33.
- Imai, M., Shibata, T., Moriguchi, K., Yamamoto, M., & Hayama, H. (1991). Proventricular glands in fowl. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 68(2–3). 155–160.
- János, G., Marosán, M., Kozma, A. & Mándoki, M. (2021). Solitary adenoma in the proventriculus of a budgerigar (*Melopsittacus undulatus*) diagnosed by immunochemistry – short communication. *Acta Veterinaria Hungarica*, 59(4), 439–44. doi: <https://doi.org/10.1556/avet.2011.031>
- Kadhim, H.H., & Zabiba, I.M.J. (2022). Morphohistometrical study for proventriculus in pre and post-hatching broiler chicks. *International Journal of Health Sciences*, 6(S4), 8315–8326. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS4.10530>
- Kadhim, K.K., Zuki, A.B.Z., Noordin, M.M., & Babjee, S.M.A. (2011). Histomorphology of the stomach, proventriculus and ventriculus of the Red Jungle Fowl. *Anatomia Histologia Embryologia*, 40, 226–233.: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0264.2010.01058.x>
- Kheirandish, R., & Salehi, M. (2011). Megabacteriosis in budgerigars: diagnosis and treatment. *Comparative Clinical Pathology*, 20(5), 501–505. <http://dx.doi.org/10.1007/s00580-010-1026-1>

- Khomych, V.T., Dyshliuk, N.V., Mazurkevych, T.A., Stehnei, Zh.H., & Usenko, S.I. (2020). NOMINA ANATOMICA AVIUM. Mizhnarodna anatomichna nomenklatura ptakhiv (terminologichnyi slovnyk). Kyiv, 735. [In Ukrainian].
- Krok, H.S. (1962). Mykroskopycheskoe stroenye orhanov selskokhoziaistvennykh ptys s osnovamy embriolohyy. Kyev : Yzdanye Ukraynskoï akademyy selskokhoziaistvennykh nauk. 1962, 186. [In Russian].
- Landolt, R. (1987). Vergleichend funktionelle morphologie des verdauungstraktes der tauben (*Columbidae*) mit besonderer berücksichtigung der adaptiven radiation der fruchttauben (Treroninae). *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere*, 116, 169–215.
- Langlois, I. (2003). The anatomy, physiology, and diseases of the avian proventriculus and ventriculus. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 6(1), 85–111. [https://doi.org/10.1016/s1094-9194\(02\)00027-0](https://doi.org/10.1016/s1094-9194(02)00027-0)
- Leach, M.W., Paul-Murphy, J. & Lowenstine, L.J. (1989). Three cases of gastric neoplasia in psittacines. *Avian Diseases*, 33(1), 204–10.
- Leal de Araújo, J. & Rech, R.R. Seeing beyond a dilated proventriculus: diagnostic tools for proventricular dilatation disease in psittacine birds. *Animals*, 2021, 11, 3558. <https://doi.org/10.3390/ani11123558>
- Madkour, F.A. & Mohamed, A.A. (2019). Comparative anatomical studies on the glandular stomach of the rock pigeon (*Columba livia targa*) and the egyptian laughing dove (*Streptopelia senegalensis aegyptiaca*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 48(1), 53–63. <https://doi.org/10.1111/ahe.12411>
- Madkour, F.A., Mohamed, S.A., Abdalla, K.E.H. & 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. <https://doi.org/10.1002/jemt.23884>.
- Makhotina, D.S., Kushch, M.M., & Zhyhalova, O.Ie. (2020). Vikovi osoblyvosti topohrafii i kilkosti endokrynotsytiv kyshechnyku sviiskoi kachky. Theoretical and Applied Veterinary Medicine, 8(3), 251–256. <https://doi.org/10.32819/2020.84036> [In Ukrainian].
- Matsumoto, F.S., de Carvalho, A.F., Franciulli, A.L.R., Favaron, P.O., Miglino, M.A. & Ambrósio, C.A. Topografia e morfologia das vísceras do Periquito-australiano (*Melopsittacus undulatus*). *Ciencia Animal Brasileira*, 2009, 10(4), 1263-1270.
- Noy, Y., & Sklan, D. (1997). Posthatch development in poultry. *Journal of Applied Poultry Research*, 6, 344–354.
- Paranhos, G.F., Silva, L.C., Duarte, J.L. C., de Oliveira Filho, H.S., Nery, T.F.L., & de Araújo, J.L. (2024). Proventricular and ventricular gastrointestinal stromal tumor (GIST) in a scarlet macaw (*Ara chloropterus*). *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*, 17(1), 60–65. doi: <https://10.24070/bjvp.1983-0246.v17i1p60-65>
- Pekmezci, D., Yetismis, G., Esin, C., Duzlu, O., Colak, Z. N., Inci, A., Pekmezci, G. Z., & Yildirim, A. (2020). Occurrence and molecular identification of zoonotic microsporidia in pet budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) in Turkey. *Medical Mycology*. 2020, 59(6), 585–591. <https://doi.org/10.1093/mmy/myaa088>.
- Powers, L.V., Mitchell, M.A., & Garner, M.M. (2019). *Macrorhabdus ornithogaster* infection and spontaneous proventricular adenocarcinoma in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *Veterinary Pathology*, 56(3), 486–493. <https://doi.org/10.1177/0300985818823773>
- Püstow, R., & Krautwald-Junghanns, M.-E. (2017). The incidence and treatment outcomes of *Macrorhabdus ornithogaster* infection in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) in a Veterinary Clinic. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 31(4), 344–350. <https://doi.org/10.1647/2016-181>.
- Reece, R.L. (1992). Observations on naturally occurring neoplasms in birds in the state of Victoria, Australia. *Avian Pathology*, 21, 3–32.

- Reed, K., Anderson, K., & Wolf, K. (2021). Mortality trends for budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) housed in a walk-through aviary in a zoo in North America, 2009-2019. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 52(4), 1143–1148. <https://doi.org/10.1638/2021-0036>
- Rodrigues, M.N., Abreu, J.A.P., Tivane, C., Wagner, P.G., Campos, D.B., Guerra, R.R., Rici, R.E.G., & Miglino, M.A. (2012). Microscopical study of the digestive tract of Blue and Yellow macaws. *Current Microscopy Contributions to Advances in Science and Technology* (A. Méndez-Vilas, Ed.), 414–421. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3169.2808>
- Rossi, G., Dahlhausen, R.D., Galosi, L., & Orosz, S.E. (2018). Avian ganglioneuritis in clinical practice. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 21(1), 33–67. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2017.08.009>
- Rossi, J.R., Baraldi-Artoni, S.M., Oliveira, D., da Cruz, C., Franzo, V.S., & Sagula, A. (2005). Morphology of glandular stomach (*Ventriculus glandularis*) and muscular stomach (*Ventriculus muscularis*) of the partridge *Rhynchotus rufescens*. *Ciecia Rural*, 35, 1319–1324. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000600014>
- Sayrafi, R., & Aghagolzadeh, M. (2020). Histological and histochemical study of the proventriculus (*Ventriculus glandularis*) of common starling (*Sturnus vulgaris*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 49(1), 105–111. <https://doi.org/10.1111/ah.12495>
- Snyder, J.M., & Treuting, P.M. (2014). Pathology in practice. Adenocarcinoma of the proventriculus with liver metastasis and marked, diffuse chronic-active proventriculitis and ventriculitis with moderate *M. ornithogaster* infection in a budgerigar. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(6), 667–669. <https://doi.org/10.2460/javma.244.6.667>
- Vickery, S., & Hollwarth, A. (2021). Health and husbandry of companion parrots. *The Veterinary Nurse*, 12(10). Clinical. <https://doi.org/10.12968/vetn.2021.12.10.463>
- Wildmann, A.K., Cushing, A.C., Pfisterer, B.R., & Sula, M.J.M. (2022). Retrospective review of morbidity and mortality in a population of captive budgerigars (*Melopsittacus undulates*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 53(2), 433–441. <https://doi.org/10.1638/2020-0227>
- Yetismis, G., Yildirim, A., Pekmezci, D., Duzlu, O., Ciloglu, A., Onder, Z., Simsek, E., Ercan, N., Pekmezci, G.Z., & Inci, A. (2022). First report and genotyping of *Dientamoeba fragilis* in pet budgerigars (*Melopsittacus undulatus*), with zoonotic importance. *Zoonoses Public Health*, 69(5), 572–578. <https://doi.org/10.1111/zph.12949>
- Yonemaru, K., Sakai, H., Asaoka, Y., Yanai, T., Fukushi, H., Watanabe, K., Hirai, K., & Masegi, T. (2004). Proventricular adenocarcinoma in a Humboldt penguin (*Spheniscus humboldti*) and a great horned owl (*Bubo virginianus*); identification of origin by mucin histochemistry. *Avian Pathology*, 33(1), 77–81. <https://doi.org/10.1080/03079450310001636327>
- Yovchev, D., Dimitrov, D., & Penchev, G. (2013). Age weight and morphometrical parameters of the bronze turkey's (*Meleagris meleagris gallopavo*) intestines. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(3), 611–614.
- Zaher, M., El-Ghareeb, A-W., Hamdi, H., & AbuAmod F. (2012). Anatomical, histological and histochemical adaptations of the avian alimentary canal to their food habits: I – *Coturnix coturnix*. *Life Science Journal*, 9(3), 253–275.
- Zhang, H., Ge, T., Peng, S., Zhong, S., & Zhou, Z. (2016). Microstructure features of proventriculus and ultrastructure of the gastric gland cells in chinese taihe black-bone silky fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 45(1), 1–8. <https://doi.org/10.1111/ah.12164>
- Zhu, L. (2015). Histological and histochemical study on the stomach (proventriculus and gizzard) of black-tailed crane (*Porzana bicolor*). *Pakistan Journal of Zoology*, 47(3), 607–616.



2024. Номер 10, С 73 – 85

Отримано: 02.10.2024 Прийнято: 10.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.07

UDC 636.68.09:616-002.78:616-002.36:616-091

**PATHOLOGY ANATOMICAL CHANGES IN THE MUTE SWAN (*CYGNUS OLOR*)
IN THE FATAL COMBINATION OF GOUT AND *ERYSIPELOTRIX*
RHUSOPATHIAE INFECTION**

**L.M. Liakhovich, O.S. Kochevenko, A.U. Ulianizka, O.V. Byrka,
S.I. Simonenko, V.M. Zhylina, L.L. Kushch**

State Biotechnology University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: liubov.vet@ukr.net

Annotation. The article presents data from a postmortem examination and a study of the mechanism of death of a mute swan that died from a combination of gout and *Erysipelothrix rhusiopathiae* infection. The swan was bred and raised in captivity; compound feed for domestic poultry and periodically – minced meat was used in the ration of this bird. The swan died as a result of critical hypothermia associated with a meteorological drop in temperature and high humidity. A month and a half before death, the swan showed signs of hypodynamia, general weakness, poor appetite, and hypothermia. Gout in the swan was diagnosed postmortem. During the autopsy, extensive crystalline chalk-like deposits (urates) were found, in particular, with localization on visceral serous membranes and organ capsules. The most intense urate deposits were localized on the air sacs, liver capsule and pericardium. Pathologies important for the mechanism of swan death were diagnosed in the myocardium (signs of brown atrophy), on the heart valves (urate deposits in the form of massive vegetations classified as crystalline valvulitis) and in the extravalvular areas of the endocardium (sclerotic changes). Massive thrombi were found in the right ventricle of the swan's heart. In the main blood vessels and their visceral branches, total dilatational changes, in particular, caused by cold, are classified. Signs of venous stasis, hemorrhage, capsule ruptures with subcapsular hematomas were found in the liver. Signs of cyanosis, general cachexia, dehydration were observed in the swan. According to the severity of the lesions and their importance in the mechanism of death of the swan, cardiovascular pathology dominated. In the genesis of gout in the dead swan, dietary factors (protein-rich feed), hypodynamia and dehydration played a key role. *Erysipelothrix rhusiopathiae* was found based on the results of genetic and molecular research of swan liver and spleen samples.

Key words: *mute swan, gout, infection with Erysipelothrix rhusiopathiae, autopsy.*

**ПАТОЛОГОАНАТОМІЧНІ ЗМІНИ В ЛЕБЕДЯ-ШИПУНА (*CYGNUS OLOR*)
ЗА ФАТАЛЬНОГО ПОЄДНАННЯ ПОДАГРИ ТА ІНФІКУВАННЯ
*ERYSIPELOTRIX RHUSIOPATHIAE***

**Л.М. Ляхович, О.С. Кочевенко, А.Ю. Ульяницька, О.В. Бирка,
С.І. Симоненко, В.М. Жиліна, Л.Л. Куш**
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна
E-mail: liubov.vet@ukr.net

Анотація. Наведені результати патологоанатомічного розтину та дослідження механізму смерті лебедя-шипуну, який загинув від поєднання подагри та інфікування *Erysipelothrix rhusiopathiae*. Лебідь був виведений і вирощений в неволі; в раціоні його годівлі використовували комбікорми для свійської птиці, періодично – м'ясний фарш. Лебідь загинув за умов критичного переохолодження, пов'язаного із зниженням температури та високою вологістю повітря. За півтора місяці до загибелі у лебедя спостерігали ознаки гіподинамії, загальної слабкості, відмови від корму, гіпотермії. Подагру у лебедя діагностували посмертно. Під час автопсії на вісцеральних серозних оболонках та капсулі органів були виявлені урати в вигляді кристалічних крейдоподібних відкладень. Найбільші відкладення уратів були на повітряноносних мішках, капсулі печінки та перикарді. Важливі для механізму смерті лебедя патології діагностували в міокарді (ознаки бурої атрофії), на клапанах серця (уратні відкладення у вигляді масивних потовщень, що класифіковані, як кристалічний вальвуліт) та в екстраклапанних ділянках ендокарда (склеротичні зміни). У правому шлуночку серця лебедя виявлено масивні тромби. У магістральних кровоносних судинах та їх вісцеральних гілках класифіковані тотальні дилатаційні зміни, зокрема, спричинені холодом. У печінці виявлені ознаки венозного застою, геморагії, розриви капсули із субкапсулярними гематомами. У лебедя спостерігали ознаки ціанозу, загальної кахексії, дегідратації. За тяжкістю уражень та їх значенням у механізмі смерті лебедя домінувала серцево-судинна патологія. У генезисі подагри в загиблого лебедя ключову роль зіграли дієтичні фактори (багаті на протеїни корми) та гіподинамія. За результатами генетико-молекулярного дослідження зразків печінки та селезінки лебедя виявлено *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Ключові слова: *лебідь-шипун, подагра, Erysipelothrix rhusiopathiae, авмонсія.*

Вступ. *Актуальність теми.* У наш час все більш популярним стає розведення лебедів у неволі. У той же час, в умовах штучних екосистем зростають ризики порушення параметрів благополуччя диких тварин (Kurhaluk and Tkachenko, 2022). Włodarczyk et al. (2013) вказують, що в дикій природі лебеді-шипуні проявляють особливу екологічну гнучкість, яка дозволяє їм адаптуватися до мінливих умов. Butkauskas et al. (2012), Meissner et al. (2020) відмічають, що, навіть у біотопах, де гніздяться лебеді-шипуні, спостерігаються значні коливання їх чисельності та смертності. Це залежить від конкретної території розселення, екологічних умов, а також антропогенного впливу. Важливо, що вік диких декоративних птахів, на відміну, від свійської птиці, часто є довшим: їх утримують, як правило, довічно. Закономірно, що зміни в органах та системах у них триваліші, а у випадку загибелі – картина патологоанатомічних уражень є більш вираженою та може відрізнятися навіть топографічними проявами, порівняно з такою у свійської птиці. Так, патологоанатомічні зміни за туберкульозу в декоративних павичів та фазанів відрізнялися від таких у свійських курей (Liakhovych et al., 2018; Liakhovych et al., 2020; Liakhovych and Maslak, 2021). За утримання лебедів в умовах приватних екологічних ферм існує потенційна можливість їхнього інфікування різними патогенами при контакті з птицею інших видів, із ссавцями та інфікованими субстратами. З іншого боку, декоративна птиця, інфікована

зоонозними збудниками, становить ризик, насамперед, для персоналу та відвідувачів екоферм та екопарків. Цінною в науковому та прикладному сенсі є інформація щодо порівняльних топографічних параметрів органів у представників різних видів екопаркової та дикої птиці. Тому кожен випадок їх автопсії слугує в якості унікального колекційного архівного матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час розведення декоративних птахів у них існує ризик виникнення подагри. Подагра – це багатофакторне метаболічне захворювання, у розвитку якого провідним є явище гіперурикемії, що, своєю чергою, підвищує ризик інших хронічних захворювань (зокрема, кардіометаболічних) (Dalbeth, 2016; Towiwat et al., 2019; Hong et al., 2020; Huang et al., 2020). Гіперурикемія, зокрема, виникає за дисфункції нирок, коли гальмується виведення з організму сечової кислоти, яка потім циркулює в кровоплинні та накопичується в різних ділянках організму (Amaravathi, 2015; Lakkawar et al., 2015). На розвиток подагри, зокрема, у птиці також значний вплив мають інфекційні агенти та раціон (Nitin & Ghosh, 2014; Sathiyaseelan et al., 2019; Sandhyarani et al., 2022). Vulbule et al. (2014) вказують, що високу смертність птиці через подагру спричиняють стресові фактори, порушення зоогігієнічних параметрів при її утриманні (гіпертермія, високий рівень концентрації аміаку в приміщенні).

Модель розвитку подагри в декоративних птахів, яких утримують більш тривалий час, порівняно зі свійською птицею, дозволяє виявити індивідуальні етіологічні та патогенетичні особливості цієї патології. Відповідний патологоанатомічний аналіз випадків подагри у лебедів під час розведення в неволі доповнить шкалу її діагностичних показників та системи ефективної профілактики.

За розведення водоплавної екопаркової птиці існує ризик їх зараження бактеріями *Erysipelothrix*, які є збудниками зоонозів (Brooke & Riley, 1999; Eriksson et al., 2013; Bobrek & Gaweł, 2015). Бактерії *Erysipelothrix* значно поширені в річковому мулі, луговому ґрунті, багатому на органічні речовини, де вони можуть розмножуватися за сприятливих умов (Eriksson et al., 2009; Wang et al., 2010; Apha et al., 2015). Заслужують уваги дослідників випадки коморбідних захворювань у птиці. Вивчення їх фатальних спонтанних моделей дозволяє доповнити шкалу компонентів патогенезу та патологоанатомічних змін, що сприяє діагностиці патологій (Liakhovych et al., 2022; Liulin et al., 2023).

Метою роботи було провести ідентифікацію та класифікацію патологоанатомічних змін для встановлення причин смерті у загиблого лебедя-шипуну.

Завдання дослідження: 1. Збір анамнестичних даних, вивчення епізоотичної ситуації щодо благополуччя екологічної ферми, в умовах якої утримувався лебідь. 2. Проведення повного патологоанатомічного розтину тіла загиблого лебедя, протоколювання, фотографування, ідентифікація та класифікація макроскопічних змін в органах, анатомічне препарування та формулювання патологоанатомічного діагнозу. 3. Проведення генетико-молекулярного дослідження зразків печінки та селезінки лебедя. 4. Встановлення остаточного діагнозу захворювань, що призвели лебедя до загибелі.

Матеріал і методи досліджень. Об'єктом дослідження був загиблий дорослий лебідь-шипун віком 2 р. 8 міс. та зразки його органів. Ця особина була представником другого покоління лебедів, вирощених в умовах приватної екологічної ферми. У період з квітня по листопад лебеді знаходилися на невеликій штучній водоймі (міні-ставку), на якому розміщений плавучий будиночок. У зимовий період лебедів утримували в окремому секторі пташника, де також була і свійська птиця. Годували лебедів сумішшю зернових, комбікормом для свійської птиці, періодично – м'ясним фаршем (за потреби до нього додавали ветеринарні препарати). Приблизно за 45 днів до загибелі в лебедя були помічені ознаки гіподинамії, загальної слабкості, часткової відмови від корму, гіпотермії. Лебідь загинув після охолодження внаслідок різкого зниження температури і високої вологості повітря на тлі ослаблення організму. Після смерті тіло лебедя замерзло.

Дослідження було поетапним. Перший етап включав збір анамнестичних даних, вивчення епізоотичної ситуації щодо благополуччя екологічної ферми, в умовах якої

утримували лебедя. Другий етап полягав у проведенні повного патологоанатомічного розтину лебедя, анатомічного препарування, протоколюванні змін, фотографуванні, ідентифікації та класифікації уражень органів, формулювання патологоанатомічного діагнозу. Третім етапом було генетико-молекулярне дослідження зразків печінки та селезінки загиблого лебедя. При цьому отримані чисті бактеріальні культури ідентифікували методом ПЛР в реальному часі з використанням набору *EXOone E. rhusiopathiae* (*Exopol*, Іспанія) (Eriksson et al., 2014). Бактерійну геномну ДНК виділяли за допомоги комерційного набору *DNA Extraction Kit II* (*Kytl*, Німеччина) відповідно до рекомендацій виробника. Паралельно з дослідженням зразків ставили реакції для позитивного контролю (входять до комплекту) і негативного контролю (стерильна вода). Ампліфікацію проводили в системі *7500 FAST* (*AppliedBiosystems, Thermofisher*, США) відповідно до протоколу виробника (активація полімерази за 95 °С упродовж 5 хв, 40 циклів денатурації ДНК за 95 °С протягом 15 сек, відпал зонду і довжину ланцюга за 60 °С упродовж 1 хв. Продукт ПЛР детектували в каналі FAM (для карбоксифлуоресцеїну), а продукт IC – в каналі HEX. Зонд для детекції продуктів IC-ПЛР був помічений гексахлорфлуоресцеїном, як це рекомендовано виробником набору. Четвертий етап включав аналіз результатів автопсії та генетично-молекулярного дослідження зразків органів і встановлення остаточного діагнозу / комбінації уражень, що призвели тварину до загибелі.

Труп лебедя на момент доставки для автопсії був заморожений. Тому його патологоанатомічний розтин провели після розморожування, що позначилося на стані скелетних м'язів, міокарда та інших м'язових структур. Місцем розтину загиблого лебедя була секційна зала кафедри нормальної та патологічної морфології ДБТУ. Перед розтином особину лебедя ідентифікували до виду за відповідними ознаками: вогняним помаранчево-червоним дзьобом з конусоподібним наростом чорного кольору, який не зустрічається в інших видів лебедів (Korzjukov et al., 1991). Розтин трупа лебедя проводили за денного освітлення, в спинному положенні, методом часткової евісцерації (Kotsiumbas et al., 2011). Для кращої візуалізації змін в органах лебедя використовували мало-кратні оптичні лінзи. Використано методи спостереження, патологоанатомічного розтину та його аналізу, анатомічного препарування, генетико-молекулярного дослідження зразків печінки та селезінки у полімеразно-ланцюговій реакції.

Результати досліджень та їх обговорення. За зовнішнього огляду трупа лебедя спостерігали ригідність грудної клітки через замерзання тіла. Під час огляду рамфотеки на краях дзьоба були виявлені ділянки некрозу (рис. 1).



Рисунок 1. Голова та верхня частина ший загиблого лебедя. Акроціаноз (ділянка ціанозу на нижній частині дзьоба) – жовта стрілка в синьому овалі; нечіткість контурів крайових ділянок дзьоба через гіпотермічний некроз (біла стрілка в червоному овалі)

Пір'яний покрив у лебедя був зволеним та легко висмикувався з пір'яних фолікулів. Пуховий шар мав товщину до 3,5 см. У лебедів, за оптимальних умов, жирова змазка пера забезпечує його водонепроникність із ефектом термоізоляції. У лебедя спостерігали відсутність підшкірних жирових відкладень, які відіграють роль термоізоляції, зберігаючи тепло, та є життєво важливим джерелом енергії. При розтині лебедя були виявлені неспецифічні показники гіпотермії, а саме – ознаки холодової еритеми у вигляді червонувато-коричневого забарвлення шкіри у ділянці великих суглобів. Скелетні м'язи мали невеликий об'єм, темно-червоно-бурий колір; фібрилярний малюнок їх внутрішньої будови був нечітким, консистенція – дряблою. Виявлено ураження серозних оболонок внутрішніх органів, а саме, їх потовщення через відкладення на поверхні кристалічного крейдо-подібного субстрату (зокрема, з локалізацією на повітряно-носних мішках, на капсулі печінки та на перикарді) (рис. 2).



Рисунок 2. Внутрішні органи загиблого лебедя. Відкладення уратів на поверхні перикарда (1), капсулі печінки (2), повітряноному мішку (3)

Магістральні кровоносні судини були розширеними, в їх просвіті містилась кров темно-вишневого кольору (класифіковані дилатаційні зміни судин, спричинені холодом) (рис. 3).

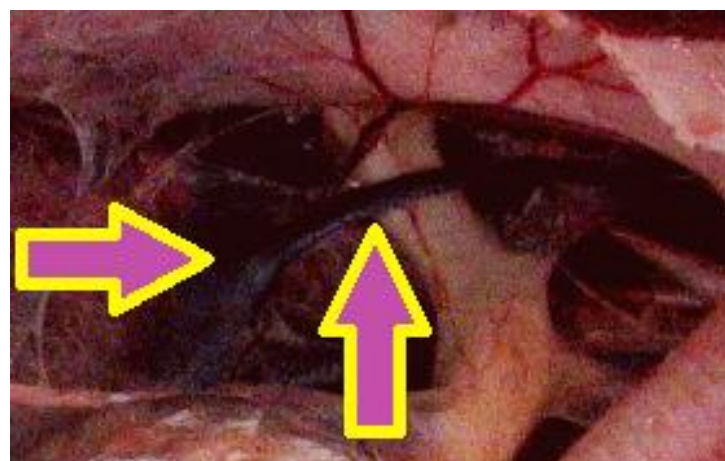


Рисунок 3. Явище гемостазу та розширення кровоносних судин у загиблого лебедя (стрілки). Збільшення оптичною лінзою 10^x

Також виявили підвищену в'язкість крові із закономірним наслідком оклюзії дрібних кровоносних судин та дистрофічних змін в органах. Для підтвердження уратної природи кристалічних відкладень, виявлених на серозних поверхнях вісцеральних органів

лебеда, їх обробляли водою. При цьому вони частково розчинялися. Ravikumar et al. (2019) описують подібну локалізацію відкладення кристалів у випадку подагри в курей-несучок.

При макроскопічному дослідженні серця загиблого лебеда виявлено зміни в усіх його оболонках. В епікарді були відсутні жирові відкладення, натомість тут містилися желеподібні маси коричневого кольору, що є діагностичним критерієм кахектичного набряку. Міокард мав буревате забарвлення, що було показником ліпофусцинозу (бурої атрофії) (рис. 4).

Відомо, що відносний розмір серця у птахів зворотно пропорційний масі їх тіла. За даними Brown (1992), для лебедів різного віку характерними є патології серця. Беручи це до уваги, ми відзначили потенційну можливість високого ризику серцевого танатогенезу у лебедів-шипунів, які є найбільшими водоплавними птахами з відповідно найменшим серцем відносно їх загального розміру.



Рисунок 4. Серце лебеда: відкладення уратів на перикарді (стрілка); кахектичний набряк субепікардіальних ділянок (овали). Бура атрофія міокарда

У правому шлуночку серця лебеда виявлено масивні тромби темно-вишневого кольору (рис. 5).

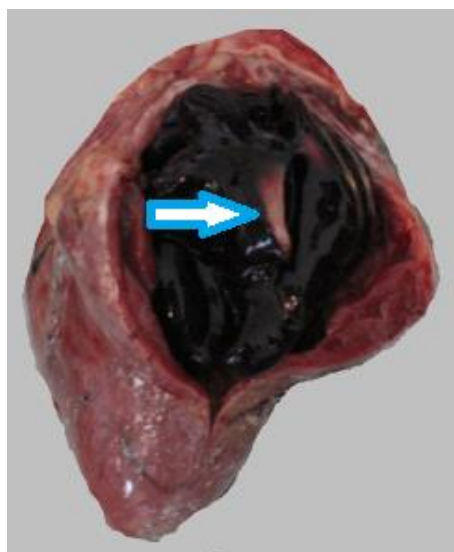


Рисунок 5. Серце лебеда (вигляд після повного розморожування). Масивні посмертні тромби в правому шлуночку (стрілка)

За даними Bech and Reinertsen (1989), внаслідок холодового шоку відбувається прогресуючий спазм кровоносних судин в напрямку від периферії організму до його центральної частини. Це призводить до переповнення кров'ю правої половини серця. У досліджуваного лебедя в обох шлуночках серця виявлено кров, при чому більша її кількість містилася у правому шлуночку, що може свідчити про розвиток патології скорочення м'язів (у лівих відділах серця скорочення є природно сильнішим і тому кров активніше витискається з лівого шлуночка, а в правому шлуночку – скорочення слабше і, відповідно, в ньому частіше залишається кров). При дослідженні серця лебедя важливою ознакою, яка стала своєрідною знахідкою, були масивні вегетації (тофуси), локалізовані на його клапанах (рис. 6). Патологію клапанів серця класифікували, як кристалічний вальвуліт. В екстраклапанних ділянках ендокарду виявлені склеротичні зміни.

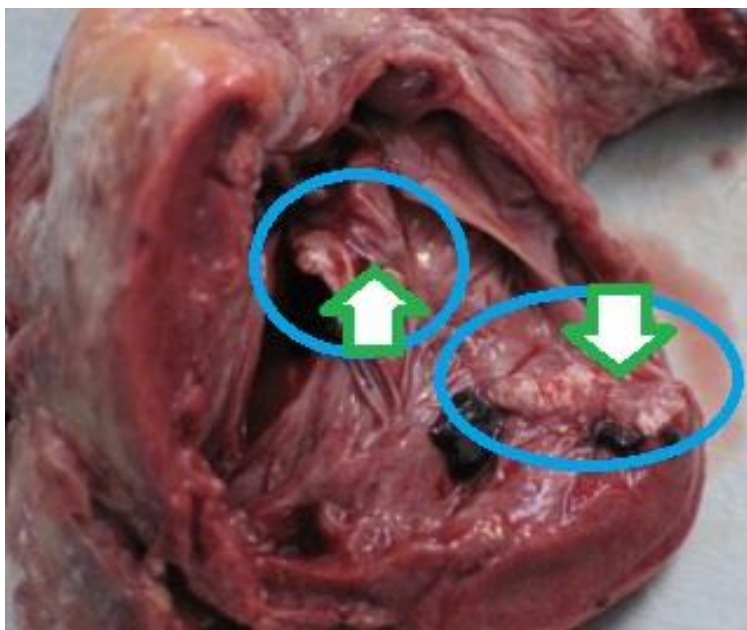


Рисунок 6. Серце загиблого лебедя-шипуна на розрізі. Наявність кристалічних відкладень білого кольору на клапанах серця (стрілки в овалах). Збільшення малооптичною лінзою ^{x3}

Даних про подібні зміни при подагрі у птиці в джерелах інформації нами не виявлено. У той же час, в джерелах, присвячених вивченню подагри у людей, дослідники описують різні патології серця і судин. Так, La Moreaux & Chandrasekaran (2019) за період з 1954 по 2012 рр. виявили вісім публікацій, в яких повідомлялося про випадки відкладення уратів на серцевих клапанах у людей з подагрою. При цьому сильніше був ураженим мітральний клапан. За даними Orosz (2013), атріовентрикулярні клапани серця птахів анатомічно подібні до таких у ссавців, хоча стулки у них виражені слабо. При подагрі у птахів локалізацію уратних відкладень на клапанах серця варто вважати цілком закономірним явищем.

За огляду органів грудно-черевної порожнини лебедя діагностовано крайній ступінь розширення магістральних судин та їх вісцеральних гілок (рис. 7).



Рисунок 7. Розширення вісцеральних гілок магістральних судин у ділянці печінки лебедя (стрілка). Збільшення малооптичною лінзою x3

За макроскопічного дослідження печінки лебедя визначено, що вона дорсокраніально прилягає до серця, легень та залозистого відділу шлунка. Дорсокаудально печінка прилягає до м'язової частини шлунка, дванадцятипалої кишки та селезінки, а вентрально – до грудини. Права та ліва частки печінки мали різний розмір та, відповідно, займали різний обсяг у грудно-черевній порожнині. Права частка печінки була дещо більша від лівої і розміщена у ділянці від 4-го ребра до 1-го крижового хребця. Ліва частка печінки розміщена у ділянці від 4-го по 9-те ребро. За макроскопічного дослідження парієтальної частини печінки виявлена деформація її поверхні через наявність кристалічних крейдоподібних відкладень на капсулі, субкапсулярних крововиливів із руйнуванням капсули. Каудальні краї печінки дещо притуплені. У середній частині печінки краї гострі. З боку парієтальної поверхні печінки переважало темно-буро-вишневе забарвлення. Під капсулою печінки виявлено червоно-чорні ділянки крововиливів (рис. 8).

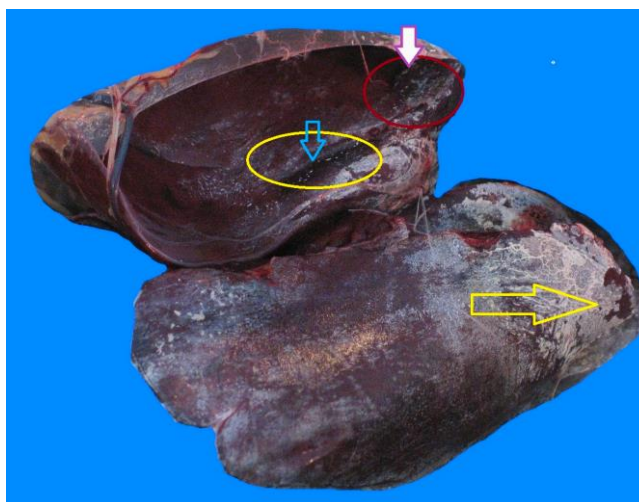


Рисунок 8. Печінка лебедя. Відкладення уратів на капсулі (жовта стрілка); субкапсулярний крововилив (біла стрілка в червоному овалі); розрив капсули (синя стрілка в жовтому овалі)

Картина внутрішньої будови печінки була нечіткою, зокрема, через ефект розмороження. Судини печінки розширені. Стан крові та консистенцію печінки важко диференціювати через зміни після розморожування.

Sandhyarani et al. (2019) за експериментальної моделі подагри у бройлерів курей спостерігали подібні зміни у печінці у вигляді уратів на капсулі та збільшення органу

внаслідок конгестії. У свійських птахів Mudasir et al. (2017) спостерігали вісцеральну форму подагри з локалізацією уратних депозитів на перикарді, печінці, селезінці та нирках. Подібні депозити, до виявлених нами у лебедя уратних відкладень, описують за подагри у курей Namratha et al. (2019) та Yadav et al. (2020).

У лебедя діагностовано вісцеральну форму подагри. При цьому були виявлені характерні відкладення кристалічної структури на поверхні серозних оболонок та капсул органів. Що стосується уратних депозитів на серцевих клапанах, то така локалізація була певною знахідкою. Таким чином, за тяжкістю ураження у лебедя переважали зміни серця у формі бурої атрофії міокарда, кристалічного вальвуліта з масивними вегетаціями (тофусами), склерозу уражених ділянок клапанів. Локалізація уратних відкладень на клапанах серця лебедя є важливим і цілком закономірним компонентом патогенезу подагри. Як відомо, уратні депозити часто відкладаються на ділянках тіла зі слабкою васкуляризацією (Amaravathi et al., 2015). До цієї категорії структур відноситься ендокард.

Важливими факторами, які могли спровокувати розвиток подагри у лебедя, були: гіпотермія, наявність у раціоні кормів з високою часткою протеїну (високоенергетичні комбікорми для свійської птиці та м'ясний фарш), зневоднення. Ключову роль у танатогенезі лебедя відіграв комплекс серцевих патологій та їх наслідків (венозний застій, набряк легень).

У ретроспективному огляді хвороб птахів Nemeth et al. (2015) описують випадки подагри з відкладенням уратів у вісцеральних органах та з патологією нирок і суглобів. Meyerholz et al. (2005), Tanaka et al. (2008) описали подагру у загиблих дорослих лебедів-кликунів (*Cygnus buccinator*) внаслідок утримання в неволі. Згідно спостережень, білкова дієта має домінуючий вплив на розвиток подагри у комерційної птиці (Eldaghayes та ін., 2010; Ravikumar та ін., 2019). Відзначається також роль складу раціону в гіперурикемії за подагри у людей, яку відносять до одного із патогенетичних її компонентів (Shulten et al., 2009; Gryglet, 2014).

За даними Ravikumar et al. (2019) білкова дієта має домінуючий вплив на розвиток подагри в комерційної птиці. Niu et al. (2018) повідомляють про те, що гусячий астровірус викликає спонтанну подагру у птиці в Китаї. Zhang et al. (2018) повідомляють про виділення та характеристику астровірусу, який викликав смертельну вісцеральну подагру у свійських гусенят. Shen et al. (2022) описують спалахи смертельної подагри в гусей на промислових фермах і пояснюють її розвиток інфікуванням астровірусами від мігруючих диких гусей. У нашому випадку подібний варіант інфікування лебедя і, відповідно, етіологічний фактор подагри, також є ймовірним. Але, згідно анамнестичної інформації, у свійської та декоративної птиці приватної екологічної ферми, в умовах якої утримували сім'ю лебедів-шипунів, випадків подагри не діагностували.

Результати генетико-молекулярного дослідження. За допомогою полімеразної ланцюгової реакції, встановлено, що загиблій лебідь був інфікованим *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

У лебедя, попри чітку візуалізацію змін, характерних для подагри, у патологоанатомічній картині вловлювали ознаки інфікування збудником бешихи (венозний застій, дисциркуляторні розлади в мережі кровоносних судин різного калібру). Подібні зміни описують Żbikowski et al., 2011; Eriksson et al., 2014; Nowak et al., 2014 у загиблої від інфікування збудником бешихи птиці. Проте, септицемія у дослідженого лебедя не мала повної картини прояву через особливості ланок патогенезу. В останні місяці життя у лебедя мав місце слабкий апетит. Закономірними в такому випадку є гіпоглікемія, гіпопротеїнемія, гіполіпідемія, дегідратація, загальна анемія та кахексія. За таких умов у кровоносному руслі циркулює недостатній обсяг гіпоксичної крові, що, у свою чергу, пригнічує розмноження мікроорганізмів при мікробемії. При гіпотермії внаслідок нестабільності гемодинаміки і повного її припинення швидко і різко порушувалася терморегуляція. Лебідь загинув від холодового шоку.

Висновки.

1. У патологоанатомічній картині змін у загиблого лебедя-шипунa діагностували ознаки подагри, гіпотермії та септицемії.
2. Зміни, характерні для подагри, візуалізували за характерними кристалічними крейдо-подібними відкладеннями на вісцеральних серозних оболонках та клапанах серця.
3. Подагричні ураження серця у лебедя призвели до його дисфункції, яку усугубило інфікування збудиком бешихи.
4. Безпосередня причина смерті лебедя-шипунa – критична серцево-судинна недостатність, зумовлена поєднанням подагри та бешихової септицемії.

References

- Amaravathi, M., Satheesh, K., Reddy, C.B., & Dhyana, V.R. (2015). A report on visceral gout in broilers. *International Journal of Livestock Research*, 5(8), 81–4. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20150829120837>
- Apha, F., Anglia, E., & Agency, P.H. (2015). Erysipelas in turkeys, sheep and pigs. *Veterinary Record*, 176, 302–305. <https://doi.org/10.1136/vr.h1201>
- Bech, C. & Reinertsen, R. (1989). *Physiology of Cold Adaptation in Birds*, NATO ASI Series, 173, 384.
- Bobrek, K., & Gaweł, A. (2015). Erysipelas outbreaks in flocks of geese in Poland – biochemical and genetic analyses of the isolates. *Avian Diseases*, 59, 436–439. <https://doi.org/10.1637/11050-030115-case.1>
- Brooke, C.J., & Riley, T.V. (1999). *Erysipelothrix rhusiopathiae*: bacteriology, epidemiology and clinical manifestations of an occupational pathogen. *Journal of Medical Microbiology*, 48, 789–799. <https://doi.org/10.1099/00222615-48-9-789>
- Brown, M.J. (1992). Diseases of swans. *Wildfowl*. 43, 58–69.
- Bulbule, N.R., Kapgate, S.S., & Chawak, M.M. (2014). Infectious causes of gout in chickens. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2(4), 255–260. <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2014/2.4.255.260>
- Butkauskas, D., Švažas, S., Tubelytė, V., Morkūnas, J., Sruoga, A., Boiko, D., Paulauskas, A., Stanevičius, V. & Baublys, V. (2012). Coexistence and population genetic structure of the whooper swan *Cygnus cygnus* and mute swan *Cygnus olor* in Lithuania and Latvia. *Central European Journal of Biology*, 7, 886–894.
- Dalbeth, N., Merriman, T.R., & Stamp, L.K. (2016). Gout. *Lancet*, 388, 2039–2052. <https://doi.org/10.1093/med/9780198748311.001.0001>
- Eldaghayes, I. M., Hamid, M. A., El-Attar, S. R. & Kammon, M. (2010). Pathology of gout in growing layers attributed to a high calcium and protein diet. *E-International Scientific Research Journal*, (2), 297–302.
- Eriksson, H., Jansson, D.S., Johansson, K.E., Båverud, V., Chirico, J., & Aspán, A. (2009). Characterization of *Erysipelothrix rhusiopathiae* isolates from poultry, pigs, emus, the poultry red mite and other animals. *Veterinary Microbiology*, 137, 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.12.016>
- Eriksson, H., Nyman, A.K., Fellström, C., & Wallgren, P. (2013). Erysipelas in laying hens is associated with housing system. *Veterinary Record*, 173, 18. <https://doi.org/10.1136/vr.101388>
- Eriksson, H., Bagge E., Båverud V., Fellström C., & Jansson D.S. (2014). *Erysipelothrix Rhusiopathiae* contamination in the poultry house environment during erysipelas outbreaks in organic laying hen flocks. *Avian Pathology*, 43(3), 231–237. <https://doi.org/10.1080/03079457.2014.907485>.
- Hong, F., Zheng, A., Xu, P., Wang, J., Xue, T., Dai, S., Pan, S., Guo, Y., Xie, X., Li, L., & Qiao, X. (2020). High-protein diet induces hyperuricemia in a new animal model for studying

- human gout. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(6), 2147. <https://doi.org/10.3390/ijms21062147>
- Huang, C.-L., Wang, T.-W., Chen, Y.-C., Hu, J.-M., Ku, P.-M., Hsieh, C.-H., Lee, C.-H., Kuo, F.-C., Lu, C.-H., & Su, C.-C. (2021). Gout as a risk factor for acute myocardial infarction: evidence from competing risk model. Analysis. *Journal of Investigative Medicine*, 69, 1161–1167. DOI: <https://doi.org/10.1136/jim-2020-001714>
- Gryglet, B. (2014). Diet in hyperuricemia and gout – Myths and facts. *Reumatologia*, 52(4), 269–275. <http://dx.doi.org/10.5114/reum.2014.44707>
- Kim, S.Y., Guevara, J.P., Kim, K.M., Choi, H.K., Heitjan, D.F., & Albert, D.A. (2010). Hyperuricemia and coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 62, 170–180. <https://doi.org/10.1002/acr.20065>
- Kim, S.Y., Guevara, J.P., Kim, K.M., Choi, H.K., Heitjan, D.F., & Albert, D.A. (2009). Hyperuricemia and risk of stroke: A systematic review and meta-analysis. *Arthritis Rheum.* 61(7), 885–892. doi: <https://doi.org/10.1002/art.24612>
- Korzjukov, A.I., Koshelev, A.I., & Serebryakov, V.V. (1991). The present status of the Mute Swan (*Cygnus olor*) in the Ukraine. *Wildfowl*. 1, 49–52.
- Kotsiumbas H.I., Zhyla M.I., & Shchebentovska M.M. (2011). Poslidovnist provedennia patomorfologichnoho doslidzhennia pry diahnozytsi zakhvoriuvan ptytsi. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*. 3, 23–26. [in Ukrainian]
- Kurhaluk, N., & Tkachenko, H. (2022). Habitat-, age-, and sex-related alterations in oxidative stress biomarkers in the blood of mute swans (*Cygnus olor*) inhabiting pomeranian coastal areas (Northern Poland). *Environmental Science and Pollution Research*, 29(18), 27070–27083. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18393-3>
- La Moreaux, B., & Chandrasekaran, V. (2019). Gout causing urate cardiac vegetations: summary of published cases. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 78(2), 1–906. <http://dx.doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-eular.115>
- Lakkawar, A.W., Kumar, R., Venugopal, S., Uma, S., Sathiyaseelan, M., Nair, M.G., & Sivakumar, M. (2018). Pathology and management of gout in Giriraja breeder chicks. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(1), 550–554.
- Liakhovich, L., Maslak, Y., Kostyuk, I., & Petrenko, A. (2022). Avian tuberculosis and comorbidity of domestic chickens: postmortem examination. Scientific Papers. Series D. *Animal Science*. 65(2), 167–173. Available at: https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_2/Art23.pdf
- Liakhovich, L., & Maslak, Y. (2021). Proventricular pathologies with generalised tuberculosis in Peafowl (*Pavo Cristatus*): pathomorphological analysis. Scientific Papers. Series D. *Animal Science*, 64(2), 174–179.
- Lyakhovich, L.M., Ulyanizka, A.U., Zakharyev, A.V., Logachova, L.O., & Drebot, Z.M. (2020). Pathomorphological characteristic of intestinal pathologies of pheasants with generalized tuberculosis. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 5, 85–90. <https://doi.org/10.31890/vttp.2020.05.16>
- Liakhovich, L., Shchetynskyi, I., Zakharyev, A., Ulianytska, A., Martiemanova, A., & Tkachova, K. (2018). Tuberkuloz fazaniv ta pavychiv: aspekty tanatohenezu. *Veterynariia, tekhnologii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, (2), 56–58. DOI: 10.31890/vttp.2018.02.08 [in Ukrainian]. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/6195>
- Liulin, P., Bogach, M., Lyakhovich, L., & Ulyanizka, A. (2023). Pathologic-anatomical Changes in the Comorbidity of Eimeriosis and Tuberculosis in Domestic Chicken and Decorative Pheasants (*Phasianus colchicus* L., 1758). *World's Veterinary Journal*, 13 (2), 348–359. doi: <https://dx.doi.org/10.54203/scil.2023.vwj38>
- Meissner, W., Binkowski, Ł. J., Barker, J., Hahn, A., & Trzeciak, M. (2020). Relationship between blood lead levels and physiological stress in mute swans (*Cygnus olor*) in municipal

- beaches of the southern Baltic. *Science of The Total Environment*, 710, 136292. <https://doi.org/10.52338/joes.2024.4061>.
- Meyerholz, D.K., Vanloubbeeck, Y.E., Hostetter, S.J., Jordan, D.M., & Fales-Williams, A.J. (2005). Surveillance of amyloidosis and other diseases at necropsy in captive trumpeter swans (*Cygnus buccinator*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 17(3), 295–298. <https://doi.org/10.1177/104063870501700318>
- Mudasir, M., Dogra, S., Badroo, G.A., Nashirrudullah, N., Dogra, S., Batoor, A.S., Javaid, M., & Bhat M.A. (2017). Pathomorphological study of visceral gout in desi fowl. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(10), 5039–5042. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.610.478>
- Namratha, L., Kumar, Y.R., & Lakshman, M. (2019). Pathology of visceral gout in layer chicken. *International Journal of Recent Scientific Research*, 10 (10), 35546–35548.
- Nemeth, N.M, Gonzalez-Astudillo, V., Oesterle, P.T., & Howerthet, E.W. (2016). A 5-year retrospective review of avian diseases diagnosed at the department of pathology, University of Georgia, *Journal of Comparative Pathology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcpa.2016.05.006>
- Nitin, S., & Ghosh, R.C. (2014). Pathology of gout induced by high protein diets in growing broilers. *Asian Journal of Animal Science*. 9(2), 149–153.
- Niu, X.Y., Tian, J.J., Yang, J., Jiang, X.N., Wang, H.Z., & Chen, H. (2018). Novel goose astrovirus associated gout in Gosling, China. *Veterinary Microbiology*, 220, 53–6. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.05.006>
- Nowak, T., Wódz, K., Kwieciński, P., Kwieciński, A., & Dec, M. (2024). Incidence of erysipelas in waterfowl in Poland – clinical and pathological investigations. *British Poultry Science*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/00071668.2024.2406331>
- Orosz, S. (2013). Anatomy of the avian heart. <https://lafeber.com/pet-birds/anatomy-of-the-avian-heart/>
- Ravikumar, Y., Sawale, G. K., Ramesh, G., Mahesh, B., Madhuri, D., & Lakshman, M. (2019). Visceral gout in ducks. *The Pharma Innovation Journal*. 8(1), 256–257.
- Sandhyarani, K., Madhuri, D., & Ravikumar, Y. (2022). Review – gout in chicken. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10(3), 702–711. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.3.702.711>
- Sathiyaseelan, M., R. Kumar, A.W. Lakkawar, M.G. Nair, J. Thanislass, & Varshney, K.C. (2018). Pathology of gout in commercial broiler chicken. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(07), 2414–2417. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.707.282>
- Sandhyarani, K., Madhuri, D., Jeevanalatha, M. & Dhanalakshmi, K. (2019). Histopathological changes in liver and heart of diclofenac induced visceral gout in broilers and its amelioration with ayurved product. *TPI*. 8(4), 250–255.
- Shen, Q., Zhuang, Z., Lu, J., Qian, L., Li, G., Kanton, A.G., Yang, S., Wang, X., Wang, H., Yin, J. & Zhang, W. (2022). Genome analysis of goose-origin astroviruses causing fatal gout in Shanghai, China Reveals one of them belonging to a novel type is a recombinant strain. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 878441. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.878441>
- Shulten, P., Thomas, J., Miller, M., Smith, M., & Ahern, M. (2009). The role of diet in the management of gout: a comparison of knowledge and attitudes to current evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 22, 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1365-277x.2008.00928.x>
- Tanaka, S., Dan, C., Kawano, H., Omoto, M., & Ishihara, T. (2008). Pathological study on amyloidosis in *Cygnus olor* (mute swan) and other waterfowl. *Medical Molecular Morphology*, 41(2), 99–108. <https://doi.org/10.1007/s00795-008-0401-3>
- Towiwat, P., Chhana, A., & Dalbeth, N. (2019). The anatomical pathology of gout: A systematic literature review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20, 140. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2519-y>

- Wang, Q., Chang, B.J., & Riley, T.V. (2010). *Erysipelothrix rhusiopathiae*. *Veterinary Microbiology*, 27, 140(3-4), 405–417. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.08.012>
- Włodarczyk R., Wieloch M., Czyż S., Dolata P.T., & Minias P. (2013). Natal and breeding dispersal in Mute Swans *Cygnus olor*: influence of sex, mate switching and reproductive success. *Acta Ornithologica*, 48, 237–244. <https://doi.org/10.3161/000164513X678874>
- Yadav, B.S., Niyogi, D., Gupta, R.K., Singh, S.V., Saif, M. & Jaiswal, S.K. (2020). Incidence and clinicopathological study of gout in broiler birds of Faizabad and Sultanpur districts of eastern Uttar Pradesh. *Exploratory Animal and Medical Research*, 10(1), 88–91.
- Żbikowski, A., E. Karpińska, Rzewuska, M., & Szeleszczuk, P. (2011). “Różyca u drobiu [Erysipelas in poultry].” *Życie Weterynaryjne* 86 (5), 357–360.
- Zhang, Q., Cao, Y., Wang, J., Fu, G., Sun, M., Zhang, L., Meng, L., Cui, G., Huang, Y., Hu, X., & Su, J. (2018). Isolation and characterization of an astrovirus causing fatal visceral gout in domestic goslings. *Emerging Microbes & Infections*, 7, 71. doi: <https://doi.org/10.1038/s41426-018-0074-5>



2024. Номер 10, С 86 – 99

Отримано: 07.10.2024 Прийнято 24.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.08

UDC 636.1.09:616.995.132(477.54)

EPIZOOTOLOGICAL MONITORING FOR INTESTINAL NEMATODOSES OF HORSES OF THE EQUESTRIAN AND SPORTS COMPLEX OF SBTU

O.V. Mazannyi¹, O.V. Nikiforova¹, A.A. Antipov², V.S. Bulavina¹, B.S. Severin³

¹State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

²Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

³National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine",
Kharkiv, Ukraine

E-mail: mazannyi78@ukr.net

Annotation. Quarterly antiparasitic treatments in horse breeding are an integral part of measures to preserve the health of ungulates. The pharmaceutical market has a sufficient number of drugs of a wide spectrum with anthelmintic effect, but rotation should be observed when using them. Increasing the intervals between deworming leads to contamination of the environment with invasive elements of helminths, and as a result - a sharp increase in the rate of infestation among horses. Stress factors and frequent movement of animals, including transportation to safe regions during martial law, influence the spread of helminthiasis among horses.

Purpose of the work is to determine the importance of monitoring the epizootological situation regarding the spread of intestinal nematodes among horses in the prevention of helminthoses. Research on the horses of the Equestrian Sports Complex of the State Biotechnological University (Kharkiv Region) was carried out annually during the spring clinical examination from 2021 to 2024 (in 2022, the horses were evacuated). During the monitoring period, 117 samples of feces from horses were taken. Special studies were conducted using the standardized flotation method to determine the intensity and extensity of invasions.

During 2022–2024 in the numerical composition of horses' changes were taking place. In 2021, strongylidoses of the gastrointestinal tract were detected in 11 horses based on the results of the May coproscopic examination (n=32). Most of the infected animals were found among those who did not reach the age of 10-year-old (50%), among animals aged 11-20-year-old – only 10%, and among horses over 21-year-old of age, EI was 37.5%. In October 2021 (unscheduled examination), were found strongylidoses of the gastrointestinal tract in 13 horses (out of 32) (EI=40.6%). The largest number of infested animals was again found among those under 10-year-old (57.1%), among animals 11–20-year-old, 10% were found to be infested, and among horses over 21-year-old, EI increased to 50%. According to the results of the May coproscopic examination of horses (n=25) in 2023, strongylidoses of the gastrointestinal tract were detected only in 6 horses (EI=24.0%). Most infected animals were found among those under 10-year-old of age (38.5%), no infected animals were found among animals 11–20-year-old and among horses over 21-year-old EI decreased to 33.3%. Mixed parascariosis et strongylidosis invasion was diagnosed in 2-year-old foal. In April 2024 strongylidoses of the gastrointestinal tract by coproscopic examination were detected in 6 horses out of 28 (EI=21.4%). The most infected animals were found among those under 10-year-old (37.3%). 21.4% of infested animals were found among 11–20-year-old animals and no nematode eggs were found in the feces of horses older than 21-year-old. For Strongylidoses of the gastrointestinal tract were equally common sick both females and males: in females the infestation was detected 19 times but in males 17.

Key words: nematodes, strongylidoses, horses, epizootological situation, prevention.

ЕПІЗООТОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗА КИШКОВИХ НЕМАТОДОЗІВ КОНЕЙ КІННО-СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ ДБТУ

О.В. Мазаний¹, О.В. Нікіфорова¹, А.А. Антіпов², В.С. Булавіна¹, Б.С. Северин³

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

²Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

³ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»,
м. Харків, Україна

E-mail: mazannyu78@ukr.net

Анотація. Щоквартальні протипаразитарні обробки в конярстві є невід'ємною частиною заходів щодо збереження здоров'я однокопитних. Фармацевтичний ринок налічує достатню кількість препаратів широкого спектру з антгельмінтною дією, але при їх застосуванні слід дотримуватись ротації. Збільшення проміжків між дегельмінтизаціями призводить до забруднення довкілля інвазійними елементами гельмінтів, і, як наслідок – різкого зростання показників інвазованості серед коней. Впливають на поширення гельмінтозів серед коней стрес-фактори і часте переміщення тварин, у тому числі й перевезення у безпечні регіони під час воєнного стану.

Мета роботи – визначити значення моніторингу епізоотологічної ситуації щодо поширення кишкових нематодозів серед коней у профілактиці гельмінтозів. Дослідження коней Кінно-спортивного комплексу Державного біотехнологічного університету (Харківська область) здійснювали щорічно під час весняної диспансеризації з 2021 по 2024 рр. (у 2022 р. коні перебували в евакуації). За час моніторингу відібрано 117 проб фекалій від коней. Спеціальні дослідження проводили за стандартизованим флотаційним методом з визначенням інтенсивності та екстенсивності інвазій.

У 2022–2024 рр. відбувались зміни кількісного складу коней. За результатами травневого копроскопічного дослідження коней (n=32) у 2021 р. у 11-ти виявлено стронгілідози шлунково-кишкового тракту. Найбільше інвазованих тварин виявилось серед тих, що не досягли 10-ти річного віку (50 %), серед тварин 11–20 річного віку – лише 10 %, а серед коней старше 21 року екстенсивність інвазій (EI) склала 37,5 %. У жовтні 2021 р. (позапланове дослідження) у 13-ти коней (із 32) виявлено стронгілідози шлунково-кишкового тракту (EI=40,6 %). Найбільше інвазованих тварин виявилось знову серед тих, що не досягли 10-ти річного віку (57,1 %), серед тварин 11–20 річного віку інвазованими виявилось 10 %, а серед коней старше 21 року EI зросла до 50 %. За результатами травневого копроскопічного дослідження коней (n=25) у 2023 р. стронгілідози шлунково-кишкового тракту виявлено лише у 6-ти коней (EI=24,0 %). Найбільше інвазованих тварин виявилось серед тих, що не досягли 10-ти річного віку (38,5 %), серед тварин 11–20 річного віку інвазованих не виявлено, а серед коней старше 21 року EI знизилась до 33,3 %. У 2-ох річного лошати діагностовано змішану параскарозно-стронгілідозну інвазію. У квітні 2024 р. при копроскопічному дослідженні стронгілідози шлунково-кишкового тракту виявлено у 6-ти коней (EI=21,4 %) із 28. Найбільше інвазованих тварин виявилось серед тих, що не досягли 10-ти річного віку (37,3 %), серед тварин 11–20 річного віку інвазованих виявлено 21,4 %, у фекаліях коней старших 21 року яєць нематод не було виявлено. На стронгілідози шлунково-кишкового тракту однаково часто хворіли як самки, так і самці: серед самок інвазію виявляли 19 разів, а серед самців – 17.

Ключові слова: нематодози, стронгілідози, коні, епізоотологічна ситуація, профілактика.

Вступ. Актуальність теми. Протипаразитарні обробки в конярстві є невід'ємною частиною заходів щодо збереження здоров'я однокопитних (Proudman & Matthews, 2000;

Kuzmina et al., 2016). Фармацевтичний ринок налічує чималу кількість ефективних препаратів широкого спектру, що мають антгельмінтну дію і є безпечними для тварин (Raś-Noryńska & Sokół, 2017; Vera et al., 2020; Mazannyi et al., 2021). Незалежно від кількості коней у господарстві та статеві-віковій групі, дегельмінтизації необхідно проводити щоквартально (якщо інше не передбачено анотацією до препарату). Більшість власників тварин дотримуються даного постулату, але інколи дегельмінтизації або здійснюють пізніше або взагалі пропускають (Vera et al., 2020; Jürgenschellert et al., 2022; Mazannyi et al., 2024). Що веде до забруднення довкілля (підлоги денників, левад, пасовищ, тощо) інвазійними елементами (яйця, личинки) гельмінтів, різко зростають показники екстенсивності та інтенсивності інвазування коней (Kuzmina et al., 2016; Tydén et al., 2019; Jürgenschellert et al., 2022). Останній час в Україні у коней не реєструються нові види гельмінтів, а ті, що діагностували раніше (параскариси, стронгіліди шлунково-кишкового тракту та ін.) – не зникають (Gygosyan, 2015; Lazorenko, 2015; Nikiforova et al., 2020). Цьому сприяє ряд факторів, які залежать як від власників тварин, так і від умов утримання та довкілля. Багаторічні наукові дослідження свідчать про те, що за тримісячний термін між профілактичними дегельмінтизаціями, частина коней реінвазується (Nielsen, 2022; Mazannyi et al., 2022) і виділяє у зовнішнє середовище яйця або личинок гельмінтів. Дія стрес-факторів і часте переміщення тварин (участь у змаганнях, перевезення у безпечні регіони під час воєнного стану) також впливають на поширення гельмінтозів серед коней. Отже, здійснювати моніторинг щодо нематодозів у конярстві необхідно для вивчення епізоотологічної ситуації, прогнозування спалахів інвазії та щоб заздалегідь планувати профілактичні дегельмінтизації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Конярство є особливою галуззю тваринництва, де дегельмінтизації коням проводять із стабільною регулярністю – щоквартально. Але є виключення, коли власники тварин, які не мають ветеринарної освіти і не розуміють важливість цього заходу, або подовжують терміни між обробками, або пропускають одну-дві дегельмінтизації. В основі їхніх дій лежить економія коштів. Часто власники свідомо використовують дешевші за вартістю препарати, не дотримуючись принципів ротації, що є важливим фактором у формуванні антгельмінторезистентності. Доречі, останнє набуло широкого поширення (Lester & Matthews, 2014; Scala et al., 2020; Jürgenschellert et al., 2022) і потребує особливої уваги лікарів ветеринарної медицини. Ще однією проблемою є те, що за останні десятиріччя на фармацевтичному ринку не з'явилися нові фармакологічні групи антгельмінтиків (Nielsen, 2022), а з появою макроциклічних лактонів, які мають широкий спектр протипаразитарної дії і виробляються у зручних до застосування шприцах-тубах, проблема боротьби з гельмінтозами у конярстві була вирішена на тривалий час. Але за останніми даними і проти макролідів також виявлена резистентність у нематод (Lester & Matthews, 2014; Tydén et al., 2019; Nielsen, 2022). Крім того, під час дозування препаратів масу тварин визначають візуально, без попереднього зважування і тим самим не дотримуються визначених інструкцією доз (Raś-Noryńska & Sokół, 2017; Abbas et al., 2023). Є необхідність й у проведенні лабораторних гельмінтокопроскопічних досліджень не лише з метою моніторингу епізоотологічної ситуації і контролю ефективності дегельмінтизацій, а і задля уточнення термінів повторної появи яєць гельмінтів у фекаліях коней. Ряд науковців у різних країнах світу констатують, що яйця, зокрема стронгілід коней, починали з'являтися у фекаліях коней набагато раніше (Lester & Matthews, 2014; Nielsen, 2022), що потребує корегування термінів дегельмінтизацій і перегляду нормативних документів щодо боротьби з гельмінтозами коней (Nielsen et al., 2018; Abbas et al., 2023). Всі зазначені фактори не дозволяють здійснювати ефективну боротьбу з нематодозами коней.

Паразитологи добре розуміють описані вище проблеми, тому продовжують досліджувати і, за згодою власників тварин, здійснюють моніторинг епізоотологічної ситуації щодо кишкових нематодозів коней, надають як консультативну, так і практичну допомогу в оздоровленні поголів'я коней.

Мета роботи – визначити значення моніторингу епізоотологічної ситуації щодо поширення кишкових нематодозів серед коней у профілактиці гельмінтозів.

Завдання дослідження: вивчити кишкову нематодофауну у коней і динаміку їх реінвазування в умовах господарства.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження поголів'я коней Кінно-спортивного комплексу (КСК) Державного біотехнологічного університету (ДБТУ) (Харківський район Харківської області) здійснювали щорічно з 2021 по 2024 рр. (у 2022 р. дослідження не проводили – коні перебували в евакуації). Під час відбору індивідуальних проб фекалій реєстрували породу, стать, вік коней, аналізували умови утримання, збирали інформацію щодо попередніх дегельмінтизацій. Станом на 2021 р. 21 (65,6 %) із 32 коней комплексу належали до української верхової породи. У зв'язку з тим, що клінічних ознак гельмінтозів у тварин не виявлено – проводили спеціальну лабораторну діагностику за стандартизованим методом флотації з використанням насиченого розчину NaCl ($\rho=1,2 \text{ г/см}^3$). За час моніторингу відібрано і досліджено 117 проб фекалій від коней.

Дослідження проводили в науковій лабораторії кафедри фармакології та паразитології ДБТУ. Гельмінтооскопію здійснювали за допомогою мікроскопа «Carl Zeiss» (Єна, Німеччина). Виявлені яйця нематод порівнювали та уточнювали з їх описами (Prykhodko et al., 2017). За результатами досліджень визначали показники ураження коней нематодами – інтенсивність та екстенсивність інвазій (II та EI).

Результати досліджень та їх обговорення. Копроскопічний моніторинг кишкових нематодозів серед коней КСК ДБТУ здійснювали щороку під час весняної диспансеризації (травень 2021 р.; позапланове дослідження у жовтні 2021 р.; у 2022 р. не було можливості відібрати проби фекалій тому, що коней в цілях безпеки було вивезено на більш безпечну територію; травень 2023 р. і квітень 2024 р.). За час воєнного стану в Україні (з 24.02.2022 р.) поголів'я коней у КСК ДБТУ скоротилось. Деякі, переважно старі коні, померли, інші були віддані приватним господарям, натомість було і поповнення поголів'я тваринами різного віку і походження.

За результатами травневого копроскопічного дослідження коней (n=32) у 2021 р. у 11 виявлено стронгілідози шлунково-кишкового тракту (таблиця). І це через 6 міс. після останньої дегельмінтизації.

Таблиця

Інвазованість коней Кінно-спортивного комплексу ДБТУ стронгілідами шлунково-кишкового тракту (2021–2024 рр., M±m)

Термін досліджень	Вік, років	Досліджено, гол.	Виявлено інвазованих, гол.	EI, %	II, яєць у 1 г фекалій
Травень 2021	до 10	14	7	50,0	9,00±3,01
	11–20	10	1	10,0	2,0
	21 і старше	8	3	37,5	13,67±9,21
	разом	32	11	34,4	9,64±3,01
Жовтень 2021	до 10	14	8	57,1	6,25±2,40
	11–20	10	1	10	1,0
	21 і старше	8	4	50,0	6,00±1,96
	разом	32	13	40,6	5,77±1,59
2022	дослідження не проводились (коні перебували в евакуації)				
Травень 2023	до 10	13	5*	38,5	10,20±2,42
	11–20	9	–	–	–
	21 і старше	3	1	33,3	4,0
	разом	25	6	24,0	9,17±2,23

Квітень 2024	до 10	11	3	27,3	10,00±3,61
	11–20	14	3	21,4	7,00±5,00
	21 і старше	3	–	–	–
	разом	28	6	21,4	8,50±2,84

* В одного дворічного лошади виявлено змішану параскарозно-стронгілідозну інвазію.

Найбільше інвазованих тварин виявилось серед тих, що не досягли 10-річного віку (50%), серед тварин 11–20 річного віку інвазованими виявились лише 10 %, а серед старих коней, старше 21 року, ЕІ склала 37,5 % (рис. 1). ІІ в середньому склала до 10 яєць у 1 г фекалій, проте у групах до 10 років та старше 21 року, у двох тварин, діагностовано високий ступінь інвазування: 24 та 32 яйця у 1 г фекалій. Серед інвазованих тварин було 5 самок і 6 самців, що склало 45,5 та 54,5 % відповідно.

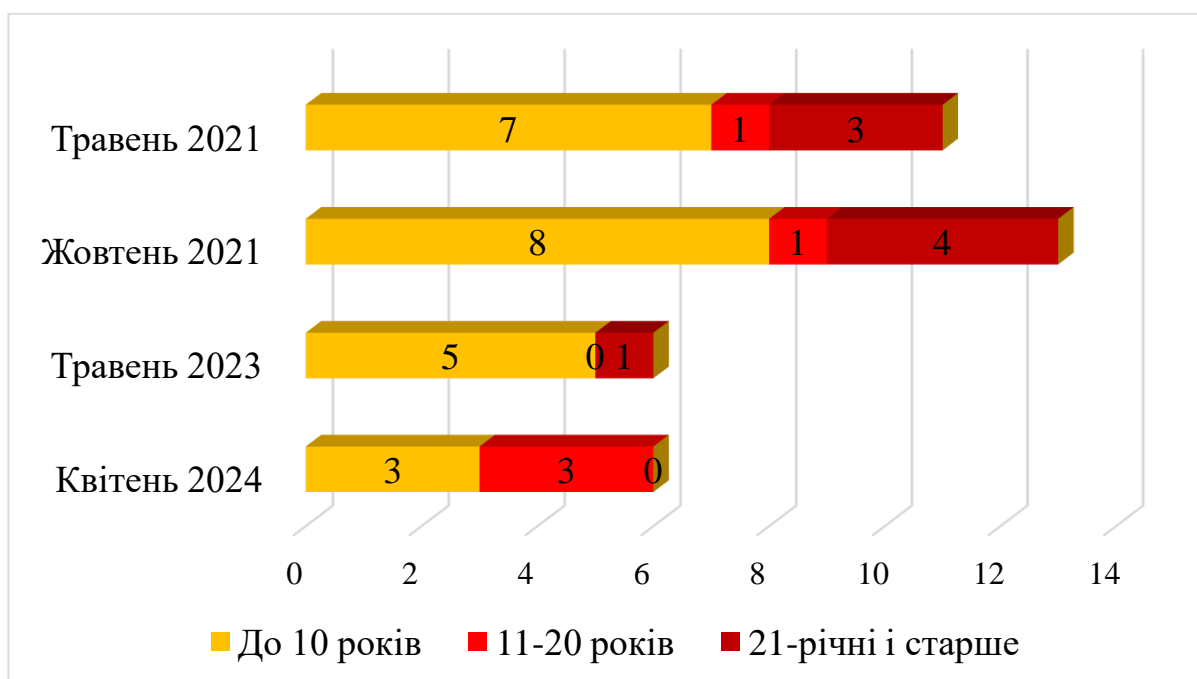


Рисунок 1. Вікова динаміка інвазованості коней КСК ДБТУ стронгілідами шлунково-кишкового тракту протягом 2021–2024 рр.

На підставі отриманих результатів досліджень було рекомендовано провести лікувально-профілактичну дегельмінтизацію всього поголів'я коней. За 10 діб після неї проведено контрольне копроскопічне дослідження. Результати виявились неочікуваними: яйця кишкових стронгілід все ж таки було виявлено у 2 тварин із 11, що були інвазовані. Але показники ІІ у них суттєво знизились: з 24 до 6 яєць та з 9 до 2 яєць у 1 г фекалій. Екстенсивність (ЕЕ) «Бровадазол гелю» (ТОВ «Бровафарма», Україна) за стронгілідозів шлунково-кишкового тракту склала 81,8 % при інтенсивності (ІЕ) – 58,5 %. Причинами низької ефективності можуть бути: помилка у дозуванні антгельмінтика внаслідок візуального визначення маси тіла коней або антгельмінторезистентність до препаратів бензімідазольної групи (діюча речовина – фенбендазол).

Наступне, позапланове копроскопічне дослідження коней (n=32) було проведено через 5 міс. – у жовтні 2021 р. Стронгілідози шлунково-кишкового тракту виявлено у 13 коней (ЕІ=40,6 %). За даний період дегельмінтизацію не проводили. Найбільше інвазованих тварин виявилось знову серед тих, що не досягли 10-річного віку (57,1 %), серед тварин 11–20 річного віку інвазованими, як і під час попереднього дослідження, виявилось 10 %, а серед коней старше 21 року ЕІ зросла до 50 % (рис. 1). Разом з тим зменшились показники ІІ в середньому вона склала 5,77±1,59 яєць у 1 г фекалій. Високий

ступінь інвазування (20 яєць у 1 г фекалій) було виявлено у іншій тварини з групи до 10 років. Серед інвазованих тварин було 5 самок і 8 самців, що склало 38,5 та 61,5 % відповідно.

У 2022 р. копроскопічні дослідження коней не проводили у зв'язку із тим, що з 24.02.2022 р. з початком активної фази воєнних дій коней було евакуйовано на більш безпечну територію. За поточний рік відбулось зменшення поголів'я коней за рахунок того, що деякі тварини померли (переважно старі), а деяких було передано приватним господарям. Відбувалось і поповнення поголів'я евакуйованими з окупованих і прифронтових територій тваринами. Починаючи з 2022 р., дегельмінтизацію тварин проводили регулярно, щоквартально, протипаразитарними препаратами наданими гуманітарними організаціями. Що і відобразилось на гельмінтологічній ситуації.

В січні 2023 р. коні повернулись до стайні КСК ДБТУ. За результатами травневого копроскопічного дослідження коней (n=25) у 2023 р. стронгілідози шлунково-кишкового тракту виявлено лише у 6-ти коней (ЕІ=24,0 %). І знову найбільше інвазованих тварин виявилось серед тих, що не досягли 10-ти річного віку (38,5 %), а серед тварин 11–20-річного віку інвазованих взагалі не виявлено; серед коней старше 21 року ЕІ знизилась до 33,3 % на фоні зниження чисельності поголів'я (рис. 1). Максимальну ІІ (15 і 17 яєць у 1 г фекалій) виявлено у двох тварин з групи до 10 років. Серед інвазованих тварин було 5 самок і самець, що склало 83,3 та 16,7 % відповідно. Вперше, за період досліджень, у 2- річного лошати було виявлено крім яєць стронгілідного типу ще й яйця параскарисів з ІІ 3 яйця у 1 г фекалій. У цієї тварини діагностовано змішану параскарозно-стронгілідозну нематодозну інвазію.

У квітні 2024 р. при копроскопічному дослідженні стронгілідози шлунково-кишкового тракту також виявлено у 6-ти коней (ЕІ=21,4 %) із 28. І знову найбільше інвазованих тварин виявилось серед тих, що не досягли 10-ти річного віку (37,3 %), серед тварин 11–20 річного віку інвазованих виявлено 21,4 %, натомість не було виявлено яєць нематод у фекаліях коней старше 21 року (рис. 1). Максимальну ІІ (по 17 яєць у 1 г фекалій) було виявлено у двох тварин з груп до 10 років та 11–20 річного віку. Серед інвазованих тварин було 4 самок і 2 самця, що склало 66,7 та 33,3 % відповідно.

Отже, за результатами проведених досліджень можна стверджувати, що регулярні щоквартальні дегельмінтизації, які проводились з 2022 р., призводять до зменшення кількості інвазованих тварин і, відповідно, показника ЕІ з 40,6 % у жовтні 2021 р. до 21,4 % у квітні 2024 р. (рис. 2).

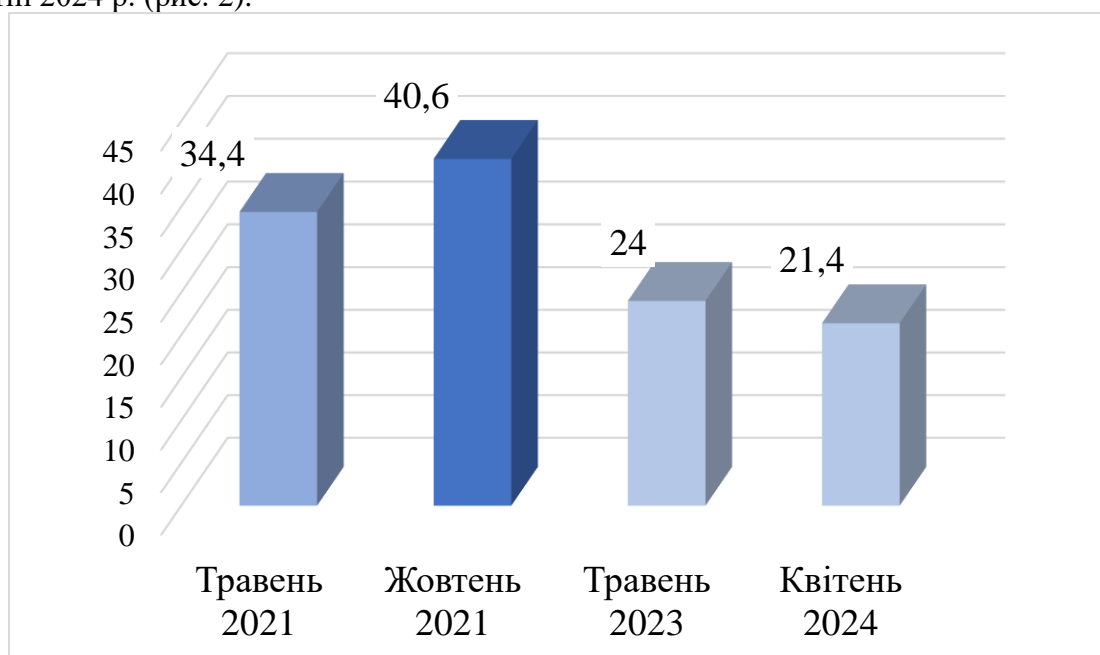


Рисунок 2. Динаміка екстенсивності інвазування коней КСК ДБТУ стронгілідами шлунково-кишкового тракту протягом 2021–2024 рр.

У середньому за час досліджень ЕІ стронгілідами шлунково-кишкового тракту серед коней до 10-ти річного віку склала 44,2 %, серед тварин 11–20 річного віку – 11,6 %, старше 21 року – 36,4 % (рис. 1), тому основним джерелом інвазування у КСК ДБТУ слід вважати молодих і старих коней.

Щодо залежності інвазування від статі, то нами не виявлено статистично достовірної закономірності. На стронгілідози шлунково-кишкового тракту однаково часто хворіли як самки, так і самці. За період досліджень серед самок інвазію виявляли 19 разів, а серед самців – 17.

За результатами проведених досліджень і епізоотологічного моніторингу нематодозів шлунково-кишкового тракту у коней доведена ефективність регулярних (щоквартальних) профілактичних дегельмінтизацій. Що дозволило знизити за досліджуваний період кількість інвазованих тварин майже вдвічі. І це на фоні незначного зменшення основного поголів'я коней та поповнення його тваринами різного походження. Останнє призвело до появи у КСК ДБТУ параскарозної інвазії (виявлено лише одноразово у завезеного лошати), яка не поширилась на основне поголів'я тварин завдяки профілактичним дегельмінтизаціям.

Коні КСК ДБТУ утримуються у задовільних у зоогієнічному відношенні умовах: конюшні обладнанні індивідуальними для кожної тварини денниками, але в них відсутні годівниці для сіна і трави. Моціон тварин здійснюється на пасовищі і в загоні, що знаходяться поряд з комплексом, де ймовірно і відбувається інвазування тварин.

У травні 2024 р. коней в черговий раз було евакуйовано, що зберегло їм життя, тому після їх повернення моніторинг епізоотологічної ситуації щодо кишкових нематодозів коней буде продовжено.

Епізоотологічний моніторинг нематодозів коней проводять науковці у різних країнах, на різних континентах. Зокрема, в Австралії (Abbas et al., 2024), Південній (Vera et al., 2020) та Північній (Fabiani et al., 2016; Nielsen et al., 2018) Америці, Європі (Raś-Noryńska & Sokół, 2017; Scala et al., 2020; Hedberg-Alm et al., 2020; Jürgenschellert et al., 2022; Halvarsson et al., 2024), в тому числі і в Україні (Gygosyan, 2015; Lazorenko, 2015; Kuzmina et al., 2016; Mazannyi et al., 2022). Метою моніторингу є встановлення причин поширення і високого ступеня інвазування шлунково-кишкового тракту коней нематодами, зокрема стронгілідами.

У квітні 2020 р. австралійськими вченими було проведено анкетування серед лікарів ветеринарної медицини щодо основних аспектів дегельмінтизації коней. В ході опитування з'ясували, що лікарі добре розуміються на біології гельмінтів і способах боротьби з ними. Проте 60 % респондентів рекомендували власникам часто проводити профілактичні дегельмінтизації коней (з певними інтервалами), а 40 % рекомендували дегельмінтувати тварин за результатами гельмінтокопроскопічного дослідження і визначення ступеня II. Більшість лікарів (71 %) для дегельмінтизації коней рекомендували застосовувати антгельмінтики із групи макролідів, а дозування їх здійснювали (53 %) за візуальною оцінкою маси тіла тварин. Обізнаними щодо антгельмінторезистентності були майже всі (97 %) респонденти, але 58 % з них не володіли інформацією щодо антгельмінторезистентності у коней, яких вони обслуговували. Натомість 42 % лікарів відмічали наявність антгельмінторезистентності у оксиурисів, стронгілід та аноплоцефалід. 27 % лікарів ветеринарної медицини не обговорювали з власниками коней способи боротьби з гельмінтозами. Вченими визначено пріоритетні питання у боротьбі з стронгілідозами коней: постійне вивчення та обізнаність щодо антгельмінторезистентності, застосування нехімічних способів дегельмінтизації, закріплення на законодавчому рівні проведення дегельмінтизації коней лише за результатами гельмінтокопроскопії – все це може призвести до взяття епізоотологічної ситуації щодо шлунково-кишкових нематодозів у австралійських коней під контроль (Abbas et al., 2023).

Анкетування власників коней проводили також на 10 фермах західного регіону штату Сан-Паулу (Бразилія) у 2013 р. Його поєднували з гельмінтокопроскопічними

дослідженнями з визначенням ступеня II до та після дегельмінтизації та культивуванням личинок. У досліджах встановлена антгельмінторезистентність стронгілід до препаратів фенбендазолу і висока ефективність макроциклічних лактонів (івермектину та моксидектину), останні найчастіше використовувались фермерами. Найвища поширеність *S. vulgaris* встановлена на конефермах з великими інтервалами між дегельмінтизаціями (Vera et al., 2020). Результати досліджень свідчать про те, що фермери Бразилії стикаються з тими ж проблемами поширення стронгілідозів серед коней, що і власники коней інших континентів.

Анкетування щодо особливостей дегельмінтизації коней проводилось і у Польщі, де майже всіх коней дегельмінтизували періодично, а не регулярно. У 149 конегосподарствах, що прийняли участь в анкетуванні, середня кількість дегельмінтизацій дорослих коней склала 2,1, а молодняку – 2,8 разів на рік. Найчастіше застосовували макроліди – івермектин та моксидектин, а також препарати пірантелу памоату. Антгельмінторезистентність брали до уваги 73 % респондентів, з яких лише 4,03 % регулярно надсилали проби фекалій від усіх коней для гельмінтокопроскопічного дослідження. Майже всі (92 %) власники тварин під час дозування антгельмінтиків масу коней визначали візуально. Самі ж господарі тварин відмічали, що вони мало уваги приділяли гігієні пасовищ і профілактиці гельмінтозів. Отже, власники коней у Польщі добре обізнані, щодо необхідності боротьби з гельмінтозами і відмічають визначальну роль в цьому лікарів ветеринарної медицини, які регулярно їх консультують і надають практичну допомогу (Raś-Noryńska & Sokół, 2017).

Аналогічне анкетування було проведено у 2015 р. у США, його результати загалом виявились подібними, а причини – однакові на різних континентах тому, в перспективі буде доцільною розробка рекомендацій з комплексом заходів, які б максимально затримали подальший розвиток резистентності у нематод до антгельмінтиків (Nielsen et al., 2018).

В Європі також піднімаються питання розвитку антгельмінторезистентності у стронгілід, що паразитують у шлунково-кишковому тракту коней (Pfister & van Doorn, 2018).

Антгельмінторезистентність до бензimidазолів і піримідинів широко поширена в популяціях стронгілід у всьому світі, а в останні роки зафіксована резистентність, ще й до макролідів, що пояснюється відсутністю нових класів антгельмінтних препаратів протягом останніх 40 років. У 1990-х роках час повторної появи яєць стронгілід у фекаліях тварин становив 8–10 і 12–16 тижнів після застосування івермектину та моксидектину відповідно, тоді як за останніми дослідженнями цей час скоротився до 5 тижнів після застосування обох сполук. Антгельмінторезистентність властива і двом іншим поширеним нематодам коней – *Parascaris equorum* та *Oxyuris equi*. Єдиної думки щодо ймовірних причин розвитку резистентності у нематод дослідники ще не дійшли, проте вже зрозуміло, що резистентність до кількох лікарських засобів стає нормою в популяціях стронгілід і може виникати у *Parascaris spp.* Наразі актуальним є регулярний контроль антгельмінтної ефективності препаратів після дегельмінтизації коней, для вивчення причин скорочення терміну повторної появи яєць нематод у фекаліях тварин (Nielsen, 2022). Вивчають особливості антгельмінторезистентності у коней і австралійські дослідники (Abbas et al., 2024), що свідчить про те, що дана проблема не залежить від клімато-географічної зони, породи, віку, статі тварин, швидше за все, вирішальна роль належить власникам тварин – саме від їхніх дій залежить успіх у боротьбі із нематодозами коней.

Боротьба з нематодами у коней є актуальною й у американському штаті Кентуккі, де дегельмінтизацію не проводили з 1979 р. і діагностували одночасне інвазування лошат стронгілідами і параскарисами, що ускладнювало боротьбу з цими нематодозами. За результатами розтину 83 лошат віком від 1 міс. до 1,5 років встановлена найвища II параскарисами у чотиримісячних самок (Fabiani et al., 2016).

Значного поширення досягли стронгілідози шлунково-кишкового тракту і серед коней на європейському континенті, чому присвячена велика кількість наукових публікацій.

У Швеції з діагностичною метою визначали не лише кількість яєць стронгілід у 1 г фекалій, а й використовували молекулярно-генетичні методи шляхом глибокого секвенування композитних зразків. У 300 коней з різних куточків країни ідентифіковано 25 видів стронгілід, з яких 87 % належали до 7-ми найпоширеніших видів. Отримані результати досліджень в цілому узгоджувались з раніше проведеними, коли ідентифікацію збудників проводили на основі морфології статевозрілих нематод. Проведений авторами аналіз наукових публікацій свідчить про те, що починаючи з 2007 р. видовий склад стронгілід шлунково-кишкового тракту у коней не змінився (Halvarsson et al., 2024).

Інші шведські вчені (Hedberg-Alm et al., 2020) відмічали значне поширення і зростання інвазованості нематодами шлунково-кишкового тракту тих коней, які випасались на природних пасовищах. Висока патогенність стронгілід виду *Strongylus vulgaris* і проблеми діагностики інвазії лишаються актуальними і до нині. Різними виявились результати досліджень проведених за полімеразною ланцюговою реакцією (ПЛР) та серології в тесті імуноферментного аналізу (ELISA), відповідно у 5,5 % та 62 % коней було діагностовано вид *S. vulgaris*, що ставить під сумнів використання ПЛР у діагностиці стронгілідозів коней. Самі ж власники коней по різному ставляться до лабораторної діагностики стронгілідозів: 36 % – довіряють кількісним методам з підрахунком кількості яєць у 1 г фекалій, 32 % – поєднують копроскопічну та специфічну діагностику, а 29 % взагалі її не проводять.

Схоже, що у Швеції існують такі серйозні проблеми з поширенням кишкових нематодозів серед коней. В інших дослідженнях також відмічається поширеність саме найбільш патогенного виду стронгілід – *Strongylus vulgaris*. Починаючи з 70 років минулого сторіччя поширеність нематодозів серед коней суттєво знизилась, але збільшення частоти дегельмінтизацій призвело до утворення антгельмінторезистентності: у стронгілід – до бензimidазолів, а у параскарисів – до івермектину. У 2007 р. у країні запровадили реалізацію антгельмінтиків для коней лише за рецептом лікаря ветеринарної медицини, а проведення дегельмінтизацій лише за показаннями: висока інтенсивність інвазування або клінічний прояв гельмінтозів. У 2016–2017 рр., через 10 років після введення обмежувальних заходів, було зібрано і досліджено 529 проб фекалій із 106 конеферм. Додатково для збору інформації застосовували веб-анкетування. Встановлено, що *S. vulgaris* частіше виявляли у фермерських господарствах (61 %), ніж в індивідуальних (28 %). Інвазування стронгілідами у 2,9 разів було вищим на тих фермах, де для діагностики застосовували лише гельмінтокопроскопічні дослідження, у порівнянні із тими, де додатково використовували ПЛР або дегельмінтизації здійснювали регулярно (1–4 рази на рік), навіть без попереднього копроскопічного дослідження. У 25 % коней було встановлено високий ступінь інвазування (до 150 яєць у 1 г фекалій). А основною причиною зростання у 3 рази II *S. vulgaris* за останні 20 років є те, що коней з низькою II не лікували і вони були джерелом інвазування для інших тварин. Отже, при зниженні частоти дегельмінтизацій рекомендовано здійснювати постійний копроскопічний моніторинг шлунково-кишкових нематодозів у коней (Tudén et al., 2019).

Про необхідність регулярного копроскопічного контролю з метою епізоотологічного моніторингу та перевірки ефективності дегельмінтизації з метою недопущення утворення антгельмінторезистентності у коней відмічають і італійські дослідники. При вивченні факторів ризику виділення яєць стронгілідами було встановлено, що у 86,4 % конегосподарств виявляли хоча б одну інвазовану тварину, а у 39,5 % – встановлено високий ступінь інвазування, що підтверджує необхідність застосування цільових стратегій у дегельмінтизації. У господарствах, де проводили дегельмінтизації, II була значно нижчою, а серед найбільш ефективних препаратів виділяють макроциклічні лактони. Крім того, відмічається висока патогенність саме ларвальних форм стронгілід у порівнянні із статевозрілими нематодами (Scala et al., 2020).

У Німеччині в останні десятиріччя, не зважаючи на різновидове зараження стронгілідами шлунково-кишкового тракту, завдяки регулярним стратегічним

дегельмінтизаціям, відмічається зниження інвазування коней. Найбільш патогенним науковці також вважають вид *Strongylus vulgaris*. Для лабораторної діагностики застосовувались різні методи: флотаційний, комбінований седиментаційно-флотаційний копроскопічні методи, культивування личинок, молекулярно-генетичне тестування і серологічний ELISA тест. За результатами досліджень 484 коней із 48 господарств Берліну та Бранденбургу з травня 2017 по січень 2018 р., стронгілідозну інвазію діагностовано у 66,7 % індивідуальних пробах фекалій, а ДНК нематод було ампліфіковано з 311 зразків, що склало 64,3 %. Вчені відмічають антгельмінторезистентність у коней до препаратів бензimidазольної групи і високу ефективність проти стронглід макролідів, зокрема, моксидектину та івермектину. Добре відомо і те, що навіть кілька інвазованих коней можуть забруднювати довкілля яйцями гельмінтів, що може призвести до інвазування личинками стронглід коней господарства але, за рахунок регулярних дегельмінтизацій, личинки не досягають статевої зрілості. Встановлено, що у 4,4 рази частіше ресструється інвазія у коней, якщо дегельмінтизації проводились не регулярно (Jürgenschellert et al., 2022).

За результатами інших гельмінтокопроскопічних досліджень проведених у Німеччині за модифікованою методикою McMaster, було встановлено, що із 1887 коней від яких з червня 2012 по травень 2013 р. відбирали проби фекалій у 195 конегосподарствах по всій країні, у 1046 (55,4 %) кількість яєць була нижчою за 20 яєць у 1 г фекалій, а у 841 (44,6 %) – значно вищою. Найчастіше (50,8 %) для дегельмінтизації коней застосовували знову ж таки івермектин і значно рідше (21,6 %) – пірантел, з середніми інтервалами між дегельмінтизаціями у 6,3 місяця. Лише в окремих випадках, за високого ступеня II (більше 500 яєць у 1 г фекалій), коней дегельмінтували тричі на рік. Науковцями відмічається необхідність впровадження послідовного та ефективного контролю за гельмінтозами, що може призвести до мінімізації ризиків інвазування (Schneider et al., 2014).

Поширення стронгілідозів шлунково-кишкового тракту серед коней у Великобританії є також актуальною проблемою сьогодення. Науковці з Единбургу (Lester & Matthews, 2014) намагались детально вивчити дану проблему і встановити основні фактори, що сприяють поширенню нематодозів. Інвазування коней нематодами шлунково-кишкового тракту відбувалось, переважно, на забруднених пасовищах, де випасались інвазовані тварини, яких не лікували належним чином і які накопичували велику кількість гельмінтів. Загальновідомо, що боротьба з нематодами традиційно здійснюється регулярним введенням усім коням антгельмінтиків з тримісячними інтервалами. Саме це призводить до зменшення поширеності стронгілідозів шлунково-кишкового тракту серед коней. Натомість, часте неконтрольоване застосування антгельмінтиків сприяє розвитку резистентності у окремих видів стронглід. Зокрема, стійкість цятостомін до макролідів, на фоні високої їх ефективності, пояснюється скороченням термінів повторної появи яєць у фекаліях коней. Аналогічні дані отримано і за параскарозної інвазії. Тривалий час дегельмінтизації підлягали лише коні з середнім і високим ступенем II стронгілідами, що сприяло зменшенню забруднення довкілля яйцями нематод. Водночас, частина популяції гельмінтів у деяких коней залишалась з невизначеною стійкістю до антгельмінтиків.

Недостатньо вивченими є аналогічні питання конярства і в нашій країні. Українські дослідники також вивчали різні аспекти епізоотологічного процесу за стронгілідозної інвазії у коней. В одному із дослідів було досліджено фекалії від 197 коней різних порід та віку (від 5 міс. до 22 років) з 15 конезаводів з різних регіонів України з різними типами дегельмінтизацій. Після дегельмінтизації коней макролідами у фекаліях було виявлено 82767 екз. стронглід, яких віднесено до 33 видів, з яких 8 видів з підродини Strongyulinae та 25 – з підродини Cyathostominae. У молодих коней (від 1,5 до 4 річного віку) було виявлено 32 види нематод, а у старих (старших за 16 років) – 17. Найбільшу кількість яєць стронглід виявляли у фекаліях лоша до 1 року, найменшу – у старих коней. Чистокровні тварини виділяли з фекаліями набагато більше яєць, ніж безпородні. Цілком закономірно, що коні з господарств, де дегельмінтизації проводили рідко або взагалі не проводили, виділяли

значно більше яєць стронгілід у порівнянні із тваринами, яких дегельмінтизували регулярно. А от частота дегельмінтизації – 1–2 або 3–4 і більше разів на рік не мала суттєвого впливу на показники виділення яєць нематод з фекаліями. На підставі своїх спостережень науковці віддали перевагу регулярним дегельмінтизаціям, а ніж внутрішнім факторам (вік, порода), що впливає на зараження коней та видовий склад стронгілід (Kuzmina et al., 2016).

У коней господарств Дніпропетровської області переважав (54,84 %) асоціативний перебіг нематодозів шлунково-кишкового тракту. Зокрема, найчастіше (46,45 %) діагностували стронгілідози органів травлення і стронгілоїдоз (36,77 %), значно рідше параскароз (6,77 %) та оксиуроз (1,94 %), поліінвазії було виявлено у 67,60 % коней, а моноінвазії – у 32,40 % (Gygosyan, 2015).

В одному із господарств Сумської області, де утримувалось 92 коня, за результатами копроскопії флотаційним методом Котельникова-Хренова з використанням розчину нітрату амонію було встановлено поширення параскарозної та стронгілідозної інвазій. Пік інвазій припадав на осінній період, коли ЕІ становила 17,4 %, що у 2 рази вище за весняний і літній періоди, а ІІ була вищою у 1,1–1,3 рази, у 2 рази вищою була й екстенсивність змішаних нематодозних інвазій (Lazorenko, 2015).

У коней Кінно-спортивного комплексу м. Кропивницький (Кіровоградська область) стронгілідози шлунково-кишкового тракту виявляли у 54,5 % коней, а у 9,1 % тварин інвазія перебігала в асоціації з параскарозом. Стронгілідозну інвазію діагностували у коней різного віку, проте 66,6 % інвазованих коней були віком від 6 міс. до 9 років, у 71,4 % яких переважав низький ступінь ІІ. Авторами відмічається, що основними причинами поширення нематодозів у господарстві були не регулярні дегельмінтизації з порушенням способів введення лікарських форм антгельмінтиків і недотримання санітарних норм годівлі коней (Mazannyi et al., 2024).

На Харківщині, за результатами проведених з 2015 по 2019 рр. досліджень, у приватних конегосподарствах кишкові нематодози виявлено у 36,27 % коней. Зокрема, стронгілідози шлунково-кишкового тракту було виявлено у 31,35 % тварин, а параскароз – у 2,07 %, мікстінвазії, спричинені стронгілідами і параскаридами – у 2,59 %, а стронгілідами і стронгілоїдесами – у 0,26 %. Інвазії було діагностовано у коней різного віку: у 27,14 % лоша́т до одного року, у 48,56 % коней віком від 1 до 5 років та у 20,83 % коней старших 10 років. ІІ була найвищою у лоша́т до одного року (Nikiforova et al., 2020).

Отже, більшість вчених погоджуються з тим, що серед власників коней широко поширене непорозуміння і необізнаність щодо стратегій боротьби з кишковими гельмінтами, внаслідок чого коні піддаються їх патогенному впливу. Тому, обов'язком усіх лікарів ветеринарної медицини, які займаються профілактикою хвороб серед коней, є надання цінних порад власникам тварин, щодо вибору найкращої стратегії дегельмінтизації тварин, що забезпечить стійке благополуччя їх господарства щодо кишкових гельмінтозів (Proudman & Matthews, 2000).

Результати проведеного аналізу наукових публікацій в черговий раз підтверджують, що проблема поширення гельмінтозів серед коней складається із однакових факторів, які не залежать від фінансово-економічного стану країни. Актуальними лишаються питання удосконалення спеціальної лабораторної діагностики гельмінтозів коней та особливостей їх профілактики.

У цілому, результати аналізу наукових публікацій співпадають з отриманими нами даними. Зокрема, результати моніторингу нематодозів коней, що представлені в нашій роботі, є частиною наукової роботи кафедри, але проводяться вони не регулярно. Крім того, вибір протипаразитарних препаратів і періодичність обробок визначає власник господарства. Разом з тим, нам необхідно більш детально вивчити питання антгельмінторезистентності для того, щоб боротьба з нематодозами була ще ефективнішою.

Є необхідність й у перегляді нормативних документів щодо дегельмінтизації коней з метою упорядкування цього процесу тому, що на сьогоднішній день відсоток уражених стронгілідами коней ще лишається на високому рівні.

Висновки.

1. Регулярні щоквартальні дегельмінтизації коней КСК ДБТУ дозволили знизити ЕІ стронгілідами шлунково-кишкового тракту у 2024 р. до 21,4 %, у порівнянні з жовтнем 2021 р., коли ЕІ сягала 40,6 %.

2. Середні показники ІІ стронгілідами коней КСК ДБТУ склали від 5,77±1,59 до 9,64±3,01 яєць у 1 г фекалій, в окремих вікових групах показники сягали 13,67±9,21 яєць у 1 г фекалій, що свідчить про середній ступінь інвазування.

3. Аналіз вікової динаміки доводить, що на стронгілідози шлунково-кишкового тракту частіше хворіє молодняк до 10-ти років (44,2 %), рідше коні старше 21 року (36,4 %), менше всього випадків траплялося серед тварин 11–20 річного віку (11,6 %). Достовірних закономірностей щодо статі та породи інвазованих коней не виявлено.

4. Значно кращих показників у боротьбі із стронгілідами шлунково-кишкового тракту можна було б досягти за рахунок постійного перебування коней на території комплексу і без поповнення поголів'я кінсьми з окупованих і прифронтових територій.

References

- Abbas, G., Ghafar, A., Beasley, A., Stevenson, M. A., Bauquier, J., Koehler, A. V., Wilkes, E. J. A., McConnell, E., El-Hage, C., Carrigan, P., Cudmore, L., Hurley, J., Gauci, C. G., Beveridge, I., Jacobson, C., Nielsen, M. K., Hughes, K. J., & Jabbar, A. (2024). Understanding temporal and spatial distribution of intestinal nematodes of horses using faecal egg counts and DNA metabarcoding. *Veterinary Parasitology*, 325. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.110094>
- Abbas, G., Ghafar, A., McConnell, E., Beasley, A., Bauquier, J., Wilkes, E. J. A., El-Hage, C., Carrigan, P., Cudmore, L., Hurley, J., Gauci, C. G., Beveridge, I., Ling, E., Jacobson, C., Stevenson, M. A., Nielsen, M. K., Hughes, K. J., & Jabbar, A. (2024). A national survey of anthelmintic resistance in ascarid and strongylid nematodes in Australian Thoroughbred horses. *International Journal for Parasitology – Drugs and Drug Resistance*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2023.11.006>
- Abbas, G., Stevenson, M. A., Bauquier, J., Beasley, A., Jacobson, C., El-Hage, C., Wilkes, E. J. A., Carrigan, P., Cudmore, L., Hurley, J., Beveridge, I., Nielsen, M. K., Hughes, K. J., & Jabbar, A. (2023). Assessment of worm control practices recommended by equine veterinarians in Australia. *Frontiers in Veterinary Science*. Sections Parasitology, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1305360>
- Fabiani, J. V., Lyons, E. T., & Nielsen, M. K. (2016). Dynamics of *Parascaris* and *Strongylus* spp. parasites in untreated juvenile horses. *Veterinary Parasitology*, 230, 62–66. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.11.002>
- Gygosyan, Y. (2015). Poshyrennia asotsiatyvnykh nematodoziv shlunkovo-kyshkovoho kanalu konei u Dnipropetrovskii oblasti. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Veterinary Sciences, 17(2), 33–37. [In Ukrainian].
- Halvarsson, P., Grandi, G., Hägglund, S., & Höglund, J. (2024). Gastrointestinal parasite community structure in horses after the introduction of selective anthelmintic treatment strategies. *Veterinary Parasitology*, 326. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.110111>
- Hedberg-Alm, Y., Penell, J., Riihimäki, M., Osterman-Lind, E., Nielsen, M. K., & Tydén, E. (2020). Parasite occurrence and parasite management in Swedish horses presenting with gastrointestinal disease – a case-control study. *Animals (Basel)*. 10(4):638. <https://doi.org/10.3390/ani10040638>
- Jürgenschellert, L., Krücken, J., Bousquet, E., Bartz, J., Heyer, N., Nielsen, M. K., & von Samson-Himmelstjerna, G. (2022). Occurrence of strongylid nematode parasites on horse farms in

- Berlin and Brandenburg, Germany, with high seroprevalence of *Strongylus vulgaris* infection. *Frontiers in Veterinary Science*. Sections Parasitology, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.892920>
- Kuzmina, T. A., Dzeverin, I., & Kharchenko, V. A. (2016). Strongylids in domestic horses: Influence of horse age, breed and deworming programs on the strongyle parasite community. *Veterinary Parasitology*, 227, 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.07.024>
- Lazorenko, L. M. (2015). Poshyrenist nematodoziv u konei. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seriiia «Veterynarna medytsyna», 1(36), 131–133. Retrieved from: http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau_2015_1_36_vet_med/JRN/37.pdf [In Ukrainian].
- Lester, H. E., & Matthews, J. B. (2014). Faecal worm egg count analysis for targeting anthelmintic treatment in horses: points to consider. *Equine Veterinary Journal*. 46(2). 139–145. <https://doi.org/10.1111/evj.12199>
- Mazanyyi, O. V., Nikiforova, O. V., & Nikishov, O. A. (2024). Nematodozy shlunkovo-kyshkovoho traktu konei: faktory, shcho spryiaiu poshyrenniu invazii u gospodarstvi. *Aktualni pytannia veterynarnoi medytsyny: realii ta perspektyvy: zbirnyk tez dopovidei Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii naukovtsiv, vykladachiv ta aspirantiv (Kharkiv, 22 travnia 2024)*. Derzh. biotekhnolohichniy un-t. Kharkiv. Retrieved from: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/55811> [In Ukrainian].
- Mazanyyi, O. V., Fedorova, O. V., Nikiforova, O. V., Prykhodko, Yu. O., & Mazana, M. H. (2022). Analiz ryzykiv reinvazuvannia konei stronholidamy shlunkovo-kyshkovoho traktu. *Vyrishennia suchasnykh problem u veterynarnii medytsyni: materialy VII Vseukrainskoi naukovopraktychnoi Internet – konferentsii (Poltava, 15–16 liutoho 2022)*. Poltava. Retrieved from: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/9242/new.pdf> [In Ukrainian].
- Mazanyyi, O. V., Prykhodko, Yu. O., Nikiforova, O. V., Mazanna, M. H., & Fedorova, O. V. (2021). Vplyv «Nemasektynu», «Brovermektyн™ heliu» i «Helmisanu®» na pokaznyky krovi konei. *Veterynarna Biotekhnolohiia*, 39, 53–64. https://doi.org/10.31073/vet_biotech39-05 [In Ukrainian].
- Nielsen, M. K. (2022). Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging trends. *International Journal for Parasitology – Drugs and Drug Resistance*, 20, 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.10.005>
- Nielsen, M. K., Branam, M. A., Wiedenheft, A. M., Digianantonio, R., Garber, L. P., Koprál, C. A., Phillippi-Taylor, A. M., & Traub-Dargatz, J. L. (2018). Parasite control strategies used by equine owners in the United States: a national survey. *Veterinary Parasitology*, 250, 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.12.012>
- Nikiforova, O. V., Prykhodko, Yu. O., Mazanyyi, O. V., Fedorova, O. V., Liulin, P. V., & Reshetylo, O. I. (2020). Helminthofauna ta epizootolohichni aspekty za kyshkovykh nematodoziv konei Kharkivskoi oblasti. *Veterynarna Biotekhnolohiia*, 36, 138–145. https://doi.org/10.31073/vet_biotech36-14 [In Ukrainian].
- Pfister, K., & van Doorn, D. (2018). New perspectives in equine intestinal parasitic disease: insights in monitoring helminth infections. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 34(1), 141–153. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2017.11.009>
- Proudman, C., & Matthews, J. (2000). Control of intestinal parasites in horses. *In Practice*, 2(22), 90–97. <https://doi.org/10.1136/inpract.22.2.90>
- Prykhodko, Yu. O., Byrka, V. I., Fedorova, O. V., Ponomarenko, V. Ya., Mazanyyi, O. V., Ponomarenko, A. M., & Nikiforova, O. V. (2017). *Laboratorna diahnozyka invaziynykh khvorob tvaryn (metodychni rekomendatsii)*. Kharkiv [in Ukrainian].
- Raś-Noryńska M., & Sokół R. (2017). Parasite control practices in Polish horse farms. *Medycyna Weterynaryjna*, 73(11), 683–686. <https://doi.org/10.21521/mw.5809>

- Scala, A., Tamponi, C., Sanna, G., Predieri, G., Dessì, G., Sedda, G., Buono, F., Cappai, M. G., Veneziano, V., & Varcasia, A. (2020). Gastrointestinal Strongyles Egg Excretion in Relation to Age, Gender, and Management of Horses in Italy. *Animals (Basel)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/ani10122283>
- Schneider, S., Pfister, K., Becher, A. M., & Scheuerle, M. C. (2014). Strongyle infections and parasitic control strategies in German horses - a risk assessment. *BMC Veterinary Research*, 10. <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0262-z>
- Tydén, E., Enemark, H. L., Franko, M. A., Höglund, J., & Osterman-Lind, E. (2019). Prevalence of *Strongylus vulgaris* in horses after ten years of prescription usage of anthelmintics in Sweden. *Veterinary Parasitology*, 276S. <https://doi.org/10.1016/j.vpoa.2019.100013>
- Vera, J. H. S., Fachioli, D. F., Ramires, L. M., de Lima Saes, I., Yamada, P. H., Gonçalves, J. A., de Oliveira, K., do Amarante, A. F. T., & de Soutello, R. V. G. (2020). Efficacy of ivermectin, moxidectin and febendazole in equine in Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100374>



2024. Номер 10, Ст 100 – 109

Отримано: 07.10.2024 Прийнято: 24.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.09

UDC 636.2.09:616-008

EFFECTIVENESS OF TREATMENT OF COWS FOR DISORDERED METABOLISM

**O.V. Matsenko, Yu.V. Sobakar, Yu.O. Shchepetilnikov, O.V. Ilyna, L.L. Kushch,
D.S. Makhotina, M.M. Kushch**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: elenam57722@gmail.com

Annotation. Dairy cows are often diagnosed with metabolic disorders during the transit period, which, in turn, are the cause of secondary diseases. Violation of animal metabolism indicates complications of adaptation to conditions of keeping and feeding and whole imbalance of homeostasis of the organism. Ketosis, osteodystrophy, acidosis, alkalosis, rennet displacement, which occur mainly in the form of polymorbid pathology are the most common diseases of cows in the transit period. The aim of this study was to determine the therapeutic effectiveness of *Vitazal* and *Cyanophor* drugs, including a number of general and special research methods: analysis of cow feeding, conditions of keeping, determination of the causes of the disease, as well as clinical and laboratory parameters. In order to restore the disturbed metabolism of cows before and after calving against the background of correction of rations in terms of nutrients and exchangeable energy, it was expedient to use complex veterinary drugs, the active substances of which are butaphosphan and cyanocobalamin. *Vitazal* and *Cyanophor* are Ukrainian drugs that have a positive effect on metabolism and stimulate the immune status of cows and contain such active substances which are recommended for use in complex therapy. According to the results of the study, the use of these drugs on the background of diet correction and the use of the *DairySafe* feed supplement (Germany, *JOSERA*) as well as the *Forvit*, which contains a solution of vitamins A, D, E and F improved clinical indicators, increased the general tone of the body, normalized morphological and biochemical indicators of blood, especially the number of erythrocytes and leukocytes, total protein, phosphorus-calcium ratio, alkaline reserve, transaminase activity, reduced the content of ketone bodies. It was found that the use of the studied drugs reduced the manifestations of intoxication and restored the physiological state of cows. The introduction of *Vitazal* and *Cyanophor* drugs into clinical veterinary practice will expand the list of drugs of this group, which will enable veterinarians to use them as part of complex therapy and prevention of metabolic disorders in cows.

Key words: *cattle, Vitazal, Cyanophor, Butaphosphan, metabolism, ketosis, hypovitaminosis A, therapeutic effectiveness, blood parameters.*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛІКУВАННЯ КОРІВ У РАЗІ ПОРУШЕННЯ МЕТАБОЛІЗМУ

**О.В. Маценко, Ю.В. Собакар, Ю.О. Щепетільников, О.В. Ільїна, Л.Л. Куш,
Д.С. Махотіна, М.М. Куш**

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: elenam57722@gmail.com

Анотація. У транзитний період молочних корів часто констатують метаболічні розлади, які, в свою чергу, є причиною вторинних захворювань. Порухення обміну речовин тварин вказує на порушення механізмів адаптації до умов утримання і годівлі, дисбалансу гомеостазу організму в цілому. Найбільш поширеними захворюваннями корів транзитного періоду є кетоз, остеодинтрофія, ацидоз, алкалоз, зміщення сичуга, які перебігають, в основному, у вигляді поліморбідної патології. Дослід, метою якого було визначення терапевтичної ефективності препаратів *Вітазал* і *Ціанофор*, містив низку загальних і спеціальних методів дослідження: аналіз годівлі корів, умов їх утримання, визначення причин виникнення захворювання, а також клінічні і лабораторні. З метою відновлення порушеного метаболізму корів до та після отелення на тлі корекції раціонів за поживними речовинами та обмінною енергією, доцільним було своєчасне застосування комплексних ветеринарних препаратів, діючими речовинами яких є бутафосфан і ціанокобаламін. Вітчизняними препаратами, що позитивно впливають на обмін речовин та стимулюють імунний статус організму корів і містять такі діючі речовини, є *Вітазал* і *Ціанофор*, які рекомендовано до застосування в комплексній терапії. Як свідчать результати дослідження, використання даних препаратів на тлі корекції раціону і застосування кормової добавки *DairySafe* (Німеччина, *JOSERA*) а також вітамінного препарату *Форвіт*, що містить розчин вітамінів А, D, Е і F поліпшило клінічні показники, підвищило загальний тонус організму, нормалізувало морфологічні та біохімічні показники крові, а саме кількість еритроцитів та лейкоцитів, загального білка, фосфорно-кальцієве співвідношення, показник лужного резерву, активність трансаміназ, зменшило вміст кетонівих тіл. Виявлено, що застосування досліджуваних препаратів зменшили прояви інтоксикації та відновили фізіологічний стан корів. Упровадження в клінічну ветеринарну практику лікарських засобів *вітазал* і *ціанофор* розширить перелік препаратів даної групи, що дасть можливість лікарям ветеринарної медицини застосовувати їх в складі комплексної терапії та профілактики порушення обміну речовин у корів.

Ключові слова: велика рогата худоба, вітазал, ціанофор, бутафосфан, обмін речовин, кетоз, гіповітаміноз А, терапевтична ефективність, показники крові.

Вступ. Захворювання корів, спричинені порушенням метаболізму, є широко розповсюдженими (Zhao et al., 2024). Як вказує Ingvarsten, (2006), 50-80 % високопродуктивних корів мають порушений обмін речовин, тим самим спричиняючи власникам значні економічні збитки, так як навіть незначні зміни метаболізму призводять до зниження молочної продуктивності і відтворювальної здатності, термінів використання тварин, народження фізіологічно незрілого приплоду, загибелі молодняку, зниження якості продуктів тваринництва, збільшення витрат кормів на одиницю продукції, що свідчить про зниження добробуту тварин. Існують докази того, що метаболічний стан корови, наприклад ожиріння або недоїдання, під час вагітності може вплинути на стан здоров'я не лише корови, але й її теляти (Urbutis et al., 2023).

Метаболічні розлади успадковані чи набуті, є результатом дефектних біохімічних реакцій, дефіциту ферментів метаболізму (Rafa et al., 2024). В інтенсивному молочному скотарстві до організму кожної корови впродовж виробничого циклу пред'являють високі вимоги, які включають утворення великої кількості молока відмінної якості та народження

одного теляти щорічно (De Vries & Marcondes, 2020). Вважається, що корова на піку лактації повинна досягати продуктивності 30-40 л молока на добу, в якому вміст жиру повинен становити 3-5 %, білка – 3-3,2 %, а кількість соматичних клітин – бути меншою 400 000 (Leduc, et al., 2021). Складні шляхи метаболічної адаптації відбуваються перш за все в період отелення. Ці процеси вимагають перенаправлення поживних речовин для забезпечення розвитку і росту плода та початку лактації. Нездатність адаптуватися до цих змін може призвести до розвитку клінічної картини захворювання в післяпологовому періоді, причому, деякі фактори ризику, пов'язані з ним, можна виявити вже в передпологовому періоді (Pascottini et al., 2020).

В Україні розроблена і діє загальнодержавна система профілактики, в т.ч. незаразних захворювань, що регламентована ветеринарним законодавством (Pavlovska, 2024). Хвороби, спричинені порушенням обміну речовин, зазвичай, обумовлені змінами традиційного типу годівлі й умов утримання тварин (Pulina et al., 2020). Зменшення в раціонах великої рогатої худоби кількості сіна, низька якість силосу і сінажу, гіподинамія та недостатня інсоляція є частими і розповсюдженими причинами захворювань. До того ж, в окремих зонах України широко поширеними є ендемічні хвороби, спричинені недостатнім умістом у ґрунтах, воді і рослинах засвоєваних форм біотичних мікроелементів або надмірною кількістю їх антагоністів (Korniichuk & Hrushanska, 2022; Shumyhai et al., 2022; Kuraieva et al., 2023). Усі види обміну речовин тісно взаємозв'язані і порушення одного з них веде до порушення інших видів обміну. Цей процес може розвиватися поволі і перебігати тривало (Caixeta & Omontese, 2021).

Превентивними заходами в разі порушення метаболізму продуктивних тварин є використання ветеринарних препаратів та біологічно активних кормових добавок, що містять холін, метіонін, фосфор, кальцій, натрій, вітаміни А, D, Е тощо (Mann et al., 2019). Одними із вітчизняних ветеринарних засобів, парентеральне введення яких нормалізує обмінні та відновлювальні процеси в організмі, стимулює метаболізм та підвищує неспецифічну резистентність організму тварин, є комплексні препарати *вітазал* і *ціанофор*, діючими речовинами яких є бутафосфан та ціанокобаламін.

Метою роботи було дослідити порівняльну ефективність ветеринарних препаратів, що стимулюють обмін речовин – *вітазал* і *ціанофор* за порушення метаболізму в корів у транзитний період.

Матеріал і методи досліджень. Дослід виконували з урахуванням вимог Регламенту Європейського Парламенту та Ради 2019/6/ЄС, GCP, Керівництва щодо проведення клінічних досліджень ветеринарних препаратів на цільових видах тварин, міжнародних етичних принципів досліджень щодо використання живих тварин. Дослідження проведені в науково-виробничому центрі Державного біотехнологічного університету на 2-х групах корів (n=5) після отелення, що були сформовані за принципом пар-аналогів. Стадо корів утримували на молочній фермі, де застосовували традиційну стійлово-табірну технологію прив'язного утримання з дворазовим доїнням. Основну кількість кормів для годівлі худоби виробляли в господарстві за рахунок власних угідь. У зимово-стійловий період тварин утримували в типовому дворядному корівнику. Вентиляція приміщення – природна приточно-витяжна, освітлення вдень – природне, вночі – штучне.

За результатами раніше виконаних досліджень було встановлено, що раціон корів у зимовий період був незбалансованим за основними показниками. У ньому був надлишок обмінної енергії, сухої речовини, сирої клітковини, йоду і марганцю і не доставало перетравного протеїну, цукру, кальцію, фосфору, сірки, міді, цинку, кобальту і каротину. Тип годівлі тварин був об'ємно-концентратним. У структурі раціону концентрати становили 37 %, об'ємні корма – 63 %. За результатами аналізу продуктивності, клінічного стану і даних досліджень крові тварин, з метою корекції порушеного метаболізму до раціону було включено корми, багаті протеїном, мінеральними речовинами і вітамінами, а саме, сіно люцерни і пшеничну дерть, а також застосовано препарати за наступною схемою. Тваринам обох груп вводили кормову добавку для дійних корів *DairySafe* (Німеччина,

JOSERA) в дозі 150 г/корову/на добу, а також підшкірно – вітамінний препарат *Форвіт* (розчин вітамінів А, D, Е, F в олії для ін'єкцій) у дозі 10 мл/гол 1 раз/5 діб). Крім того, тваринам обох груп парентерально застосовували аналогічні за складом стимулюючі препарати *ціанофор* і *вітазал*. Коровам I дослідної групи (Д-1) використовували препарат *ціанофор* (виробник ТОВ «Ветсинтез», Україна), коровам II дослідної групи (Д-2) – препарат *вітазал* (розчин для ін'єкцій) (виробник ПрАТ «ВНП «Укрзооветпромстач», Україна) в однаковій дозі 20,0 мл/гол 5 днів поспіль. 1 мл таких препаратів містить 100,0 мг бутафосфану і 0,05 мг вітаміну B₁₂ (ціанокобаламін).

Клінічні дослідження корів проводили за загальноприйнятою схемою з використанням основних методів дослідження – термометрії, огляду, пальпації, перкусії і аускультатії (Lumedze et al., 2021). Для виявлення інтер'єрних показників функціонального стану організму корів була підібрана низка загальних і спеціальних лабораторних методів (Kotsiumbas et al., 2012). Кров для лабораторних досліджень відбирали у перший день досліду і через 1 місяць після початку виконання лікувально-профілактичних заходів у формі корекції раціону і використання кормової добавки і стимулюючих препаратів. Кров брали з яремної вени з використанням вакуумних пробірок (вакутайнеру) перед годівлею тварин (проміжок від останнього прийому корму становив не менше, ніж 6-8 год). Лабораторними дослідженнями в крові визначали кількість еритроцитів, лейкоцитів, гемоглобіну, а також ШОЕ. Кількість еритроцитів та лейкоцитів визначали з використанням еритроцитарного та лейкоцитарного меланжерів, *гемоглобіну* – гемоглобінціанідним методом. У *сироватці крові* встановлювали вміст загального кальцію, неорганічного фосфору, каротину, лужний резерв, активність аспартат- та аланінамінотранстаферази (АСТ, АЛТ), використовуючи набір реактивів «*Simko Ltd*» (м. Львів) згідно прикладених до нього методик. *Загальний білок* сироватки крові визначали за допомогою рефрактометру *RHC-300ATC* (метод Рейсса), *кетонів тіла* в сироватці крові – йодометричним методом Енгфельда в модифікації Лейтеса та Одиної, в сечі – за допомогою тест-смужок *Urine 10T*.

Отримані дані обробляли математично з використанням пакету програм *Microsoft Excel 2003*, вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення. На початку експерименту за результатами клінічного дослідження корів піддослідних груп було встановлено матовість їх волосяного покриву, незадовільну фіксацію шерсті у волосяних цибулинах, її випадіння в області шиї, наявність лупи, слабкий запах ацетону. Скорочення рубця були слабкої сили, неритмічними і становили 2-4 рази за 2 хв. Перкуторні межі печінки були розширені назад і вниз; у 3-х корів пальпаторно відзначено її хворобливість. Показники температури тіла були в межах фізіологічної норми і становили T 37,4-39,6 °C. У всіх тварин реєстрували тахікардію (98-120 скорочень серця за 1 хв) та розщеплення першого тону.

Порівняно з фізіологічними показниками, у крові корів встановлено меншу кількість еритроцитів – на 8,0 % від нижньої межі норми, а також гемоглобіну – менше на 7,8 % (табл. 1). Кількість лейкоцитів крові та ШОЕ знаходились в межах фізіологічної норми і становила відповідно 9,6±0,4 Г/л і 21,3±0,8 мм/год.

За результатами біохімічних досліджень сироватки крові встановлено невідповідність більшості показників параметрам фізіологічної норми корів. Уміст загального білку становив 6,5±0,2 г%, який, порівняно з нижньою границею норми, був меншим на 9,7 %, що було виявлено майже у 2/3 досліджених проб (табл. 2). Гіпокальціємія та гіпофосфатемія корів, виявлені за результатом дослідження проб сироватки крові, були характерною ознакою порушення обміну мінеральних речовин: уміст загального кальцію і неорганічного фосфору був меншим від норми відповідно на 11,0 і 28,9 %.

У 90 % корів виявлено низький вміст каротину в сироватці крові, який становив 0,2±0,03 мг%, що було менше від норми на 50,0 %. Показник лужного резерву сироватки крові корів був дещо менше норми і становив 18,2±0,5 ммоль/л. На тлі зменшення вмісту загального білку, каротину, лужного резерву, загального кальцію і неорганічного фосфору

вміст кетонових тіл у сироватці крові був у межах верхньої границі норми і становив $1,2 \pm 0,1$ ммоль/л. Значно більшим верхньої границі показників норми був уміст ферментів переамінування – АсАт і АлАт, відповідно, у 2,9 та 4,3 рази. Із збільшеним умістом кетонових тіл у сироватці крові корелювало їх виявлення у пробах сечі, про що свідчила позитивна якісна реакція (+, ++, +++).

Таблиця 1

Гематологічні показники корів підслідних груп на початку дослідження (n=10)

№ корови	Еритроцити Т/л	Лейкоцити Г/л	Гемоглобін г/л	ШОЕ мм\год під кутом 50
<i>Норма</i>	<i>5,0-7,5</i>	<i>6-12</i>	<i>99-129</i>	<i>17-24</i>
1438	4,3	10,8	87	20
1424	3,8	8,7	95	19
2316	4,5	9,3	93	19
024	3,9	8,4	92	22
1824	5,7	10,3	82	20
1042	5,2	9,9	87	21
1810	5,3	8,1	97	23
2116	4,4	8,7	102	25
1438	4,6	10,7	90	19
1228	3,9	11,4	91	25
M±m	$4,6 \pm 0,2$	$9,6 \pm 0,4$	$91,6 \pm 4,2$	$21,3 \pm 0,8$

Отже, незбалансований за основними поживними речовинами раціон годівлі корів у господарстві супроводжувався зменшенням у крові корів кількості еритроцитів і гемоглобіну, а в сироватці крові – вмісту загального білку, загального кальцію, неорганічного фосфору, каротину і лужного резерву і збільшенням кількості кетонових тіл у сироватці крові і сечі, а також активності АсАт і АлАт у сироватці крові.

Таблиця 2

Показники біохімічних досліджень сироватки крові корів підслідних груп на початку дослідження (n=10)

№ корови	Загальний білок, г%	Са, мг%	Р, мг%	Каротин, мг%	Лужний резерв, ммоль/л	Кетонів тіла, ммоль/л	АСТ, Од/л	АЛТ, Од/л
<i>Норма</i>	<i>7,2-8,6</i>	<i>10-12,5</i>	<i>4,5-6,0</i>	<i>0,4-1,0</i>	<i>19-24</i>	<i>0,34-1,2</i>	<i>10-50</i>	<i>10-30</i>
1438	6,4	8,7	2,8	0,2	16,8	1,0	146,2	157,4
1424	5,8	9,8	2,6	0,4	19,2	0,7	120,5	132,4
2316	7,3	10	3,7	0,1	17,4	1,5	150,5	120,7
024	5,9	8,2	3,4	0,3	17,0	0,9	140,3	98,4
1824	6,8	9,6	2,9	0,1	20,6	1,2	126,2	125,9
1042	7,0	9,2	3,8	0,1	19,5	1,6	163,2	142,3
1810	7,4	9,7	3,6	0,2	19,0	0,8	160,2	152,7
2116	5,7	7,9	3,4	0,1	16,4	1,1	148,9	110,8
1438	5,9	8,2	2,6	0,1	16,8	1,3	160,3	116,3
1228	7,0	7,9	2,9	0,2	19,5	1,4	152,3	126,2
M±m	$6,5 \pm 0,2$	$8,9 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,03$	$18,2 \pm 0,5$	$1,2 \pm 0,1$	$147 \pm 4,5$	$128 \pm 5,8$

Після корекції раціону і застосування лікувально-профілактичних заходів за результатами лабораторних досліджень крові встановлено, що в тварин Д-1 і Д-2 групи за

період лікування збільшилась кількість еритроцитів, відповідно до $5,7 \pm 0,2$ і $6,0 \pm 0,3$ Т/л, що, порівняно з даними на початку дослідження було більше на 58,0 % ($p \leq 0,01$) і 66,7 % ($p \leq 0,01$) та гемоглобіну, відповідно до $111,2 \pm 4,5$ г/л і $102,8 \pm 4,5$ г/л, що, відповідно, було більше на 21,4 % ($p \leq 0,05$) і 27,5 % ($p \leq 0,01$) (табл. 3). Уміст лейкоцитів у тварин Д-2 групи був меншим відповідно на 6,7 %. Показник ШОЕ суттєвих змін не зазнав і в тварин Д-1 групи був меншим на 0,5 %, Д-2 групи – більшим на 8,0 %.

Таблиця 3

Гематологічні показники корів через 1 місяць після зміни раціону і застосування лікувально-профілактичних засобів (n=5)

№ п/п	Еритроцити Т/л	Лейкоцити Г/л	Гемоглобін г/л	ШОЕ мм\год під кутом 50°
<i>Норма</i>	5,0-7,5	6-12	99-129	17-24
I група				
1438	6,3	12,0	104	24
1424	5,2	9,2	104	21
2316	5,7	8,3	108	20
024	6,2	10,4	112	22
1824	5,2	8,2	128	20
M±m	$5,7 \pm 0,2^{**}$	$9,6 \pm 0,7$	$111,2 \pm 4,5^*$	$21,4 \pm 0,8$
II група				
1042	5,2	8,6	98	22
1810	5,9	8,2	120	20
2116	5,8	10,2	100	23
1438	6,9	9,7	94	26
1228	6,2	8,5	102	24
M±m	$6,0 \pm 0,3^{**}$	$9,0 \pm 0,4$	$116,8 \pm 4,5^{**}$	$23,0 \pm 1,0$

Також відбулись істотні зміни біохімічних показників крові корів (табл. 4). Порівняно з даними на початок дослідження, як у тварин I, так і II групи, в сироватці крові спостерігали збільшення вмісту загального білка, відповідно на 20,0 % ($p \leq 0,01$) і 9,2 %. Уміст загального кальцію був більшим на 27,0 % ($p \leq 0,001$) і 14,6 %, неорганічного фосфору – більшим відповідно на 56,3 % ($p \leq 0,001$) і 62,5 % ($p \leq 0,001$). Відносно більше збільшення вмісту фосфору порівняно з кальцієм змінило показник фосфорно-кальцієвого співвідношення, що становив у корів Д-1 групи 1:2,3 і Д-2 групи – 1:2,0. Лужний резерв сироватки крові корів, що був меншим за норму на початку дослідження, збільшився до нормативних показників у корів Д-1 групи на 9,9 % ($p \leq 0,05$) і Д-2 групи – на 13,7 % ($p \leq 0,01$). Значно більшим – у 3,5 рази ($p \leq 0,001$) у корів обох дослідних груп був уміст каротину в сироватці крові. Напроти, вміст кетонів був меншим, у тварин Д-1 групи на 41,7 % ($p \leq 0,01$), Д-2 групи – на 33,3 % ($p \leq 0,05$). Значно меншими у сироватці крові корів Д-1 і Д-2 групи були показники активності ферментів переамінування – АсТ на 70,5 % ($p \leq 0,001$) і 62,7 % ($p \leq 0,001$), АлТ – на 81,8 % ($p \leq 0,001$) і 76,6 % ($p \leq 0,001$).

Отже, комплексна корекція раціону, застосування стимулюючих метаболізм препаратів позитивно вплинуло на показники обміну речовин лактуючих корів як I, так і II групи.

За результатами аналізу раціону годівлі корів було констатовано недостатню кількість сіна, що призводило до порушення процесів травлення в передшлунку, виникненню латентного ацидозу рубця та пов'язаних з ним захворювань, таких як атонія передшлунку, кетоз, остеодистрофія. Крім того, заготовлений в господарстві силос не відповідав вимогам доброякісного через уміст масляної кислоти. Враховуючи кетогенний ефект масляної кислоти, його згодовування було причиною ендогенної інтоксикації, що викликало захворювання корів на кетоз. Крім того, в зимово-стійловий період мало місце утримання тварин у приміщенні на прив'язі без моціону.

Відомо, що різноманітні метаболіти крові є корисними індикаторами стану здоров'я молочної худоби (Gallo et al., 2024; Mota et al., 2024). Причому, особливо важливими є показники метаболізму корів у післяпологовому періоді (Arfuso et al., 2023; Ghasemi et al., 2024). За результатами виконаних нами на початку дослідження клінічних, а також морфологічних і біохімічних досліджень крові корів було встановлено зменшення або збільшення основних фізіологічних показників, що вказувало на порушення обміну речовин. Головною причиною виявлених порушень був дефіцит поживних і біологічно активних компонентів раціону, а також відсутність моціону.

Таблиця 4

Біохімічні показники сироватки крові корів через 1 місяць після зміни раціону і застосування лікувально-профілактичних засобів (n=5)

№ п/п	Загальний білок, г%	Са мг%	Р мг%	Каротин, мг%	Лужний резерв, ммоль/л	Кетонові тіла ммоль/л	АсТ Од/л 147	АлТ Од/л 128
<i>Норма</i>	7,2-8,6	10-12,5	4,5-6,0	0,4-1,0	19-24	0,34-1,2	10-50	10-30
<i>I група</i>								
1438	8,4	12,2	4,8	0,6	19,3	0,8	48,2	28
1424	6,8	10,6	4,6	0,8	19,8	0,6	58,6	24,4
2316	8,0	11,3	5,5	0,53	18,9	0,6	27,5	20,2
024	7,2	11,5	4,2	0,71	22,0	0,4	50,0	18,7
1824	8,4	10,7	6,0	0,94	20,0	1,0	32,4	25,3
M±m	7,8± 0,3**	11,3± 0,3***	5,0± 0,3***	0,7± 0,07***	20,0± 0,5*	0,7± 0,1**	43,3± 5,8***	23,3± 1,7***
<i>II група</i>								
1042	7,1	10,3	4,9	0,62	20,2	0,6	52,6	37,4
1810	6,6	10,0	6,0	0,53	22,3	0,6	60,2	28,8
2116	6,9	10,9	5,2	0,7	21,6	0,9	48,9	32,9
1438	7,7	11,4	4,8	0,82	20,2	1,1	60,0	26,5
1228	7,1	8,2	5,0	0,84	19,0	0,9	52,4	24,6
M±m	7,1± 0,2	10,2± 0,6	5,2± 0,2***	0,7± 0,06***	20,7± 0,6**	0,8± 0,1*	54,8± 2,3***	30,0± 2,3***

На порушення обміну речовин вказували стан шкіри, менша кількість скорочень рубця, низька кількість еритроцитів і гемоглобіну в крові, низькі показники вмісту в сироватці крові загального білку, загального кальцію і неорганічного фосфору, каротину і лужного резерву, збільшення кількості кетонових тіл у сироватці крові і сечі, а також збільшення вмісту АсАт і АлАт у сироватці крові. Менший вміст загального білку в сироватці крові порівняно з фізіологічною нормою вказує на гіпопротеїнемію, яку було виявлено майже у 2/3 досліджених проб, що засвідчило порушення процесів синтезу білка, а також можливу гепатодистрофію, на що вказували високі показники активності АсАт і АлАт. Ці показники свідчили про лізис гепатоцитів та вивільнення цих ферментів у сироватку крові, що є характерним для дистрофічних процесів у печінці. Менший вміст каротину в сироватці крові свідчив про гіповітаміноз А. Як відомо, низький вміст каротину є характерним показником порушення обміну вітамінів та вуглеводно-ліпідного обміну з дисфункцією печінки, що спостерігають за кетозу у корів. Про порушення мінерального обміну свідчили низькі показники вмісту загального кальцію і неорганічного фосфору в сироватці крові, а також високе кальцій-фосфорне співвідношення (1:3). Гіпокальціємія є одним із найпоширеніших розладів перехідного періоду, яке вражає молочних корів і поділяється на клінічні та субклінічні типи (Ghasemi et al., 2024). Відомо, що в корів величина надоїв та жирність молока в значній мірі залежить від умісту фосфору в раціоні, а вміст кальцію та його співвідношення з фосфором має прямий зв'язок з можливим

порушенням мінерального обміну (Caixeta & Omontese, 2021). Показник лужного резерву сироватки крові корів був дещо меншим норми і свідчив про метаболічний ацидоз – патологічний процес, що виникає внаслідок порушення кислотно-лужної рівноваги. Високий вміст кетонових тіл у сироватці крові вказує на порушення окиснення ліпідів з утворенням кетонових тіл (бетаоксималяної, ацетооцтової кислот), які фізіологічно використовуються в якості джерела енергії та токсичної речовини ацетону. Із збільшеним вмістом кетонових тіл у сироватці крові корелювало їх виявлення у пробах сечі.

Як вказує Ingvarlsen (2006), порушення обміну речовин у дійних корів найчастіше констатують в транзитному (перехідному) періоді, коли організм корів зазнає значних фізіологічних змін, а саме, енергетичного балансу та збільшення мобілізації жирних кислот, що є фізіологічним процесом, направленим на підтримку лактації. Найбільш поширеними на практиці захворюваннями обміну речовин є кетоз з синдромом жирової дистрофії печінки, післяпологова остеодистрофія, субклінічний та клінічний ацидоз, зміщення сичуга, алкалоз (De Vries, & Marcondes, 2020; Arfuso et al., 2023). Дані захворювання можуть бути першим етапом, що надалі призводить до вторинних захворювань, таких як тимпанія рубця, затримка плаценти, ламініт, мастит або ендометрит. Дуже часто захворювання перебігають одночасно у вигляді множинної (поліморбідної) патології, таких як комплексний гіпомікроелементоз, комплексний гіповітаміноз та інші захворювання (Tufarelli et al., 2024).

Отже, за результатами досліджень, незбалансована за основними поживними речовинами годівля корів, відсутність моціону призвела до порушення процесів метаболізму корів і появи пов'язаних з ним захворювань: гіповітамінозу А, субклінічного кетозу. Причинами розладів обміну речовин у фізіологічно критичний транзитний період є недостатня годівля (дефіцит енергії, біологічно-активних речовин), стрес-фактори, що є пусковим механізмом порушення метаболізму. Унаслідок чого мають місце такі захворювання як кетоз, післяпологова остеодистрофія, ацидоз, алкалоз та зміщення сичуга, що призводить до зменшення надоїв, вгодованості, порушення відтворної функції та передчасної вибраковки корів (Slivinska et al., 2017). З метою корекції метаболізму сільськогосподарських тварин, підвищення їх загальної резистентності, збереженості та продуктивності рекомендовано використання в якості замісної та стимулюючої терапії ветеринарних препаратів та кормових добавок (Zhyla et al., 2015).

Наразі ринок України поповнюється новими кормовими добавками та генеричними ветеринарними препаратами різних фармацевтичних груп вітчизняного виробництва, що дає можливість знизити їх вартість і більш широко застосовувати в умовах виробництва (Chalmeh et al., 2020). Одними із таких засобів є препарати *вітазал* і *ціанофор*, діючими речовинами яких є бутафосфан та ціанокобаламін, парентеральне введення яких тваринам нормалізує обмінні та відновлювальні процеси в організмі, стимулює метаболізм та підвищує неспецифічну резистентність організму (Holovakha et al., 2020). Ветеринарними препаратами з аналогічною комбінацією бутафосфану та ціанокобаламіну, є *катозал* («Bayer HealthCare LLC», США) та *ветозал* (O.L.KAR, Україна) (Piatnychko et al., 2021).

Отже, корекція раціону і застосування комплексних лікувально-профілактичних засобів у формі кормової добавки *DairySafe*, вітамінного препарату *форвіт*, а також препаратів *ціанофор* (Д-1 група) і *вітазал* (Д-2 група) позитивно вплинуло на фізіологічний стан корів. Про це засвідчило покращення клінічних показників і підвищення до значень фізіологічної норми показників обміну речовин: вмісту білку, каротину, кальцію, фосфору, зменшенню вмісту кетонових тіл і показників активності ферментів переамінування. Якісні реакції проб сечі на наявність кетонових тіл підтвердило їх відсутність. Слід відмітити, що ефект від проведеного лікування у корів I та II групи був аналогічним. Достовірної різниці між показниками метаболізму груп тварин, яким застосовували *ціанофор* або *вітазал*, не встановлено.

Висновки.

Використання ветеринарних препаратів *вітазал* і *ціанофор* мало високу терапевтичну ефективність у рекомендованій виробником дозі та способі застосування у складі комплексної терапії за порушення метаболізму в корів, про що свідчило поліпшення показників фізіологічного стану організму та підвищення загального тону. Їх застосування в складі комплексної терапії тварин сприяло швидкому поліпшенню клінічного стану та нормалізації морфофункціональних показників організму. Препарати виявили гепатопротекторні властивості, знижували прояви інтоксикації. Упровадження в клінічну ветеринарну практику лікарських засобів *вітазал* і *ціанофор* розширить перелік препаратів даної групи, що дасть можливість лікарям ветеринарної медицини застосовувати їх у складі комплексної терапії та профілактики порушення обміну речовин у корів.

References

- Arfuso, F., Minuti, A., Liotta, L., Giannetto, C., Trevisi, E., Piccione, G., & Lopreiato, V. (2023). Stress and inflammatory response of cows and their calves during peripartum and early neonatal period. *Theriogenology*, 196, 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.11.019>
- Caixeta, L.S., & Omontese, B.O. (2021). Monitoring and improving the metabolic health of dairy cows during the transition period. *Animals*, 11(2), 352. <https://doi.org/10.3390%2Fani11020352>
- Chalmeh, A., Pourjafar, M., & Badiei, K. (2020). Intravenous administration of butaphosphan and cyanocobalamin combination to late-pregnant dairy cows reduces their insulin resistance after calving. *Biological Trace Element Research*. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02330-5>
- De Vries, A., & Marcondes, M.I. (2020). Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*, 14(1), 155–164. <https://doi.org/10.1017/s1751731119003264>
- Gallo V., Arienzo A., Tomassetti F., & Antonini G. (2024). Milk bioactive compounds and gut microbiota modulation: the role of whey proteins and milk oligosaccharides. *Foods*. 13(6), 907. <https://doi.org/10.3390%2Ffoods13060907>
- Ghasemi N., Amanlou H., Maheri-Sis N., Salamatdoust-Nobar R., & Jozghasemi S. (2024). Relationship between hypocalcemia immediately after calving with metabolic disorders and body condition score in Holstein cows. *Open Veterinary Journal*, 14(3), 805–813. <https://doi.org/10.5455%2FOVJ.2024.v14.i3.7>
- Holovakha, V.I., Piddubnyak O.V., Vovkotrub, N.V., Suslova, N.I., & Bilyi D.D. (2020). Efficacy of Vitazal® in foals with anemia syndrome. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(4), 246–250. <https://doi.org/10.32819/2020.84035>
- Ingvartsen, K.L. (2006). Feeding-and management-related diseases in the transition cow: Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Animal feed science and technology*, 126(3-4), 175–213. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.003>
- Korniichuk, Yu.V., & Hrushanska, N.H. (2022). Monitorynh pokaznykiv obminu mineralnykh rehovyn u kroliv novozelandskoi biloi porody. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 95(1). (in Ukrainian). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.013>
- Kotsiumbas, I.Ya., Malyk, O.H., Zhyla, M.I., & Kosenko, Yu.M. (2012). Do pytannia provedennia klinichnykh doslidzhen veterynarnykh likarskykh zasobiv. *Biolohtia tvaryn*, 14(1-2), 34–41. (in Ukrainian). Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2012_14_1-2_4
- Kuraieva, I.V., Vovk, K., Deriuhina, O.V., & Stadnyk, V.O. (2023). Neokhimichni osoblyvosti rozpodilu vazhkykh metaliv v gruntakh pryrodnykh ta tekhnohennykh landshaftiv Ukrainy. The 11 th International scientific and practical conference “Modern research in world science” (January 29-31, 2023), Lviv, 2023. 560. (in Ukrainian).

- Leduc, A., Souchet, S., Gelé, M., Le Provost, F., & Boutinaud, M. (2021). Effect of feed restriction on dairy cow milk production: a review. *Journal of Animal Science*, 99(7), skab130. <https://doi.org/10.1093%2Fjas%2Fskab167>
- Lumedze, I.Kh., Kot, S.P., Melnyk, V.O., Kyrychenko, V.A., & Lumedze, T.S. (2021). Klinichna diahnozyka khvorob tvaryn. Mykolaiv : MNAU, 2021. 46 c. (in Ukrainian).
- Mann, S., McArt, J., & Abuelo, A. (2019). Production-related metabolic disorders of cattle: ketosis, milk fever and grass staggers. *In Practice*, 41(5), 205–219. <http://dx.doi.org/10.1136/inp.I3041>
- Mota L.F.M., Giannuzzi D., Pegolo S., Toledo-Alvarado H., Schiavon S., Gallo L., Trevisi E., Arazi A., Katz G., Rosa G. J.M., & Cecchinato A. (2024). Combining genetic markers, on-farm information and infrared data for the in-line prediction of blood biomarkers of metabolic disorders in Holstein cattle. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15(1), 83. <https://doi.org/10.1186%2Fs40104-024-01042-3>
- Pascottini, O.B., Leroy, J.L., & Opsomer, G. (2020). Metabolic stress in the transition period of dairy cows: Focusing on the prepartum period. *Animals*, 10(8), 1419. <https://doi.org/10.3390%2Fani10081419>
- Pavlovska, N. (2024). Systema zakonodavstva Ukrainy v haluzi veterynarnoi medytsyny v Ukraini. *Nauka i tekhnika sohodni*, 31(3). 649–659. [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-3\(31\)-649-659](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-3(31)-649-659)
- Piatnychko, O.M., Zhyla, M.I., Shkodiak, N.V., Sali, O.O., Derkach, M.V., & Kalynovska, L.V. (2021). Efektyvnist zastosuvannya preparatu na osnovi butafosfanu, vitaminiv hrupy V ta L-karnitynu pry likuvanni konei. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S.Z. Gzhytskoho*, 23(101), 31–37. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32718/nvlvet10106>
- Pulina, G., Tondo, A., Danieli, P. P., Primi, R., Matteo Crovetto, G., Fantini, A., ... & Atzori, A. S. (2020). How to manage cows yielding 20,000 kg of milk: technical challenges and environmental implications. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 865–879. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1805370>
- Rafa H., Oroian I., Cozma O.M., Morohoschi A.G., Dumitras D.A., Ștefănuț C.L., Neagu D., Borzan A., & Andrei S. (2024). Peripartal changes of metabolic and hormonal parameters in Romanian spotted cows and their relation with retained fetal membranes. *Frontiers in Veterinary Science*, 11:1409666. <https://doi.org/10.3389%2Ffvets.2024.1409666>
- Shumyhai, I.V., Konishchuk, V.V., & Dushko, P.M. (2022). Bioheokhimichni osoblyvosti vazhkykh metaliv ahroekosystem lisostepu Ukrainy. *Ahroekologichnyi zhurnal*, (4), 105–114. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273256>
- Slivinska, L., Demydjuk, S., & Shcherbatyy A. (2017). Syndromatics and state of metabolic processes in the cores for microelements. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Veterinary Sciences, 19(78), 182–186. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/nvlvet7837>
- Tufarelli, V., Puvača, N., Glamočić, D., Pugliese, G., & Colonna, M.A. (2024). The Most important metabolic diseases in dairy cattle during the transition period. *Animals*, 14, 816. <https://doi.org/10.3390/ani14050816>
- Urbutis, M., Malašauskienė, D., Televičius, M., Juozaitienė, V., Baumgartner, W., & Antanaitis, R. (2023). Evaluation of the metabolic relationship between cows and calves by monitoring calf health and cow automatic milking system and metabolic parameters. *Animals (Basel)*. 13(16), 2576. <https://doi.org/10.3390%2Fani13162576>
- Zhao, H., Li, L., Tan, J., Wang, Y., Zhang, A., Zhao, Y., & Jiang, L. (2024). Multi-Omics reveals disrupted immunometabolic homeostasis and oxidative stress in adipose tissue of dairy cows with subclinical ketosis: a sphingolipid-centric perspective. *Antioxidants (Basel)*. 13(5), 614. <https://doi.org/10.3390%2Fantiox13050614>
- Zhyla, M.I., Piatnychko, O.M., & Shkodiak, N.V. (2015). Terapevtychna efektyvnist veterynarnoho likarskoho zasobu Vetozal 10% pry likuvanni porosyat z oznakamy anemii. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biologii tvaryn*, 16(2), 134–139. (in Ukrainian)



2024. Номер 10, С 110 – 126

Отримано: 23.09.2024 Прийнято: 17.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.10

UDC 619:612.017.11/.12:636.22/.28

SURVEY OF CELLULAR MECHANISMS OF NONSPECIFIC IMMUNITY IN NEWBORN CALVES WITH HYPOTROPHY

V.M. Mogilyovsky, O.P. Tymoshenko, Yu.V. Sobakar

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,

E-mail: vadymther@gmail.com

Annotation. The own immune defense in newborn calves is represented mainly by phagocytosis and lymphocytic reactions. The aim of the study was to investigate the cellular mechanisms of nonspecific immunity in hypotrophic calves. The material of the study was blood cells of newborn calves with hypotrophy (experimental). The results were compared with those of physiologically developed calves (control). The study was conducted using unified hematological, immunological and cytochemical methods. Hypotrophy was diagnosed by clinical and morphological signs. The content of WBCs, phagocytic reaction of neutrophils, myeloperoxidase, neutrophil cationic proteins and their general bactericidal activity (NBT) were determined. The results obtained in calves with hypotrophy were compared with similar data in healthy calves. Hypotrophics had more ($p<0.05$) banded neutrophils (%) on day 1 – by 27.7; day 3 – by 31.2, day 6 – by 22.0 and day 9 – by 25.6, as well as segmented neutrophils, on day 1 – by 26.1 and on day 6 – by 69.6. The number of phagocytic neutrophils in hypotrophics was lower ($p<0.05$), on day 1 – by 55.7; day 3 – by 58.2; day 6 – by 66.2; day 9 – by 67.5 and day 12 – by 40.3%. The maximum decrease in myeloperoxidase activity in hypotrophics was found on day 3 - by 40 % ($p<0.05$). The content of cationic proteins in both groups of calves was lower than the norms, and in hypotrophics it was lower ($p<0.05$) than in the control, respectively, on day 6 - by 33.3; on day 9 - by 57.1 and on day 12 - by 40 %. The values of the unstimulated NBT were significantly lower ($p<0.05$) on day 6 – by 35.9 and on day 9 – by 24.3 %. The minimal decrease was found on day 6 – 7.3 ± 0.5 units, and on day 12 the index exceeded the relevant value in control animals by 30.9% ($p<0.05$). Indicators of the stimulated NBT in hypotrophics were lower ($p<0.05$) on day 3 – by 34.7; on day 6 – by 48.1; on day 9 – by 49.8 and on day 12 – by 36 %.

Thus, the nonspecific resistance of hypotrophic calves is characterised by a decrease in the basic enzymatic activity of neutrophils and their stimulation reserves.

Key words: *resistance, neutrophil, phagocytosis, myeloperoxidase, cationic proteins, NBT-test.*

ДОСЛІДЖЕННЯ КЛІТИННИХ МЕХАНІЗМІВ НЕСПЕЦИФІЧНОГО ІМУНІТЕТУ В НОВОНАРОДЖЕНИХ ТЕЛЯТ ЗА ГІПОТРОФІЇ

В.М. Могільовський, О.П. Тимошенко, Ю.В. Собакар
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,
E-mail: vadymther@gmail.com

Анотація. Метою дослідження було визначення стану клітинних механізмів неспецифічного імунітету в телят-гіпотрофіків. Матеріалом досліджень були показники крові новонароджених телят з ознаками гіпотрофії (дослідна група) і фізіологічно розвинених телят (контрольна група). Дослідження виконували за уніфікованими гематологічними, імунологічними та цитохімічними методиками. Гіпотрофію діагностували за клінічними і морфологічними ознаками. Визначали морфологічні показники крові, фагоцитарну реакцію нейтрофільних лейкоцитів, їх мієлопероксидазу, катіонні білки та їх загальну бактерицидність (НСТ-тест). Одержані показники у телят за гіпотрофії порівнювали з такими здорових телят.

За результатами досліджень встановлено, що кров телят-гіпотрофіків характеризувалась достовірно меншим вмістом паличкаядерних нейтрофілів на 1 добу – на 27,7 %; 3 добу – на 31,2 %; на 6 – на 22,0 % і 9 – на 25,6 %, а також сегментоядерних нейтрофілів, на 1 добу – на 26,1 % і на 6 добу – на 69,6 %. Також достовірно меншою була і кількість фагоцитуючих нейтрофілів: на 1 добу – на 55,7 %; 3 добу – на 58,2 %; 6 добу – на 66,2 %; на 9 добу – на 67,5 % і на 12 добу – на 40,3 %. Максимальне зниження (на 40 % ($p < 0,05$)) активності мієлопероксидази у гіпотрофіків встановлено на 3 добу. Уміст катіонних білків в нейтрофільних лейкоцитах крові телят обох груп був меншим за нормативи, а у гіпотрофіків меншим ($p < 0,05$) за контроль, відповідно, на 6 добу – на 33,3 %; на 9 добу – на 57,1 % і на 12 добу – на 40 %. Показники нестимульованого НСТ-тесту були вірогідно меншими ($p < 0,05$) на 6 добу – на 35,9 % і на 9 добу – на 24,3 %. Мінімальне значення цього показника встановлено на 6 добу, який становив $7,3 \pm 0,5$ од., а на 12 добу він перевищував відповідне значення тварин контрольної групи на 30,9 % ($p < 0,05$). Порівняно з контролем, показники стимульованого НСТ-тесту у телят-гіпотрофіків були достовірно меншими на 3 добу – на 34,7 %; на 6 добу – на 48,1 5; на 9 добу – на 49,8 5 і на 12 добу – на 36 %. На підставі виконаних досліджень зроблено висновок про низьку базисну ферментативну активність нейтрофільних лейкоцитів та недостатність резервів їх стимуляції, що характеризують стан неспецифічної резистентності телят-гіпотрофіків.

Ключові слова: *резистентність, нейтрофільний лейкоцит, фагоцитоз, мієлопероксидаза, катіонні білки, НСТ-тест.*

Вступ. *Актуальність теми.* Вирощування молодняка сільськогосподарських тварин і збереження їх здоров'я належать до найбільш актуальних проблем тваринництва (Харута et al., 1997; Homer, 2024). Одним з найбільш відповідальних періодів онтогенезу є період новонародженості. Він характеризується значною напруженістю метаболізму, а також високим ступенем ризику порушень адаптаційних механізмів, спричинених різкою зміною навколишнього середовища (Quigley & Drewry, 1998; Заборонюк & Івасенко, 2022).

Частота виникнення неонатальних патологій, що призводить до значного відходу молодняка, зумовлена порушеннями в годівлі і утриманні тільних корів (Маринюк et al., 2014; Тао et al., 2019). Недостатнє забезпечення плода поживними, енергетичними, біологічно активними речовинами та киснем у критичні періоди вагітності порушує розвиток кісткової, м'язової, травної, дихальної систем, у тяжких випадках – печінки та серцево-судинної системи (Godfrey & Barker, 2000; Kambur et al., 2012; Speer et al., 2024). Гіпотрофія новонароджених або «фізіологічна незрілість» є вродженою патологією плода і

виникає як патофізіологічна реакція на недостатнє забезпечення нутрієнтами або за порушення їх засвоюваності. Ця патологія завдає господарствам значних економічних збитків, пов'язаних із втратою живої маси і племінних якостей, загибеллю та вимушеною вибраковкою тварин, погіршенням якості м'яса та зниженням прибутку (Carroll et al., 2022; Meesters et al., 2024; Sedó et al., 2024).

Для новонароджених телят-гіпотрофіків характерні порушення окисно-відновних процесів і кисневе голодування тканин. Недоокислені продукти проміжного обміну надходять у кров, спричиняючи трофічні розлади різних органів і систем, спазми периферичних судин, тахікардію. Вроджена гіпотрофія телят супроводжується розвитком вторинної імунної недостатності, що посилює вікову імунну недостатність. Зниження імунної реактивності, у свою чергу, посилює перебіг гіпотрофії. Природна резистентність тварин значною мірою зумовлена генетичними факторами, проте її рівень у гіпотрофіків знижений, що призводить спочатку до підвищення чутливості тварин до несприятливих факторів довкілля, а потім до імунних та метаболічних порушень і розвитку захворювань (Коленченко, 2023; Sedó et al., 2024). У новонароджених телят синтез гуморальних факторів захисту є недостатнім і компенсується їх надходженням з молозивом матері (Quigley & Drewry, 1998; Puvogel et al., 2008; Silva et al., 2024), а власний імунний захист представлений головним чином факторами фагоцитозу і клітинними реакціями системи Т-лімфоцитів (Quigley, 2005; Todorov et al., 2024). На думку багатьох дослідників, проблема народження телят зі зниженою життєздатністю внаслідок пренатальних порушень формування плода є основною причиною їх неонатальної патології. Враховуючи важливість захисних природних клітинних механізмів неспецифічного імунітету в новонароджених телят визначення їх стану є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поліетіологічність захворювань телят-гіпотрофіків зумовлює певні відмінності в патогенезі та клінічному прояві залежно від сформованого комплексу факторів їх виникнення (Murray & Leslie, 2013; Kambur et al., 2023). Питання функціонального дослідження імунологічної реактивності в новонароджених телят вважається одними з найскладніших у клінічній практиці, що пояснюється різноманітними проявами та резервними властивостями організму тварин (Barrington & Parish, 2001; Meade, 2015; Zhelavskiy, et al., 2022). У публікаціях повідомляється про дослідження природної резистентності та імунологічної реактивності у телят за шлунково-кишкових захворювань. Автори відмічають недостатність клітинної та гуморальної ланок імунної системи у хворих на абомазоентерит телят, зумовленої зниженням бактерицидної активності сироватки крові (БАСК), лізоцимної активності сироватки крові (ЛАСК) та показників фагоцитарної активності нейтрофілів (ФАН) (Zinko, 2017; Slivinska et al., 2021).

Опубліковані результати досліджень гемоцитопоезу та резистентності організму функціонально активних новонароджених телят і телят, що народилися з ознаками гіпоксії та в імпринтинг-період. Установлено, що в тварин, які народились з ознаками гіпоксії і порушеннями процесу першого вдиху та дихання суттєво порушуються процеси формування фагоцитарного профілю крові, активність лейкоцитів, а відповідно і резистентність організму. Показано негативний вплив гіпоксії на процеси гемоцитопоезу та резистентність організму телят у період після народження та в імпринтинг-період (Коленченко, 2023).

Дослідники зазначають, що особливості розвитку телят за гіпотрофії і висока летальність зумовлюють необхідність більш ранньої індивідуальної оцінки життєздатності новонароджених телят для прогнозування захворювань і розробки схеми лікувально-профілактичних заходів з урахуванням спрямованості на виявлені порушення (Quigley, 2005; Маринюк, 2014; Lora, 2019).

Мета роботи. Метою досліджень було визначення динаміки імунологічних клітинних механізмів неспецифічного імунітету, зокрема фагоцитарної активності і

внутрішньоклітинних бактерицидних систем нейтрофільних лейкоцитів у новонароджених телят за гіпотрофії.

Завдання дослідження: порівняно з фізіологічно розвиненими телятами, визначити лейкограму та кілінгову активність поліморфноядерних лейкоцитів у телят-гіпотрофіків за такими показниками: фагоцитарна активність нейтрофілів (ФАН), здатність гранулоцитів до внутрішньоклітинного руйнування токсичного перекису водню за активністю фермента мієлопероксидази (МПА), активність киснево незалежних мікробіцидних систем фагоцита за лізосомально-катіонними білками (ЛКБ-тест), загальну кисневозалежну бактерицидність клітин та можливість її стимуляції в тесті відновлення нітросинього тетразолію (НСТ-тест).

Матеріал і методи досліджень. Дослід проводили в науково-виробничого центру ДБТУ, на двох групах новонароджених телят української молочної чорно-рябої породи (n=10). 1 (дослідну) групу було сформовано з новонароджених телят-гіпотрофіків, 2 (контрольну) групу – з фізіологічно розвинених телят. Гіпотрофію у телят діагностували за комплексом ознак: за коефіцієнтом життєздатності за масою тіла при народженні, ступенем сформованості і часом прояву безумовних рефлексів (рефлекси руху і смоктання), а також основними клінічними (температура, пульс, дихання), гематологічними (кількість еритроцитів, лейкоцитів, лейкоформула, уміст гемоглобіну) і біохімічними (уміст загального білка, глюкози, загального кальцію) показниками. Коефіцієнт життєздатності визначали за формулою:

$$Кж = (M_c - M_f) / M_c \times 100,$$

де Кж – коефіцієнт життєздатності, %;

M_c – маса тіла відповідно до породних вимог, кг;

M_f – фактично встановлена маса тіла при народженні, кг.

До гіпотрофіків відносили телят, в яких коефіцієнт недостатності маси тіла був більше, ніж 25 % (24,2±0,37 кг – середній ступінь антенатального недорозвинення). При цьому в таких тварин шкіра була сухою, зморшкуватою; її еластичність і тургор, а також м'язів були різко послабленими, підшкірна жирова клітковина слабо вираженою або відсутньою. Дихання було прискореним (41,7±1,83 дих. рух за хв), самі дихальні рухи поверхневими, пульс становив 128,3±1,72 уд. за хв., слабо прощупувався; тони серця були глухими, слизові оболонки блідими або синюшними. Температура тіла становила 37,7±0,23 °С, що було на нижній межі норми; дистальні ділянки кінцівок були холодними. Тактильна, больова чутливість була слабкою або не вираженою. У фізіологічно незрілих телят встановлений низький м'язовий тонус, поява смоктального рефлексу затримувалась до 77,8±6,8 хв, він був слабо вираженим, відзначали гальмування реалізації пози стояння (40,1±3,15 хв). Очні яблука були запалими, шерсть – тьмяною, погано утримувалась, молочні різці – хиткими, слабо укріпленими. За результатами лабораторного дослідження морфологічного і біохімічного профілю крові встановлено, що в крові телят-гіпотрофіків була зменшена кількість еритроцитів і гемоглобіну, загального білка, глюкози і кальцію.

Експеримент тривав упродовж перших 12 діб життя телят. Для визначення гематологічних показників на 1, 3, 6, 9 і 12-ту добу життя в новонароджених телят відбирали зразки венозної крові. У лабораторії кафедри внутрішніх хвороб і клінічної діагностики тварин проводили гематологічні і біохімічні дослідження крові, а також цитохімічні дослідження функціонального стану нейтрофільних лейкоцитів з визначенням фагоцитарної активності (ФАН) та її показників – фагоцитарного числа (ФЧ) та фагоцитарного індексу (ФІ), активності мієлопероксидази (МПО), вмісту катіонних білків (ЛКБ-тест), а також функціонально-метаболічної активності і здатності клітин до стимулювання (тест відновлення нітросинього тетразолію, НСТ-тест).

Підрахунок кількості еритроцитів і лейкоцитів проводили за уніфікованою методикою на гемоцитометрі кондуктометричному ГЦМК-3, лейкограму визначали уніфікованими методами фіксації, фарбування та мікроскопічного дослідження на забарвлених мазках периферичної крові диференційованим підрахунком 100 лейкоцитів за

методом Філіпченка. Підрахунок проводили на великому збільшенні мікроскопа (90[×]) під імерсійним об'єктивом (Левченко et al., 2002).

Для імунологічних досліджень нейтрофільних лейкоцитів проводили їх виділення методом сепарації з отриманням лейкоконцентрату. Кров, узятую в кількості 5-6 мл шляхом венепункції з гепарином із розрахунку 20 ОД гепарину на 1 мл крові, відстоювали протягом 30 хв за 37 °С і 15 хв за кімнатної температури. Плазму, збагачену мононуклеарами, відбирали для інших досліджень. Клітини, що залишилися, центрифугували 10-15 хв за 1000 об/хв і збирали плівку, збагачену нейтрофільними лейкоцитами у пластикову пробірку. Лейкоцити розводили фізіологічним розчином у 2 рази (до концентрації 5-6×10⁹ кл/л), (Меньшиков et al., 1987).

Дослідження проводили в моношарі клітин за методикою приготування мазків, ґрунтуючись на здатності фагоцитів адгезуватися до чистої скляної поверхні (Меньшиков et al., 1987).

Унутрішньоклітинну кілінгову активність поліморфноядерних лейкоцитів, що характеризує здатність клітин до захоплення і перетравлення мікроорганізмів, визначали за фагоцитарною активністю нейтрофілів (ФАН). За методикою дослідження (Меньшиков et al., 1987; Nielsen et al., 1995) *in vitro* проводили інкубацію моношару фагоцитів із суспензією мікроорганізмів стандартизованої культури (1,0 млрд/од. мікробних клітин за оптичним стандартом мутності) упродовж 3 год. за 37 °С. У якості об'єкта фагоцитозу використовували живі добові культури колекційного штаму золотистого стафілокока *St. aureus* 209-Р (АТСС 6538-Р) з лабораторної колекції «Центру дитячої імунології» УкрНДІпротезування, м. Харків. Мазок лейкоконцентрату з фагоцитуючими нейтрофілами фіксували метанолом і забарвлювали за Романовським-Гімзою.

Диференційованим підрахунком 100 клітин під імерсійним об'єктивом (90[×]) і окуляром (10[×]) світлового мікроскопа визначали показники фагоцитозу. Встановлювали ФЧ₁₂₀ (фагоцитарне число) – середню кількість мікробних тіл, поглинутих одним активним нейтрофілом за 120 хв., а також ФІ₁₂₀ (фагоцитарний індекс) – кількість нейтрофілів із порохований, які містили захоплені мікробні клітини за 120 хв.

Здатність нейтрофілів до внутрішньоклітинного руйнування токсичного перекису водню оцінювали за активністю кисеньзалежного фермента мієлопероксидази (МПО, К.Ф. 1.11.1.7) в мазках з лейкоконцентрату за методом Graham-Knoll (Шафран et al., 1979; Viollier et al., 1986; Меньшиков et al., 1987). Свіжі мазки фіксували 4% формаліново-спиртовим розчином протягом 30 с. Промивали у проточній воді та висушували, потім заливали реактивом на пероксидазу (10 мл 40% етанолу, 40 мг бензидину і краплі 3% перекису водню) на 5 хв. Після цього промивали у проточній воді та висушували, ядра клітин дофарбовували барвником Романовського-Гімзи. Пероксидаза при цьому виявляється в цитоплазмі клітин у вигляді буро-коричневих гранул. У разі відсутності реакції гранули в цитоплазмі не спостерігаються.

Отримані результати оцінювали напівкількісним методом, з обчисленням середнього цитохімічного коефіцієнта (СЦК). При проведенні мікроскопії в мазку крові вибирали клітини, що містять досліджувану речовину. Відсутність забарвлення цитоплазми приймали за нульовий ступінь (0 %), а наявність у цитоплазмі невеликої забарвленої ділянки, що займає 25 % всієї цитоплазми, відносили до інтенсивності реакції 1-го ступеня (А). Забарвлення 75 % цитоплазми приймали за 2-й ступінь насичення (В). За 3-го ступеня інтенсивності реакції досліджувана речовина заповнює всю цитоплазму (100 %). Потім, як під час підрахунку лейкоцитарної формули, у різних ділянках мазка підраховували 100 однотипних клітин і розраховували відносний вміст клітинних елементів із різною інтенсивністю реакції. Показник активності в умовних одиницях обчислювали за формулою: 3С + 2В + А (Astaldi & Verga, 1957). Середній цитохімічний коефіцієнт (СЦК) розраховували за формулою СЦК = А+2В+3С/100 (Kaplow, 1955). Для розрахунку показника активності клітини з інтенсивністю реакції 0 виключали, до кількості клітин з інтенсивністю 1 (А) додавали кількість клітин з інтенсивністю 2 (В), помножений на

коефіцієнт 2, і кількість клітин з інтенсивністю 3 (С), помножена на коефіцієнт 3. Показник активності виражали в умовних одиницях (од. СЦК) (Хейхоу & Кваглино, 1983).

Активність кисеньнезалежних мікробіцидних систем фагоцитів і динаміку запального процесу визначали за В.Е. Пигаревським. Цей метод (ЛКБ-тест) ґрунтується на здатності аніонних барвників (бромфенолового синього, міцного зеленого) за рН 8,1-8,2 вибірково забарвлювати тільки катіонні білки (Пигаревський, 1979; Пигаревский & Мазинг, 1981; Меньшиков et al., 1987). Свіжовисушені мазки лейкоконцентрату фіксували 1-1,5 хв у 5% сульфасаліцилової кислоті, ретельно промивали у дистильованій воді та висушували. Фарбували мазок у 0,1% розчині бромфенолового синього протягом 1-2 хв, тричі промивали у трьох змінах боратного буфера по 1-2 хв і висушували. У мазку з лейкоконцентрату рахували 100 нейтрофілів з умістом у цитоплазмі забарвлених бромфеноловим синім неферментних лізосомальних катіонних білків, визначаючи відносний вміст клітин, що містили сині гранули катіонних білків, і за наведеною методикою розраховували СЦК.

Функціональний стан нейтрофільних лейкоцитів і їх кисневозалежну бактерицидність досліджували в мазках з лейкоконцентрату візуальним цитохімічним методом відновлення нейтрофілами нітросинього тетразолію (НСТ-тест). Метод заснований на здатності гранулоцитів фагоцитувати безбарвний барвник тетразолієвого ряду – НСТ і потім відновлювати його в нерозчинний формазаан темно-синього кольору за допомогою НАДН- та НАДФ•Н-оксидаз (Park et al., 1968; Меньшиков et al., 1987).

НСТ-тест ставили у двох варіантах: нестимульованому (спонтанному), (НСТнестим) та стимульованому (індукованому) (НСТстим) з антигеном зимозаном. Нестимульований НСТ-тест віддзеркалює ступінь функціонального подразнення нейтрофілів *in vivo*, будучи своєрідним дзеркалом гомеостазу. Стимульований НСТ-тест характеризує потенційну здатність нейтрофільних лейкоцитів відповісти «респіраторним вибухом» на адекватне подразнення. Відношення показників НСТстим до НСТнестим тесту віддзеркалює біохімічний критерій готовності нейтрофіла до завершеного фагоцитозу (повного знищення об'єкта). Його визначають як функціональний резерв або індекс стимуляції (ІС), а за різницею цих показників тесту судять про величину фагоцитарного резерву клітин (ФРК) (Меньшиков et al., 1987; Damle et al., 2022).

Під час виконання дослідження в лунки полімерного планшета для імунологічних реакцій вносили: для нестимульованого тесту по 20 мкл суспензії лейкоцитів, фізіологічного розчину і 0,1% розчину нітросинього тетразолію; для стимульованого тесту змішували по 20 мкл суспензії лейкоцитів, робочої суспензії зимозану і 0,1% розчину нітросинього тетразолію. Потім суміш інкубували 30 хв у термостаті за 37 °С. Після чого клітини акуратно ресуспензували і з них робили мазки на предметних скельцях. Після висихання на повітрі мазки фіксували 96° етанолом, забарвлювали 0,1% розчином нейтрального червоного 10-15 хв. Мазки мікроскопували під імерсійним об'єктивом із збільшенням 90^x, враховуючи кількість формазаан-позитивних нейтрофілів і ступінь заповнення їх цитоплазми гранулами формазаану. Підраховували по 100 нейтрофілів, розраховували СЦК за вищенаведеною формулою, де А – кількість клітин із вмістом гранул від 1 до 3 (25 %), В – кількість клітин із вмістом від 3 до 8 гранул (75 %), С – кількість клітин із кількістю гранул, більшою за 8 (100 %).

Отриманий цифровий матеріал обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми «IBM-SPSS-Statistics 27.0.1» з визначенням середнього значення (М), стандартного відхилення (σ) та вірогідності різниці (р) між середніми арифметичними двох варіаційних рядів за критерієм вірогідності (t) Стьюдента. Різницю між двома величинами вважали вірогідною за $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Нейтрофільні лейкоцити, як найбільш поширений вид зернистих лейкоцитів, є неоднорідною клітинною популяцією з високою функціональною пластичністю, які діють як перша лінія захисту імунної системи, що має потужну силу та ефективність для визначення та знищення патогенних інфекцій. Вони є

одним із видів фагоцитів вродженої імунної системи, проте, вони також відіграють важливу регуляторну роль і в адаптивній імунній відповіді (Li et al., 2019).

За результатами наших досліджень встановлено, що в телят за гіпотрофії вміст паличкоядерних нейтрофілів був більшим, ніж у фізіологічно розвинених тварин, починаючи з 1 доби – на 27,7 % ($p < 0,05$), на 3 добу – на 31,2 % ($p < 0,05$), на 6 – на 22,0 % ($p < 0,05$) і 9 – на 25,6 % ($p < 0,05$), (табл.), що відображало морфофункціональну недорозвиненість їх кровотворних органів в неонатальний період.

У телят-гіпотрофіків подібними змінами відзначались і показники вмісту сегментоядерних нейтрофілів. На 1 добу цих клітин було більше ($p < 0,05$) на 26,1 % і на 6 добу – на 69,6 % ($p < 0,05$) ніж у телят контрольної групи. Упродовж спостереження показник умісту нейтрофілів в крові телят обох груп мав тенденцію до зменшення.

Порівняно з контролем, вміст лімфоцитів у крові телят дослідної групи при народженні був меншим на 28,4 % ($p < 0,05$), на 6 добу – на 13,6 % ($p < 0,05$), а на 12 добу був більшим на 17,9 % ($p < 0,05$), що, як відомо, характерно для першого вікового імунодефіциту (Мельничук & Грищенко, 2015).

Показники вмісту моноцитів у крові телят-гіпотрофіків упродовж усього періоду спостережень були вірогідно ($p < 0,05$) меншими, ніж у фізіологічно розвинених, а з 3 доби – меншими порівняно з референтними значеннями.

Як відомо, в новонароджених телят, впродовж першого тижня життя, у нормі реєструється нейтрофільний профіль крові (Кондрахин, 2004; Kulberg, 2004), що визначається за співвідношенням Л/Н – відношення вмісту лімфоцитів до нейтрофілів (суми нейтрофілів усіх ядерних форм) у лейкограмі (Кудрявцев, & Кудрявцева, 1974; Godlevsky & Savolyuk, 2015; Радзиховський et al., 2018).

Таблиця

Показники лейкоцитарної формули телят контрольної і дослідної груп ($M \pm \sigma$, $n=10$)

Показники, %			Дні дослідження				
			1	3	6	9	12
Нейтрофіли	Паличкоядерні	дослід	10,6±0,6*	8,0±0,7*	7,2±0,3*	8,3±0,2*	6,4±0,6
		контр	8,3±0,4	6,1±0,6	5,9±0,2	6,6±0,4	7,6±0,6
	Сегментоядерні	дослід	46,9±2,3*	39,5±1,4	35,1±1,7*	32,4±1,0	30,1±1,4
		контр	37,2±1,6	34,5±1,7	20,7±1,8	35,4±2,0	36,3±2,5
Лімфоцити		дослід	38,8±1,7*	50,0±2,2	56,6±1,6*	56,7±2,0	61,7±1,5*
		контр	49,8±2,5	56,4±2,9	64,3±2,6	53,0±1,2	50,6±1,1
Моноцити		дослід	2,2±0,2*	1,5±0,2*	0,3±0,1*	1,1±0,2*	0,5±0,1*
		контр	4,7±0,3	3,0±0,2	4,1±0,3	3,7±0,5	4,0±0,4

Примітка. * $p < 0,05$ – різниця показників статистично достовірна.

Динаміка змін показників нейтрофілів у дослідних телят, на наш погляд, пов'язана із порушеннями обміну речовин і неблагополучним станом корів-матерів та адаптаційним підвищенням вмісту нейтрофілів у крові плодів за стресу, оскільки функціональна неповноцінність нейтрофільних лейкоцитів новонароджених певною мірою компенсується їх підвищеним умістом. Нейтрофілія в обох групах телят супроводжувалась збільшенням умісту паличкоядерних клітин, при цьому загальна кількість лейкоцитів була в межах референтних значень, що є ознакою регенеративного зрушення ядра і спостерігається за легкої форми інфекційних та запальних процесів з відносно сприятливим перебігом (Кондрахин, 2004).

Моноцитопенія у телят-гіпотрофіків може вказувати на початкову стадію гострих запальних процесів, інфекційних захворювань, а також є ознакою пригнічення функції мононуклеарної фагоцитарної системи (Левченко, 2010). У фізіологічно розвинених телят зміни в динаміці моноцитів характеризувалась коливаннями показників. Після народження їх кількість була максимальною і становила 4,7±0,3 %, на 3 добу знижувалась до 3,0±0,2 %, на 6 добу – до 3,7±0,5 %, на 9 добу – до 3,0±0,2 %, на 12 добу – до 4,0±0,4 %.

на 6 добу – підвищувалась до $4,1 \pm 0,3$ %, на 9 добу знов знижувалась до $3,7 \pm 0,5$ %, а на 12 добу – знов підвищувалась до $4,0 \pm 0,4$ %, що є характерним для новонароджених тварин (Кондрахин, 2004; Левченко, 2010).

Фагоцитоз, як найбільш давня в філогенетичному відношенні імунна реакція, розвивається раніше за гуморальні механізми, а тому лейкоцити відіграють важливу роль у формуванні імунної реактивності (Deniset & Kubes, 2016).

Нами встановлено суттєве зменшення показників ФАН у телят-гіпотрофіків порівняно з фізіологічно розвиненими телятами впродовж всього експерименту. Так, на 1 добу, кількість фагоцитуючих нейтрофілів у гіпотрофіків була меншою ніж у нормотрофіків на 55,7 % ($p < 0,05$), на 3 добу – на 58,2 % ($p < 0,05$), 6 добу – на 66,2 % ($p < 0,05$), на 9 добу – на 67,5 % ($p < 0,05$) і на 12 добу – на 40,3 % ($p < 0,05$) (рис. 1).

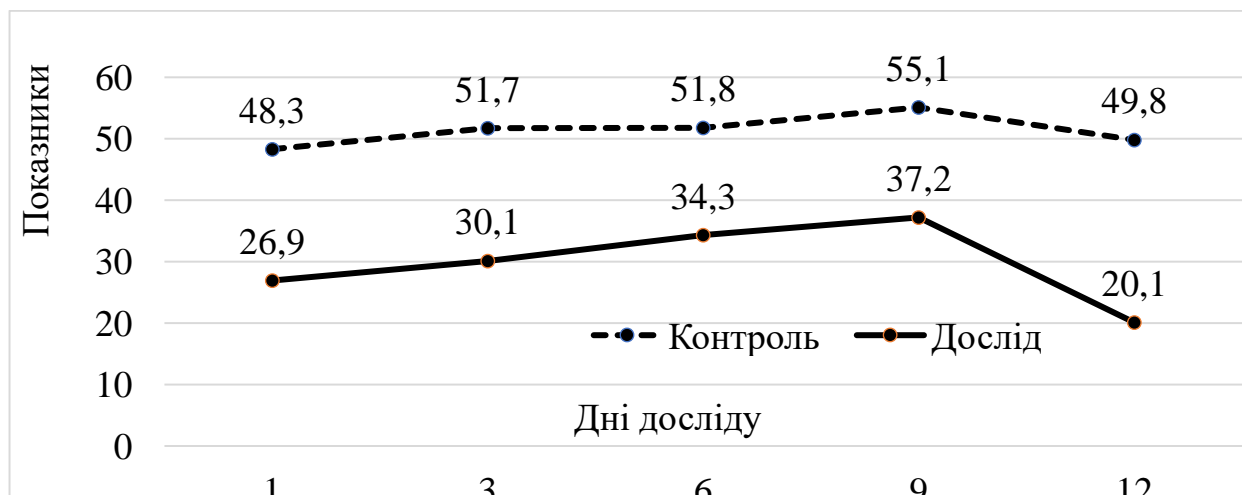


Рисунок 1. Динаміка показників ФІ₁₂₀ у телят контрольної і дослідної груп упродовж дослідження

У телят за гіпотрофії менша кількість активних фагоцитів супроводжувалась і низькими показниками їх фагоцитарної активності. Установлено, що у гіпотрофіків, порівняно з фізіологічно розвиненими телятами, показники ФЧ₁₂₀ були меншими, відповідно на 6 добу – на 30 % ($p < 0,05$), на 9 добу – на 40,6 % ($p < 0,05$), на 12 добу – на 40,8 % ($p < 0,05$) (рис. 2).

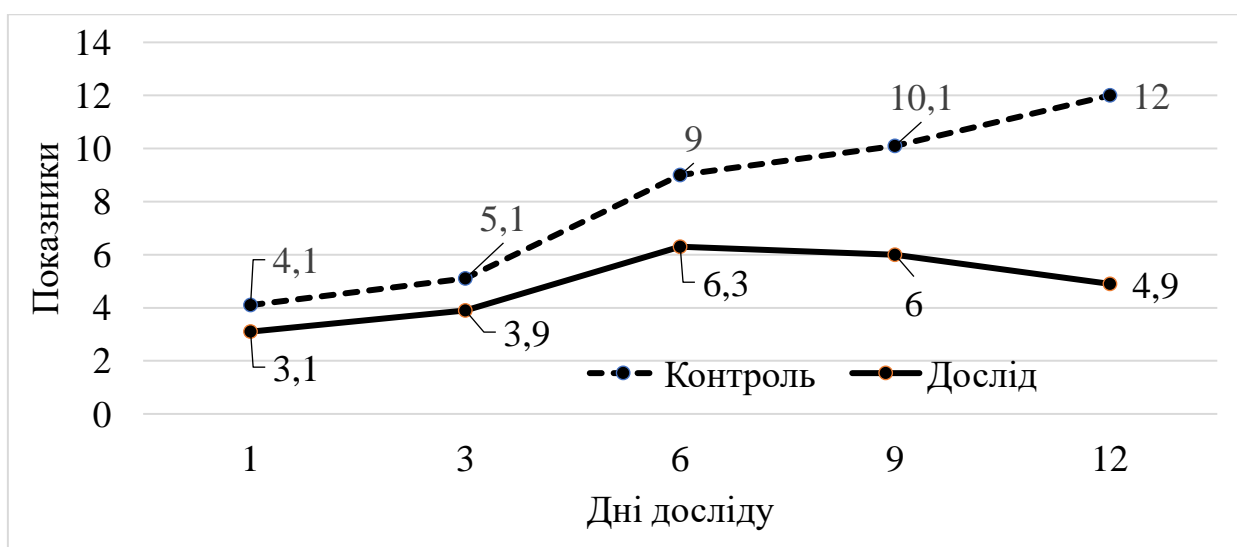


Рисунок 2. Динаміка змін показників ФЧ₁₂₀ у телят контрольної і дослідної груп упродовж дослідження

Хоча у крові телят-гіпотрофіків і спостерігали більший вміст нейтрофілів ніж у нормотрофіків, проте зменшення показників ΦI_{120} і $\Phi Ч_{120}$, на нашу думку, зумовлене низькою активністю внутрішньоклітинних бактерицидних систем.

Нейтрофільні лейкоцити, являючись центральними клітинами вродженого імунітету, забезпечують протимікробний захист організму з використанням двох принципово різних механізмів. Перший здійснюється системою генерування нейтрофілами активних форм кисню, провідним ферментом якої є мієлопероксидаза, що міститься в їх азурофільних гранулах. Другий механізм цих лейкоцитів є кисеньнезалежним, він реалізується неферментними катіонними білками (КБ) – дефензимами, які також локалізовані в їх специфічних і азурофільних гранулах (Depreester et al., 2017).

Таким чином, одним з провідних бактерицидних ферментів фагоцитів є мієлопероксидаза (МПО). Дослідники вказують на визначальну роль МПО, що утворюють активні нейтрофіли в формуванні та прогнозах серцево-судинної (Harder et al., 2007; Meuwese et al., 2007), легеневої й онкопатології (Mocatta et al., 2007). Цей фермент визначається у 100 % нейтрофільних та еозинофільних лейкоцитах. У моноцитах активність ферменту проявляється майже у всіх клітинах, але порівняно з нейтрофілами вона є невисокою. У лімфоцитах, плазмоцитах і червоних клітинах крові активність мієлопероксидази не виявляється (Меньшиков et al., 1987; Depreester et al., 2017).

Нами встановлено знижену активність МПО у цитоплазмі нейтрофільних лейкоцитів телят-гіпотрофіків, яка чітко корегувала зі зменшенням бактерицидної активності цих клітин по відношенню до стафілококів (рис. 3).

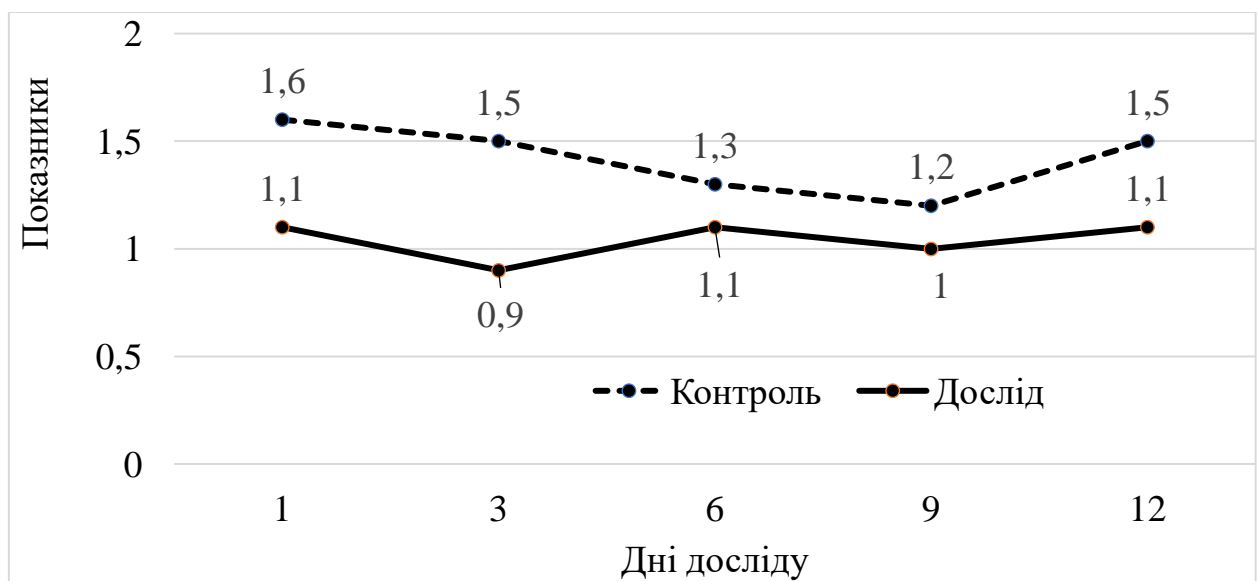


Рисунок 3. Динаміка показників активності МПО (од. СЦК) у телят контрольної і дослідної груп упродовж дослідження

У гіпотрофіків, порівняно з нормотрофіками, встановлено максимальне зниження показника активності МПО на 3 добу – на 40 % ($p < 0,05$). Це може бути наслідком вродженого дефіциту внутрішньоклітинного вмісту цього фермента в гіпотрофіків і свідчить про зниження цитотоксичного потенціалу нейтрофілів у цих телят та їх низький рівень неспецифічного клітинного захисту.

Лізосомально-катіонні білки (ЛКБ) нейтрофільних лейкоцитів є протимікробними пептидами широкого спектра дії. Вони становлять більше 50 % загального білка азурофільних гранул (Vorregaard & Cowland, 1997) (рис.4).

Реалізації фагоцитарної функції (кілінгу) клітин-фагоцитів сприяють локалізовані в їх лізосомах еозинофільні неферментні катіонні білки. Бактерицидна дія ЛКБ забезпечується їхньою здатністю зв'язуватися з негативно зарядженою мембраною мікробної клітини й змінювати її проникність. Крім того, ЛКБ забезпечують організацію

запалення, зв'язок клітинної та гуморальної ланки вродженого та адаптивного імунітету (Scott & Hancock, 2000).

Уміст катіонних протеїнів у нейтрофільних лейкоцитах телят-гіпотрофіків був меншим у порівнянні з нормотрофіками і впродовж експерименту мав тенденцію до зниження, що є прогностичним показником, оскільки свідчить про недостатній вміст цих білків в нейтрофілах і, на нашу думку, є ознакою гіпотрофії, що характеризує її перебіг та свідчить про низький рівень неспецифічної резистентності. Показники вмісту катіонних білків у нейтрофільних лейкоцитах телят піддослідних груп представлено на рис. 5.

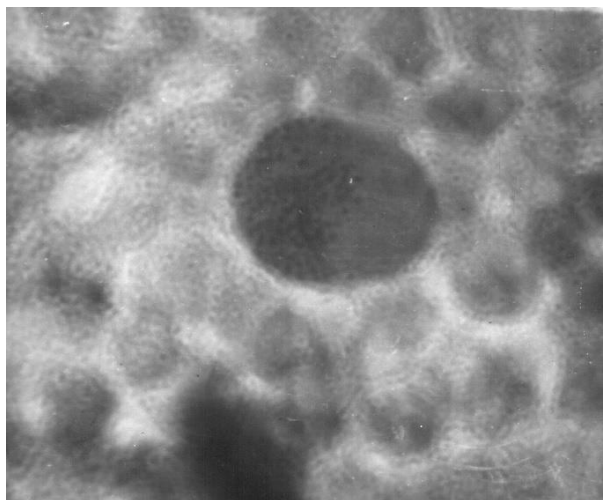


Рисунок 4. Лізосомально-катіонні білки в цитоплазмі нейтрофільного лейкоцита

Мазок крові 10-денного теляти. Лізосомально-катіонний тест (ЛКБ-тест). Активність реакції +++ . Об'єктив – 90,0 \times .

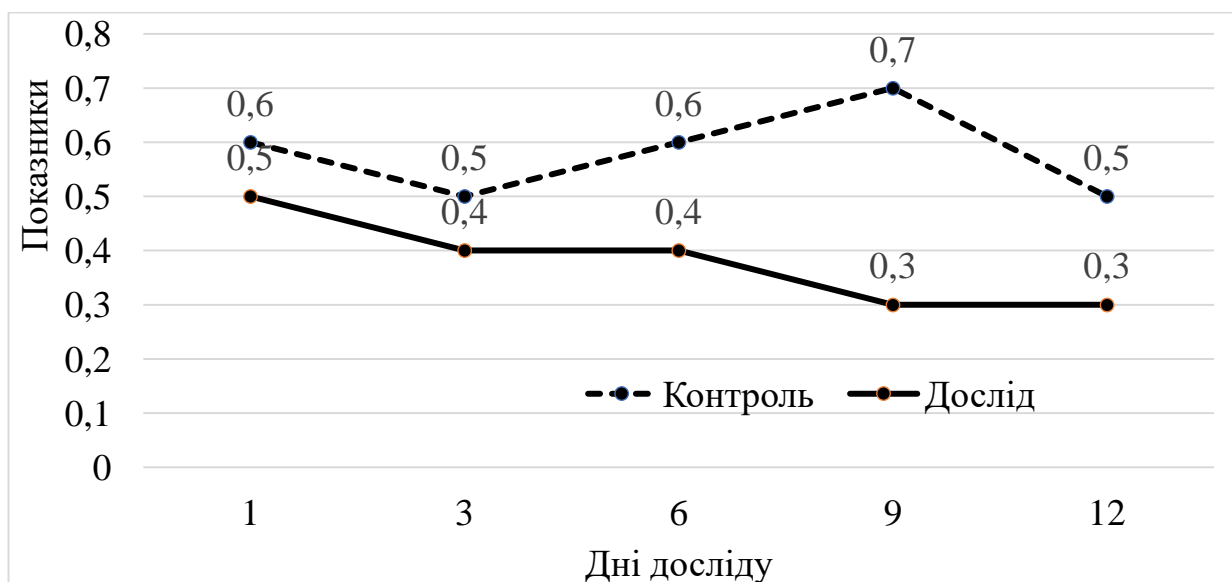


Рисунок 5. Динаміка показників ЛКБ-тесту (од. СЦК) контрольної і дослідної груп упродовж дослідження

Установлено, що показники тесту в обох групах були нижче референтних значень (<1,4, (1,3-1,5), (Пигаревский & Мазинг, 1981). Встановлено вірогідне зменшення показників ЛКБ-тесту в нейтрофільних лейкоцитах телят-гіпотрофіків, порівняно з нормотрофіками на 6 добу на 33,3 % ($p<0,05$), на 9 добу – на 57,1 % ($p<0,05$) і на 12 добу – на 40 % ($p<0,05$).

Дані зміни свідчать про недостатність кисеньнезалежних бактерицидних систем нейтрофілів у новонароджених телят, а отже і їх адаптаційних можливостей. Також пояснюють зменшення ФАН у телят-гіпотрофіків та вказують на більш глибоке зниження активності стану неспецифічної резистентності їх організму порівняно з здоровими телятами.

Таким чином, за результатами власних досліджень було зроблено висновок про те, що активність катіонних білків нейтрофільних лейкоцитів можна використовувати як індикатор стану неспецифічного імунітету у телят.

Як відомо, універсальною реакцією в організмі, що супроводжує стресові навантаження, є реакція оксидативного стресу, який характерний для новонароджених тварин (Godovanets, 2017). За умов оксидативного стресу адаптація новонародженого залежить від балансу ланок прооксидантної та антиоксидантної систем, тоді як остання в новонародженого ще не повністю сформована. Ці особливості є одними з причин зниження загальної імунної резистентності та розвитку патологічних станів у ранньому віці через вплив інфекції, запалення, мальабсорбції, стресу, метаболічних та екологічних чинників, а також посиленого окислювального стресу (Aydin et al., 2022). Надлишок активних форм кисню, таких як супероксидні радикали, гідроксильні радикали та перекис водню може пошкодити важливі білки, ліпіди та ДНК клітин. Це запускає процеси, які призводить до клітинної дисфункції та, зрештою, до їх дегенерації. Дослідження впливу окисного стресу на ці розлади має вирішальне значення для розробки нових методів лікування і профілактики захворювань.

Тест на відновлення нітросинього тетразолію (НСТ) широко використовується для оцінки оксидативного стресу в клітинних лініях упродовж більше чотирьох десятиліть. Кількість відновленого НСТ прямо пропорційна кількості кисневих радикалів, що продукуються фагоцитами під час «окислювального вибуху». Визначення НСТ дає стабільну реакцію в будь-якому біологічному зразку, який може містити $\bullet\text{O}^2$ (Nestor & Bancroft, 2008; Verma et al., 2019).

Нами встановлено, що впродовж дослідів показники нестимульованого НСТ-тесту (рис. 6) у фізіологічно розвинених телят мали тенденцію до зменшення і були мінімальними на 12 добу ($8,7 \pm 0,81$ од. СЦК), що, скоріше, зумовлено вродженою недостатністю нейтрофільних механізмів фагоцитоза. Показники цього тесту в телят-гіпотрофіків, у порівнянні з нормотрофіками, були меншими на 6 добу на 35,9 % ($p < 0,05$) і на 9 добу – на 24,3 % ($p < 0,05$). Мінімальне значення цього показника було встановлено на 6 добу, яке становило $7,3 \pm 0,5$ од. Також було відмічено і зростання цього показника на 12 добу, який перевищував відповідне значення контролю на 30,9 % ($p < 0,05$), що ми пов'язуємо з рівнем опсонізації нейтрофілів і збільшеним антигенним навантаженням у телят за гіпотрофії.

Результати стимульованого НСТ-тесту дали нам змогу оцінити здатність нейтрофілів крові телят до активації *in vitro*. Цей тест проводили за зниженої кількості спонтанних НСТ-позитивних клітин, щоби виявити наявність або відсутність окисного метаболізму (рис. 7).

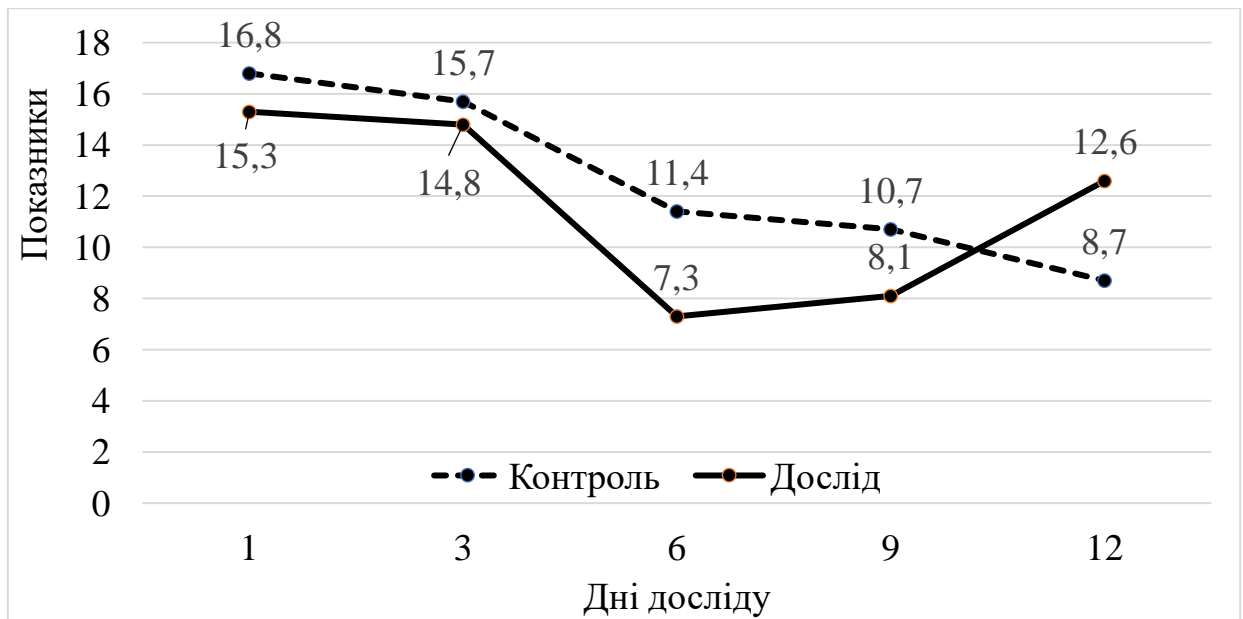


Рисунок 6. Динаміка показників нестимульованого НСТ-тесту (од. СЦК) у телят контрольної і дослідної груп упродовж дослідження

Як видно з рис. 6, у телят-гіпотрофіків динаміка показників тесту впродовж спостереження відзначалась відносною стабільністю з незначними коливаннями. Максимальне значення цього показника було зафіксоване на 1 добу, яке становило $30,1 \pm 1,84$ од. СЦК, а мінімальне значення – $25,2 \pm 1,09$ од. було встановлено на 6 добу. При цьому, показники тесту в гіпотрофіків були меншими референтних значень (40-82 од. СЦК; 47-82 од. СЦК, (Park et al., 1968; Меньшиков et al., 1987).

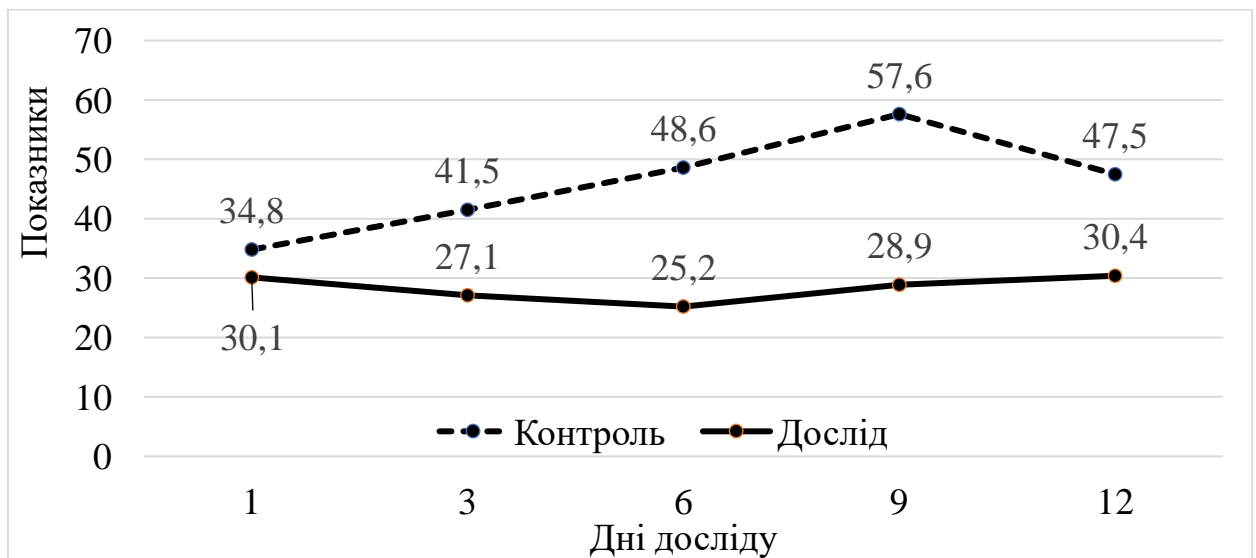


Рисунок 7. Динаміка показників стимульованого НСТ-тесту (од. СЦК) у телят контрольної і дослідної груп упродовж дослідження

Установлено, що порівняно з контролем, у телят-гіпотрофіків показники тесту були достовірно меншими на 3 добу на 34,7 %, на 6 добу – на 48,1 %, на 9 добу – на 49,8 %, і на 12 добу – на 36 %. У телят за гіпотрофії такі показники свідчать про низький рівень природної імунорезистентності, зниження бактерицидності нейтрофілів внаслідок встановленого дефіциту мієлопероксидази, відповідальної за нормальний фагоцитоз та обмежені резерви стимуляції цих клітин. Отримані результати ми пов'язуємо з посиленням антигенним навантаженням при інфікуванні гіпотрофіків різними патогенними

мікроорганізмами і, як наслідок, розвиток шлунково-кишкових та інших захворювань, що узгоджується з даними Park et al. (1968); Garcia et al. (2021); Sedó et al. (2024).

Отже рівень стійкості телят-гіпотрофіків відзначався значущими зниженнями базисної (спонтанної) ферментативної активності нейтрофільних гранулоцитів.

Динаміка показників тесту у фізіологічно розвинених телят характеризувалась їх збільшенням з 1 по 9-й день; на 12 добу ці показники були меншими. Мінімальний показник був встановлений на 1 добу і становив $34,8 \pm 1,52$ од., що було менше референтних значень, а максимальний – на 9 добу і становив $57,6 \pm 0,47$ од. Більш високі показники тесту у телят-нормотрофіків свідчать про можливість суттєвого поліпшення або нормалізації основних клітинних факторів вродженого імунітету, а зниження резервів бактерицидності нейтрофілів у них на 12 добу, ймовірно, пов'язані з проявами вікового імунодефіциту, який розвивається у телят на 7-14 день і характеризується зменшенням вмісту клітинних і гуморальних факторів резистентності (Чумаченко et al., 2004).

Зазначимо, що на думку Gutuj et al. (2017); Zinko (2017) порушення імунної системи, які характеризуються зниженням активності клітинного імунітету, ймовірно, пов'язані з окислювальною деструкцією рецепторів на поверхні мембран лімфоцитів під впливом активних форм Оксигену. Залежність показників клітинного імунітету від інтенсивності процесу пероксидації, можливо, пов'язане з тим, що рецептори Т- і В-лімфоцитів на поверхні біологічної мембрани підлягають окислювальній деструкції.

За повідомленнями Gödl (1976) підвищені тільки абсолютні значення НСТ не повинні використовуватися для встановлення діагнозу бактеріальної інфекції. У таких випадках цей результат може вказувати на стан дисфункції нейтрофілів під час важкого системного захворювання. У той же час, результати досліджень Kölmel & Egri (1980) свідчать, що тест НСТ є загальним, неспецифічним індикатором стимуляції гранулоцитів. Він відображає здатність гранулоцитів реагувати на стресову ситуацію організму. Бактеріальна інфекція призводить до появи помітно великої кількості стимульованих (тобто НСТ-позитивних) гранулоцитів.

Підсумовуючи результати дослідження, слід зазначити, що в нейтрофільних лейкоцитах периферичної крові телят за гіпотрофії у порівнянні з фізіологічно розвиненими телятами виявлено суттєві зміни вмісту компонентів фагоцитарної захисної системи. Вони, безсумнівно, є показниками зниження функціонального стану захисних клітин і загальної неспецифічної резистентності організму. Зменшення показників фагоцитарної активності нейтрофільних лейкоцитів в крові новонароджених телят за гіпотрофії супроводжувалось зменшенням вмісту лізосомальних катіонних білків, активності мієлопероксидази та резервів бактерицидності цих клітин.

Висновки.

1. Параклінічними ознаками несприятливого перебігу антенатальної гіпотрофії в новонароджених телят можуть бути зменшення показників фагоцитарної активності нейтрофільних лейкоцитів, їх оксидазного метаболізму та внутрішньоклітинного вмісту в них таких основних цитотоксичних речовин, як катіонні протеїни (менше 1,4 од. СЦК) та пероксидаза (менше 1,7 од. СЦК).

2. Для діагностики і оцінки перебігу гіпотрофії телят, а також порушень механізмів адаптації в неонатальному періоді доцільно визначати показники вільнорадикального окиснення та антиоксидантної системи неспецифічного клітинного захисту, що покращить прогнозування перебігу патології і дозволить оптимізувати профілактичні та лікувальні заходи.

References

Astaldi, G., & Verga, L. (1957). The glycogen content of the cells of lymphatic leukaemia. *Acta Haematologica*, 17(3), 129–135. <https://doi.org/10.1159/000205237>

- Aydin, O., Nergis, U., Aydin, G., Sümeyye B., Ozge K., & Mustafa, S. (2022). Investigation of hemogram, oxidative stress, and some inflammatory marker levels in neonatal calves with escherichia coli and coronavirus diarrhea. *Microbial Pathogenesis*, 173, 105802–10502. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105802>
- Barrington, G., & Parish, S. (2001). Bovine neonatal immunology. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, 17(3), 463–476. [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30001-3](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30001-3)
- Borregaard, N., & Cowland, J. (1997). Granules of the Human Neutrophilic Polymorphonuclear Leukocyte. *Blood*, 89(10), 3503–3521. https://doi.org/10.1182/blood.v89.10.3503.3503_3503_3521
- Carroll, A., Bleach, E., & Williams, L. (2022). The influence of birth weight on dairy Holstein heifer calf health and growth prior to weaning. *Animal - Science Proceedings*, 13(1), 63–64. <https://doi.org/10.1016/j.anscip.2022.03.092>
- Damle, V., Wu, K., Arouri, D., & Schirhagl, R. (2022). Detecting free radicals post viral infections. *Free Radical Biology and Medicine*, 191, 8–23. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2022.08.013>
- Deniset, J., & Kubes, P. (2016). Recent advances in understanding neutrophils. *F1000Research*, 5, 2912–2912. <https://doi.org/10.12688/f1000research.9691.1>
- Depreester, E., Meyer, E., Demeyere, K., Mieke, V., Miel, H., & Geert, O. (2017). Flow cytometric assessment of myeloperoxidase in bovine blood neutrophils and monocytes. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7638–7647. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12186>
- Garcia, J., Pempek, J., Hengy, M., Hinds, A., Dubraska Diaz-Campos, & Habing, G. (2021). Prevalence and predictors of bacteremia in dairy calves with diarrhea. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 807–817. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19819>
- Godfrey, K., & Barker, D. (2000). Fetal nutrition and adult disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(5), 1344S–1352S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.5.1344s>
- Gödl, I. (1976). Der Nitroblau-Tetrazolium-Test in der Diagnostik der Meningitis purulenta [The nitroblue tetrazolium test in the diagnosis of purulent meningitis (author's transl)]. *Infection*, 4(4), 212–214. <https://doi.org/10.1007/BF01638927>
- Godlevsky, A., & Savolyuk, S. (2015). Diagnostika ta monitoring endotoksikozu u xirurgichnix xvorix [Diagnosis and monitoring of endotoxemia in surgical patients] Vinnitsa: The New Book (in Ukrainian).
- Godovanets, O. (2017). Особливості механізмів антиоксидантного захисту у передчасно народжених дітей за умов пологового оксидативного стресу. *Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина*, 7(3(25)), 43–50. <https://doi.org/10.24061/2413-4260.VII.3.25.2017.7>
- Golub, R., & Cumano, A. (2013). Embryonic hematopoiesis. *Blood Cells Molecules and Diseases*, 51(4), 226–231. <https://doi.org/10.1016/j.bcmed.2013.08.004>
- Gutyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., & Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on biochemical and morphological indicators of blood of piglets under nitrate loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 427–432. <https://doi.org/10.15421/021766>
- Harder, J., Gläser, R., & Schröder, J. (2007). Review: Human antimicrobial proteins – effectors of innate immunity. *Journal of Endotoxin Research*, 13(6), 317–338. <https://doi.org/10.1177/0968051907088275>
- Homer, E. (2024). A holistic approach to sustainability starts with youngstock. *Animal - Science Proceedings*, 15(1), 55–55. <https://doi.org/10.1016/j.anscip.2024.02.051>
- Kambur, M., Zamazii, A., & Piven, S. (2012). Pokaznyky lipidnoho metabolizmu v krvi plodiv velykoi rohatoi khudoby ta amniotychnii ridyni na riznykh misiatsiakh hestatsii [Indicators of lipid metabolism in the blood of cattle and amniotic fluid in different months of gestation]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 7(31), 18–22 [in Ukrainian].

- Kambur, M., Zamazyi, A., Kolenchenko, V., Demydko, O., & Livoshchenko, Ye. (2023). Cow haemostasis and resistance of calves under hypoxia conditions. *Scientific Horizons*, 26(9), 9–20. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.09>
- Kaplow, L. (1955). A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow. *Blood*, 10(10), 1023–1029.
- Kölmel, H., & Egri, T. (1980). The Significance of the nitroblue-tetrazolium test in cerebrospinal fluid granulocytes in bacterial and abacterial meningitis. *Infection*, 8(4), 142–146. <https://doi.org/10.1007/BF01639120>
- Kulberg, S. (2004). Reference values for relative numbers of natural killer cells in cattle blood. *Developmental & Comparative Immunology*, 28(9), 941–948. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2004.02.004>
- Li, Y., Wang, W., Yang, F., Xu, Y., Feng, C., & Zhao, Y. (2019). The regulatory roles of neutrophils in adaptive immunity. *Cell Communication and Signaling*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12964-019-0471-y>
- Lora, I., Gottardo, F., Bonfanti, L., Stefani, A. L., Soranzo, E., Dall’Ava, B., ... & Barberio, A. (2019). Transfer of passive immunity in dairy calves: the effectiveness of providing a supplementary colostrum meal in addition to nursing from the dam. *Animal*, 13(11), 2621–2629. <https://doi.org/10.1017/s1751731119000879>
- Meade, K. (2015). Advances in bovine immunology. New tools and new insights to tackle old foes. *Frontiers in Immunology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2015.00071>
- Meesters, M., Eetvelde, M., Verdru, K., Govaere, J., & Geert, O. (2024). Small for gestational age calves: Part I — Concept and definition, Contributing prenatal factors and neonatal body morphometrics in holstein friesland calves. *Animals*, 14(14), 2125–2125. <https://doi.org/10.3390/ani14142125>
- Meuwese, M., Stroes, E., Hazen, S., van Miert, J., Kuivenhoven, J., Schaub, R., ... & Boekholdt, S. (2007). Serum myeloperoxidase levels Are associated with the future risk of coronary artery disease in apparently healthy individuals. *Journal of the American College of Cardiology*, 50(2), 159–165. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.03.033>
- Mocatta, T., Pilbrow, A., Cameron, V., Revathy S., Frampton, C., Richards, A., & Winterbourn, C. (2007). Plasma concentrations of myeloperoxidase predict mortality after myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, 49(20), 1993–2000. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.02.040>
- Murray, C., & Leslie, K. (2013). Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *The Veterinary Journal*, 198(2), 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.06.007>
- Nestor, S., & Bancroft, J. (2008). Enzyme histochemistry and its diagnostic applications. *Elsevier eBooks*, 405–432. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-10279-0.50027-0>
- Nielsen, S., Black, F., Storgaard, M., & Obel, N. (1995). Evaluation of a method for measurement of intracellular killing of *Staphylococcus aureus* in human neutrophil granulocytes. *APMIS*, 103(1-6), 460–468. <https://doi.org/10.1111/j.1699-0463.1995.tb01132.x>
- Park, B., Fikrig, S., & Smithwick, E. (1968). Infection and nitroblue-tetrazolium reduction by neutrophils. A diagnostic acid. *Lancet (London, England)*, 2(7567), 532–534. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(68\)92406-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(68)92406-9)
- Puvogel, G., Baumrucker, C., & Blum, J. (2008). Plasma vitamin A status in calves fed colostrum from cows that were fed vitamin A during late pregnancy. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 92(5), 614–620. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2007.00757.x>
- Quigley, J. (2005). *Passive Immunity in Newborn Calves*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/255653431_Passive_Immunity_in_Newborn_Calves
- Quigley, J., & Drewry, J. (1998). Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and postcalving. *Journal of Dairy Science*, 81(10), 2779–2790. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(98\)75836-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(98)75836-9)

- Scott, M., & Hancock, R. (2000). Cationic antimicrobial peptides and their multifunctional role in the immune system. *Critical Reviews in Immunology*, 20(5), 407–431. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11145218/>
- Sedó, S., Winder, C., Perry, K., Caswell, J., Mee, J., MacNicol, J., & Renaud, D. (2024). Herd-level occurrence and risk factors associated with respiratory and enteric pathogens from dairy calves in Ontario: A cross-sectional study. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25199>
- Silva, F., Silva, S., Pereira, A., Cerqueira, J., & Conceição, C. (2024). A Comprehensive review of bovine colostrum components and selected aspects regarding their impact on neonatal calf physiology. *Animals*, 14(7), 1130. <https://doi.org/10.3390/ani14071130>
- Slivinska, L., Zinko, H., Vlizlo, V., Lychuk, M., Shcherbatyy, A., Lukashchuk, B., & Fedorovucj, V. (2021). Correction of natural resistance indicators in calves with abomazoenteritis. *Naukovij Visnik Veterinarної Medicini*, 2(168), 117–125. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2021-168-2-117-125>
- Speer, H., Wilke, K., & Drewnoski, M. (2024). Effects of vitamin A supplementation on liver retinol concentrations of beef cows and their calves managed in confinement. *Applied Animal Science*, 40(5), 619–626. <https://doi.org/10.15232/aas.2024-02564>
- Tao, S., Dahl, G., Laporta, J., Bernard, J., Orellana, R., & Marins, T. (2019). PHYSIOLOGY SYMPOSIUM : Effects of heat stress during late gestation on the dam and its calf. *Journal of Animal Science*, 97(5), 2245–2257. <https://doi.org/10.1093/jas/skz061>
- Todorov, M., Kushnir, V., Franchuk-Kryva, L., & Ulyzko, S. (2024). Antenatal prophylaxis of acute digestive disorders in calves. *BIO Web of Conferences*, 114, 01023. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411401023>
- Verma, N., Alyethodi, R., Kathuria, A., Alex, R., Hussain, S., Singh, U., ... & Prakash, B. (2019). Effect of heat stress on superoxide anion production in native and crossbred cattle under in vitro whole blood culture model. *Journal of Thermal Biology*, 87, 102457–102457. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.102457>
- Viollier, A., Weschler, D., Viollier, M., & Viollier, E. (1986). Der Myeloperoxidase-Defekt--Schönheitsfehler oder Krankheit? Eine Auswertung von 60, 337 Differentialblutbildern [Myeloperoxidase deficiency--blemish or disease? Evaluation of differential blood pictures]. *Schweizerische medizinische Wochenschrift*, 116(43), 1487–1488.
- Zhelavskiy, M., Kernychnyi, S., Dmytriv, O., & Betlinska, T. (2022). Cellular aging and immunity. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 8–16. <https://doi.org/10.32718/ujvas5-1.02>
- Zinko, H. (2017). Immune status of calves sick with gastroenteritis. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences*, 19 (82), 61–65. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8213>
- Заборонок О., & Івасенко Б. (2022). Профілактика пренатальної гіпотрофії телят. *Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та молодих вчених «Наукові пошуки молоді у XXI столітті. Актуальні проблеми ветеринарної медицини»*. БНАУ, Біла Церква, 3–4.
- Коленченко, В. (2023). Резистентність організму телят після народження та у імпринтинг-періоді залежно від функціонального стану. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, 1(60), 46–50. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.1.8>
- Кондрахин, И. (2004). Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник. М., Колос, 520.
- Кудрявцев, А., & Кудрявцева, Л. (1974). Клиническая гематология животных. М., Колос, 399.
- Левченко, В., Головаха, В., Кондрахин, І., ... & Чуб, О. (2010) Методи лабораторної клінічної діагностики хвороб тварин. За ред. В.І. Левченка. К., Аграрна освіта, 445.

- Левченко, В., Соколюк, В., Безух, В.,... & Абдуллаєв, Ш. (2002). Дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація отриманих результатів: Методичні рекомендації для студентів факультету ветеринарної медицини керівників та слухачів Інституту післядипломного навчання керівників і спеціалістів ветеринарної медицини. Біла Церква, 14–17.
- Маринюк, М., Голопура, С., Якимчук, О., Немова, Т., & Цвіліховський, М. (2014). Рівень колострального імунітету і розвиток розладів травлення у новонароджених телят. *Ветеринарна медицина України*, (5), 21–23.
- Мельничук, Д., & Грищенко, В. (2015). Прогнозування імунодефіциту в новонароджених телят. *Доповіді Національної Академії наук України: Науково-теоретичний журнал*. (11). 106–111.
- Меньшиков, В., Делекторская, Л., & Золотницкая, Р. (1987). Лабораторные методы исследования в клинике. Справочник. Под ред. В. В. Меньшикова. М, Медицина, 310–311.
- Пигаревский, В. (1979). Лизосомально-катионный тест (методические рекомендации). М., 26.
- Пигаревский, В., & Мазинг, Ю. (1981). К методике применения лизосомально-катионного теста в лабораторной диагностике. *Лабораторное дело*. (10), 579582.
- Радзиховський, М., Горальський, П., Борисевич, Б., & Дишкант, О. (2018). Інтегральні індекси інтоксикації у собак за коронавірусного ентериту. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. (2), 13–19. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvvm_2018_2_4.
- Харута Г., Івасенко Б., & Ордін Ю. (1997). Гіпотрофія новонароджених телят. *Ветеринарна медицина України*, (6), 28–29.
- Хейхоу, Ф., & Кваглино, Д. (1983). Гематологическая цитохимия. М., Медицина. 320.
- Чумаченко, В., Чумаченко, В., & Павленко, О. (2004). Дослідження імунної системи. Фактори, що впливають на резистентність тварин. *Ветеринарна медицина України*. 5, 33–37.
- Шафран, М., Пигаревский, В., & Блинова, Э. (1979). К цитохимическому определению пероксидазной активности в клетках крови и костного мозга. *Цитология*, 21(10), 1206–1208.



2024. Номер 10, С 127 – 133

Отримано: 04.10.2024 Прийнято: 17.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.11

UDC 619:616.36-002.1

DIAGNOSIS OF CHOLANGIOHEPATITIS IN DOMESTIC CATS

D.V. Morozenko¹, D.V. Kibkalo², N.O. Kravchenko²

¹*Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology, Kharkiv, Ukraine*

²*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine*

E-mail: d.moroz.vet@gmail.com

Annotation. Feline cholangiohepatitis is common in clinical practice worldwide. Diagnosis and treatment of cats with this disease is difficult due to the ambiguity of clinical signs, the results of diagnostic studies, and the commonality of concomitant diseases. The aim of the work was to conduct a clinical and laboratory study of cats for cholangiohepatitis and to establish changes in hematological and biochemical indicators characteristic of this disease. 10 cats suffering from cholangiohepatitis, aged from 4 to 7 years, without pedigrees, were studied. Clinically healthy cats (n=10) were used as a control group. Ultrasound examination of the liver was performed using a Mindray DP-50Vet device with a microconvex sensor. In the blood, the number of erythrocytes and leukocytes, hemoglobin and hematocrit were determined using a Mindray BS-20Vet 3-DIFF hematological analyzer, blood biochemical analysis using a Mindray BS-30Vet biochemical analyzer. An increase in the size of the liver, a diffuse increase in the echogenicity of the liver parenchyma, heterogeneity of the structure of the organ, thickening and compaction of the bile ducts were found. Changes in erythropoiesis in cats with cholangiohepatitis are manifested by the development of anemic syndrome, leukocytopoiesis by neutrophilic leukocytosis with a simple shift of the neutrophil nucleus to the left and relative lymphocytopenia. A decrease in the content of albumin in the blood of cats with cholangiohepatitis indicates a decrease in its synthesis in the liver, and is a manifestation of the hepatodepressive syndrome. An increase in ALT and AST in the blood of sick cats indicates the development of cytolytic syndrome, activity of GHTP and alkaline phosphatase – cholestatic syndrome. The increase in blood cholesterol can be explained by the development of cholestasis in animals.

Key words: *cholangiohepatitis, cats, ultrasound examination of the liver, anaemia, biochemical markers, cytolytic syndrome, cholestasis.*

ДІАГНОСТИКА ХОЛАНГІОГЕПАТИТУ В ДОМАШНІХ КОТІВ**Д.В. Морозенко¹, Д.В. Кібкало², Н.О. Кравченко²**¹ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені проф. М.І. Ситенка НАМН України»,
м. Харків, Україна²Державний біотехнологічний університет. м. Харків, Україна
E-mail: d.moroz.vet@gmail.com

Анотація. Холангіогепатит у котів часто зустрічається в клінічній практиці в усьому світі. Діагностика та лікування котів із цим захворюванням утруднена через неоднозначність клінічних ознак, результатів діагностичних досліджень та спільність із супутніми захворюваннями. Метою роботи було провести клініко-лабораторне дослідження котів за холангіогепатиту та встановити зміни гематологічних та біохімічних показників, характерні для цього захворювання. Було досліджено 10 котів, хворих на холангіогепатит, віком від 4 до 7 років, безпородних. В якості контрольної групи використовували клінічно здорових котів (n=10). Ультразвукове дослідження печінки проводили за допомогою апарату *Mindray DP-50Vet* з мікроконвексним датчиком. У крові визначали кількість еритроцитів та лейкоцитів, гемоглобіну та гематокрит – за допомогою гематологічного аналізатору *Mindray BS-20Vet 3-DIFF*, біохімічний аналіз крові – за допомогою біохімічного аналізатору *Mindray BS-30Vet*. Було встановлено збільшення розмірів печінки, дифузне підвищення ехогенності її паренхіми, неоднорідність структури органу, потовщення та ущільнення жовчних протоків. Зміни еритроцитопоезу в котів за холангіогепатиту проявляються розвитком анемічного синдрому, лейкоцитопоезу – нейтрофільним лейкоцитозом з простим зрушенням ядра нейтрофілів вліво та відносно лімфоцитопенією. Зменшення вмісту альбуміну в крові котів за холангіогепатиту свідчить про зниження його синтезу в печінці, що є проявом гепатодепресивного синдрому. Збільшення активності АлАТ та АсАТ у крові хворих котів вказує на розвиток цитолітичного синдрому, активності ГГТП та лужної фосфатази – холестатичного синдрому. Підвищення вмісту в крові холестеролу можна пояснити розвитком у тварин холестазу.

Ключові слова: холангіогепатит, коти, ультразвукове дослідження печінки, анемія, біохімічні маркери, цитолітичний синдром, холестаз.

Вступ. *Актуальність теми.* Холангіогепатит у котів часто зустрічається в клінічній практиці в усьому світі (Fogle et al., 2005; Greiter-Wilke et al., 2006; Jose et al., 2021). Діагностика та лікування котів із цим захворюванням утруднена через неоднозначність клінічних ознак, результатів діагностичних досліджень та подібність ознак з супутніми захворюваннями (Fluen et al., 2019). Ці перешкоди можуть затримувати виявлення та лікування холангіогепатиту, що може підвищити захворюваність і смертність котів (Jaffey, 2022).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Комплекс холангіогепатиту котів викликає дифузний внутрішньопечінковий холестаз (Day, 1995). Розпізнані гістологічні форми включають гострий гнійний холангіт/холангіогепатит, тривалий негнійний холангіт/холангіогепатит і біліарний цироз, фіброз печінки (Kawamoto et al., 2006; Guerra et al., 2014). Лікування холангіогепатиту залежить від його гістологічного типу, тому біопсія печінки необхідна для остаточного діагнозу та лікування (Day, 1998). Оскільки холангіогепатит спричиняє дифузні зміни в печінці, черезшкірної пункційної біопсії часто достатньо для встановлення остаточного діагнозу (Cole et al., 2002).

Прогноз для кішок із будь-якою формою холангіогепатиту не дуже сприятливий через різну відповідь на лікування, що спостерігається у багатьох кішок; іноді настає

спонтанна ремісія. Часто холангіогепатит у котів асоціюється з бактеріальною інфекцією, патологічним впливом ендотоксинів і частою полімікробною інфекцією (Center et al., 2022; Phumthanakorn et al., 2024).

Мета роботи – Метою роботи було провести клініко-лабораторне дослідження котів за холангіогепатиту та встановити зміни гематологічних та біохімічних показників, характерні для цього захворювання.

Завдання дослідження: оцінити клінічні симптоми холангіогепатиту, результати ультразвукового дослідження печінки та жовчних шляхів, а також результати гематологічного та біохімічного досліджень.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на базі ветеринарної клініки «Авіцена» м. Львів упродовж 2023–2024 рр. Усього було досліджено 10 котів, хворих на холангіогепатит віком від 4 до 7 р., безпородних. В якості контрольної групи використовували клінічно здорових котів (n=10). Кров у тварин відбирали натще із підшкірної вени передпліччя. Ультразвукове дослідження печінки проводили за допомогою апарату *Mindray DP-50Vet* з мікроконвексним датчиком. У крові визначали кількість еритроцитів та лейкоцитів, гемоглобіну та гематокрит – за допомогою гематологічного аналізатору *Mindray BS-20Vet 3-DIFF*, лейкограму – у мазках, зафарбованих за Романовським-Гімза, біохімічний аналіз крові – за допомогою біохімічного аналізатору *Mindray BS-30Vet*. Статистичний аналіз даних був здійснений за допомогою програмних пакетів *Microsoft Excel XP* та *Statsoft Statistica 6.0*. Порівняння показників тварин дослідних груп проводили за параметричним критерієм Стьюдента (Petrie et al., 2019). Всі дослідження проводили в клінічних умовах з дотриманням правил асептики та антисептики, Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2006), а також Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (1986).

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами аналізу клініко-анамнестичних даних хворих на холангіогепатит котів було з'ясовано, що у тварин під час утримання порушень правил годівлі не було. У всіх клінічних випадках холангіогепатит у котів виявляли випадково: власники помічали погіршення апетиту та пригнічення, зменшення активності, жовтяничність шкіри та видимих слизових оболонок і звертались до ветеринарного лікаря. Пригнічення у хворих на холангіогепатит котів було зумовлено больовим синдромом та розвитком ендогенної інтоксикації внаслідок гіпербілірубінемії. Блювання спостерігали протягом останніх 2 тижнів із періодичністю 2–3 рази на тиждень, колір блювотних мас був жовтим. Жовтяничність видимих слизових оболонок та шкіри виявляли під час клінічного дослідження.

Ультразвуковим дослідженням печінки котів за холангіогепатиту було визначено наступні ехографічні ознаки: збільшення розмірів печінки, дифузне підвищення ехогенності паренхіми печінки, неоднорідність структури органу, потовщення та ущільнення жовчних протоків. Така ехографічна картина може вказувати на розвиток у хворих тварин важкого запально-деструктивного процесу у печінці та жовчних протоках, що підтверджується дослідженнями Feeney et al. (2008), Griffin (2019).

За холангіогепатиту нами було встановлено зменшення кількості еритроцитів на 38,3 % та вмісту гемоглобіну на 42,2 % порівняно із здоровими тваринами. Гематокрит у хворих тварин зменшився на 20 %. Такі зміни свідчили про розвиток у хворих котів анемічного синдрому, причиною якого був холангіогепатит (Kohn et al., 2006), табл. 1.

Таблиця 1

Результати клінічного аналізу крові котів за холангіогепатиту (M±m)

Показник		Здорові тварини, n=10	Хворі тварини, n=10
Гемоглобін, г/л		147,00±2,60	85,00±3,40 ***
Еритроцити, 10 ¹² /л		4,70±0,12	2,90±0,15 ***
Гематокрит, %		45,00±0,94	25,00±0,92 ***
Лейкоцити, 10 ⁹ /л		6,30±0,22	12,8±0,74 ***
Лейкограма, %	П	4,00±0,16	9,0±0,43 ***
	С	65,00±1,62	72,00±1,24
	Е	4,00±0,57	3,00±0,22
	Л	24,00±1,33	15,00±0,70 **
	М	3,0±0,21	3,0±0,24

Примітки. П – паличкоядерні нейтрофіли, С – сегментоядерні нейтрофіли, Е – еозинофіли, Л – лімфоцити, М – моноцити; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з клінічно здоровими.

Збільшення в периферичній крові хворих котів кількості лейкоцитів у 2 рази та паличкоядерних нейтрофілів на 5,0 %, порівняно з клінічно здоровими тваринами свідчить про наявність гострого запального процесу. Встановлено відносно зменшення кількості лімфоцитів, яке розвинулося поступово та було зумовлено порушенням стану імунної системи тварин за прогресування холангіогепатиту. При цьому кількість еозинофілів та моноцитів у крові хворих котів не змінилася.

За результатами дослідження показників білкового обміну в котів за холангіогепатиту було встановлено гіпоальбумінемію, яка проявлялася зниженням вмісту альбумінів у крові на 32 % внаслідок запально-деструктивних змін у паренхімі печінки. Даний показник є одним із основних проявів гепатодепресивного синдрому (Xu et al., 2024). Зростання активності ферментів у сироватці крові хворих котів вказує на розвиток цитолітичного та холестатичного синдромів за холангіогепатиту (Tamber et al., 2023). Унаслідок цитолітичного синдрому спостерігали збільшення активності аланінової амінотрансферази (АлАТ) та аспарагінової амінотрансферази (АсАТ), що свідчить про руйнування гепатоцитів (табл. 2).

Таблиця 2

Біохімічні показники крові котів за холангіогепатиту, n=10

Показник	Клінічно здорові тварини	Хворі тварини
Загальний білок, г/л	70,30±1,04	74,60±2,10
Альбуміни, г/л	33,40±0,84	22,70±0,93 ***
Активність АлАТ, У/л	38,80±2,17	163,70±16,72 ***
Активність АлАТ, У/л	30,30±2,10	146,20±15,10 ***
Активність ГГТП, У/л	4,10±0,40	31,00±3,65 ***
Лужна фосфатаза, У/л	30,90±2,07	122,00±12,50 ***
Сечовина, ммоль/л	5,80±0,26	11,40±0,50 **
Креатинін, ммоль/л	107,0±3,77	121,00±5,59
Холестерол, ммоль/л	2,20±0,13	4,30±0,10 ***
Білірубін загальний, мкмоль/л	5,60±0,40	38,60±3,50 ***
Глюкоза, ммоль/л	4,50±0,14	5,20±0,33

Примітка. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$ порівняно з клінічно здоровими тваринами.

Як відомо, активність АлАТ вища в цитоплазмі клітин печінки, тоді як АсАТ є мітохондріально-цитоплазматичним ферментом (Sookoian, S. et al., 2015). Майже однаковий ступінь збільшення активності обох амінотрансфераз є показником значного ураження гепатоцитів. Синдром холестази у котів підтверджується суттєвим збільшенням

активності лужної фосфатази та γ -глутамілтранспептидази (ГГТП). Лужна фосфатаза міститься в мембранах жовчних шляхів, тому її активність у сироватці крові значно зростає за холангіо гепатиту (Narayanan, S., 1991).

Активність ГГТП є більш чутливим біохімічним тестом холестази за хвороб печінки порівняно з іншими ферментами (Kunutsor, S.K., 2016). За холестази його активність може зростати у декілька разів, оскільки він локалізується у клітинах жовчних протоків. Значне зростання активності ГГТП у сироватці крові котів за холангіо гепатиту пов'язано із внутрішньопечінковим холестазом, механізм розвитку якого полягає у руйнуванні стінок дрібних жовчних протоків і розростанням в них волокон сполучної тканини. Прогресуючий внутрішньопечінковий холестаз за холангіо гепатиту в котів на останніх стадіях хвороби переходить у біліарний цироз, який характеризується фіброзним запаленням печінки (Mayhew et al., 2002; Pinzani, Rombouts et al., 2005; Van et al., 2023). Уміст сечовини у сироватці крові хворих котів збільшився удвічі, а концентрація креатиніну не змінилася порівняно з клінічно здоровими тваринами. Зростання концентрації сечовини у хворих тварин зумовлено посиленням розпадом білків внаслідок запально-деструктивних змін у печінці. Адже відомо, що будь-яке порушення функцій однієї із систем органів у котів супроводжується виразним катаболізмом і може призводити до підвищення вмісту сечовини в сироватці крові (Schutz, Y., 2011).

Уміст холестеролу в сироватці крові котів за холангіо гепатиту збільшився майже удвічі. Збільшення вмісту холестеролу можна пояснити розвитком у тварин холестази, за якого порушується виведення з організму холестеролу у складі компонентів жовчі. Уміст глюкози в сироватці крові хворих тварин не змінився. Концентрація загального білірубину в сироватці крові хворих на холангіо гепатит котів коливалася в межах від 12,7 до 57,0 мкмоль/л. Відомо, що сироватковий рівень загального білірубину не є чутливим показником руйнування гепатоцитів, проте він може спричиняти у котів енцефалопатію (Contreras et al., 2016). Оскільки жовтяниця спостерігається за підвищення вмісту загального білірубину у крові вище 35,0 мкмоль/л і може виникати як за гемолітичних процесів (внаслідок надмірного руйнування еритроцитів), так і гострого перебігу гепатиту, печінкової недостатності та біліарної обструкції.

Висновки.

1. Ультразвуковим дослідженням печінки котів за холангіо гепатиту було встановлено збільшення розмірів печінки, дифузне підвищення ехогенності її паренхіми, неоднорідність структури органу, потовщення та ущільнення жовчних протоків.

2. Зміни еритроцитопоезу в котів за холангіо гепатиту проявляються розвитком анемічного синдрому, лейкоцитопоезу – нейтрофільним лейкоцитозом з простим зрушенням ядра нейтрофілів вліво та відносно лімфоцитопенією.

3. Зменшення вмісту альбуміну в крові котів за холангіо гепатиту свідчить про зниження його синтезу в печінці, що є проявом гепатодепресивного синдрому.

4. Зростання активності ферментів АлАТ та АсАТ у крові хворих котів вказує на розвиток цитолітичного синдрому, активності ГГТП та лужної фосфатази – холестатичного синдрому за холангіо гепатиту.

5. Підвищення вмісту в крові холестеролу можна пояснити розвитком у тварин холестази, за якого порушується жовчовиділення та емульгування жирів.

References

- Center, S.A., Randolph, J.F., Warner, K.L., McDonough, S.P., Lucy, J.M. & Sapa, K.C. (2022). Bacterial culture and immunohistochemical detection of bacteria and endotoxin in cats with suppurative cholangitis-cholangiohepatitis syndrome. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(2), 194–211. <https://doi.org/10.2460/javma.20.10.0552>
- Cole, T.L., Center, S.A., Flood, S.N., Rowland, P.H., Valentine, B.A., Warner, K.L. & Erb, H.N. (2002). Diagnostic comparison of needle and wedge biopsy specimens of the liver in dogs

- and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220(10), 1483–1490. <https://doi.org/10.2460/javma.2002.220.1483>
- Contreras, E.T., Giger, U., Malmberg, J.L., Quimby, J.M. & Schaffer, P.A. (2016). Bilirubin encephalopathy in a domestic shorthair cat with increased osmotic fragility and cholangiohepatitis. *Veterinary Pathology*, 53(3), 629–632. <https://doi.org/10.1177/0300985815603433>
- Day, D.G. (1995). Feline cholangiohepatitis complex. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 25(2), 375–385. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(95\)50032-4](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(95)50032-4)
- Day, M.J. (1998). Immunohistochemical characterization of the lesions of feline progressive lymphocytic cholangitis/cholangiohepatitis. *Journal of Comparative Pathology*, 119(2), 135–147. [https://doi.org/10.1016/s0021-9975\(98\)80058-3](https://doi.org/10.1016/s0021-9975(98)80058-3)
- Feeney, D.A., Anderson, K.L., Ziegler, L.E., Jessen, C.R., Daubs, B.M. & Hardy RM. (2008). Statistical relevance of ultrasonographic criteria in the assessment of diffuse liver disease in dogs and cats. *American Journal of Veterinary Research*, 69(2), 212–221. <https://doi.org/10.2460/ajvr.69.2.212>
- Fluen, T., Hardcastle, M., Smith, H.L. & Gear, R.N.A. (2019). Retrospective study of the relative frequency of feline hepatobiliary disease in New Zealand based on 10 years of hepatic biopsy samples. *Veterinary Record Open*, 6, e000367. <https://doi.org/10.1136/vetreco-2019-000367>
- Fogle, J. & Bissett, S. (2005). Cholangiohepatitis in cats. *Standart of Care Emergency and Critical Care (Veterinary)*, 7(4), 6–11.
- Greiter-Wilke, A., Scanziani, E., Soldati, S., McDonough, S.P., McDonough, P.L., Center S.A., Rishniw M. & Simpson, K.W. (2006). Association of Helicobacter with cholangiohepatitis in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20(4), 822 – 827. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2006\)20%5B822:aohwci%5D2.0.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2006)20%5B822:aohwci%5D2.0.co;2)
- Griffin, S. (2019). Feline abdominal ultrasonography: what's normal? what's abnormal? The liver. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21(1), 12–24. <https://doi.org/10.1177/1098612x18818666>
- Guerra, J.M., Daniel, A.G., Aloia, T.P., de Siqueira, A., Fukushima, A.R., Simões, D.M., Reche-Júnior & A. Cogliati B.J. (2014). Hypervitaminosis A-induced hepatic fibrosis in a cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 16(3), 243–248. <https://doi.org/10.1177/1098612x13516121>
- Jaffey, J.A. (2022). Feline cholangitis/cholangiohepatitis complex. *Journal of Small Animal Practice*, 63(8), 573–589. <https://doi.org/10.1111/jsap.13508>
- Jose, D., Allen, A.L., Blakley, B. & Al-Dissi A.C. (2021). Evaluation of metallothionein and Ki-67 expression in chronic cholangiohepatitis in cats. *Journal of Veterinary Research*, 85(1), 36–44.
- Kawamoto, M., Mizuguchi, T., Katsuramaki, T., Nagayama, M., Oshima, H., Kawasaki, H., Nobuoka, T., Kimura Y. & Hirata K. (2006). Assessment of liver fibrosis by a noninvasive method of transient elastography and biochemical markers. *World Journal of Gastroenterology*, 12(27), 4325–4330. <https://dx.doi.org/10.3748/wjg.v12.i27.4325>
- Kohn, B., Weingart, C., Eckmann, V., Ottenjann, M. & Leibold, W. (2006). Primary immune-mediated hemolytic anemia in 19 cats: diagnosis, therapy, and outcome (1998–2004). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20(1), 159–166. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2006\)20%5B159:piahaic%5D2.0.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2006)20%5B159:piahaic%5D2.0.co;2)
- Kunutsor, S.K. (2016). Gamma-glutamyltransferase – friend or foe within? *Liver International*, 36(12), 1723–1734. <https://doi.org/10.1111/liv.13221>
- Mayhew, P.D., Holt, D.E., Washabau, R.J. & McLearn R.C. (2002). Pathogenesis and outcome of extrahepatic biliary obstruction in cats. *Journal of Small Animal Practice*, 43(6), 247–253. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2002.tb00067.x>
- Narayanan, S. (1991). Serum alkaline phosphatase isoenzymes as markers of liver disease. *Annals of Clinical & Laboratory Science*, 21(1), 12–18.

- Petrie, A., Sabin, C. (2019). *Medical Statistics at a Glance*, 4th Edition. Wiley-Blackwell.
- Phumthanakorn, N., Potivanakul, S., Kitjarak, S., Lopnapun, T., Moonkaew, N., Changtrakul, T., Chotimol, W., Soonthornsit, J.C. (2024). Characteristics of gallbladder microbiome in healthy dogs and cats, dogs with gallbladder mucocele, and cats with suspected cholangitis/cholangiohepatitis. *Journal of Veterinary Research*, 88(3), 77–86.
- Pinzani, M., Rombouts, K. & Colagrande, S. (2005). Fibrosis in chronic liver diseases: diagnosis and management. *Journal of Hepatology*, 42, 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2004.12.008>
- Schutz, Y. (2011). Protein turnover, ureagenesis and gluconeogenesis. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 81(2–3), 101–107. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000064>
- Sookoian, S., Pirola, C.J. (2015). Liver enzymes, metabolomics and genome-wide association studies: from systems biology to the personalized medicine. *World Journal of Gastroenterology*. 21(3), 711–725. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i3.711>
- Tamber, S.S., Bansal, P., Sharma, S., Singh, R.B., Sharma, R. (2023). Biomarkers of liver diseases. *Molecular Biology Reports*, 50(9), 7815–7823. <http://dx.doi.org/10.1007/s11033-023-08666-0>
- Van, V., Rademacher, N., Liu, C.C., Keeton, S. & Johnston, A.N. (2023). Shear wave velocity values measured by 2D-shear wave elastography are not different between awake and anesthetized cats without clinically significant hepatic fibrosis. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 64(5), 913–919. <https://doi.org/10.1111/vru.13267>
- Xu, S.X., Yang, F., Ge, N., Guo, J.T., Sun, S.Y. (2024). Role of albumin-bilirubin score in non-malignant liver disease. *World Journal of Gastroenterology*, 30(9), 999–1004. <https://dx.doi.org/10.3748/wjg.v30.i9.999>



2024. Номер 10, С 134 – 145

Отримано: 05.09.2024 Прийнято: 17.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.12

UDC 636.7.09:616-003.3

EFFECTIVENESS OF DRY HYPOALLERGENIC GRAIN-FREE NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE FEED FOR CELIAC DISEASE IN DOGS

O.S. Khilobok

State University of Biotechnology, Kharkiv, Ukraine

E-mail: sanjakhlbk5@gmail.com

Annotation. Celiac disease (gluten enteropathy) in dogs is a genetically determined immune-mediated disease resulting from intolerance to gluten – the protein part of cereal crops (wheat, barley and rye) that remains in flour after the starch has been removed. This mixture of proteins differs in solubility and ability to be extracted. Generally, wheat gluten in dog food is well digested but has low nutritional value due to its low lysine content, it is a suitable but not necessary ingredient in dog food. The Irish setter, terriers, schnauzers and cocker spaniels are main breeds of dogs that are considered to be more prone to celiac disease, the characteristic syndrome of which is malabsorption. Dogs of any age could suffer from this disease.

In order to diagnose diseases with clinical signs of malabsorption syndrome, a comprehensive examination of the animal is recommended, including blood analysis, intestinal biopsy and other special studies. Treatment of animals with celiac disease should include the introduction of antimicrobial, enzyme, probiotic and, if necessary, glucocorticosteroid agents against the background of lifelong use of an agglutinous diet. Preventive measures for the progression of celiac disease with malabsorption syndrome and the development of severe irreversible complications, including T-cell lymphoma and other types of malignant neoplasms, are the timely detection of the disease and the appointment of an aglutenic diet. Nature's Protection Superior Care (Lithuania) is one of the super premium hypoallergenic gluten-free foods with easily digestible protein and Omega-3 fatty acids from the highest quality raw materials, developed for dogs with a sensitive digestive system.

Key words: *dogs, gluten, enteropathy, malabsorption syndrome, atrophy of intestinal villi.*

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СУХОГО ГІПОАЛЕРГЕННОГО БЕЗЗЕРНОВОГО КОРМУ
NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE ЗА ЦЕЛІАКІЇ В СОБАК****О.С. Хілобок***Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна**E-mail: sanjakhlbk5@gmail.com*

Анотація. Целіакія (глютеніна ентеропатія) у собак є генетично детермінованим імуніопосередкованим захворюванням, що виникає внаслідок непереносимості глютену – білкової частини злакових культур (пшениці, ячменю і жита), яка залишається у борошні після видалення крохмалю. Дана суміш білків відрізняється розчинністю і здатністю екстрагуватися. Зазвичай, пшеничний глютен у кормах для собак добре засвоюється, але має низьку поживну цінність через низький вміст лізину, він є придатним інгредієнтом для корму для собак, але не являється необхідним. Основними породами собак, які вважаються більш сприйнятливими до целіакії, характерним синдромом якої являється мальабсорбція, є ірландські сетери, тер'єри, шнауцери та кокер-спанієлі. Ризик розвитку захворювання зберігається у собак будь-якого віку.

З метою діагностики захворювань з клінічними ознаками синдрому мальабсорбції, рекомендовано комплексне обстеження тварини, включаючи проведення аналізу крові, біопсії кишечника та інших спеціальних досліджень. Терапія тварин за целіакії повинна включати введення антимікробних, ферментних, пробіотичних та, за необхідності, глюкокортикостероїдних засобів на тлі прижиттєвого застосування аглютенінової дієти. Превентивними заходами прогресування целіакії з синдромом мальабсорбції та розвитку тяжких незворотних ускладнень, включаючи Т-клітинну лімфому та інші види злоякісних новоутворень є своєчасне виявлення захворювання та призначення аглютенінової дієти. Одним із гіпоалергенних безглютенінових кормів супер преміум класу з легкозасвоюваним білком та Омега-3 жирними кислотами з сировини найвищої якості, розроблений для собак із чутливою травною системою є корм *Nature's Protection Superior Care* (Литва).

Ключові слова: *собаки, глютен, ентеропатія, синдром мальабсорбції, атрофія ворсинок кишечника.*

Вступ. Одним із рецидивуючих, генетично детермінованих імуніопосередкованих захворювань у собак є целіакія з виникненням запальних явищ у слизовій оболонці тонкого відділу кишечника з розвитком атрофії її структур у генетично схильних тварин за вживання злакових кормів, які містять клейковину, що складається з двох компонентів: глютелінів і проламінів.

Глютеліни – це прості білки, що містяться в зернах злаків, які під час гідролізу утворюють амінокислоти. Запасними білками зерен є проламіни, до яких належить гліадин, що виявляється у більшості імунних комплексів за основних захворювань тварин і людей (Catassi & Fasano (2010)). Імунна система тварини розпізнає глютен, як антиген і починає вироблення антитіл, які атакують клітини слизової оболонки тонкого кишечника, що призводить до атрофії його ворсинок та зменшення площі поверхні всмоктування нутрієнтів, що є причиною дефіциту поживних та біологічно-активних речовин у організмі. Атрофія ворсинок дванадцятипалої та порожньої кишок є результатом комплексу імунних реакцій, спрямованих на гліадин у сенсibilізованого організму. У свою чергу, збільшення проникності кишечника дозволяє неприродним поліпептидам проникати в кров у непередбачених біологічних формах (Lowrie et al., 2016).

Найкритичнішим наслідком атрофії ворсинок кишечника за целіакії є розвиток хронічного синдрому мальабсорбції, а саме порушення процесів всмоктування за нормального травлення (Махнева & Бекишева, 2017; Алконов, 2022). У патогенезі даного

аутоімунного Т-клітинно-опосередкованого полісиндромного системного захворювання важливе значення має блокування ферменту тканинної трансглютамінази (tTG), функцією якої є розщеплення клейковини злакових культур (Allenspach & Mochel, 2022).

Вірогідними чинниками целиакії у тварин можуть бути як хронічна фокальна інфекція шлунково-кишкового тракту, так і нейротрофічні порушення, стреси, ендокринні розлади, вплив лікарських засобів, наслідки оперативних втручань (Cavor et al., 2018; Biagi et al., 2020).

Патогенез целиакії потребує взаємодії між низкою факторів як внутрішніх (генетична сприйнятливість, активація імунної системи), так і зовнішніх (сприйнятливість до глютену, активація імунної системи, інші фактори навколишнього середовища).

Лікування хворих тварин за целиакії з синдромом мальабсорбції проводять на підставі вірно встановленого діагнозу на тлі позитивної дієтичної годівлі з виключенням глютенівмісних кормів з метою запобігання рецидивів. Allenspach & Mochel, 2022). Рекомендованою дієтою собак є годівля кормами, що містять легкоперетравлювальний повноцінний білок, виключення глютену (Beunen, 2017; Chen, 2020) та насичених довголанцюгових жирних кислот, введення ферментних та вітамінно-мінеральних добавок (А, D, Е, К, В₁₂, фолієва кислота, кальцій) (Gold et al., 2015) у комплексі з симптоматичною та замісною терапією з метою корекції білково-енергетичної недостатності, гемодинамічних розладів, купірування абдомінального болю, відновлення дефіциту мікронутрієнтів та регенерації слизової оболонки тонкого кишечника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що глютен є липким глікопротеїном, який прилипає до клітин, які вистилають кишковий тракт, особливо до клітин тонкої кишки. Існує декілька теорій щодо причини виникнення целиакії (ферментативна, рецепторна, вірусна та імунологічна теорія, яка є найбільш поширеною). Захворювання може бути спадкового (типова целиакія), аутоімунного та алергічного генезу (Gujral, 2012).

Відомо, що клейковина пшениці складається з молекул гліадину, які долають епітеліальний бар'єр у кишечнику, а фермент *трансглютаміназа (tTG)* у власній пластинці перетворює гліадин у дезамінований гліадин, який діє як алерген, що поглинається антигенпрезентуючими клітинами. Дані клітини представляють цей алерген Т-клітинам, після чого Т-клітини активуються і проліферують, виробляючи прозапальні молекули, що призводить до сплюснення кишкових ворсинок і гіперплазії крипт. Одночасно антигенпрезентуючі клітини активують В-клітини для вироблення анти-гліадинових і анти-трансглютаміназних антитіл, які згодом можуть бути виявлені в сироватці крові пацієнта (Biagi et al., 2020).

Клінічні прояви целиакії поліморфні, а захворювання зустрічається у різних формах – класичній, атипичній та латентній. Внаслідок глютенкової ентеропатії у собак виникає синдром мальабсорбції, що проявляється хронічною діареєю (з частотою дефекації до десятків разів на добу), зміною характеру фекалій (рідкі, кашкоподібні, різних відтінків (частіше зеленого), смердючі, пінисті (поліфекалія, стеаторея), метеоризмом кишечника, абдомінальним болем, блюванням, кахексією, зміною апетиту та можливим асцитом. Однак, відсутність діареї не завжди виключає цей стан, особливо якщо є інші симптоми, такі як втрата маси тіла, або анемія. За своєчасної діагностики та лікування хворих тварин можливе повне клінічне одужання та відновлення структури слизового шару тонкої кишки за умови повної аглютенкової дієти (Lowrie, 2016).

Встановлено, що целиакія може призводити до розвитку низки ускладнень, таких як затримка росту та розвитку тварин, залізодефіцитна анемія, остеопороз, неврологічні розлади та гастроінтестинальна малігнізація (перетворення клітин нормальної чи патологічно зміненої тканини на клітини злоякісної пухлини) (Chen, 2020). Скринінговим маркером целиакії у собак є визначення сироваткових антитіл, які використовуються для перевірки чутливості до глютену і являють собою модифікований гліадиновий пептид імуноглобулін G (гліадин IgG) та імуноглобулін тканинної трансглютамінази-2 (трансглютаміназа-2 IgA) (Rauhavirta, 2019; Estruch, J et al., 2021; Rogers, 2023). Чутливість

та специфічність визначення даних показників складає 92 % та 97,9 %, відповідно. Позитивний результат досліджуваних проб сироватки крові може свідчити про розвиток глютенної ентеропатії; неефективність проведеної терапії, обраної дієти та активну форму захворювання. Одночасне визначення кількох специфічних серологічних біомаркерів глютенної ентеропатії дає змогу верифікувати діагноз та уникнути ентеробіопсії (Rauhavirta, 2019).

Встановлено, що у чутливих пацієнтів білок глютену з раціону розщеплюється до гліадину, який всмоктується через епітеліальний шар та досягає власної пластинки слизової оболонки, де відбувається активація ферменту тканинної *трансглутамінази (tTG)*, що призводить до дезамінування гліадину. Далі дезаміновані залишки гліадину, представлені антигенпрезентуючими клітинами Т-клітинам, викликаючи продукцію прозапальних цитокінів і антитіл IgA проти гліадину та tTG. (Matsumoto, I. et al., 2018). Це запалення призводить до ультраструктурних змін в епітеліальних клітинах і, зрештою, до сплюснення ворсинок і гіперплазії крипт.

Сучасним методом діагностики целиакії є проведення дуоденальної біопсії з визначенням гістоморфологічних змін, а саме, коли у слизовій оболонці тонкого кишечника констатують запальний інфільтрат, гіперплазію та поглиблення крипт, різну виразність атрофії ворсинок, лімфоплазмодитарну інфільтрацію власної пластинки, підвищену мітотичну активність епітелію. Аномалії епітеліальних клітин є характерними, але не патогномонічними для даного захворювання.

Для морфологічного дослідження рекомендовано відбір не менше чотирьох біоптатів слизової оболонки кишечника (два з середньої та два з дистальної частини дванадцятипалої кишки). Підтвердження діагнозу залежить від гістологічного покращення після вилучення глютену з раціону та погіршення після повторного його введення (Villanacci et al., 2020). Проте характерних патогномонічних тестів на целиакію немає, і у разі атипичних форм захворювання можуть виникати серйозні діагностичні ускладнення.

Алгоритм лікування собак за запалення тонкої кишки з синдромом мальабсорбції, етіологічним фактором якої є непереносимість глютену, включає аглютену дієтотерапію, (Mueller & Olivry, 2018), введення ферментних, вітамінно-мінеральних та пробіотичних засобів. За розвитку патогенної мікрофлори ураженого кишечника показано пероральне введення антимікробних препаратів, а за аутоімунних та алергічних реакцій рекомендовано застосування глюкокортикостероїдів. Проведення медикаментозного лікування хворих тварин показано лише на тлі прижиттєвого застосування дієтичної годівлі легкоперетравлюваним білком за відсутності насичених довголанцюгових жирних кислот та глютену, що дає можливість відновити слизову оболонку тонкого кишечника та досягти стійкої ремісії (Bascañán et al., 2017).

Відомо, що корми з низьким вмістом жирів мають важливе значення в терапії шлунково-кишкових розладів у собак, так як вони довше затримуються у шлунку і краще засвоюються за різноманітних уражень органів травної системи (Moreno et al., 2022). До того ж, жирні кислоти стимулюють в рецепторах слизової оболонки виділення холецистокініна – гормону, який збільшує секрецію підшлункової залози, що викликає додаткове навантаження на даний орган (Allenspach & Mochel, 2022). Так як недостатньо засвоєні жирні кислоти гідроксильються бактеріями кишечника, що стимулює виділення рідини з товстого кишечника, це викликає загострення діареї та втрату з організму рідини. Порушення абсорбції жирних кислот призводить до їх декон'югації та підвищення проникності слизової оболонки кишечника і її секреторної активності. Отже, з причини можливого збільшення лімфи, або порушення асиміляції, рекомендоване обмеження кількості жирів у кормах за захворювань з синдромом мальабсорбції. Для збільшення калорійності раціонів без стимуляції лімфотока показано застосування середньоланцюгових тригліцеридів, так як вони, в основному, абсорбуються через порталну систему (Vici, 2016). Підтримуюча годівля хворих тварин за ентеропатії з втратою протеїну повинна включати додатковий високоякісний білок для компенсації його

вtrat з фекаліями. Так як метою дієтотерапії являється зменшення антигенної стимуляції імунної системи кишечника, рекомендовано використання єдиного легкозасвоюваного нового джерела протеїну, бо корми з високим вмістом протеїнів можуть привести до підвищеного утворення комплексів антиген-антитіло у стінці кишечника (Hemida et al., 2021).

Лікувальна дієта повинна включати джерело протеїну, який дана тварина раніше не вживала (Vuori et al., 2023). Одним із сучасних гіпоалергенних збалансованих безглютенових кормів, які рекомендовані до використання за порушення травлення, спричиненого несприятливою дією на слизову оболонку кишечника глютену зернових, є беззерновий гіпоалергенний корм для собак супер преміум класу *NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE* (виробництво Литва, ЄС) для дорослих собак усіх порід, до складу якого входить сировина найвищої якості. Даний корм збалансований за основними та біологічно-активними речовинами, такими як гіпоалергенний білок (м'ясо лосося), моно- та поліненасичені жирні кислоти (Омега-3 Омега-6), природний мінерал вулканічного походження кліноптилоліт *MicroZeoGen*, який адсорбує токсичні речовини з запаленого кишечника, залишаючи для всмоктування низькомолекулярні органічні поживні речовини та вітаміноподібна речовина L-карнітин, введення якої стимулює утворення сечовини, знижує концентрацію аміаку в тканинах, стимулює утворення енергії, регулює роботу шлунково-кишкового тракту і сталість мікрофлори. Корм складається з 40 % лосося (сушеного та подрібненого), сушеної картоплі, гороху, жиру птиці, жому цукрових буряків, лососевої олії, насіння льону, динамічно мікронізованого кліноптилоліту (1 %), целюлози, фруктоолігосахаридів та екстракту юкки, завдяки яким аналітичний склад на 1 кг корму є таким: сирий білок – 24 %, необроблені масла та жири – 14 %, сира зола – 9 %, сира клітковина – 3,5 %, кальцій – 1,2 %, фосфор – 0,9 %, калій – 0,6 %, натрій – 0,4 %, Омега-3 жирні кислоти – 0,45 %, Омега-6 жирні кислоти – 2,51 %.

Мета роботи: встановлення ефективності гіпоалергенного беззернового корму для собак *NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE* (виробництво Литва, ЄС) за ціліакії з синдромом мальабсорбції.

Завдання дослідження: визначити причини виникнення у тварин розладів функції шлунково-кишкового тракту з синдромом мальабсорбції, провести диференційну діагностику та призначити комплексну терапію на тлі застосування безглютенового корму для собак *NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE*.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр. на базі ветеринарних клінік «SOS» м. Харків, «Ветексперт» м. Охтирка Сумської області та «Ковчег» м. Горішні Плавні Полтавської області. За даний період було підібрано собак з розладами функції шлунково-кишкового тракту (n=5) з ознаками синдрому мальабсорбції. Дослідження проводились з урахуванням вимог Регламенту Європейського Парламенту та Ради 2019/6/ЄС, GCP, Керівництва щодо проведення клінічних досліджень ветеринарних препаратів на цільових видах тварин, міжнародних етичних принципів досліджень щодо використання живих тварин.

Клінічні дослідження хворих тварин проводили загальноприйнятими методами (збір анамнезу, визначення загального стану організму та функцій окремих органів і систем (Левченко та ін., 2017; Супрович & Чорний, 2023). Проводили лабораторні клінічні та біохімічні дослідження крові тварин з метою диференціальної діагностики. Кров для гематологічного дослідження отримували з м'якшучого пальця, а для біохімічних досліджень відбирали з вени передпліччя за допомогою вакунайтера V-Tube (виробник *AB medical Inc*, Південна Корея). Клінічні та біохімічні дослідження крові проводили у лабораторії ветеринарних клінік за місцем лікування тварин. У крові визначали кількість еритроцитів, лейкоцитів, вміст гемоглобіну та ШОЕ (Супрович & Чорний, 2023). У сироватці крові визначали вміст загального білка, холестеролу, загального білірубину, трансаміназ (АсАТ, АлАТ) та макроелементів (кальцію та фосфору) за допомогою діагностичного біохімічного аналізатору «*Vetscan-Abaxis*». Додатково зразки сироватки собак були відправлені до

комерційної лабораторії для серологічного виявлення гліадину IgG і трансглютамінази-2 IgA за допомогою стандартизованого комерційно доступного тесту (ІФА) (Супрович & Чорний, 2023). Лабораторія класифікувала результати як позитивні (співвідношення кількості трансглютамінази-2 IgA та гліадину IgG складало $> 0,8$), сумнівні (діапазон співвідношення становив $0,6-0,8$) та негативні (у співвідношенні $< 0,6$). Якщо антитіла до тканинної трансглютамінази не виявляються, вважають, що целиакія малоймовірна, але не виключається. Так як концентрація антитіл до тканинної трансглютамінази IgA корелює з активністю захворювання, дослідження даного показника забезпечує практично абсолютну впевненість в діагнозі целиакії і може бути використано для моніторингу лікування та контролю дотримання безглютенової дієти у собак (Savor et al., 2018). Проводили лабораторне дослідження калових мас тварин (капрограму) за загальноприйнятими методиками (Левченко et al., 2017). В умовах ветеринарної клініки «CenterVet» м. Харків проводили езофагогастродуоденоскопію з метою дослідження слизової оболонки шлунку та дванадцятипалої кишки собак з використанням відеоендоскопічної системи *Olympus* (Алконов, 2022).

Гістоморфологічні дослідження слизової оболонки тонкого кишечника проводили за загальноприйнятими гістологічними методами в умовах кафедри нормальної та патологічної морфології Державного біотехнологічного університету (м. Харків).

До протоколу лікування собак за целиакії включали методи етіотропної, патогенетичної та замісної терапії, а саме, на тлі введення безглютенового антиалергічного корму преміум-класу *NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE* у дозах, розрахованих відповідно до маси тіла і активності тварин. З метою корекції білково-енергетичної недостатності застосовували в/в введення преднізолону в дозі 2 мг/кг маси тіла у 100 мл 0,9% розчину натрію хлориду три дні поспіль, для відновлення порушення обміну протеїнів та гемодинамічних розладів в/в крапельне введення 50,0 мл 10% розчину альбуміну двічі через день. Корекцію дефіциту мікронутрієнтів здійснювали шляхом в/в введення аскорбінової кислоти 10 г на 5% розчині глюкози у кількості 100,0 мл; в/в введення 10,0 мл 4% розчину хлориду кальцію п'ять днів поспіль, в/м введення 2,0 мл препарату *Ферровіт ТМ 10 %*, 0,015 г вікасолу (1 раз/день) чотири дні поспіль. З метою припинення розмноження умовно-патогенної мікрофлори за запалення ушкодженої слизової оболонки кишечника застосовували орально антибактеріальну суспензію Кладакса (*Cladaxx, KRKA*, Словенія) у разовій дозі 12,5 мг (за сумою діючих речовин)/ кг ж.м. двічі на день.

Результати досліджень обробляли математично з використанням пакету програм *Microsoft Excel 2003*, вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення. Собак, з яких було сформовано дослідну групу, утримували у різних власників в умовах їх житла (квартири, приватні будинки). Тваринам своєчасно були проведені планові профілактичні щеплення та інший комплекс ветеринарних обробок від екто- та ендопаразитів. Власники тварин своєчасно забезпечували їх достатнім активним моціоном у середньому двічі на день, а годівлю здійснювали як комерційними кормами 1-го класу або преміум-класу, так і натуральним кормом (крупни, овочі, яловичина, кисломолочні продукти).

З анамнезу, клінічні ознаки з'являлись у молодих (до 2-х років) собак різних порід, а саме (порода, стать, кличка, маса тіла): м'якокошерстий пшеничний тер'єр, ♀ Сайра, 9 кг, 10 міс; німецька вівчарка ♀ Веста, 20 кг, 1 рік і 9 міс.; метис гладкошерстного тер'єра, ♂ Трет, 8 кг, 1 рік і 3 міс.; самоїд ♂ Вайт, 14 кг, 9 міс. та французький бульдог ♂ Саймон, 12 кг, 1 рік і 7 міс.

Власниками було відмічено виникнення в їх тварин наступних симптомів захворювання: виражене пригнічення, втрата маси тіла, зниження фізичної активності, м'язова слабкість, рецидивуючий стоматит, хронічна діарея, поліфекалія, смердючі випорожнення, блювання, чихання, витікання серозного ексудату з носових отворів, утруднення дихання, свербіж, у собак (Вайт та Саймон) – мимовільні хворобливі

скорочення м'язів. Далі захворювання набувало хронічного характеру з чергуванням нетривалої ремісії та періодів загострення.

Клінічним дослідженням було встановлено раптове підвищення температури тіла на 1-1,5⁰ (38,5-40 °С), анемічність видимих слизових оболонок, набряк слизової оболонки носової порожнини, запалення шкіри в ділянці анального отвору, дерматит, у двох собак – ознаки тетанії, що свідчило про порушення метаболізму, дегідратацію та інтоксикацію організму, ймовірно, спричинених дією алергенів, дисбалансом поживних речовин з утворенням ендотоксинів.

За даними результатів клінічних досліджень периферичної крові хворих тварин було встановлено збільшення ШОЕ у 1,17 рази та кількості лейкоцитів у 1,18 рази у порівнянні з показниками здорових тварин. Кількість еритроцитів, у середньому, була дещо підвищеною (у 1,3 рази), що може відбуватись в результаті втрати рідини організмом внаслідок діареї, блювання, поліурії і за ендо- та екзоінтоксикацій.

Уміст гемоглобіну в крові був зниженим у середньому у 1,3 рази, що свідчило про можливу нестачу поживних та біологічно активних речовин (протейну, заліза, кобальту, магнію, ціанокобаламіну, вітамінів групи В) та аутоінтоксикацію організму за ймовірних хронічних захворювань внутрішніх органів (печінки, кишечника, нирок). Дані зміни є підтвердженням наявності запального процесу в організмі та порушення метаболізму (табл. 1).

У хворих тварин у крові було констатовано збільшену кількість нейтрофільних лейкоцитів відносно фізіологічних показників (табл. 2). Відомо (Левченко et al., 2017), що основною функцією нейтрофілів є знешкодження бактеріальних клітин шляхом фагоцитозу, а отримані нами результати досліджень вказували на зсув ядра вліво за рахунок підвищення у 1,2 рази кількості сегментоядерних нейтрофілів, що в комплексі з врахуванням основних симптомів захворювання свідчило про наявність бактеріальної інфекції внаслідок запалення кишечника, дисфункції печінки та дисбактеріозу, характерних за синдрому мальабсорбції.

Таблиця 1

Морфологічні показники крові хворих собак

Хворі тварини	Еритроцити Т/л	Лейкоцити г/л	Гемоглобін г/л	ШОЕ (під кутом 50 ⁰ , мм/год)
<i>Норма</i>	5,0-8,5	8,5-10,5	140-230	30-33
♀ Сайра	8,2	14,4	128	32
♀ Веста	10,1	15,4	130	36
♂ Трет	9,0	14,3	141	40
♂ Вайт	7,8	13,9	145	42
♂ Саймон	8,4	10,9	136	35
M±m	8,7±0,4	13,8±0,76	136±3,2	37±1,7

Таблиця 2

Лейкоцитарний профіль крові хворих собак, %

Кличка	Еозинофіли	Базофіли	Нейтрофіли			Лімфоцити	Моноцити
			юні	паличко- ядерні	сегменто- ядерні		
<i>Норма</i>	2-6	0-1	0	4-7	39-47	41-71	2-4
♀ Сайра	7	0	0	4	53	35	1
♀ Веста	6	1	0	5	49	38	1
♂ Трет	7	0	0	4	50	36	3
♂ Вайт	5	0	0	6	49	35	5
♂ Саймон	6	1	0	5	58	27	3
M±m	6,2± 0,37	1±0,0	0±0	4,8±0,37	51,8±1,7	34,2±1,8	2,6±0,75

За результатами біохімічних досліджень сироватки крові собак (табл. 3) було виявлено зменшення кількості загального білка в середньому в 1,2 рази, що, ймовірно, спричинено порушенням його всмоктування слизовою оболонкою кишечника та зменшенням його синтезу печінкою. За недостатнього засвоєння поживних речовин, включаючи жири та їх втратою з рідиною за діареї, яка є характерною для синдрому мальабсорбції, відмічали зниження кількості такої жироподібної речовини, як холестерол, у 1,1 рази. Також, констатували підвищення вмісту загального білірубину у 5,8 раз та активності трансаміназ: АсАт у 7,2 рази, АлАт у 6 разів, що свідчило про лізис гепатоцитів внаслідок негативного впливу ендотоксинів, утворених в результаті порушеного метаболізму та незасвоєних речовин у тонкому відділі кишечника за синдрому мальабсорбції. Крім того, відмічали зменшення таких показників, як загальний кальцій у 1,1 рази та неорганічний фосфор у 1,5 рази, що характерно за порушення всмоктування жирів і вітаміну D у кишечнику.

Отже, за результатами біохімічних досліджень сироватки крові хворих тварин встановлено низький вміст поживних речовин та макроелементів, причиною чого було недостатнє їх засвоєння з корму та ендогенна інтоксикація продуктами запалення тонкого відділу кишечника, що призводило до дисфункції печінки.

З аналізу результатів серологічного дослідження за допомогою стандартизованого комерційно тесту (ІФА) виявлено антитіла до гліадину IgG і тканинної трансглутамінази-2 IgA. Встановлено, що у трьох хворих тварин (♀ Веста, ♂ Саймон та ♂ Трет) діапазон їх співвідношення був > 0,8, що інтерпретували як позитивний результат, який свідчив про абсолютну впевненість у наявності целиакиї, так як білок глютену зернових, який є складовою раціону, розщеплюється до гліадину, дезамінування якого формується за підвищеної активності тканинної трансглутамінази в стінці патологічно зміненої тонкої кишки, а дезаміновані пептиди гліадину, у свою чергу, є потужними активаторами імунної системи тварин, в результаті чого виникає імунна відповідь і формуються аутоантитіла та прозапальні цитокіни, внаслідок дії яких відбуваються патологічні зміни в епітеліальному шарі слизової оболонки кишечника, гіперплазія крипт та атрофія ворсинок. У двох собак (♀ Сайра та ♂ Вайт) даний показник складав 0,6-0,8, що вважали за сумнівний результат. Негативного результату (співвідношення гліадину IgG/ трансглутаміназа-2 IgA <0,6) у досліджуваних собак не відмічено. Але, підтвердження попередньо сумнівного діагнозу можливо тільки після проведення морфологічного дослідження біоптату тонкої кишки і виявлення певних змін біоматеріалу.

Таблиця 3

Біохімічні показники сироватки крові хворих собак

Кличка	Загальний білок, г/л	Холестерол, ммоль/л	Загальний білірубин, мкмоль/л	АсАТ, од/л	АлАТ, од/л	Кальцій ммоль/л	Фосфор, ммоль/л
<i>НОРМА</i>	60-75	1,8-4,2	0,3-4,5	10-25	10-55	2,3 – 3,3	1,13 – 3,0
♀ Сайра	58,6	1,6	10,7	146	226	2,4	1,1
♀ Веста	59,8	2,5	12,9	120	175	3,0	1,0
♂ Трет	62,5	1,9	15,2	95	237	2,2	1,6
♂ Вайт	64,2	2,0	18,4	136	210	2,5	2,0
♂ Саймон	63,0	2,1	16,4	127	190	2,3	1,1
M±m	61,6±1,04	2,0±0,15	14,7±1,3	125,0±8,6	207,0±11,0	2,5±0,1	1,4±0,2

За результатами проведеної копрограми встановлено зміну кольору калових мас, які були жовтуватими, що зумовлено порушенням функції жовчних шляхів і пов'язано із викидом жовчі у просвіт тонкої кишки. Запах калу був смердючий, консистенція – від мазеподібної до рідкої, що пов'язано із посиленням перистальтики кишечника. Зміна рН у лужний бік та збільшення кількості білка у калі можна пояснити запаленням слизової оболонки різних відділів кишечника, в результаті якого відбувались дистрофічні зміни слизової оболонки, підвищена секреція слизу та ексудація. При мікроскопічному

дослідженні калу собак було виявлено збільшення кількості жирових крапель та незміненого крохмалю. Такі порушення характерні за запальних змін у тонкому відділі кишечника.

За результатами дуоденальної ендоскопії встановлено просвічування кровоносних судин кишечника, які у нормі неможливо побачити, мозаїчну структуру поверхні слизової оболонки; кількість складок дванадцятипалої кишки зменшена, вони мають виступи, згладжені або повністю атрофовані. За результатами гістологічного аналізу біоптатів слизової оболонки дванадцятипалої кишки встановлено часткову атрофію кишкових ворсинок, подовжені крипти, збільшення в полі зору мікроскопу кількості інтраепітеліальних лімфоцитів, збільшення круглоклітинної інфільтрації власної пластинки лімфоцитами та плазматичними клітинами, наявність кубоподібних епітеліальних клітин з нерівномірними мікрворсинками, що свідчило про запалення та сплюснення ворсинок і гіпертрофію крипт.

Після проведеного лікування тварин за обраною схемою на тлі введення безглютенового корму преміум-класу *NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE* протягом одного місяця у дозах, рекомендованих виробником, відмічені позитивні зміни стану здоров'я хворих тварин. У собак відновився апетит, нормалізувалось споживання води (50 мл/кг маси тіла) та кількість виділеної сечі до 0,5-1,0 л (50 мл/кг маси тіла). Зникли симптоми здуття кишечника та блювання. У хворих тварини спостерігали тенденцію до нормалізації маси тіла, відсутність анемічності видимих слизових оболонок, покращення стану шерсті та еластичності шкіри, що свідчило про нормалізацію порушеного водно-електролітного балансу. Собаки стали більш активними, з задоволенням і інтересом проводили час на прогулянках. Упродовж 5-7 днів нормалізувалась функція шлунково-кишкового тракту, про що свідчило відсутність діареї (калові маси сформовані, без різкого запаху та слизу, без неперетравлених часточок корму). Крім того, зникли симптоми тетанії, які відмічали до лікування у двох собак, та запалення слизової оболонки ротової і носової порожнини в інших тварин.

Через три-чотири тижні лікування у тварин констатували відновлення уражених ділянок шкіри (зникнення свербожу та гіперемії), що вказувало на нормалізацію обміну речовин і відсутність дії на організм алерго- або ендотоксинів.

З аналізу повторних біохімічних досліджень через 30 днів лікування тварин на тлі згодовування безглютенового антиалергічного корму встановлено корекцію досліджуваних показників, що були в межах фізіологічних показників (табл. 4). Так, відмічали тенденцію до підвищення кількості загального білка та холестеролу, що свідчило про засвоєння даних речовин у кишечнику та відновлення функції печінки на тлі дієтичної годівлі з збалансованим вмістом протеїнів, середньооланцюгових жирів і застосування гепатопротекторних речовин. На відновлення гепатоцитів вказувало і зменшення маркерних показників, таких як трансамінази (АсАТ та АлАТ) у межах фізіологічної норми. Введення збалансованого гіпоалергенного безглютенового корму впродовж 30 діб сприяло корегуванню вмісту досліджуваних мінеральних речовин у межах нормативних даних, а саме підвищенню вмісту загального кальцію та неорганічного фосфору, що становило $2,9 \pm 0,2$ ммоль/л та $1,6 \pm 0,20$ ммоль/л, відповідно.

Таблиця 4

Біохімічні показники сироватки крові собак після лікування (через 30 днів)

	Загальний білок, г/л	Холестерол, ммоль/л	Загальний білірубін, мкмоль/л	АсАТ, од/л	АлАТ, од/л	Кальцій, ммоль/л	Фосфор, ммоль/л
<i>НОРМА</i>	60-75	1,8-4,2	0,3-4,5	10-25	10-55	2,3 – 3,3	1,13 – 3,0
до лікування	$61,6 \pm 1,0$	$2,0 \pm 0,2$	$14,7 \pm 1,3$	$125,0 \pm 8,6$	$207,0 \pm 11,0$	$2,5 \pm 0,14$	$1,4 \pm 0,2$
після лікування	$69,64 \pm 2,3$	$3,6 \pm 0,04$	$5,3 \pm 1,8$	$46,4 \pm 5,2$	$72,7 \pm 4,2$	$2,9 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$

Отже, отримані результати біохімічних досліджень після проведеного лікування тварин у комплексі з введенням безглютенового корму засвідчили позитивний терапевтичний ефект застосованої схеми, відсутність інтоксикації організму та відновлення травної функції шлунково-кишкового тракту тварин. Упродовж тривалого періоду (до 6 місяців) після проведеного лікування згідно повідомлень власників собак з позитивними результатами використаних у дослідженнях лабораторних тестів після переходу на безглютенову дієту рецидивів захворювання не відмічали.

Висновки.

1. Основними клінічними ознаками за целиакії у собак є виражене пригнічення, втрата маси тіла, зниження фізичної активності, м'язова слабкість, рецидивуючий стоматит, хронічна діарея, поліфекалія, смердючі випорожнення, блювання, чихання, витікання серозного ексудату з носових отворів, утруднене дихання, свербіж, підвищення температури тіла, анемічність видимих слизових оболонок, набряк слизової оболонки носової порожнини, запалення шкіри в ділянці анального отвору, дерматит та ознаки тетанії.

2. За целиакії у крові собак встановлено збільшення ШОЕ у 1,2 рази, кількості лейкоцитів у 1,2 рази, еритроцитів – у 1,3 рази, зменшення вмісту гемоглобіну у 1,3 рази, втрату рідини організмом внаслідок зневоднення, нестачу поживних та біологічно-активних речовин та ознаки ендотоксикації.

3. У сироватці крові собак виявлено зменшення вмісту загального білка у 1,2 рази, холестеролу у 1,1 рази, загального кальцію – у 1,1 рази, неорганічного фосфору – у 1,5 рази, збільшення вмісту загального білірубину у 5,8 рази, активності АсАт – у 7,2 рази, АлАт – у 6 разів, що було спричинено втратою поживних речовин з рідиною внаслідок діареї та блювання, а також порушенням їх всмоктування ураженою слизовою оболонкою кишечника та зниженням синтезуючої функції печінки.

4. За результатами серологічного дослідження (ІФА) виявлено антитіла до гліадину IgG і тканинної трансглютамінази-2 IgA з діапазоном їх співвідношення у трьох собак > 0,8 (позитивний результат), у двох собак – 0,6-0,8 (сумнівний результат).

5. За результатами копрограми встановлено жовтуватий колір калових мас, їх смердючий запах, зміну консистенції від мазеподібної до рідкої та кислотності (у лужний бік), підвищену кількість білка в калі, збільшення кількості жирових крапель та незміненого крохмалю, що характерно за запальних змін у тонкому відділі кишечника.

6. За результатами дуоденальної ендоскопії встановлено просвічування кровоносних судин кишечника, мозаїчна структура поверхні слизової оболонки, зменшення кількості складок дванадцятипалої кишки.

7. За результатами гістологічного аналізу зразків слизової оболонки дванадцятипалої кишки встановлена часткова атрофія кишкових ворсинок, подовження крипт, збільшення в полі зору мікроскопу кількості інтраепітеліальних лімфоцитів, круглоклітинна інфільтрація власної пластинки лімфоцитами та плазматичними клітинами, наявність кубоподібних епітеліальних клітин з нерівномірними мікрворсинками, що свідчило про запалення, зміни в епітеліальних клітинах та сплюснення ворсинок і гіпертрофію крипт.

8. Комплексне лікування собак за целиакії на тлі введення безглютенового антиалергічного корму преміум-класу *NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE* упродовж 30 днів призвело до корекції дефіциту мікронутрієнтів, гемодинамічних розладів, припинення розмноження умовно-патогенної мікрофлори і дії алерго- та ендотоксинів, про що свідчило відсутність характерних клінічних ознак захворювання, відновлення біохімічних показників крові в межах фізіологічної норми та негативний серологічний тест на наявність антитіл до гліадину IgG і тканинної трансглютамінази-2 IgA.

9. Годівля собак, сприйнятливих до дії глютену зернових, гіпоалергенним безглютеновим кормом супер преміум класу *NATURE'S PROTECTION SUPERIOR CARE* упродовж 6 місяців не викликала рецидивів захворювання.

References

- Allenspach, K. & Mochel, J.P. (2022). Current diagnostics for chronic enteropathies in dogs. *Veterinary clinical pathology*, 50, 18–28. <https://doi.org/10.1111/vcp.13068>
- Bascuñán, K.A., Vespa, M.C. & Araya, M. (2017). Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *European journal of nutrition*, 56, 449–459. <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1238-5>
- Beynen, A. (2017). Hypoallergenic dog foods: supply and demand overwhelm need. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.24643.30248>
- Beynen, A.C. (2020). Gluten proteins for dogs. с. 11. Доступно в Інтернеті за адресою: https://www.researchgate.net/profile/AntonBeynen/publication/342436279_Beynen_AC_2020_Gluten_proteins_for_dogs/links/5ef41e4c4585153fb1b3b13a/Beynen-AC-2020-Gluten-proteins-for-dog
- Biagi, F., Maimaris, S., Vecchiato, C.G., Costetti, M., Biagi, G. (2020). Gluten-sensitive enteropathy of the Irish Setter and similarities with human celiac disease. *Minerva Gastroenterology – Minerva Medica*, 66(2), 151–156. <https://doi.org/10.23736/s1121-421x.19.02648-5>
- Briani, C., Samaroo, D. & Alaedini, A. (2008). Celiac disease: from gluten to autoimmunity. *Autoimmunity Reviews*, 7(8), 644–50. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2008.05.006>
- Catassi, C. & Fasano, A. (2010). Celiac disease diagnosis: simple rules are better than complicated algorithms. *The American journal of medicine*, 123(8), 691–693. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2010.02.019>
- Cavor, K. & Potocnjak, D. & Lemo, N. (2018). Adverse food reactions in dogs that affect the gastrointestinal system and skin. *Veterinarska Stanica*, 49, 19–30. <https://hrcak.srce.hr/clanak/324994%3F>
- Chen, X., Chen, X., Yang, J., Zhou, S. W. & Wang, S. Y. (2020). Glycemic index of low gluten rice in Beagle dogs. *Food science*, 41(17), 126–132. <https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20190719-258>
- Estruch, J., Johnson, J., Ford, S., Yoshimoto, S., Mills, T., & Bergman, P. (2021). Utility of the combined use of 3 serologic markers in the diagnosis and monitoring of chronic enteropathies in dogs. *Journal of veterinary internal medicine*, 35(3), 1306–1315. <https://doi.org/10.1111/jvim.16132>
- Fasano, A., & Catassi, C. (2001). Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 120(3), 636–651. <https://doi.org/10.1053/gast.2001.22123>
- Gold, A.J., Scott, M.A. & Fyfe, J.C. (2015). Failure to thrive and life-threatening complications due to inherited selective cobalamin malabsorption effectively managed in a juvenile Australian shepherd dog. *The Canadian veterinary journal*, 56(10), 1029–1034.
- Gujral, N., Freeman, H.J. & Thomson, A.B. (2012). Celiac disease: prevalence, diagnosis, pathogenesis and treatment. *World journal of gastroenterology*, 18(42), 6036. <https://doi.org/10.3748%2Fwjg.v18.i42.6036>
- Hemida, M., Vuori, K.A., Moore, R., Anturaniemi, J. & Hielm-Björkman, A. (2021). Early life modifiable exposures and their association with owner reported inflammatory bowel disease symptoms in adult dogs. *Frontiers in veterinary science*, 8, 552350. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.552350>
- Lowrie, M., Garden, O.A., Hadjivassiliou, M., Harvey, R. ., Sanders, D.S., Powell, R. & Garosi, L. (2015). The clinical and serological effect of a gluten-free diet in border terriers with epileptoid cramping syndrome. *Journal of veterinary internal medicine*, 29(6), 1564–1568. <https://doi.org/10.1111/jvim.13643>
- Lowrie, M., Hadjivassiliou, M., Sanders, D.S., & Garden, O.A. (2016). A presumptive case of gluten sensitivity in a border terrier: a multisystem disorder? *Veterinary Record*, 179(22), 573-573. <https://doi.org/10.1136/vr.103910>

- Matsumoto, I., Uchida, K., Nakashima, K., Hiyoshi, S., Chambers, J.K., Tsujimoto, H., & Nakayama, H. (2018). IgA Antibodies Against Gliadin and Tissue Transglutaminase in Dogs With Chronic Enteritis and Intestinal T-Cell Lymphoma. *Veterinary pathology*, 55(1), 98–107. <https://doi.org/10.1177/0300985817690212>
- Moreno, A.A., Parker, V.J., Winston, J.A. & Rudinsky, A.J. (2022). Dietary fiber aids in the management of canine and feline gastrointestinal disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(S3), S33–S45. <https://doi.org/10.2460/javma.22.08.0351>
- Mueller, R.S. & Olivry, T. (2018). Critically appraised topic on adverse food reactions of companion animals (6): prevalence of noncutaneous manifestations of adverse food reactions in dogs and cats. *BMC veterinary research*, 14(1), 341. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1656-0>
- Rauhavirta, T., Hietikko, M., Salmi, T. & Lindfors, K. (2019). Transglutaminase 2 and transglutaminase 2 autoantibodies in celiac disease: a review. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 57, 23–38. DOI: [10.1007/s12016-016-8557-4](https://doi.org/10.1007/s12016-016-8557-4)
- Rogers, C.B., Meyerhoff, N. & Volk, H.A. (2023). Gluten serological testing in various dog breeds with paroxysmal dyskinesia. *Frontiers in veterinary science*, 10, 1119441. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1119441>
- Vici, G., Belli, L., Biondi, M. & Polzonetti, V. (2016). Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clinical nutrition*, 35(6), 1236–1241. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.05.002>
- Villanacci, V., Vanoli, A., Leoncini, G., Arpa, G., Salviato, T., Bonetti, L.R., Baronchelli, C., Saragoni, L. & Parente, P. (2020). Celiac disease: histology-differential diagnosis-complications. A practical approach. *Pathologica*, 112(3), 186–196. <https://doi.org/10.32074/1591-951X-157>
- Vuori, K.A., Hemida, M., Moore, R., Salin, S., Rosendahl, S., Anturaniemi, J. & Hielm-Björkman, A. (2023). The effect of puppyhood and adolescent diet on the incidence of chronic enteropathy in dogs later in life. *Scientific reports*, 13(1), 1830. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27866-z>
- Алконов, Д.І. (2022). Діагностика та лікування виразкової хвороби шлунка у собак дрібних порід : кваліф. робота : спец. 211 «Ветеринарна медицина» / Поліський нац. ун-т, каф. внутрішньої патології, акушерства, хірургії і фізіології ; наук. кер. Дубовий А. А/ Доступно в Інтернеті за адресою: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/12848>
- Левченко, В.І., Влізло, В.В., Кондрахін, І.П., Головаха, В.І., Морозенко, Д.В., Сахнюк, В.В., ... & Щуревиц, Г.О. (2017). Клінічна діагностика хвороб тварин. Доступно в Інтернеті за адресою: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/298>
- Левченко, В.І., Головаха, В.І., Сахнюк, В.В., Безух, В.М., Богатко, Л.М., Вовкотруб, Н.В., & Харченко, А.В. (2015). Лабораторне дослідження крові тварин та інтерпретація його результатів : методичний посібник. Доступно в Інтернеті за адресою: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/410>
- Махнева, А.Ф. & Бекишева, А.Н. (2017). Морфологическая диагностика целиакии. *Медицина*, 9(183), 54–58.
- Супрович, Т.М. & Чорний, І.О. (2023). Лабораторні методи діагностики хвороб тварин. Доступно в Інтернеті за адресою: <http://188.190.33.55:7980/jspui/handle/123456789/11463>



2024. Номер 10, С 146 – 151

Отримано: 02.10.2024 Прийнято: 24.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.13

UDC 636.4:616.36:637.055

IMPACT OF PORCINE FATTY LIVER ON THE QUALITY INDICATORS OF SLAUGHTER PRODUCTS

I.L. Tsyvirko, L.V. Busol, V.M. Zhilina, O.I. Parylovskiy, A.M. Bohatyryova

State Biotechnology University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: tsivirko2309@i.ua

Annotation. The article examines the impact of porcine fatty liver (hepatic lipidosis) on the quality indicators of slaughter products. Fatty liver disease is one of the most common liver pathologies in pigs, leading to impaired liver function and potentially affecting the quality of meat and other products derived from animals with this condition. This disease develops due to lipid metabolism disorders in the liver, resulting in fat accumulation in the organ, and in some cases, its dystrophy. The effect of fatty liver disease on the organoleptic and biochemical properties of pork is multifaceted and complex. This article studies changes in the color, texture, and taste characteristics of pork from pigs with fatty liver, as well as the chemical composition indicators, specifically the content of proteins, fats, and moisture. Fat accumulation in the liver reduces the body's ability to absorb certain nutrients, which may impact the nutritional value of the meat. The purpose of the study is to analyze changes in the physicochemical characteristics of the meat, such as fat, protein, and moisture content, as well as its organoleptic properties (taste, smell, texture). The study found that the presence of fatty liver disease in pigs leads to a decrease in the overall quality of meat due to metabolic disruptions, changes in its composition, and effects on organoleptic characteristics. To minimize the adverse effects of fatty liver on meat quality, preventive measures for this disease should be implemented during feeding and veterinary monitoring, alongside improvements in meat processing and storage technologies. The research confirms the need for a comprehensive approach to assessing pig health and refining meat quality control methods at all stages of the production process. It is recommended to consider the presence of fatty liver disease when evaluating pork quality and developing standards to ensure food safety.

Key words: *liver, organoleptic properties, chemical composition, microbiological indicators.*

ВПЛИВ ЖИРОВОГО ГЕПАТОЗУ СВИНЕЙ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ЗАБОЮ

І.Л. Цивірко, Л.В. Бусол, В.М. Жиліна, О.І. Парилівський, А.М. Богатирьова

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: tsivirko2309@i.ua

Анотація. У статті наведено результати досліджень щодо впливу жирового гепатозу свиней на якісні показники продуктів забою. Жировий гепатоз є однією з найпоширеніших патологій печінки у свиней, що характеризується порушенням її функції та може суттєво впливати на якість м'яса та інших продуктів, отриманих від тварин, які мають це захворювання. Це захворювання призводить до накопичення жирів в органі, а в окремих випадках – до його дистрофії. Вплив жирового гепатозу на органолептичні та біохімічні властивості м'яса свиней є багатограним і складним. У статті вивчаються зміни у кольорі, текстурі та смакових характеристиках м'яса свиней з жировим гепатозом, а також показники його хімічного складу, зокрема вміст білків, жирів, вологи. Накопичення жирів у печінці знижує засвоюваність організмом деяких нутрієнтів, що може впливати на поживну цінність м'яса. Метою дослідження було визначення змін у фізико-хімічних характеристиках м'яса, таких як вміст жиру, білка, вологи, а також органолептичні властивості (смак, запах, текстура). За результатами досліджень було встановлено, що при наявності гепатозу у свиней спостерігається зниження загальної якості м'яса. Дослідження підтверджує необхідність комплексного підходу до оцінки стану здоров'я свиней та вдосконалення методів контролю якості м'яса на всіх етапах виробничого процесу. Рекомендовано враховувати наявність жирового гепатозу при оцінці якості свинини та розробці стандартів для забезпечення безпеки харчової продукції.

Ключові слова: *жировий гепатоз, органолептичні показники, хімічний склад, мікробіологічні показники.*

Вступ. Жировий гепатоз свиней є однією з найбільш поширених патологій печінки у сільськогосподарських тварин, що впливає на їх здоров'я, продуктивність та якість продукції, яку отримують від них. Дане захворювання характеризується накопиченням жирових включень у клітинах печінки, що спричиняє порушення її функцій, а також ускладнює процеси метаболізму, в т.ч. нейтралізації токсичних речовин. У зв'язку з цим, жировий гепатоз свиней має важливе значення не лише з точки зору його профілактики і лікування, але й для харчової промисловості, оскільки якість продукції, зокрема м'яса, може бути незадовільною (N. Feliu-Alsina 2023).

Актуальність теми. Жировий гепатоз може призвести до накопичення токсичних речовин як в печінці так і у продуктах забою, а також бути причиною погіршення органолептичних характеристик м'яса (Joo & Kim, 2011). Розуміння зв'язку між цим захворюванням та якістю м'яса має важливе значення для ветеринарної медицини та харчової промисловості, що вказує на необхідність проведення комплексних досліджень у цьому напрямку (Schumacher et al., 2022; Hwang et al., 2015).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішення питань продовольчої безпеки є першочерговим завданням, яке держава ставить перед агропромисловим комплексом. Найбільш важливим викликом є збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції і, насамперед, м'яса та м'ясопродуктів (Hwang et al., 2015). У країнах з розвинутою економікою вирощування свиней є одним з ефективних способів вирішення проблеми забезпечення населення високоякісним білковим продуктом природного походження (Wood et al., 2016). Проте, незаразні захворювання, зокрема такі, як гепатоз, завдають

свинарству значних економічних збитків, враховуючи, що на це захворювання припадає від 10 до 30 % всієї незаразної патології печінки (Toldrá & Reig, 2011; Pugliese & Sirtori, 2012).

Жировий гепатоз реєструють як первинне, а, частіше, як вторинне супутнє захворювання тварин. До причин первинного гепатозу відносять, перш за все, годівлю свиней недоброякісним кормом (Lebret & Guillard, 2015). У складі кормів особливо небезпечними є окислені жири, продукти гниття білка, мікотоксини; а також порушення співвідношення між протеїном та жиром; дефіцит поживних речовин, а також вітамінів і мікроелементів (Rosenvold et al., 2013). Як супутнє захворювання, гепатоз розвивається при ожирінні, цукровому діабеті та інших хворобах, в основі яких лежать порушення обміну речовин і функцій ендокринних органів (Nellore & Knaus, 2014; Lebret, et al., 2017). Очевидним є той факт, що цілком уникнути негативного впливу тих чи інших негативних факторів на печінку неможливо, актуальним є пошук засобів, що пом'якшують або перешкоджають ураження органу (Pethick et al., 2011; Hwang et al., 2015; Warriss, 2018). Не зважаючи на поширеність патологій печінки, питання якості продукції, яку отримують від тварин з такою патологією, є не достатньо вивченим, що й обумовило мету наших досліджень.

Метою роботи було дати оцінку якості свинини за жирового гепатозу тварин.

Завданням дослідження було визначити хімічний склад, органолептичні та мікробіологічні показники м'яса та продуктів забою свиней за жирового гепатозу.

Матеріал і методи досліджень. Матеріалом для досліджень слугували проби найдовшого м'яза спини (*m. longissimus dorsi*) здорових свиней (контрольна група, n=10) та хворих на жировий гепатоз (дослідна група, n=10). Проби м'яса були одержані від свиней породи ландрас віком від 6 до 9 міс. Дослідження виконували відповідно до «Правил передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів». Колір, запах, консистенцію, стан поверхні свіжого розрізу найдовшого м'яза спини, стан сухожилків, жиру визначали згідно ДСТУ 7992:2015. Також визначали біохімічні (визначення рН, реакція на пероксидазу, з розчином міді сульфату, вміст аміноаміачного азоту) та хімічні показники якості м'яса. Показники свіжості визначали згідно ДСТУ 7158:2010 М'ясо. Свинина в тушах і півтушах. Технічні умови.

Дослідження проводили в лабораторії кафедри санітарії, гігієни та судової ветеринарної медицини ДБТУ, а також у лабораторії оцінки і моніторингу якості тваринницької продукції та кормів Інституту тваринництва НААН України. Результати досліджень обробляли статистично з використанням пакету програм *Microsoft Exel 2003*, з визначенням середньоарифметичного (M), помилки (m); вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення. У першу чергу проводили огляд печінки. У тушах здорових тварин печінка мала темно-коричневий колір, блискучу поверхню та чітко виражену часточкову структуру. Вона була щільною, пружною на дотик, без видимих патологічних змін. На розрізі – печінка однорідна, гладка, помірно волога, без включень. Жовчні протоки та кровоносні судини не розширені, жовч вільно виділялась.

Печінка свиней, що була вражена жировим гепатозом, була збільшена в розмірі, мала блідо-жовтий або сіруватий відтінок, матову поверхню. При пальпації орган мав дряблу консистенцію, у кількох випадках в'ялий, що свідчило про жирову інфільтрацію тканин. На розрізі печінка неоднорідна, з ділянками жирового переродження, які мали блідий колір, жовчні протоки звужені, що ускладнювало виділення жовчі.

За результатами органолептичного дослідження (табл. 1) встановлено, що м'ясо, отримане від здорових свиней, мало кращі органолептичні показники, ніж від тварин хворих на жировий гепатоз.

Таблиця 1

Органолептичні показники м'яса від здорових і хворих на гепатоз свиней, $M \pm m$, $n=10$

Показники	Зразки м'яса свиней	
	здорові	за жирового гепатозу
Колір	Рожевий	Світло-рожевий із жовтуватим відтінком
Запах	Приємний, характерний, добре виражений	Приємний, характерний, слабо виражений
Консистенція	Пружна	М'яка, пухка
Смак бульона	Насичений	Слабо виражений

Зразки м'яса від здорових тварин мали рожевий колір, пружну консистенцію, добре виражений, приємний, характерний для свинини запах; поверхня розрізу була щільною, блискучою, помірно вологою, еластичною; жир блискучий, твердий, білого кольору; бульйон ароматний, приємний на смак, жирові кульки рівномірно розподілені по поверхні.

За жирового гепатозу відбувалися органолептичні зміни м'яса. Його колір був світлішим та мав жовтуватий відтінок; смак та аромат були слабо вираженими, консистенція – порушеною.

Біохімічні та мікроскопічні показники м'яса від здорових та хворих свиней наведено в табл. 2.

Як свідчать отримані дані, біохімічні показники м'яса від свиней контрольної групи відповідали таким м'ясу здорових тварин. У мазках-відбитках із поверхневих шарів м'яса в полі зору мікроскопа були виявлені лише поодинокі мікроорганізми, в глибоких – не виявлено.

За результатами лабораторних досліджень м'яса від хворих тварин було встановлено, що за жирового гепатозу реакція на пероксидазу та з міді сульфатом були сумнівними, що вказувало на зниження якості продуктів забою і м'ясо від хворих тварин відносило до категорії сумнівно свіжого.

Таблиця 2

Біохімічні та мікроскопічні показники м'яса від здорових і хворих на гепатоз свиней, $M \pm m$, $n=10$

Показники	Зразки м'яса від свиней	
	здорові	за жирового гепатозу
Реакція з міді сульфатом	Бульйон прозорий	Бульйон прозорий
pH	5,7 \pm 0,03	6,43 \pm 0,02*
Вміст аміно-аміачного азоту, мг	1,21 \pm 0,03	1,20 \pm 0,04
Реакція на пероксидазу	Синьо-зелений колір	Синьо-зелений колір з'являється через 1 хв
Мікроскопія мазків-відбитків, кількість мікробних клітин	5,09 \pm 0,16	10,6 \pm 1,10*

Примітка. * $p \leq 0,05$ відносно показників контролю.

Як відомо, після забою в процесі ферментації м'яса здорових тварин відбувається різке зрушення показника концентрації іонів водню в кислий бік (Lawrie, et al., 2016). Так, через добу pH знижується до 5,6–5,8. У м'ясі хворих або убитих в агональному стані тварин такого різкого зниження pH не відбувається. М'ясо хворих тварин має pH в межах 6,3–6,5, м'ясо здорових – 5,7–6,2. Таке м'ясо має низьку вологозв'язуючу здатність і незадовільні кулінарні властивості (Lebret, & Guillard, 2015).

За результатами наших досліджень після дозрівання pH м'яса хворих свиней становила 6,43 \pm 0,02, здорових – 5,7 \pm 0,03, що було більше ($p \leq 0,05$). Такі дані свідчать про порушення процесу гліколізу, тому таке м'ясо довго зберігатися не може і його реалізацію треба проводити в першу чергу (Pethick, et al., 2011).

Результати визначення хімічного складу м'яса наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Хімічний склад м'яса від здорових і хворих на гепатоз свиней, $M \pm m$, $n=10$

Показники	Зразки м'яса свиней	
	здорові	за жирового гепатозу
Волога, %	62,5±1,2	59,8±2,5
Зола, %	0,93±0,01	0,93±0,01
Жир, %	15±0,4	35±0,3**
Білок, %	20±0,1	17±0,2*

Примітки: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ відносно показників контролю.

Уміст жиру в м'ясі від свиней за жирового гепатозу порівняно з контролем був більшим на 20,0 % ($p \leq 0,01$), що призвело до погіршення текстури та зниження поживної цінності. Ми пов'язуємо цей факт з тим, що за жирового гепатозу порушується здатність печінки обробляти та метаболізувати жири (Pugliese et al., 2013). Як результат, жир може накопичуватися в печінці та в інших органах, включаючи м'язи. Це збільшує вміст жиру в м'ясі свині.

У той же час, уміст білка в цих зразках був достовірно меншим і становив $17,0 \pm 0,2$ % в м'ясі свиней за жирового гепатозу та $20,0 \pm 0,1$ % в м'ясі свиней контрольної групи. Як відомо, печінка відіграє провідну роль у синтезі білків, зокрема білків плазми крові (Brambila et al., 2014). При захворюваннях печінки, зокрема за жирового гепатозу її здатність до синтезу цих білків знижується. Це призводить до загального зменшення вмісту білка в крові, а також у м'язовій тканині. М'язова тканина, як і інші, не отримують у необхідній кількості необхідні амінокислоти для побудови білка, що призводить до його зменшення в м'ясі (Kozera-Kowalska, 2017).

Отже, збільшення вмісту жиру і зменшення вмісту білку в м'ясі від свиней, хворих на гепатоз негативно впливає на якість продукту, роблячи його менш корисним з точки зору харчової цінності.

Висновки.

1. За результатами визначення органолептичних і біохімічних показників у пробах найдовшого м'яза встановлено, що м'ясо від свиней, в яких був встановлений жировий гепатоз, відноситься до категорії сумнівної свіжості.

2. Порівняно з контролем, м'ясо від свиней з жировим гепатозом містило більший на 30 % ($p \leq 0,01$) вміст жиру і менший на 15 % ($p \leq 0,05$) вміст білку.

References

- N. Feliu-Alsina, E. Sagner (2023). Microbiological Quality and Physicochemical Characteristics of Pork Livers Supplied by an Industrial Slaughterhouse *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2023;73(2):130-138. <https://doi.org/10.31883/pjfn/162874>
- M. Schumacher, H. DelCurto-Wyffels, J. Thomson, J. Boles (2022). Fat Deposition and Fat Effects on Meat Quality—A Review. *Animals* 2022, 12, 1-17. <https://doi.org/10.3390/ani12121550>
- M. Fornós, S. Sanz-Fernández, E. Jiménez-Moreno, D. Carrión, J. Gasa, V. Rodríguez-Estévez (2022). The feeding behaviour habits of growing-finishing pigs and its effects on growth performance and carcass quality: a review. *Animals* 2022, 12, 1128. <https://doi.org/10.3390/ani12091128>
- I.H. Hwang, B.Y. Park, J.H. Kim, S.H. Cho, J.M. Lee (2015). Assessment of postmortem proteolysis by gel-based proteome analysis and its relationship to meat quality traits in pig longissimus. *Meat Science*, 69, 2005, (79-91). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.019>

- J.D. Wood, M. Enser, A.V. Fisher, G.R. Nute, P.R. Sheard, R.I. Richardson, S.I. Hughes, F.M. Whittington (2016). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78(4), 343-358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>
- Lawrie, R.A., (2016). Lawrie's Meat Science (7th ed.). Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9781845691615>
- Lebret, B., & Guillard, A.S. (2015). Fat deposition in pork: Metabolic and nutritional aspects. *Meat Science*, 70(3), 489-502. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.12.012>
- Pethick, D.W., Ball, A.J., Banks, R.G., & Hocquette, J.F. (2011). Current and future issues facing red meat quality in a competitive market and how to manage continuous improvement. *Animal Production Science*, 51(1), 13-18. <https://doi.org/10.1071/AN10041>
- Pugliese, C., & Sirtori, F. (2012). Quality of meat and meat products produced from southern European pig breeds. *Meat Science*, 90(3), 403-412. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.019>
- Rosenvold, K., & Andersen, H.J. (2013). Factors of significance for pork quality: A review. *Meat Science*, 64(3), 219-237. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00186-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00186-9)
- J. E. Pettigrew, M. A. Esnaola. (2001). Swine nutrition and pork quality: A review. *Journal of Animal Science*, 79, 316–342,. <https://doi.org/10.2527/jas2001.79E-SupplE316x>
- Kozera-Kowalska M. (2017). The food security and safety in the case of pork production in Poland. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 43(1), 95-102. <http://dx.doi.org/10.17306/J.JARD.2017.00258>



2024. Номер 10, С 152 – 158

Отримано: 04.10.2024 Прийнято: 17.10.2024 Опубліковано: 26.10.2024

DOI: 10.31890/vttp.2024.10.14

UDC 636.7.09:615:616.992

THERAPEUTIC EFFECTIVENESS OF DIFFERENT SCHEMES FOR THE ASSOCIATED FORM OF MYCOSIS IN DOGS

M. Chupryna

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

E-mail: nickchupryna@gmail.com

Annotation. Fungal infections are quite common among dogs, and the development of a generalized form of the disease causes severe secondary infections. Today in Ukraine, most dogs are companions that are constantly with the owner, therefore, in some cases, from sick animals with malassezia and alternariosis, the disease spreads to the owners, causing the development of allergic conditions of the skin and respiratory system. The aim of the work was to develop an effective treatment scheme for canine mycosis in an associated form. For this, two therapy schemes have been developed, which involve the complex use of etiotropic, symptomatic and pathogenetic drugs. The object of the study were 38 dogs with a confirmed diagnosis of *Alternaria* and *Malassezia* in a disseminated form. Animals with clinical signs of dermatitis that came to the clinic were examined by cytological and cultural methods to identify the causative agent of the disease and establish a final diagnosis. Later, two groups of animals were formed according to the principle of analogues, and each had its own therapy scheme. The second scheme was more successful: 1) using etiotropic agents in the form of *Vetbio Dr.Pets* shampoo with chlorhexidine and ketoconazole every three days, *SkinGuard* spray twice a day; 2) *Apoquel* to relieve symptoms of itching during the first week of therapy; 3) anti-inflammatory bioregulatory drug *Traumel*; 4) balanced dietary nutrition with *Specific CDD-HY* feed; 5) elimination of mechanical irritants by avoiding walking on dusty places and grass and maintaining hygiene by thoroughly washing and drying paws after going outside. Successful therapy was considered the disappearance of clinical signs of dermatitis and negative repeated cultural and cytological examination. Itching in the animals did not return after stopping the use of *Apoquel*, and complete recovery occurred after 3 weeks.

Key words: *alternariosis, malassezia, dermatitis, therapy scheme, dogs.*

ТЕРАПЕВТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СХЕМ ЗА АСОЦІЙОВАНОЇ ФОРМИ МІКОЗУ СОБАК

М.І. Чуприна

Науковий керівник – кандидат біологічних наук, доцент **І.М. Іванченко**

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

E-mail: nickchuprina@gmail.com

Анотація. Грибкові інфекції є досить поширеними серед собак, а розвиток генералізованої форми захворювання спричиняє тяжкі вторинні інфекції. На сьогодні в Україні більшість собак є компаньйонами, що постійно перебувають з власником, тому в окремих випадках від хворих тварин на маласезіоз і альтернаріоз захворювання поширюється і на господарів, спричиняючи розвиток алергічних станів шкіри і респіраторної системи. Метою роботи було розробити ефективну схему терапії за мікозу собак в асоційованій формі. Для цього складено дві схеми терапії, що передбачають комплексне застосування етіотропних, симптоматичних і патогенетичних лікарських засобів. Об'єктом дослідження були 38 собак з підтвердженим діагнозом на альтернаріоз і маласезіоз в дисемінованій формі. Тварин з клінічними ознаками дерматиту, що надходили в клініку, досліджували цитологічним і культуральним методом для ідентифікації збудника захворювання і встановлення остаточного діагнозу. Надалі за принципом аналогів сформовано дві групи хворих тварин, і для кожної застосовувалась своя схема терапії. Більш успішною була друга схема: 1) використанням етіотропних засобів у вигляді шампуню *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом кожні три дні, спрею *СкінГард* щодня двічі на день; 2) *Апоквель* для зняття симптомів свербіжу протягом першого тижня терапії; 3) протизапального біорегуляційного препарату *Траумель*; 4) збалансованого дієтичного харчування кормом *Specific CDD-HY*; 5) усунення механічних подразників уникнення прогулянок по запиленім місцям і траві та дотримання гігієни шляхом ретельного миття і висушування лап після вулиці. Успішною терапією і одужанням вважали зникнення клінічних ознак дерматиту та негативні повторне культуральне і цитологічне дослідження. Свербіж у тварин не повертався після припинення застосування *Апоквелю*, а повне одужання наставало через 3 тижні.

Ключові слова: *альтернаріоз, маласезіоз, схема терапії, собаки.*

Вступ. *Актуальність теми.* На сьогодні найбільш частою причиною звернень власників тварин до ветеринарних клінік є хвороби з дермальним синдромом. Так, у Великобританії проаналізували 3707 звернень до ветеринара і встановили, що частка дерматопатологій серед інших видів патологій склала 21,6 % (Hill et al., 2006). Останнім часом багато дерматофітів, що раніше вважалися непатогенними, перейшли до розряду умовно-патогенних, у тому числі і під дією біотичних факторів, спричиняючи більшу кількість самостійних інфекцій або ускладнюючи перебіг інших захворювань (Theelen et al., 2018). До таких збудників належать представники родів *Malassesia* і *Alternaria*. Вони можуть викликати дисемінований дерматит як самостійно, так і в асоційованій формі (Guillot & Bond, 2020). Розвиток захворювання відбувається на тлі порушення опірності організму і балансу сталої мікробіоти шкіри внаслідок дії екзогенних та ендогенних чинників (Sparber & Leibundgut-Landmann, 2017; Fernandes et al., 2023).

Установлено, що гриби роду *Alternaria* утворюють одну з найпоширеніших груп повітряно-крапельних алергенів та часто асоціюються з іншими патогенами, що спричиняють мультифакторні алергічні стани з респіраторними компонентами у людей (Choudhury & Marte, 2014; Roman et al., 2016; Lee et al., 2019). У свою чергу, маласезії

викликають дерматопатологічні стани у людей, що схильні до алергічних станів чи з ослабленим імунітетом (Bond et al., 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні ефективним методом терапії маласезіозного дерматиту є використання препаратів у вигляді шампунів із вмістом 2% міконазолу та 2% хлоргексидину або із застосуванням 1% кетоконазолу. Для собак, коли місцева терапія не має суттєвого ефекту або занадто трудомістка, доцільним є використання кетоконазолу в дозі 5–10 мг/кг перорально один або два рази на день та ітраконазол у дозі 5 мг/кг перорально один раз на день або два дні поспіль на тиждень (Schlemmer et al., 2019; Chan et al., 2018). Терапія альтернативності передбачає застосування системних препаратів з ітраконазолом. В інформаційних джерелах відомості, що висвітлюють лікування тварини з асоційованою формою мікозу не описані, тож це дає підстави для проведення клінічних досліджень.

Мета роботи – розробити ефективну схему терапії за асоційованої форми мікозу собак.

Завдання дослідження. Шляхом застосування двох різних схем терапії на хворих собаках з асоційованою інфекцією встановити найбільш ефективну.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведено на базі Амбулаторії ветеринарної медицини в м. Тернопіль. Матеріалом слугували 38 собак віком від 2 до 9 років з клінічними ознаками дерматиту. Діагноз на альтернативність і маласезіоз було підтверджено на підставі традиційних для інфекційних хвороб методів – збір епізоотологічного анамнезу та клінічне обстеження. Також використовували результати цитологічного, бактеріологічно-культурального дослідження уражених ділянок тіла собак – вирощування збудників на селективному середовищі *DSM Dermakit* (Choi et al., 2018; Lorch et al., 2018; Puig et al., 2019). Після вирощування колоній дерматофітів на живильному середовищі досліджували їх відбитки на клейкій плівці методом звичайної мікроскопії. Для кращого контрасту мазки-відбитки підфарбовували фарбою *Leucodif 200* (Bond et al., 2010; Alvarez-Perez et al., 2019; Moraru et al., 2019).

Після встановлення діагнозу за принципом аналогів з хворих собак було сформовано 2 групи піддослідних тварин (по 19 голів в кожній). У подальшому застосовували різні схеми терапії при асоційованій формі альтернативності та маласезіозу собак і вивчали їх ефективність.

Результати досліджень та їх обговорення. У хворих собак обох піддослідних груп спостерігали подібні клінічні ознаки: еритеми, лущення шкіри, пігментацію, на вентральних ділянках тіла, на пахових западинах, на медіальній поверхні стегна і дистальних відділах кінцівок (рис. 1, 2).



Рисунок 1, 2. Клінічна картина уражених ділянок тіла собак

Свербіж за шкалою інтенсивності становив від 1 до 5-10, а також спостерігали постійне вилизування шкіри між пальцями і подушечками лап. За цитологічного та культурального дослідження шкіри було виявлено збудників роду *Malassezia* і *Alternaria* (рис. 3, 4).

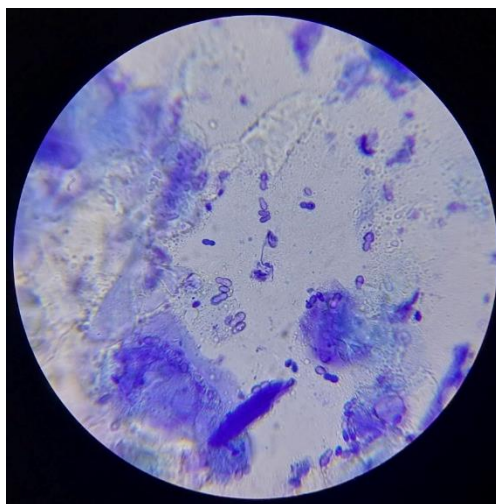


Рисунок 3. Результати цитології в перший день. Численні представники роду



Malassezia із препарату липкої стрічки; забарвлення Лейкодиф, 1000^x

Рисунок 4. Представник роду *Alternaria* при мікроскопічному дослідженні вирощеної культури на середовищі *Dermakit*

Оскільки системне застосування протигрибкових препаратів має гепатотоксичну дію (Kirk et al., 2021), було вирішено з етіотропної терапії застосовувати місцеві засоби у вигляді шампуню *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом та спрею *СкінГард* діючими речовинами якого є хлоргексидин і кетоконазол. Свербіж у всіх тварин мав генералізовану форму, був високої інтенсивності, тому щоб уникнути вторинного подразнення і пошкодження шкіри застосовували препарат який інгібує Янус-кіназу — *Апоквель* на основі оклацитинібу згідно з дозуванням до кожної тварини. Комплексним препаратом патогенетичної дії був *Траумель*. *Траумель* знімає запалення шляхом зниження концентрації прозапальних медіаторів — фактору некрозу пухлин альфа, ІІ-1 β , ІІ-6 и ІІ-8, а також стимуляції секреції TGF- β . (Heine & Schmolz, 1998; Porozov et al., 2004). Також призначена дієтична годівля кормом *Specific CDD-HY* з підвищеним вмістом комплексу вітамінів групи А, Е та В, цинку та селену для відновлення і підтримання здорової шкіри та шерсті (Idamokoro et al., 2020; Shastak et al., 2024; Wu, 2024). Важливою ланкою кожної схеми є недопущення прогулянок в густій траві і запилених місцях, а також ретельно мити

і витирати насухо лапи після неї. Ці дії зменшать місцеве подразнення, прибиратимуть залишки бруду і вологи, що в свою чергу сприятиме відновленню цілісності шкіри і її мікробіоти.

Для хворих собак першої піддослідної групи застосовували наступну схему терапії (Схема № 1): 1) дієтична годівля кормом *Specific CDD-HY*; 2) купати тварину шампунем *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом кожні 3 дні; 3) не допускати активності під час прогулянок у густій траві та запилених місцях, а після неї ретельно мити і висушувати лапи; 4) перший тиждень застосовувати препарат на основі оклацитинібу для зменшення свербіжу.

Хворих собак другої піддослідної групи лікували за наступною схемою (Схема № 2): 1) дієтична годівля кормом *Specific CDD-HY*; 2) купати тварину шампунем *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом кожні 3 дні; 3) на ділянки ураження наносити спрей *СкінГард* 2 рази на добу; 4) *Траумель* – ін'єкції підшкірно або внутрішньом'язево 1 раз на добу 7 діб і надалі 3 ін'єкції кожні 48 год; 5) не допускати активності під час прогулянок у густій траві та запилених місцях, а після неї ретельно мити і висушувати лапи; 6) перший тиждень застосовувати препарат на основі оклацитинібу для зменшення свербіжу.

Схема терапії № 2 передбачала застосування не тільки загальноприйнятої терапії з обробкою лише шампунями, а також включала спрей *СкінГард* для місцевого застосування і комплексний протизапальний препарат *Траумель*.

Повним одужанням вважали негативний результат культурального та цитологічного дослідження і зникнення клінічних ознак дерматиту. У хворих собак першої групи на 10-й день терапії симптоми свербіжу зберігались на рівні 2 з 10, і тільки на 15-й день їх не реєстрували. Негативний результат культурального і цитологічного дослідження встановлювали на 25-30 день терапії. Повністю симптоми захворювання зникли через 5 тижнів.

У хворих собак другої піддослідної групи свербіж був повністю відсутнім вже на 10 день терапії, а інші симптоми захворювання не реєстрували на 21 день. Негативний результат культурального і цитологічного дослідження встановлювали на 18-20 день терапії.

Враховуючи меншу тривалість лікування асоційованої форми мікозу собак за схемою терапії № 2, прийшли до висновку, що вона була більш ефективною, ніж схема № 1.

Висновки.

1. Схема терапії № 2, що передбачає використання шампуню *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом, *СкінГард* спрей, протизапального препарату *Траумель*, інгібітора Янус-кінази *Апоквель* і включає уникнення вигулу в густій траві, запилених місцях, а після прогулянки ретельне миття і очищення лап, може бути успішно застосована для хворих собак з асоційованою формою мікозу при ураженні представниками родів *Alternaria* і *Malassezia*.

2. Ефективна терапія з місцевим застосуванням двох етіотропних препаратів спрею *СкінГард* і шампуню *Vetbio Dr.Pets* з хлоргексидином і кетоконазолом за асоційованої форми мікозу собак, викликаного представниками роду *Malassezia* і *Alternaria* дозволяє уникнути системного використання протигрибкових препаратів.

3. Лікування собак, хворих на клінічно-виражені форми альтернاریозу і маласезіозу, повинно бути комплексним з урахуванням необхідності відновлення мікрофлори шкіри та механізмів підтримки її гомеостазу і опірності, тому успішна терапія полягає в одночасному застосуванні етіотропних і патогенетичних лікувальних засобів.

Перспективи подальших досліджень. Перспективою подальших досліджень є дослідження біохімічних та гематологічних показників до та після лікування, а також впровадження ефективних схем терапії в клініки ветеринарної медицини.

References

- Alvarez-Perez, S., Garcia, M.E., & Blanco, J.L. (2019). In vitro activity of amphotericin B-azole combinations against *Malassezia pachydermatis* strains, *Medical Mycology*, 57, 196–203. <https://doi.org/10.1093/mmy/myy009>
- Bond, R., Guillot, J., & Cabanes, F. J. (2010). “Malassezia yeasts in animal disease,” in *Malassezia and the skin*, eds T. Boekhout, E. Guého-Kellermann, P. Maysers, and A. Velegriaki. Heidelberg: Springer-Verlag, 1, 271–299. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03616-3_10
- Bond, R., Morris, D.O., Guillot, J., Bensignor, E., Robson, D., Mason, K. V., Kano, R. & Hill, P. (2020). Biology, diagnosis and treatment of Malassezia dermatitis in dogs and cats. clinical consensus guidelines of the world association for veterinary dermatology. *Veterinary Dermatology*, 73-77. <https://doi.org/10.1111/vde.12834>
- Chan, W.Y., Hickey, E.E., Khazandi, M., Page, S.W., Trott, D.J., & Hill, P.B. (2018). In vitro antimicrobial activity of monensin against common clinical isolates associated with canine otitis externa. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 57, 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2018.05.001>
- Choi, N., Edginton, H.D., Griffin, C.E., & Angus, J.C. (2018). Comparison of two ear cytological collection techniques in dogs with otitis externa. *Veterinary Dermatology*, 29, 413–e136. <https://doi.org/10.1111/vde.12664>
- Choudhury, S., & Marte, R.L. (2014). Malassezia pachydermatis fungaemia in an adult on posaconazole prophylaxis for acute myeloid leukaemia. *Pathology*, 46, 466–467. <https://doi.org/10.1097/pat.000000000000139>
- Idamokoro, E., Falowo, A., Oyeagu, C. & Afolayan, A. (2020) Multifunctional activity of vitamin E in animal and animal products: A review. *Animal Science Journal*. 91(1), e13352. <https://doi.org/10.1111/asj.13352>
- Fernandes, C., Casadevall, A. & Gonçalves, T. (2023). Mechanisms of Alternaria pathogenesis in animals and plants. *FEMS Microbiology Reviews*, 47(6), 1-25. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuad061>
- Guillot J. & Bond R. (2020). Malassezia yeasts in veterinary dermatology: an updated overview. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10(79), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00079>
- Hill, P., Lo, A., Eden, C., Huntley, S., Morey, V., Ramsey, S., Richardson, C., Smith, D., Sutton, C., Taylor, M., Thorpe, E., Tidmarsh, R. & Williams. V. (2006). Survey of the prevalence, diagnosis and treatment of dermatological conditions in small animals in general practice. *Veterinary Record*, 158(16), 533-539. <https://doi.org/10.1136/vr.158.16.533>
- Kirk, N., Vieson. M., Selting, K. & Reinhart J. (2021). Cytotoxicity of Cultured Canine Primary Hepatocytes Exposed to Itraconazole Is Decreased by Pre-treatment With Glutathione. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(621732), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.621732>
- Lee, J., Cho, Y. G., Kim, D. S., Choi, S. I., & Lee, H. S. (2019). First case of catheter-related Malassezia pachydermatis fungemia in an adult. *Annals of Laboratory Medicine*, 39, 99–101. <https://doi.org/10.3343/alm.2019.39.1.99>
- Lorch, J.M., Palmer, J.M., Vanderwolf, K.J., Schmidt, K.Z., Verant, M.L., Weller, T.J. & Blehert, D. (2018). Malassezia vespertilionis sp nov.: a new cold-tolerant species of yeast isolated from bats. *Persoonia*, 41, 56–70. <https://doi.org/10.3767/persoonia.2018.41.04>
- Manion, C.R., & Widder, R.M. (2017). Essentials of essential oils. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 74, 153–162. <https://doi.org/10.2146/ajhp151043>
- Moraru, R., Chermette, R., & Guillot, J. (2019). “Superficial mycoses in dogs and cats,” in *Recent Trends in Human and Animal Mycology*, eds K. Singh and N. Srivastava, 27–45. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9435-5_2
- Porozov S., Cahalon L., Weiser M., Branski D., Lider O., Oberbaum M. (2004). Inhibition of IL-1 and TNF-secretion from Testing and activated human immunocytes by the homeopathic

- medication Traumeel S. *Clinical and Developmental Immunology*, 11(2), 143-149. <https://doi.org/10.1080/10446670410001722203>
- Puig, L., Castella, G., & Cabanes, F.J. (2019). Quantification of *Malassezia pachydermatis* by real-time PCR in swabs from the external ear canal of dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 31, 440-447. <https://doi.org/10.1177/1040638719840686>
- Roman, J., Bagla, P., Ren, P., Blanton, L.S., & Berman, M.A. (2016). *Malassezia pachydermatis* fungemia in an adult with multibacillary leprosy. *Medicine Mycology Case*, 12, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.mmcr.2016.05.002>
- Schlemmer, K.B., De Jesus, F.P.K., Loreto, E.S., Farias, J.B., Alves, S.H., Ferreiro, L. & Santurio, J. (2019). In vitro combination of antifungal agents against *Malassezia pachydermatis*. *Medicine Mycology*, 57(3), 324-327. <https://doi.org/10.1093/mmy/myy043>
- Shastak Y., & Pelletier W. (2024). Pet Wellness and Vitamin A: A Narrative Overview. *Animals*, 14(7), 1-25. <https://doi.org/10.3390/ani14071000>
- Sparber, F., & Leibundgut-Landmann, S. (2017). Host responses to *Malassezia* spp. in the mammalian skin. *Frontiers in Immunology*, 8(1614), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01614>
- Theelen, B., Cafarchia, C., Gaitanis, G., Bassukas, I.D., Boekhout, T., & Dawson, T.L.Jr. (2018). *Malassezia* ecology, pathophysiology, and treatment. *Medicine Mycology* 56, 10-25. <https://doi.org/10.1093/mmy/myx134>
- Wu G. (2024). Recent Advances in the Nutrition and Metabolism of Dogs and Cats. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1446, 1-14. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54192-6_1

Наукове фахове видання

**ВЕТЕРИНАРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Науково-практичний журнал

Заснований у 2018 р.

Видається два рази на рік

№ 10.2024

Відповідальний за випуск *М.М. Куц*

Комп'ютерна верстка *О.І. Париловський*

Техн. редактор *Л.Ю. Кротченко*

Підп. до друку 26.10.2024 р. Формат 60x84 1/8. Папір офсет.
Ум. друк. арк. 18,6. Тираж 50 прим.

Державний біотехнологічний університет
61002, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна
E-mail: journal.vtb@btu.kharkov.ua