Науковий журнал «Біологія тварин»

Свідоцтво про державну реєстрацію: № КВ 21158-10958ПР від 23.01.2015.

Проблематика: фізіологія і біохімія, ветеринарна медицина, живлення та годівля, розведення і селекція тварин, морфологія, клітинна та молекулярна біологія, імунологія, генетика, екологія і токсикологія, цитологія, мікробіологія та біотехнологія; огляди актуальних проблем біології; методичні роботи, в яких описано нові або вдосконалені методи досліджень; статті з історії біологічної, ветеринарної та сільськогосподарської наук, що висвітлюють еволюцію ідей, виникнення і розвиток наукових шкіл або присвячені творчим портретам учених; дискусійні статті рецензій на нові книги та на журнальні публікації; наукова хроніка.

Засновник: Інститут біології тварин НААН.

Рік заснування: 1998. **Періодичність:** 4 рази на рік.

Мова видання: українська, англійська.

Науковий журнал «Біологія тварин» індексується у *The Index Copernicus International*, *Google Scholar*, *Cross Ref*, *WorldCat, DOAJ, CABI, Scilit, Agris*.

Головний редактор: Салига Ю. Т., д. біол. н.
Науковий редактор: Вудмаска І. В., д. с.-г. н.
Відповідальний секретар: Судин К. Ю.
Літературний редактор: Процик-Кульчицька М. Р.
Комп'ютерна верстка: Судин К. Ю.

Scientific journal "The Animal Biology"

Certificate of print media State registration: No. КВ 21158-10958ПР of 23.01.2015.

Aims and Scope: physiology and biochemistry, veterinary medicine, nutrition and feeding animals, breeding and selection, morphology, cellular and molecular biology, immunology, genetics, ecology and toxicology, cytology, microbiology, biotechnology; reviews on actual problems of biology; methodical works describing new or improved research methods; articles about the history of biological, agricultural and veterinary sciences highlighting the evolution of ideas, the conception and development of scientific schools or dedicated to creative portraits of scientists; discussion reviews of the new books and the journal publications; scientific chronicle.

Founder: Institute of Animal Biology NAAS of Ukraine.

Published since: 1998. **Periodicity:** 4 times per year.

Language: Ukrainian, English.

"The Animal Biology" scientific journal is included in: *The Index Copernicus International*, *Google Scholar*, *CrossRef*, *WorldCat, DOAJ, CABI, Scilit, Agris*.

Editor-in-chief: Yuriy Salyha, Dr. Sc.
Scientific Editor: Ihor Vudmaska, Dr. Sc.
Editorial secretary: Kateryna Sudyn.
Literary editor: Maria Protsyk-Kulchytska.
Page layout: Kateryna Sudyn.

Адреса редакції: Інститут біології тварин НААН,
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна.
Тел./ Факс: (+38 032) 260-07-95, (+38 032) 270-23-89.
Електронна скринька: editor.animbiol@gmail.com
Вебсторінка: http://aminbiol.com.ua

Editorial Office: Institute of Animal Biology NAAS,
38 V. Stus str., Lviv, 79034, Ukraine.
Tel. / Fax: (+38 032) 260-07-95, (+38 032) 270-23-89.
E-mail: editor.animbiol@gmail.com
Website: http://aminbiol.com.ua

Друкується за рішенням Вченої ради ІБТ НААН, протокол №9 від 9 червня 2025 р. Підписано до друку 10.06.2025. Формат 60×84/8. Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Arial.
Видавництво «Сполом», вул. Краківська, 9, м. Львів, 79008. Тел./факс: (+38 032) 297-55-47. e-mail: spolom@mail.lviv.ua Свідоцтво держреєстру: серія ДК № 2038 від 02.02.2005 р.

ІНСТИТУТ
БІОЛОГІЇ
ТВАРИН
НААН

ISSN 1681-0015 (print)
ISSN 2313-2191 (online)

DOI: 10.15407/animbiol

БІОЛОГІЯ ТВАРИН

The ANIMAL BIOLOGY

2025 ▪ Volume 27 ▪ Issue 2 ▪ Issue DOI: 10.15407/animbiol27.02

ЗМІСТ

CONTENTS

https://doi.org/10.15407/animbiol27.02.003
UDC 606:576.343:612.111:619
Received 04.02.2025 ▪ Revision 19.05.2025 ▪ Accepted 23.05.2025 ▪ Published online 10.06.2025

Дослідження особливостей кріоконсервування еритроцитів кролика та собаки за допомогою кріопротектора диметилсульфоксид

О. Є. Ніпот[1], Н. А. Єршова[1], С. М. Федосова[2], О. О. Чабаненко[1], С. С. Єршов[1], Н. М. Шпакова[1]
nipotel71@gmail.com

[1]Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, 23, м. Харків, 61016, Україна
[2]Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

ORCID:
O. E. Nipot https://orcid.org/0000-0003-2877-8896
N. A. Yershova https://orcid.org/0000-0001-9332-6752
O. O. Chabanenko https://orcid.org/0000-0003-1977-3495
S. S. Yershov https://orcid.org/0000-0002-6136-1825
N. M. Shpakova https://orcid.org/0000-0002-0148-7522

Authors' Contributions:
NOE: Investigation; Writing — original draft.
YNA: Investigation; Data curation; Writing — review & editing.
FSM: Methodology; Data curation.
COO: Methodology; Data curation.
YSS: Data curation; Formal analysis; Visualization.
SNM: Project administration; Conceptualization; Writing — review & editing.

Declaration of Conflict of Interests:
None to declare.

Ethical approval:
The experiments were carried out in accordance with the protocols approved by the Bioethics Committee of the Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine and with the main provisions of the Law of Ukraine "On the Protection of Animals Against Cruelty" (no. 3447-IV from 21.02.2006) and "The European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes" (Strasbourg, 1986).

Acknowledgements:
None.

Переливання крові та її компонентів використовується у ветеринарії як при невідкладних станах, так і при хронічних хворобах. Тривале збереження еритроцитів тварин допоможе формувати банки крові й швидше реагувати на клінічні потреби. Метою роботи було дослідження рівня пошкодження еритроцитів кролика та собаки за умов їх кріоконсервування при різних концентраціях проникного кріопротектора диметилсульфоксиду (ДМСО) (7,5 % і 10 %) і при використанні двох об'ємів зразка, що заморожується (2 мл і 10 мл). Результати показали, що для еритроцитів обох видів ссавців рівень пошкодження є меншим при меншому об'ємі зразка та при більшій концентрації кріопротектора. Але є певні особливості, пов'язані з видом. Так ДМСО в концентрації 7,5 % зовсім не захищає еритроцити кролика, але забезпечує захист від 45 % до 60 % еритроцитів собаки, залежно від об'єму зразка (10 мл і 2 мл відповідно). Концентрація ДМСО 10 % забезпечує захист від 35 % до 76 % еритроцитів кролика і від 64 % до 73 % еритроцитів собаки для зразків 10 мл та 2 мл відповідно. Ці дані свідчать про те, що досліджуваний кріопротектор є більш ефективним для еритроцитів собаки, ніж кролика, й об'єм зразка значно менше впливає на рівень загального пошкодження цих еритроцитів. Отримані дані свідчать про актуальність розробки адаптованих протоколів кріоконсервації з урахування видових особливостей еритроцитів тварин.

Ключові слова: еритроцити ссавців, ДМСО, кріоконсервація, об'єм зразка, *Oryctolagus cuniculus*, *Canis lupus familiaris*

Вступ

Збереження клітин крові широко розповсюджене у клінічній практиці та під час наукових досліджень. Завдяки уповільненню метаболічних процесів клітини зберігають функціональність і можуть бути використані як донорські [8]. До переливання крові та її компонентів вдаються для лікування не тільки людей, а й для тварин. Домашні тварини, службові собаки, коні, велика рогата худоба є видами, що становлять найбільший інтерес для ветеринарії й потребують переливання крові після планових операцій, у рамках процедур при онкологічних, гематологічних або серцево-судинних захворюваннях або під час травм і крововиливів [1, 9, 10, 12]. У всіх цих випадках допомога найчастіше обмежується або переливанням крові з вени у вену, або переливанням препаратів крові, зберігання яких регулюються протоколами, що були розроблені для крові людини. Найчастіше це нетривале зберігання в холодильнику. Альтернативою йому є кріоконсервація — зберігання в рідкому азоті при −196 °C. Це тривале зберігання, що дозволить

формувати банки тваринної крові і швидко реагувати на клінічні потреби, не витрачаючи часу на пошуки донора.

Під час кріоконсервації клітини піддають різним пошкодженням, які можна зменшити, контролюючи профілі охолодження й нагрівання, а також процедури додавання й видалення кріозахисного агента. Найпоширенішими з кріозахисних агентів є диметилсульфоксид (ДМСО) та гліцерин [2, 4, 8]. Однак гліцерин погано зарекомендував себе при кріоконсервації еритроцитів тварин, на відміну від ДМСО [1, 11, 13].

У роботі досліджено рівень пошкодження еритроцитів кролика та собаки після кріоконсервації з кріопротектором ДМСО (7,5 % і 10 %) залежно від об'єму зразка (2 мл і 10 мл).

Матеріали і методи

У роботі використовували еритроцити кролика (*Oryctolagus cuniculus*) та собаки (*Canis lupus familiaris*). Заготівлю крові й усі маніпуляції проводили згідно з вітчизняними та міжнародними біоетичними нормами щодо проведення експериментів на тваринах відповідно до протоколів, схвалених комітетом з біоетики Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, узгоджених із основними положеннями Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 3447-IV від 21.02.2006) та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986). Забір крові у кролика здійснювали з використанням розчину гепарину (500 од/мл). Еритроцити собак були заготовлені за допомогою гемоконсерванту «Глюгіцир» («Біофарма», Україна). Цільну кров центрифугували при 800 g протягом трьох хвилин, видаляли плазму, тоді еритроцити тричі відмивали у фізіологічному розчині (NaCl 0,15 моль/л; Na-фосфатний буфер 0,01 моль/л, pH 7,4). До суспензії еритроцитів додавали крапельно ДМСО у співвідношенні 1:1 при постійному перемішуванні, час додавання становив 5–7 хвилин, кожну наступну краплю додавали після повного змішування попередньої. Кінцева концентрація кріопротектора становила 7,5 % та 10 %. Суміш інкубували протягом 20 хв при кімнатній температурі. Після інкубації зразки у пластикових контейнерах об'ємом 2 мл та 10 мл заморожували прямим зануренням у рідкий азот (−196 °C), оскільки за таких умов досягається максимально можлива швидкість заморожування. Відігрівання здійснювали на водяній бані за температури 38–40 °C до повного розморожування. Кріопротектор видаляли шляхом поетапного центрифугування. На першому етапі до суспензії еритроцитів додавали в рівному обсязі розчин: NaCl 0,6 моль/л; Na-фосфатний буфер 0,01 моль/л, pH 7,4. Після цього еритроцити двічі промивали фізіологічним розчином. Вміст гемоглобіну, що вийшов у супернатант, визначали спектрофотометрично на кожному етапі. Рівень гемолізу на кожному етапі розраховували відносно кількості клітин на початку кожного етапу. Для визначення загального пошкодження розраховували рівень гемолізу відносно інтактної проби. Статистичну обробку отриманих числових даних проводили за допомогою програми *Statistica* (версія 6.0) з урахуванням t-критерію Стьюдента.

Результати й обговорення

Дані щодо пошкодження еритроцитів кролика та собаки після заморожування-відтавання представлено в табл. 1 та 2 відповідно. Окремо оцінювали

Таблиця 1. Рівень гемолізу еритроцитів кролика під час заморожування-відтавання і видалення кріопротектора, % (M±m, n=6)
Table 1. The level of rabbit erythrocytes hemolysis during freezing-thawing and removal of cryoprotectant, % (M±m, n=6)

Об'єм зразка Sample volume	Заморожування Freezing	Етапи видалення кріопротектора Stages of cryoprotectant removal			Загальне пошкодження Total damage
		1	2	3	
7,5 % ДМСО / DMSO					
2 мл	50±4	43±4	53±5	42±6	92±7
10 мл	79±6	32±3	37±3	41±4	95±4
10 % ДМСО / DMSO					
2 мл	9±1	10±1	7±2	2±1	24±2**
10 мл	50±5	16±2	12±3	4±1	65±4*,**

Таблиця 2. Рівень гемолізу еритроцитів собаки під час заморожування-відтавання і видалення кріопротектора, % (M±m, n=6)
Table 2. The level of canine erythrocytes hemolysis during freezing-thawing and removal of cryoprotectant, % (M±m, n=6)

Об'єм зразка Sample volume	Заморожування Freezing	Етапи видалення кріопротектора Stages of cryoprotectant removal			Загальне пошкодження Total damage
		1	2	3	
7,5 % ДМСО / DMSO					
2 мл	20±2	10±4	12±2	6±2	40±3***
10 мл	43±3	7±2	10±3	6±2	55±4*,***
10 % ДМСО / DMSO					
2 мл	11±3	5±1	9±2	4±2	27±4**
10 мл	23±4	5±1	7±1	5±1	36±5*,**,***

Примітка. * — відмінності вірогідні, порівняно з рівнем гемолізу клітин при об'ємі зразка 2 мл за тієї ж концентрації кріопротектора, P<0,05; ** — порівняно з рівнем гемолізу клітин у присутності 7,5 % ДМСО за того ж об'єму, P<0,05; *** — порівняно з рівнем гемолізу еритроцитів кролика за відповідних умов, P<0,05.
Note. * — differences are significant compared to the level of cell hemolysis at 0 °C, P<0.05; ** — compared to the level of cell hemolysis in the absence of amphiphilic compound at the same temperature, P<0.05; *** — compared to the level of hemolysis of rabbit erythrocytes under appropriate conditions, P<0.05.

рівень гемолізу після заморожування-відтавання та на кожному з етапів видалення кріопротектора. Загальне пошкодження розраховували відносно контрольного зразка, який не піддавався заморожуванню. При аналізі даних як загальну тенденцію для еритроцитів обох досліджуваних ссавців можна визначити, що рівень пошкодження є меншим при меншому об'ємі зразка та при більшій концентрації кріопротектора. При цьому кількісні значення рівня пошкодження є видоспецифічними. Так, використання ДМСО у концентрації 7,5 % недостатнє для будь-якого захисту еритроцитів кролика, воно забезпечує збереження від 45 % до 60 % еритроцитів собаки в залежності від об'єму зразка. Концентрація ДМСО 10 % є більш ефективною і забезпечує збереження від 35 % до 76 % еритроцитів кролика і від 64 % до 73 % еритроцитів собаки для зразків 10 мл і 2 мл відповідно. Варто звернути увагу на те, що об'єм зразка значно менше впливає на рівень загального пошкодження еритроцитів собаки, ніж кролика, й основні зміни спостерігаються на етапі заморожування.

Відомо, що еритроцити ссавців відрізняються за характеристиками трансмембранного транспорту. Так, коефіцієнт проникності ДМСО для еритроцитів собаки за різними джерелами становить 0,577±0,12 10^{-5} м/с [14] та 0,9±0,09 10^{-5} м/с [7], кролика — 0,309 10^{-5} м/с [6]. Отже, еритроцити собаки швидше накопичують кріопротектор, а для кролика той самий час може бути недостатнім. Це співвідноситься з результатами роботи [11], де вивчали вплив часу інкубації на збереженість еритроцитів деяких ссавців та показали, що час інкубації з кріопротектором є видоспецифічним параметром і потребує добору, щоб збалансувати захисний і токсичний вплив кріопротектора. Можна припустити, що завдяки швидшому проникненню кріопротектора у клітину еритроцити собаки в більшості експериментів мають менший рівень пошкодження, ніж еритроцити кролика. Можливо, для еритроцитів кролика потрібно використовувати більш проникний кріопротектор, щоб досягти того ж результату за такий самий час інкубації, чи, можливо, треба довше насичувати клітини кріопротектором.

Ключовим фактором, який впливає на виживання клітин при зміні об'єму зразка можна вважати швидкість його охолодження. Зразки меншого об'єму охолоджуються швидше, що впливає на утворення кристалів та їхні характеристики. Дослідження за допомогою кріомікроскопії показали, що морфологія кристалів, які утворюються під час охолодження, визначається швидкістю охолодження, причому утворення більших кристалів спостерігається за повільніших швидкостей охолодження. Великі кристали викликають більш виражене механічне руйнування заморожених клітин, порівняно з дрібними дендритними структурами, які утворюються за вищих швидкостей охолодження [3, 5]. Як показують отримані дані, об'єм зразка є більш критичним для еритроцитів кролика. Змінення об'єму зразка від 2 мл до 10 мл збільшує рівень пошкодження цих клітин після заморожування (10 % ДМСО) у 5 разів, а сумарне пошкодження — у 2,7 раза, тоді як для еритроцитів собаки збільшення становить 2 і 1,3 раза відповідно. Отже, при збільшенні об'єму еритроцитарної маси, що заморожується, необхідно використовувати додаткові кріозахисні речовини, які знижуватимуть вірогідність утворення кристалів, а саме змінюватимуть розподіл рідкої фази у клітинному і позаклітинному середовищі, підвищуватимуть в'язкість цитоплазми, зменшуючи цим вірогідність утворення кристалів і зменшуючи їх розмір.

Отже, заморожування-відтавання еритроцитів собаки та кролика виявило видоспецифічність реакції цих клітин на фактори кріоконсервації, як-от концентрація кріопротектора й об'єм зразка, що заморожується. Останнє продемонструвало різну чутливість еритроцитів ссавців до швидкості охолодження. Отримані дані свідчать про необхідність урахування видових особливостей еритроцитів під час розробки протоколів кріоконсервації.

Джерела

1. Denysova OM, Yakymenko TI, Vashenko BB, Zhegunov GP, Prichodchenko VO, Gladka NI. The methods of cryopreservation of red blood cells of animal. *Vet Sci Technol Anim Husb Nat Managem*. 2018; 2: 65–69. DOI: 10.31890/vttp.2018.02.18. (in Ukrainian)
2. Hu Y, Liu X, Ahmad A, Chen J, Chen X, Zhang W, Tan S. Cryoprotectants for red blood cells: Evaluate safety and effectiveness by *in vitro* measures. *MedComm Future Med*. 2023; 2 (4): e67. DOI: 10.1002/mef2.67.
3. Hu Y, Liu X; Ekpo MD, Chen J, Chen X, Zhang W, Zhao R, Xie J, He Y, Tan S. Dimethylglycine can enhance the cryopreservation of red blood cells by reducing ice formation and oxidative damage. *Int J Mol Sci*. 2023; 24 (7): 6696. DOI: 10.3390/ijms24076696.
4. Klbik I, Čechová K, Milovská S, Rusnák J, Vlasáč J, Melicherčík M, Mat'ko I, Lakota J, Šauša O. Cryoprotective mechanism of DMSO induced by the inhibitory effect on eutectic NaCl crystallization. *J Phys Chem Lett*. 2022; 13 (48): 11153−11159. DOI: 10.1021/acs.jpclett.2c03003.
5. Korbetska OO. Influence diameter straw and regime of their thawing on activity enzyme in process cryopreservation boar sperm. *Biol Tvarin*. 2013; 15 (2), 71–75. Available at: https://aminbiol.com.ua/index.php/archive/92-archive/bt2-15-2013/1579-influence-diametr-straw-and-regime-of-their-thawing-on-activity-enzyme-in-process-cryopreservation-boar-sperm (in Ukrainian)
6. Kovalenko GV, Kovalenko IF, Linnik TP. The mechanism of DMSO, glycerol and ethylene glycol transport across rat and rabbit erythrocyte membranes. *J Karazin Kharkiv Nat Univer Ser Biol*. 2009; 878 (10): 109–116. Available at: http://seriesbiology.univer.kharkov.ua/ukr/10(2009)/pdf/109.pdf
7. Liu J, Christian JA, Critser JK. Canine RBC osmotic tolerance and membrane permeability. *Cryobiol*. 2002; 44 (3): 258–268. DOI: 10.1016/S0011-2240(02)00032-9.
8. Murray KA, Gibson MI. Chemical approaches to cryopreservation. *Nat Rev Chem.* 2022; 6 (8): 579–593. DOI: 10.1038/s41570-022-00407-4.
9. Nguyen TT, Nguyen HTQ, Dinh KN. Evaluation of stored whole blood and monitoring the health of dogs after transfusion using fresh whole blood, stored whole blood, and packed red blood cells. *World Vet J*. 2024; 14 (2): 220–227. DOI: 10.54203/scil.2024.wvj27.

10. Pervushina OA, Denysova ON, Zhegunov GF, Gladka NI, Prichodchenko VO, Yakimenko TI. Transfusion of canine cryopreserved red blood cells in treatment of babesiosis. *Biol Tvarin*. 2018; 20 (3): 77–83. DOI; 10.15407/animbiol20.03.077. (in Ukrainian)
11. Pogozhykh D, Pakhomova Y, Pervushina O, Hofmann N, Glasmacher B, Zhegunov G. Exploring the possibility of cryopreservation of feline and canine erythrocytes by rapid freezing with penetrating and non-penetrating cryoprotectants. *PLoS One*. 2017; 12 (1): e0169689 DOI: 10.1371/journal.pone.0169689.
12. Ramakant, Sarkar TK, Verma AK, Thakur V, Maurya PK, Gautam S, Varun VK, Deepak D. Clinical significance of blood transfusions in animals: A review. *Agric Rev*. 2023; R-2638: 1–7. DOI: 10.18805/ag.R-2638.
13. Ulizko P, Bobrova O, Nardid O, Vodopyanova L, Repina S. New cryoprotective media for cryopreservation of mammal erythrocytes. *Trakia J Sci*. 2019; 4: 303–307. https://doi.org/10.15547/tjs.2019.04.001.
14. Zhegunov GF, Denisova ON. Permeability of mammalian erythrocytes for the molecules of glycerol and DMSO and the level of cellular viability after freezing-thawing. *Rep NAS Ukr*. 2010; 12: 139–143. (in Ukrainian)

Study of the characteristics of cryopreservation of rabbit and canine erythrocytes using the cryoprotectant DMSO

O. E. Nipot[1], N. A. Yershova[1], S. M. Fedosova[2], O. O. Chabanenko[1], S. S. Yershov[1], N. M. Shpakova[1]
nipotel71@gmail.com

[1]Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine NAS of Ukraine, 23 Pereyaslavska str., Kharkiv, 61016, Ukraine
[2]V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

Transfusion of blood and its components is used in veterinary medicine for both emergencies and chronic diseases. Long-term preservation of animal red blood cells will help to establish blood banks and respond more quickly to clinical needs. The aim of the study was to investigate the extent of damage to rabbit and dog erythrocytes during cryopreservation at different concentrations of the permeable cryoprotectant dimethyl sulfoxide (DMSO) (7.5 % and 10 %) and using two volumes of the frozen sample (2 ml and 10 ml). The results showed that for erythrocytes of both mammalian species, the level of damage is lower with a smaller sample volume and a higher concentration of cryoprotectant. However, there are certain species-specific characteristics. For example, 7.5 % DMSO does not protect rabbit erythrocytes at all, but protects 45 % to 60 % of dog erythrocytes, depending on the sample volume (10 ml and 2 ml, respectively). The 10 % DMSO provides protection of 35 % to 76 % of rabbit erythrocytes and 64 % to 73 % of dog erythrocytes for 10 ml and 2 ml samples, respectively. These data indicate that the investigated cryoprotectant is more effective for canine than for rabbit erythrocytes and that sample volume has a much smaller effect on the level of overall damage to these erythrocytes. The data obtained indicate the need to develop adapted cryopreservation protocols taking into account the species characteristics of animal erythrocytes.

Key words: Mammalian erythrocytes, DMSO, cryopreservation, sample volume, *Oryctolagus cuniculus*, *Canis lupus familiaris*

Nipot O. E., Ershova N. A., Fedosova S. M., Chabanenko O. O., Ershov S. S., Shpakova N. M. Study of the characteristics of cryopreservation of rabbit and canine erythrocytes using the cryoprotectant DMSO. *Biol Tvarin*. 2025; 27 (2): 3–6. DOI: 10.15407/animbiol27.02.003.

https://doi.org/10.15407/animbiol27.02.007
UDC 636.32/.38.082.45:57.087.1
Received 17.12.2024 ▪ Revision 27.05.2025 ▪ Accepted 03.06.2025 ▪ Published online 10.06.2025

Кореляція показників відтворення асканійських тонкорунних овець з температурою і вологістю повітря

І. В. Лобачова
LIV-post@ukr.net

Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» — Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства, вул. Соборна, 1, с. Асканія-Нова, Каховський р-н, Херсонська обл., 75230, Україна

ORCID:
I. V. Lobachova https://orcid.org/0000-0001-5837-8530

Authors' Contributions:
LIV: Project administration; Data curation; Formal analysis; Writing — original draft, review & editing.

Declaration of Conflict of Interests:
None to declare.

Ethical approval:
The experiments were conducted in compliance with the provisions of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes (Strasbourg, 1994).

Acknowledgements:
The research was conducted within the framework of the task "To investigate the biological mechanisms of the reproductive function of mammals under the influence of seasonal factors" of the state scientific and technical research program of the NAAS of Ukraine (state registration no. 0121U100151).

Вівці належать до тварин, на репродукцію яких впливають умови оточення, отож знання залежності відтворення від кліматичних чинників допоможе корегувати технологію утримання. Метою дослідження було вивчення кореляційного зв'язку показників відтворення овець асканійської тонкорунної породи з такими кліматичними параметрами, як температура і вологість повітря та індекс THI (*temperature-humidity index*). Враховано дані 3070 вівцематок і 1,5-річних ярок, отримані протягом 2011–2022 років. Застосовано методи варіаційної статистики та кореляційного аналізу. Рівень кореляції встановлювали за значенням коефіцієнта *z* (скорегований для малих n коефіцієнт *r*). Результати показали, що показники фертильності F% і плодючості Fm% мали високий (за шкалою Чеддока) негативний зв'язок з середньодобовою температурою повітря червня — z=−0,996 (P<0,05) та −0,951 (P<0,05) відповідно та помітний з температурою у червні-липні −0,776 (P>0,05) та −0,887 (P<0,05) відповідно, а показник багатоплідності Pf — помітний негативний зв'язок із середньодобовою температурою в липні −0,633 (P>0,05) й високий з температурою липня-серпня −0,887 (P<0,05). Індекси поновлення статевої активності — індекс охоти $ІО_i$, індекс часу охоти $ІЧО_i$ та індекс запліднення матки $ІЗМ_i$ — засвідчили зв'язок на рівні помітного та високого з середньодобовою температурою червня — −0,929 (P<0,05), 0,741 (P>0,05), 0,829 (P<0,05) відповідно, що свідчить про зменшення частки тварин, які мали статеву охоту, та відтермінування часу вияву першої статевої охоти й запліднення матки за збільшення середньодобової температури червня. Залежність показників відтворення й індексів поновлення від вологості повітря не сягала помітності, а зв'язок з індексом THI загалом повторював характер кореляції з температурою. Зроблено висновок, що показники відтворення овець асканійської тонкорунної породи на помітному й високому рівні корелюють з температурним чинником. Показники, пов'язані з проявом і часом статевої охоти, найбільше пов'язані з середньодобовою температурою червня, багатоплідності — з липневими кліматичними параметрами.

Ключові слова: вівці, статева охота, статева активність, кліматичні чинники, кореляція

Вступ

Кліматичні параметри є одними з чинників, які опосередковують вплив сезону на репродукцію тварин. Оскільки більшість порід овець належить до тварин із сезонним типом розмноження, знання особливостей дії клімату полегшить обрання дієвих заходів для посилення позитивного і зменшення гальмувального впливу цих чинників [5, 17]. Ефективним шляхом для цього є визначення ступеня кореляційного зв'язку показників.

Праць із дослідження залежності відтворення овець від кліматичних чинників достатньо багато. У більшості з них вивчено дію теплового стресу [6, 11, 13, 18]. Загалом зафіксовано згубний вплив високої температури на прояв еструсу, фертильність і виживаність ембріонів. Цей вплив посилюється з підвищенням температури вище за 32 °C [9, 11] і виявляє залежність від породи та географічного місця утримування тварин [2]. У деяких дослідження як кліматичний чинник використовували вологість повітря [16], але частіше її враховували через застосування індексу THI (*temperature-humidity index*) [19]. В окремих працях додатковим чинником виступала кількість опадів [1, 8, 12]. Але враховуючи те, що кількість опадів чинить вплив на тварин радше через посилення росту трави на пасовищах [3], в умовах годівлі підвезеними кормами залежність від цього параметра не можна вважати інформативною.

Згадані вище дослідження в основному охоплювали період дії експериментальних умов оточення в межах від кількох днів перед та до кількох діб після осіменіння. Робіт, в яких були б враховані умови, що складалися протягом трьох-чотирьох місяців до початку парування, мало. У цьому контексті варто згадати працю Yeates N. T. M. [20], в якій описано вплив на тварин неприродно високої температури. Метою наших досліджень було вивчення кореляційного зв'язку показників відтворення овець із кліматичними параметрами, які складаються природно й охоплюють три-чотири місяці перед початком кампанії з осіменіння.

Матеріали і методи

Матеріалом дослідження були дані журналів штучного осіменіння та ягніння племінних овець (*Ovis aries*) асканійської тонкорунної породи. Тварин утримували в дослідному господарстві «Асканія-Нова» Інституту тваринництва «Асканія-Нова», яке розташоване на 46°27´ північної широти. У господарстві практикується раннє осіннє осіменіння з наступним зимово-весняним ягнінням. Проаналізовано показники 2011–2022 років. У зазначений період до складу отари входили тварини, яким на час осіменіння було від одного до одинадцяти повних років. Усього враховано індивідуальні дані 3070 дорослих маток і 1,5-річних ярок.

Тварин утримували разом і забезпечували однаковим раціоном. У пізні осінні й зимові місяці основний раціон складався з люцерново-трав'яного сіна та кукурудзяного силосу. Тваринам щоденно в ранкові години згодовували по 400 г цільного ячменю або зерново-кукурудзяної суміші й надавали вільний доступ до води. У весняні та літні місяці в ранішні й вечірні години череду додатково випасали на прилеглій території. За місяць-півтора до початку парувальної кампанії (ПК) якість годівлі поліпшували збільшенням кількості зерносуміші до 600 г на голову. Під час парувальної кампанії ранішній випас здійснювали після закінчення процедури виявлення тварин в охоті. Дорослих баранів-плідників і баранів-пробників утримували у відокремлених загонах.

Статеву охоту у вівцематок виявляли за допомогою баранів-пробників, яким під черево підв'язували фартухи. Кампанію з осіменіння проводили у два послідовні етапи: на першому вранці, відразу після виявлення ознак статевої охоти, маток осіменяли одноразово свіжоотриманою спермою баранів-плідників, перевірених за якістю спермопродукції, — період «контрольованого осіменіння», на другому в отару вводили баранів для вільного спаровування з матками, які залишилися неплідними, — період «неконтрольованого парування». Початок кампанії з осіменіння припадав на період від 31 серпня до 21 вересня. Тривалість етапу «контрольованого осіменіння» коливалася від 28 до 37 діб, «неконтрольованого парування» — від 12 до 15 діб.

Відтворення оцінювали за наступними груповими показниками:

– E% — частку овець, що виявили ознаки статевої охоти, — визначали поділом кількості тварин, які були виявлені в стані статевої охоти за допомогою баранів-пробників у період «контрольованого осіменіння», на загальну кількість тварин, призначених до осіменіння, і наступним помноженням на 100;

– F% — фертильність — визначали поділом кількості тварин, які ягнилися, на загальну кількість тварин, призначених до осіменіння, і наступним помноженням на 100;

– Fm% — плодючість — визначали поділом кількості всіх отриманих ягнят, поділену на загальну кількість тварин, призначених до осіменіння, і наступним помноженням на 100;

– Pf — багатоплідність — визначали поділом загальної кількості отриманих ягнят на кількість маток, які ягнилися.

Для оцінювання якості природного поновлення статевої активності використано розроблені індивідуальні індекси:

– IO_i — індекс охоти — прирівнювали до 1, якщо матка протягом періоду «контрольованого осіменіння» виявила статеву охоту, або ягнилася від «неконтрольованого парування», IO_i=0, якщо матка не проявила статевої охоти і не ягнилася;

– $ІЧО_i$ — індекс часу охоти — прирівнювали до 1, якщо матка виявила першу статеву охоту в перші

20 діб ПК; $ІЧО_i$=2, якщо матка виявила першу охоту через 20 діб від початку ПК; $ІЧО_i$=3, якщо матка не виявила статевої охоти за термін «контрольованого осіменіння», але ягнилася від «неконтрольованого парування»; $ІО_i$=4, якщо матка не виявила статевої охоти і не ягнилася;

– $ІЗМ_i$ — індекс запліднення матки — прирівнювали до 1, якщо тварина запліднилася від осіменіння під час першої виявленої охоти, $ІЗМ_i$=2 — під час другої охоти, $ІЗМ_i$=3 — під час третьої-четвертої охоти, $ІЗМ_i$=4 — якщо вівцематка не ягнилася.

Оскільки попередніми дослідженнями встановлено нелінійну залежність показників відтворення та індексів поновлення від віку маток [14], для усунення можливої похибки при неоднаковій частці тварин різного віку в різні роки обрахунок усіх показників для кожного циклу осіменіння / ягніння здійснювали наступним чином: дані кожного року ділили на підгрупи, відповідно до кількості повних років тварини на початку парувальної кампанії — 1, 2, 3 … 7 та ≥8 (усього вісім підгруп для кожного року); дані восьми вікових підгруп усереднювали з отриманням показників відтворення для кожного циклу осіменіння / ягніння.

Значення середньомісячної температури та середньої вологості повітря взяті на державній метеостанції, що розташована на відстані кілометра від місця утримання тварин. Індекс THI (*temperature-humidity index*) вираховували за формулою:

$$THI = 0{,}8 \times T + RH \times (T - 14{,}4) + 46{,}4,$$

де T — температура в °C, RH — відносна вологість, відображена як частка (тобто 75 % вологості подано як 0,75) [19].

Обрахунок даних здійснювали за загальноприйнятими методами варіаційної статистики з використанням математичного апарату програми *Excel* пакету *Microsoft Office 10*, обрахунок кореляційних зв'язків (коефіцієнт кореляції Пірсона *r*) між показниками — за допомогою додаткового пакетного модуля «Аналіз даних». Позаяк кількість порівняних груп була невеликою (N=11), для встановлення вірогідності ступеня зв'язку застосовували перетворення коефіцієнта *r* у величину *z* [4, С. 103]. Кореляцію вважали високою, якщо величина *z* була меншою за 1,472 і більшою за 0,7 (за шкалою Чеддока), помітною за 0,867>*z*>0,549 та помірною за 0,549>*z*>0,310. Вірогідність (p) різниці між показниками і величини *z* встановлювали за критерієм Стьюдента (t_d).

Результати й обговорення

У табл. 1 наведено розраховані показники відтворення й індекси поновлення статевої активності для кожного циклу осіменіння / ягніння. Середня частка тварин, які виявили ознаки статевої охоти за час «контрольованого осіменіння», коливалася від 66,7±8,1 до 91,0±3,9 %. При цьому індекс охоти $ІО_i$ був достатньо високим. З огляду на сутність показника $ІО_i$ можна стверджувати, що за множення на 100 він показує загальний відсоток тварин, які мали статеву охоту за всю кампанію осіменіння (зафіксовану за час «контрольованого осіменіння» та незафіксовану за період «неконтрольованого парування» разом). Тоді різниця між E% і $ІО_i$ показуватиме частку тварин, у яких перша статева охота припала на період «неконтрольованого парування». Достатньо велика різниця між цими показниками спостерігалася у 2013, 2017 та у 2021 роках.

Збільшення індексів $ІЧО_i$ та $ІЗМ_i$ пов'язане зі зсувом часу вияву першої охоти на більш віддалений строк та з погіршенням здатності маток завагітніти під час першої статевої охоти. У 2019 році значення цих індексів були найбільшими. Оскільки це збіглося зі зменшенням індексу $ІО_i$, можна припустити, що у 2019-му відбувалося не тільки гальмування відновлення статевої активності, але й погіршення якості першої статевої охоти. Що стало причиною цього — невідомо.

У табл. 2 показано обраховані величини *z*, які показують кореляцію показників відтворення та індексів поновлення з температурою і вологістю повітря й індексом THI.

Найбільший негативний вплив чинила середня температура у червні — кореляція на рівні високої з показниками F%, Fm% і $ІО_i$, помітної з $ІЧО_i$ та $ІЗМ_i$ та на рівні помірної з E%. На багатоплідність Pf помітно негативно впливала температура липня й сильно — середньодобова температура в липні-серпні.

Вологість повітря не виявила значущого рівня зв'язку з показниками відтворення. Можна відзначити помірну залежність F% і Fm% та індексів $ІО_i$ й $ІЗМ_i$ від значення цього параметра у червні, а також багатоплідності Pf у липні. Слід вказати на спостережене нами явище, коли у спекотні обідні часи більша частка вівцематок віддавала перевагу перебуванню в сараї, у якому була висока вологість повітря, а не на вулиці під широким навісом.

Характер зв'язку з індексом THI певною мірою повторював залежність від температурного чинника.

Оскільки липень в місцевості утримання дослідних овець характеризується найбільшим значенням середньодобової температури повітря (в середньому 24,3 °C), більш значуща залежність показників відтворення та індексів поновлення від температури у червні (22,0 °C) доволі цікава. Шляхом серійних лапароскопічних та численних постмортальних оглядів яєчників овець асканійської породи виявлено ущільнення поверхневого шару та майже повне зникнення антральних фолікулів у кінці червня [15]. На початку липня на поверхні яєчників фіксували появу дрібних білих цяток, які поступово перетворювалися на цятки дедалі більшого діаметру. У кінці липня — на початку серпня спостерігали появу різнорозмірних антральних фолікулів. Така послідовність дала підставу стверджувати, що в овець асканійської тонкорунної породи у червні

відбувається максимальне пригнічення процесу проліферації в яєчниках. На початку липня, який збігається з уже помітним збільшенням тривалості світлової доби, проліферація поновлюється, але не сягає достатнього рівня через негативний вплив високої температури довкілля. У серпні помітне зменшення тривалості освітлення створює умови для подолання негативної дії високої температури середовища. Виявлений у нашому дослідженні високий негативний зв'язок показників F% і Fm% з температурою червня дає підставу стверджувати, що глибина пригнічення статевої активності, тобто глибина анеструсу, значною мірою залежить від температурного режиму саме цього місяця. Заразом середньодобова температура червня впливає на такі віддалені в часі характеристики, як здатність матки поновити статеву активність (IO_i), швидкість вияву статевої охоти ($ІЧО_i$) та спроможність завагітніти ($ІЗМ_i$). Тимчасом багатоплідність більше залежить від умов липня. Можна стверджувати, що температурні параметри червня визначають глибину пригнічення статевої активності, а умови липня — швидкість її поновлення.

Відомо, що статева активність пов'язана не тільки з процесами в тканинах яєчників, а й з роботою окремих відділків мозку. На вияв статевої поведінки впливає, зокрема, активність певних нервових центрів гіпоталамусу [7]. Їх пригнічення або непідготовленість здатне унеможливити або загальмувати вияв статевої охоти [10]. Тож можна припустити, що температурні параметри червня більшою мірою впливають на нервову складову, яка пов'язана з виявом статевої поведінки, а липня — на проліферативну активність яєчників, від якої залежить кількість фолікулів, що розвиваються.

Таблиця 1. Показники відтворення та індекси поновлення статевої активності вівцематок асканійської тонкорунної породи за роками (n=8)
Table 1. Reproduction rates and indices of sexual activity renewal of Ascanian Merino ewes by year (n=8)

Рік осіменіння — рік ягніння Year of insemination — year of lambing	Показники відтворення / Reproduction rates			
	E%, %	F%, %	Fm%, %	Pf, ягнят/вівцю Pf, lamb/ewe
2011–2012	82,5±3,8	81,9±4,0	103,4±7,5	1,26±0,06
2012–2013	75,9±3,7	73,5±4,6	87,3±7,5	1,18±0,05
2013–2014	77,9±4,5	86,2±4,2	105,2±7,0	1,22±0,05
2014–2015	86,5±2,9	87,6±2,6	106,6±5,3	1,22±0,05
2015–2016	91,0±3,9	90,0±1,7	113,9±4,3	1,27±0,06
2016–2017	89,0±1,9	90,0±2,7	110,9±4,1	1,24±0,05
2017–2018	77,4±6,0	87,2±2,4	109,6±4,3	1,21±0,04
2018–2019	79,6±6,0	81,6±5,8	100,6±6,9	1,24±0,04
2019–2020	71,4±4,5	53,3±4,2	67,6±6,7	1,26±0,05
2020–2021	84,1±2,1	88,3±1,8	106,7±5,6	1,21±0,06
2021–2022	66,7±8,1	83,6±5,0	100,4±9,1	1,19±0,05
Рік осіменіння — рік ягніння Year of insemination — year of lambing	Індекси поновлення статевої активності / Indices of the sexual activity renewal			Дата початку ПК Date of the insemination campaign start
	IO_i, y.o./ IH_i, unit	$ІЧО_i$, y.o. / $ІНТ_i$, unit	$ІЗМ_i$, y.o. / $ІСТ_i$, unit	
2011–2012	0,95±0,02	1,39±0,08	1,71±0,12	20.09.2011
2012–2013	0,88±0,02	1,81±0,08	1,88±0,14	19.09.2012
2013–2014	0,95±0,02	1,67±0,10	1,49±0,14	21.09.2013
2014–2015	0,96±0,01	1,44±0,04	1,54±0,08	09.09.2014
2015–2016	0,96±0,01	1,45±0,11	1,53±0,06	10.09.2015
2016–2017	0,98±0,01	1,36±0,08	1,52±0,08	15.09.2016
2017–2018	0,93±0,02	1,51±0,05	1,86±0,13	19.09.2017
2018–2019	0,90±0,04	1,63±0,15	1,68±0,15	31.08.2018
2019–2020	0,74±0,04	2,01±0,12	2,43±0,13	03.09.2019
2020–2021	0,95±0,01	1,41±0,06	1,67±0,04	15.09.2020
2021–2022	0,91±0,04	1,76±0,17	1,74±0,15	15.09.2021

Таблиця 2. Кореляція (*z*) показників відтворення та індексів поновлення з температурою і вологістю повітря й індексом THI (N=11)
Table 2. Correlation (*z*) of reproduction rates and indices of renewal with average temperature, air humidity and THI (N=11)

Основна ознака / Basic indicator	Ознака, що корелює / Correlated indicator						
	E%	F%	Fm%	Pf	IO_i / IH_i	$ІЧО_i$ / $ІНТ_i$	$ІЗМ_i$ / $ІСТ_i$
Середня температура повітря у: Average air temperature at:							
квітні / April	0,050	−0,161	−0,234	−0,230	−0,111	0,224	−0,080
травні / May	−0,213	−0,277	−0,343	−0,234	−0,245	0,549	0,000
червні / June	−0,343	**−0,996**	**−0,951**	0,100	**−0,929**	0,741	**0,829**
липні / July	−0,131	0,000	−0,111	−0,633	0,111	0,000	−0,090
серпні / August	0,050	0,354	0,343	−0,255	0,182	−0,020	−0,288
квітні-серпні / April–August	−0,182	−0,332	−0,412	−0,332	−0,288	0,498	0,090
травні-серпні / May–August	−0,299	−0,400	−0,485	−0,377	−0,377	0,633	0,182
червні-серпні / June–August	−0,365	−0,498	−0,590	−0,510	−0,498	0,618	0,388
липні-серпні / July–August	−0,080	0,288	0,172	**−0,887**	0,255	−0,020	−0,321
червні-липні / June–July	−0,377	−0,776	**−0,887**	−0,299	−0,618	0,604	0,576
Середня вологість повітря у: Average air humidity at:							
квітні / April	−0,080	0,203	0,245	−0,040	0,151	0,000	−0,111
травні / May	0,182	−0,277	−0,245	0,354	−0,172	−0,100	0,299
червні / June	0,070	0,424	0,377	−0,090	0,424	−0,255	−0,400
липні / July	−0,090	0,277	0,321	0,321	0,151	−0,050	−0,255
серпні / August	−0,472	−0,030	−0,080	−0,277	0,010	0,172	0,040
квітні-серпні / April–August	−0,131	0,182	0,182	0,040	0,182	−0,060	−0,141
травні-серпні / May–August	−0,131	0,151	0,141	0,050	0,161	−0,070	−0,131
червні-серпні / June–August	−0,192	0,255	0,234	−0,040	0,224	−0,050	−0,234
липні-серпні / July–August	−0,354	0,131	0,121	−0,010	0,090	0,090	−0,111
червні-липні / June–July	−0,010	0,412	0,412	0,111	0,343	−0,182	−0,388
Середній індекс THI у: Average THI at:							
квітні / April	0,070	−0,172	−0,255	−0,192	−0,121	0,213	−0,070
травні / May	−0,213	−0,321	−0,377	−0,224	−0,266	0,576	0,030
червні / June	−0,354	**−0,973**	**−0,973**	0,100	**−0,908**	0,758	0,811
липні / July	−0,203	0,131	0,040	−0,485	0,192	−0,020	−0,213
серпні / August	−0,224	0,332	0,288	−0,448	0,192	0,080	−0,266
квітні-серпні / April–August	−0,245	−0,321	−0,424	−0,365	−0,277	0,549	0,050
травні-серпні / May–August	−0,460	−0,388	−0,498	−0,448	−0,365	0,776	0,141
червні-серпні / June–August	−0,741	−0,354	−0,485	−0,663	−0,388	0,741	0,255
липні-серпні / July–August	−0,310	0,321	0,213	−0,709	0,266	0,040	−0,332
червні-липні / June–July	−0,536	−0,709	**−0,829**	−0,277	−0,590	0,693	0,510

Примітка. Показники, наведені напівжирним шрифтом, є вірогідно значущими з рівнем вірогідності P<0,05.
Note. Indicators in bold are statistically significant at a level of P<0.05.

Привертає увагу вищий ступінь залежності показників E%, F% і Fm% та індексів IO_i й $ІЧО_i$ від середньодобової температури травня, порівняно з рівнем зв'язку з параметрами липня. Це дає підстави припустити, що умови травня здатні посилити ступінь червневого пригнічення статевої активності, тобто, іншими словами, поглибити анеструс.

Ще одним цікавим фактом став позитивний помірний зв'язок показників F% і Fm% з температурою серпня, середньодобове значення якого (24,1 °C) лише трохи поступалося показнику липня. Причини цього незрозумілі.

Вище згадано, що дослідів з вивчення впливу кліматичних чинників у час, який би охоплював тричотири місяці перед початком парування, надто мало. Тут варто знову згадати працю N. T. M. Yeates [20], в якій описано, як дослідних маток піддавали витримуванню за 105 °F (вимірювання за сухого зволоження, приблизно 40 °C) протягом двох місяців до початку сезону розмноження. У підсумку всі шість дослідних овець виявили статеву охоту в такий самий час, що й контрольні тварини. Але ягнилася лише одна дослідна матка проти 100 відсотків у контрольній групі. У нашому досліді температура в липні-серпні (протягом двох місяців, що передували початку осіменіння) також не виявила значущого впливу на частку тварин, які виявили статеву охоту E%, але й не подіяла помітно на фертильність F% і плодючість Fm%. Водночас температура липня-серпня негативно позначилася на багатоплідності Pf. Відсутність значущого впливу на F% і Fm% та індекси поновлення, ймовірно, можна пояснити тим, що середня температура в нашому досліді не була настільки екстремальною, як у досліді N. T. M Yeates.

Отже, виявлено значущий вплив температури червня на відновлення вияву статевої активності. Це свідчить про те, що у травні-червні слід вживати заходів з послаблення негативного впливу підвищеної температури на овець. До таких заходів можна віднести своєчасну стрижку тварин, зменшення впливу надмірної інсоляції, обробку або згодовування тваринам антистресових речовин тощо. Із заходів, що враховують виявлений позитивний вплив вологості повітря, можна рекомендувати тримання тварин у спекотні обідні години у приміщенні, вентилювання якого забезпечує доступ не просто свіжого, а саме зволоженого повітря.

За аналізом проведених досліджень визначено, що показники відтворення овець асканійської тонкорунної породи на помітному та високому рівні корелюють з температурним чинником. Показники, що впливають на вияв і час статевої охоти, найбільше пов'язані з середньодобовою температурою червня, багатоплідності — з липневими кліматичними параметрами.

Джерела

1. Abecia JA, Arrébola F, Macías A, Laviña A, González-Casquet O, Benítez F, Palacios C. Temperature and rainfall are related to fertility rate after spring artificial insemination in small ruminants. *Int J Biometeorol.* 2016; 60: 1603–1609. DOI: 10.1007/s00484-016-1150-y.
2. Ben Saïd S, Lomet D, Chesneau D, Lardic L, Canepa S, Guillaume D, Briant C, Fabre-Nys C, Caraty A. Differential estradiol requirement for the induction of estrus behavior and the luteinizing hormone surge in two breeds of sheep. *Biol Reprod*. 2007; 76 (4): 673–680. DOI: 10.1095/biolreprod.106.057406.
3. Castillo DA, Gaitán JJ, Villagra ES. Direct and indirect effects of climate and vegetation on sheep production across Patagonian rangelands (Argentina). *Ecol Indicat*. 2021; 124: 107417. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107417.
4. Chepur SS. *Biometrics*. A textbook. Uzhgorod, Hoverla, 2023: 196 p. ISBN 978-617-7825-90-5. (in Ukrainian)
5. Čukić A, Cincović M, Djoković R, Rakonjac S, Petrović M, Petrović MŽ. Heat stress impact on sheep production. *Vet Review.* 2024; 5 (1): 41–51. DOI: 10.5937/FeMeSPRumNS24007C.
6. De K, Kumar D, Balaganur K, Naqvi SMK. Effect of environmental factors on estrus synchronization and artificial insemination success in farmers flock in sheep under semi-arid tropical region. *Reprod Domest Anim*. 2020; 55 (7): 777–784. DOI: 10.1111/rda.13683.
7. Domański E, Przekop F, Skubiszewski B. The role of the anterior region of the medial basal hypothalamus in the control of ovulation and sexual behavior in sheep. *Acta Neurobiol Exp (Wars)*. 1972; 32 (4): 753–762. PMID: 4676694
8. Đuričić D, Dobos A, Grbavac J, Stiles C, Bacan I, Vidas Ž, Marković F, Kočila P, Samardžija M. Climate impacts on reproductive performance of Romanov sheep in the moderate climate. *J Anim Behav Biometeorol.* 2021; 10 (1): e2201. DOI: 10.31893/jabb.22001.
9. Dutt RH. Detrimental effects of high ambient temperature on fertility and early embryo survival in sheep. *Int J Biometeorol*. 1964; 8: 47–56. DOI: 10.1007/BF02186927.
10. Hileman SM, Lubbers LS, Jansen HT, Lehman MN. Changes in hypothalamic estrogen receptor-containing cell numbers in response to feed restriction in the female lamb. *Neuroendocrinol.* 1999; 69 (6): 430–437. DOI: 10.1159/000054446.
11. Kleemann DO, Walker SK. Fertility in South Australian commercial Merino flocks: relationships between reproductive traits and environmental cues. *Theriogenol.* 2005; 63 (9): 2416–2433. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2004.09.052.
12. Kovačić M, Đuričić D, Sudarić Bogojević MS, Krčmar S, Dobos A, Samardžija M. Infuence of climatic elements on the reproductive traits of Romanov sheep in the Bilogora region, Croatia. *Vet Stanica*. 2023; 54 (4): 375–381. DOI: 10.46419/vs.54.4.2.
13. Lindsay DR, Knight TW, Smith JF, Oldham CM. Studies in ovine fertility in agricultural regions of Western Australia: ovulation rate, fertility and lambing performance. *Austral J Agric Res.* 1975; 26 (1): 189–198. DOI: 10.1071/AR9750189.
14. Lobachova IV, Ivanyna OV. Indices of renewal of ewe sexual activity and its correlation with age, weight, traditional reproductive traits and climatic conditions. *Bìol Tvarin.* 2018; 20 (3): 55–68. DOI: 10.15407/animbiol20.03.055.
15. Lobachova IV. Ovary morphology in ewes in different months of year. *Bìol Tvarin.* 2016; 18 (1): 77–86. DOI: 10.15407/animbiol 18.01.077. (in Ukrainian)
16. Macías-Cruz U, Gastélum MA, Álvarez, FD, Correa A, Díaz R, Meza-Herrera CA, Mellado M, Avendaño-Reyes L. Effects of summer heat stress on physiological variables, ovulation and progesterone secretion in Pelibuey ewes under natural outdoor conditions in an arid region. *Anim Sci J*. 2016; 87 (3): 354–360. DOI: 10.1111/asj.12430.
17. Do Prado Paim T, Borges BO, Lima PMT, Gomes EF, Dallago BSL, Fadel R, de Menezes AM, Louvandini H, Canozzi MEA, Barcellos JOJ, McManus C. Thermographic evaluation of climatic conditions on lambs from different genetic groups. *Int J Biometeorol*. 2013; 57: 59–66. DOI: 10.1007/s00484-012-0533-y.
18. Sawyer GJ. The influence of radiant heat load on reproduction in the Merino ewe. II. The relative effects of heating before and after insemination. *Austral J Agric Res.* 1979; 30 (6): 1143–1149. DOI: 10.1071/AR9791143.
19. Thom EC. The discomfort index. *Weatherwise.* 1959; 12 (2): 57–61. DOI: 10.1080/00431672.1959.9926960.
20. Yeates NTM. The effect of high air temperature on reproduction in the ewe. *J Agric Sci*. 1953; 43 (2): 199–203. DOI: 10.1017/S002185960004497X.

Correlation of reproduction rates of Ascanian Merino ewes with air temperature and humidity

I. V. Lobachova
LIV-post@ukr.net

The M. F. Ivanov's Institute of Animal Husbandry in Steppe Regions «Askania-Nova» —
National Scientific Selection-Genetic Center of Sheep Breeding,
1 Soborna Str., Askania-Nova, Kakhovskyy district, Kherson region, 75230, Ukraine

Sheep are animals whose reproduction is affected by environmental conditions, and knowledge of the dependence of reproduction on climatic parameters will help to adjust the conditions of animal keeping. The purpose of the research was to investigate a correlation between the reproduction rates of Ascanian Merino ewes with such climatic factors as air temperature and humidity and the THI (*temperature-humidity index*). 3070 data of adult and 1.5-year-old ewes obtained during 2011–2022 were analysed. Methods of variational statistics and correlation analysis were applied. The degree of correlation was determined by the *z*-value (adjusted *r*-coefficient). The results showed that the fertility F% and fecundity Fm% had a strong negative correlation with the average daily air temperature in June — $z = -0.996$ ($P<0.05$) and −0.951 ($P<0.05$) respectively and a moderate one with the temperature in June–July −0.776 ($P>0.05$) and −0.887 ($P<0.05$), and the prolificacy Pf had a moderate negative correlation with the average daily air temperature in July −0.633 ($P>0.05$) and a strong one with the temperature in July–August −0.887 ($P<0.05$). The indices of the sexual activity renewal — index of heat IH_i, index of heat time IHT_i and index of conception time ICT_i — revealed a significant relationship at the level of a moderate–strong with the average daily air temperature in June 0.929 ($P<0.05$), 0.741 ($P>0.05$), 0.829 ($P<0.05$), respectively, which indicates a decrease in the proportion of animals with the manifestation of sexual heat and a delay of the time of the manifestation of first sexual heat and conception with an increase in the temperature in June. The dependence of reproduction rates and indices of renewal on air humidity did not exceed the level of moderate, and the relationship with the THI mainly repeated the nature of the correlation with temperature. It was concluded that the reproduction rates of ewes of the Ascanian Merino breed at a moderate–strong level correlate with the temperature factors. Indicators related to the manifestation and time of heat show a greater level of correlation with the temperature in June, prolificacy — with the July parameter.

Key words: sheep, heat, sexual activity, climatic factors, correlation

Lobachova IV. Correlation of reproduction rates of Ascanian Merino ewes with air temperature and humidity. *Biol Tvarin*. 2025; 27 (2): 7–13.
DOI: 10.15407/animbiol27.02.007.

https://doi.org/10.15407/animbiol27.02.014
UDC 636.034:612.591
Received 07.01.2025 ▪ Revision 08.05.2025 ▪ Accepted 05.06.2025 ▪ Published online 10.06.2025

Impact of heat stress on redox homeostasis in the liver of laying hens and the protective role of antioxidant supplements

D. B. Perederiy, Y. T. Salyha
peredina0310@gmail.com

Institute of Animal Biology NAAS, 38 V. Stus str., Lviv, 79034, Ukraine

ORCID:
D. B. Perederiy https://orcid.org/0000-0002-9759-3513
Y. T. Salyha https://orcid.org/0000-0002-5731-7936

Authors' Contributions:
PDB: Investigation; Data curation; Formal analysis; Validation; Visualization; Writing — original draft, review & editing.
SYT: Conceptualization; Methodology; Project administration; Supervision.

Declaration of Conflict of Interests:
None to declare.

Ethical approval:
All procedures involving animals were conducted in compliance with the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes (Strasbourg, 2005), EU Directive 2010/63, and the Law of Ukraine no. 3447-IV "On Protection of Animals from Cruelty" (no. 440-IX from 14.01.2020). The experimental protocol was approved by the Bioethics Committee of the Institute of Animal Biology NAAS (protocol no. 115a from 28.09.2022).

Acknowledgements:
None.

Under intensive poultry farming conditions, heat stress (HS) is a major factor negatively affecting the productivity of laying hens. Elevated ambient temperatures can lead to systemic imbalances, particularly by disrupting the redox homeostasis in liver cells. A primary consequence of HS is the onset of oxidative stress (OS), marked by increased production of reactive oxygen species (ROS) and impaired function of the antioxidant defense system. Recent studies suggest that dietary supplementation with antioxidants such as betaine, taurine, and myo-inositol can enhance the liver's resistance to oxidative injury. These compounds are thought to stabilize cellular membranes, stimulate antioxidant enzyme activity, and reduce the overall OS burden in the liver of laying hens. This study aimed to evaluate the combined effects of betaine, taurine, and myo-inositol on oxidative stress markers in the liver of laying hens under HS conditions. Thirty-two laying hens were used. The experiment was conducted at the vivarium of the Institute of Animal Biology NAAS, and consisted of two phases: during the first phase, birds were kept at 20 °C for one week (thermoneutral conditions); in the second phase, HS was induced by raising the ambient temperature to 30 °C for 6 hours daily over 7 days. The birds were divided into two groups: a control group fed a standard diet, and an experimental group whose diet was supplemented with 0,5 g/kg betaine, 5 g/kg taurine, and 2 g/kg myo-inositol. Under HS conditions, the control group exhibited a 1.5-fold increase in hepatic LOOH levels ($P<0.001$), indicating heightened OS. SOD and CAT activities decreased by 30 % ($P<0.01$) and 25 % ($P<0.001$), respectively, compared to thermoneutral conditions. GPx and GR activities declined by 25 % ($P<0.05$) and 38 % ($P<0.05$), respectively. In contrast, antioxidant supplementation reduced LOOH levels by 1,4-fold ($P<0.001$) and increased SOD and CAT activities by 21 % ($P<0.05$) and 18 % ($P<0.05$), respectively. GPx activity rose 1.5-fold ($P<0.01$) relative to the control group. These findings confirm the beneficial effects of betaine, taurine, and myo-inositol on the hepatic antioxidant system in laying hens under HS. Their inclusion in poultry diets may serve as a promising strategy to mitigate oxidative damage and support liver function during periods of elevated ambient temperature.

Key words: heat stress, antioxidant supplements, antioxidant protection, enzymes, catalase, superoxide dismutase, hydroperoxides, lipid peroxidation, glutathione peroxidase, reduced glutathione, TBA-active products

Introduction

Heat stress is one of the key factors that negatively affect the productivity and physiological condition of laying hens, especially under elevated ambient temperatures. Due to limited thermoregulatory capacity, birds rely on alternative mechanisms such as increased respiratory rate, which disrupts water-electrolyte balance and induces metabolic disturbances [6, 18]. In laying hens, the effects of HS are particularly detrimental as they directly affect egg formation processes. Reduced feed intake leads to an energy and mineral deficit, impairs eggshell quality, and decreases egg mass. In severe cases, laying regularity is also disrupted [5]. Moreover, prolonged HS contributes to oxidative stress development, damaging cellular structures and impairing the overall condition of the liver, the central metabolic organ involved in lipid and protein synthesis and detoxification [4].

Oxidative stress in the liver arises due to excessive ROS production and insufficient activity of the antioxidant defense system [1]. Elevated ROS levels trigger lipid peroxidation, damaging cell membranes and disrupting hepatocyte function. One of the indicators of OS is an increased level of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), which reflect the intensity of oxidative damage. Simultaneously, the activity of key antioxidant enzymes — SOD, CAT, and GPx — is reduced, weakening cellular detoxification [8].

SOD acts as the first line of defense by catalyzing the dismutation of superoxide anion (O_2^-) into hydrogen peroxide (H_2O_2) and oxygen [16]. However, H_2O_2 is also toxic and must be further neutralized. This is accomplished by CAT and GPx. Catalase decomposes H_2O_2 into water and oxygen, preventing its accumulation, while GPx reduces lipid peroxides and H_2O_2 using GSH. Glutathione is a major non-enzymatic antioxidant that supports cellular redox balance and detoxification [13].

Since HS disrupts the balance between ROS production and antioxidant protection, it is essential to explore compounds that preserve cellular homeostasis and maintain liver function. Betaine, taurine, and myo-inositol are among such agents that help protect hepatocytes against oxidative damage. Betaine functions as an osmoprotectant and methyl group donor, reducing homocysteine levels, stabilizing membranes, and supporting liver metabolism [7]. Taurine is a potent antioxidant and ion homeostasis modulator that prevents calcium dysregulation and lipid peroxidation [15]. Myo-inositol is involved in lipid metabolism and improves endoplasmic reticulum function, helping reduce hepatocyte oxidative accumulation [2]. Supplementing these compounds into the diet of laying hens mitigates the effects of HS, supports antioxidant status, and preserves productivity under high temperatures [10].

This study aimed to investigate the combined effects of betaine, taurine, and myo-inositol on several markers of the antioxidant defense system — specifically LOOH, and the activity of GPx, GR, SOD, and CAT — as well as on the concentration of GSH in the liver of laying hens exposed to heat stress induced under experimental conditions in a vivarium.

Materials and Methods

The study involved 32 laying hens randomly assigned to two groups. The control group (n=16) was fed a standard diet without additives. The experimental group (n=16) received feed supplemented with betaine (0.5 g/kg), taurine (5 g/kg), and myo-inositol (2 g/kg) based on dry matter. The experiment was conducted at the vivarium of the Institute of Animal Biology NAAS. Birds were housed in metal cages equipped with automated feeders and drinkers. All birds had access to a balanced diet containing essential nutrients, vitamins, and minerals, as well as unlimited access to clean water. Temperature, humidity, and lighting were controlled throughout the trial.

The study was carried out in two phases. During the first week, birds were maintained under thermoneutral conditions (20 °C, relative humidity 60 %; temperature-humidity index = 66) [3]. On day 7, birds were euthanized by decapitation, and liver samples were collected for biochemical analysis. From day 8, the temperature was raised to 30 °C for 6 hours daily, with relative humidity maintained at 70 % (temperature-humidity index = 81) [3]. On day 14, after one week of heat stress exposure, the birds were euthanized, and liver tissues were again collected.

All procedures involving animals were conducted in compliance with the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes (Strasbourg, 2005), EU Directive 2010/63, and the Law of Ukraine no. 3447-IV “On Protection of Animals from Cruelty” (amended by no. 440-IX from 14.01.2020). The experimental protocol was approved by the Bioethics Committee of the Institute of Animal Biology NAAS (Protocol no. 115a, dated 28.09.2022).

The content of LOOH was determined spectrophotometrically at 480 nm following the interaction of blood plasma with ammonium thiocyanate. Optical density was measured over 10 minutes, and the LOOH concentration was calculated as the difference between control and experimental samples, expressed in arbitrary units per 1 mL of blood [14].

TBARS determination is based on the formation of a colored complex between malondialdehyde (MDA) and thiobarbituric acid (TBA) under acidic conditions and elevated temperature. After protein precipitation and heating of the sample with TBA in a water bath for one hour, the resulting complex was centrifuged. Optical density was measured spectrophotometrically at 535 and 580 nm, and the results were expressed as nmol MDA per gram of tissue.

The content of GSH was measured colorimetrically based on its reaction with 5,5'-dithiobis-2-nitrobenzoic acid (Ellman’s reagent), which forms a colored product. After incubation and centrifugation, the sample was mixed

with Na_2HPO_4 (0.3 M) and Ellman's reagent, followed by optical density measurement at 412 nm [14].

GPx activity was assessed by the rate of GSH oxidation in the presence of tert-butyl hydroperoxide. After incubation with TRIS buffer (pH 8.5) containing EDTA and sodium azide, the substrate was added, the reaction was stopped, and the residual GSH concentration was determined spectrophotometrically at 412 nm [14].

GR activity was evaluated based on the rate of oxidized glutathione (GSSG) reduction in the presence of NADPH. The incubation mixture contained K_2HPO_4, EDTA, and GSSG, and the reaction was initiated by the addition of NADPH. Optical density was measured at 340 nm, and enzyme activity was expressed in μmol NADPH/min × mg of protein [14].

SOD activity was determined by its ability to inhibit the reduction of nitro blue tetrazolium (NBT) to nitroformazan. Samples were incubated in phosphate buffer with phenazine methosulfate (PMS) and NADH, and the intensity of the resulting coloration was measured at 540 nm. Enzyme activity was expressed in arbitrary units per 1 mg of protein [14].

CAT activity was assessed by measuring the residual H_2O_2 level after incubation with the hemolysate. The reaction with ammonium molybdate was used, and the resulting complex was detected spectrophotometrically at 410 nm. The enzyme activity was calculated per 1 mg of protein [14].

Statistical analysis was performed as described by Petrovska [9]. Data are presented as mean ± standard deviation. All data were analyzed using the *Statistica 10* software. Statistical significance was determined using one-way analysis of variance (ANOVA). Student's *t*-test was used to assess differences between two groups. Differences were considered statistically significant at P<0.05.

Results and Discussion

Hyperactivation of lipid peroxidation (LPO) processes is an important biomarker of oxidative stress induced by heat stress, which triggers cell apoptosis by disrupting the stability, barrier, and transport functions of biological membranes [11]. Our results revealed a statistically significant difference in LOOH levels in liver homogenates of hens from the control group under thermoneutral (TN) conditions compared to those exposed to HS. Exposure to elevated temperatures resulted in a 1.5-fold increase in LOOH content (P<0.001, fig. 1). This indicates an increase in oxidative stress levels in liver cells under heat load conditions.

Including feed additives such as betaine, taurine, and myo-inositol in the diet of laying hens contributed to a 1.4-fold decrease (P<0.001) in LOOH levels in liver cells under HS compared to the control. This may suggest a reduction in oxidative stress levels in the birds, potentially due to the antioxidant properties of the aforementioned compounds and their ability to alleviate oxidative load induced by heat exposure. Their antioxidative activity may enhance the pro-antioxidant balance within cells [11, 17].

According to the data on TBARS (fig. 2), a 23 % increase (P<0.05) in their content was recorded in liver homogenates of laying hens from the control group under heat stress conditions compared to thermoneutral conditions. This indicates an intensification of lipid peroxidation processes in the liver under the influence of heat stress, reflecting the activation of oxidative stress and disruption of the prooxidant–antioxidant balance in the organism. The elevated level of TBARS serves as a marker of cellular membrane damage caused by excessive generation of reactive oxygen species [12].

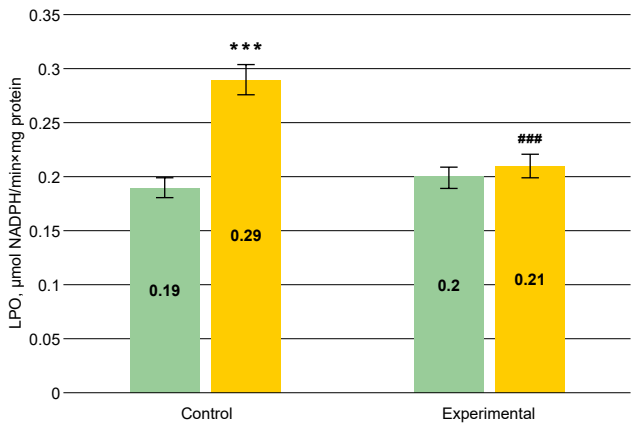

Fig. 1. Lipid hydroperoxide content in the liver of laying hens under TN and HS conditions after inclusion of betaine, taurine, and myo-inositol (M±m)

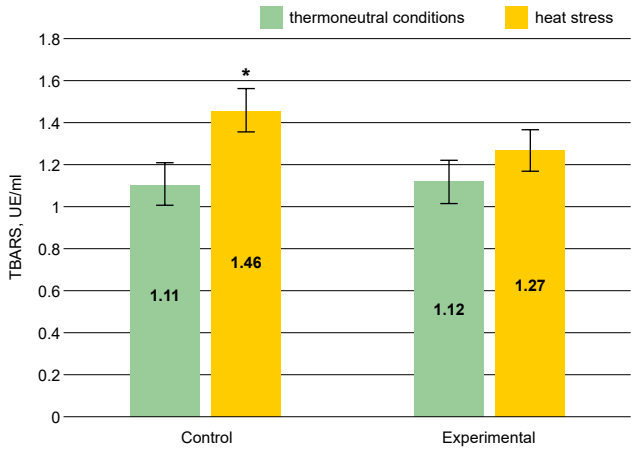

Fig. 2. TBARS content in the liver of laying hens under TN and HS conditions after inclusion of betaine, taurine, and myo-inositol (M±m)

Note: throughout this and the following figures, * — P<0.05; ** — P<0.01; *** — P<0.001 indicate statistically significant differences between HS and TN conditions. # — P<0.05; ## — P<0.01; ### — P<0.001 indicate statistically significant differences between experimental and control groups.

Analysis of SOD and CAT activity (table 1) shows that HS caused a marked decrease in their enzymatic activity in hepatocytes of laying hens in both control and experimental groups compared to TN conditions. Specifically, in the control group, SOD activity decreased by 30 % (P<0.01), and CAT activity by 25 % (P<0.001). In the experimental group (E), SOD activity dropped by 23 % (P<0.01), while CAT activity decreased by 11 % (P<0.001) relative to TN values.

These findings suggest that HS exerts a detrimental effect on both superoxide dismutase and catalase activity, leading to their inactivation, possibly due to an overload of the birds' antioxidant system. This overload likely diminishes the organism's ability to neutralize free radicals, thereby increasing the level of oxidative stress in laying hens [13, 16].

The supplementation of animal feed led to an increase in superoxide dismutase and catalase activity in liver tissue under stress conditions by 21 % (P<0.05) and 18 % (P<0.05), respectively, compared to the control. This may indicate a modest yet positive effect of betaine, taurine, and myo-inositol on the activation of SOD and CAT under stress conditions. These findings may suggest a slight enhancement of the primary antioxidant defense system in the liver against oxidative stress, contributing to the stabilization of cellular membranes and mitigation of the negative effects of heat stress on the birds' organism [17].

The analysis of GSH levels in hepatocytes of laying hens revealed no statistically significant changes under either normal or stress conditions (table 2). Similarly, dietary supplementation did not significantly affect its concentration in the liver. These results suggest an improvement in overall antioxidant capacity, which likely contributes to the stabilization of redox processes in hepatic cells and supports the balance of the prooxidant-antioxidant system [13].

The activity of GPx markedly decreased under HS conditions in both the control and experimental groups by 1.5- and 1.2-fold, respectively (P<0.05), compared to TN. However, dietary supplementation (experimental group) led to a 1.5-fold (P<0.01) increase in hepatic GPx activity under HS compared to the control group. These findings indicate the potential of the supplements to enhance cellular defense against OS, especially under heat stress conditions.

As for GR, exposure to HS in the control group led to a 38 % reduction in its activity (P<0.05), while in the experimental group, an increase of 40 % was observed (P<0.05) compared to TN. These findings may indicate a reduced load on the enzymatic component of the antioxidant defense system due to sufficient exogenous antioxidant support, as well as a decreased need for activation of endogenous antioxidant mechanisms [11].

Heat stress significantly increased LOOH levels in the liver homogenates of laying hens, indicating intensified lipid peroxidation processes and elevated OS. Adding betaine, taurine, and myo-inositol to the diet significantly reduced LOOH content, indicating decreased oxidative load and activation of antioxidant defense mechanisms. These bioactive compounds exhibit antioxidant properties that help alleviate the negative impact of HS on hepatocytes and maintain the prooxidant–antioxidant balance.

Table 1. Superoxide dismutase and catalase activity in the liver of laying hens under TN and HS conditions following dietary supplementation with betaine, taurine, and myo-inositol (M±m)

Indicators	Conditions	Control	Experimental
SOD, AU/mg protein	TN	40.74±2.45	46.86±5.7
	HS	28.68±4.83**	36.14±2.23**#
CAT, mmol H_2O_2/ min×mg of protein	TN	21.10±0.61	26.15±0.67##
	HS	19.53±0.28*	23.78±0.98*#

Table 2. Indicators of the glutathione-dependent antioxidant defense system in the liver of laying hens under TN and HS conditions following dietary supplementation with betaine, taurine, and myo-inositol (M±m)

Indicators	Conditions	Control	Experimental
GSH, mmol/L	TN	0.31±0.09	0.34±0.06
	HS	0.26±0.11	0.34±0.09
GPx, nmol GSH/ min×mg protein	TN	40.67±3.715	44.81±3.16
	HS	26.29±5.48*	38.15±4.97*##
GR, μmol NADPH/ min×mg protein	TN	2.5±0.39	0.47±0.15###
	HS	1.56±0.42*	1.48±0.36*

In the control group, HS notably decreased the activities of SOD and CAT in hepatocytes, indicating a reduced capacity to neutralize free radicals. In the experimental group, bioactive compounds led to a partial increase in SOD and CAT activity, suggesting a positive impact on strengthening antioxidant defense. Enhanced activity of these enzymes helps stabilize membrane structures and mitigate the harmful effects of HS on liver function.

HS also caused a decline in the activity of GPx and GR in the liver, reflecting depletion of the glutathione-dependent antioxidant defense system. Dietary inclusion of betaine, taurine, and myo-inositol increased GPx activity, thereby ensuring effective cellular protection against OS and improving the organism's resistance to thermal stress.

References

1. Akbarian A, Michiels J, Degroote J, Majdeddin M, Golian A, De Smet S. Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. *J Anim Sci Biotechnol*. 2016; 7: 37. DOI: 10.1186/s40104-016-0097-5.
2. Benvenga S, Marini HR, Micali A, Freni J, Pallio G, Irrera N, Squadrito F, Altavilla D, Antonelli A, Ferrari SM, Fallahi P, Puzzolo D, Minutoli L. Protective effects of myo-inositol and selenium on cadmium-induced thyroid toxicity in mice. *Nutrients*. 2020; 12 (5): 1222. DOI: 10.3390/nu12051222.
3. Habeeb AA, Gad AE, Atta MA. Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *Int J Biotechnol Rec Adv*. 2018; 1 (1): 35–50. DOI: 10.18689/ijbr-1000107.

4. Hunchak AV, Stefanyshyn OM, Sirko YM, Kyryliv BY, Ratych IB. Influence of exogenous enzymes and different forms of Sulfur in the diets of broiler chickens on productivity and quality of poultry products. *Biol Tvarin*. 2024; 26 (4): 49–54. DOI: 10.15407/animbiol26.04.049.
5. Kim HR, Ryu C, Lee SD, Cho JH, Kang H. Effects of heat stress on the laying performance, egg quality, and physiological response of laying hens. *Animals (Basel)*. 2024; 14 (7): 1076. DOI: 10.3390/ani14071076.
6. Mangan M, Siwek M. Strategies to combat heat stress in poultry production — A review. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 2023; 108 (3): 576–595. DOI: 10.1111/jpn.13916.
7. Nofal M, Galal MA, Mousa SMM, Yassein DMM, Bealsh AMA. Effect of dietary betaine supplementation on productive, physiological and immunological performance and carcass characteristics of growing developed chicks under the condition of heat stress. *Egypt Poult Sci J*. 2015; 35 (1): 237–259. Available at: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20153166095
8. Oke OE, Akosile OA, Oni AI, Opowoye IO, Ishola CA, Adebiyi JO, Odeyemi AJ, Adjei-Mensah B, Uyanga VA, Abioja MO. Oxidative stress in poultry production. *Poult Sci*. 2024; 103 (9): 104003. DOI: 10.1016/j.psj.2024.104003.
9. Petrovska IR, Salyha YT, Vudmaska IV. *Statistical methods in biological research*. The educational and methodological manual. Kyiv, Agrarian Science; 2022: 172 p. ISBN 978-966-540-551-1. (in Ukrainian)
10. Perederiy DB. Effectiveness of betaine, taurine, and myo-inositol in normalizing the antioxidant status of laying hens under heat stress. *Biol. Tvarin*. 2024; 26 (4): 43–48. DOI: 10.15407/animbiol26.04.043.
11. Polishchuk VM, Tsekhmistrenko SI, Polishchuk SA, Ponomarenko NV, Rol NV, Cherniuk SV, Cherniavskyi OO, Kuzmenko OA, Prysiazhniuk NM, Karaulna VM, Lastovska IO, Fedoruk NM. Age-related characteristics of lipid peroxidation and antioxidant defense system of ostriches (*Struthio camelus domesticus*). *Ukr J Ecol*. 2020; 10 (1): 168–174. https://doi.org/10.15421/2020_27
12. Sumanu VO, Aluwong T, Ayo JO, Ogbuagu NE. Evaluation of changes in tonic immobility, vigilance, malondialdehyde, and superoxide dismutase in broiler chickens administered fisetin and probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) and exposed to heat stress. *J Vet Behav*. 2019; 31: 36–42. DOI: 10.1016/j.jveb.2019.01.003.
13. Valgimigli L. Lipid peroxidation and antioxidant protection. *Biomolecules*. 2023; 13 (9): 1291. DOI: 10.3390/biom13091291.
14. Vlizlo VV, Fedoruk RS, Ratych IB. *Laboratory Methods of Research in Biology, Animal Husbandry, and Veterinary Medicine*. Lviv, Spolom; 2012: 764 p. ISBN 976-966-665-677-6. (in Ukrainian).
15. Wang X, Wang C, Wang Z, Li W, Sun W, Zhang F, Hong Y, Liu X, Liu X, Lyu Q, Hu J. Antioxidant effect of taurine on chronic heat-stressed broilers. In: Schaffer SW., El Idrissi A, Murakami S. *Taurine 12. A Conditionally Essential Amino Acid*. Springer Nature, 2022: 161–169. DOI: 10.1007/978-3-030-93337-1_16.
16. Wang Y, Branicky R, Noë A, Hekimi S. Superoxide dismutases: Dual roles in controlling ROS damage and regulating ROS signaling. *J Cell Biol*. 2018; 217 (6): 1915–1928. DOI: 10.1083/jcb.201708007.
17. Wang Y, Jia X, Hsieh JCF, Monson MS, Zhang J, Shu D, Nie Q, Persia ME, Rothschild MF, Lamont SJ. Transcriptome response of liver and muscle in heat-stressed laying hens. *Genes (Basel)*. 2021; 12 (2): 255. DOI: 10.3390/genes12020255.
18. Wasti S, Sah N, Mishra B. Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals (Basel)*. 2020; 10 (8): 1266. DOI: 10.3390/ani10081266.

Вплив теплового стресу на окисно-відновний баланс печінки курей-несучок та роль антиоксидантних добавок

Д. Б. Передерій, Ю. Т. Салига
peredina0310@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В умовах інтенсивного птахівництва одним із ключових факторів, який негативно впливає на продуктивність курей-несучок, є тепловий стрес (ТС). Підвищена температура навколишнього середовища може спричиняти дисбаланс в організмі птиці, зокрема впливати на окисно-відновний стан клітин печінки. Одним із основних наслідків ТС є розвиток оксидативного стресу (ОС), що супроводжується підвищеним утворенням активних форм кисню (АФК) та порушенням функціональної активності антиоксидантної системи захисту організму. Сучасні дослідження вказують на ефективність введення у корм курей певних антиоксидантних добавок — таких, як бетаїн, таурин та міо-інозитол, які здатні підвищувати резистентність печінкових клітин до оксидативного пошкодження. Завдяки своїм властивостям, ці речовини можуть сприяти стабілізації мембран, активізації антиоксидантних ферментів та загальному зниженню рівня ОС у печінці курей-несучок. Метою дослідження є оцінка комплексного впливу бетаїну, таурину та міо-інозитолу на рівень оксидативного стресу в печінці курей-несучок за умов теплового навантаження. У дослідженні було використано 32 курки-несучки. Експеримент проведено у віварії Інституту біології тварин НААН у два етапи: на першому курей утримували при температурі 20 °С протягом тижня, на другому створювали умови ТС підвищенням температури до 30 °С на 6 годин на добу протягом 7 днів. Птахів поділили на дві групи: контрольну (споживала стандартний корм) та дослідну (отримувала корм із додаванням 0,5 г/кг бетаїну, 5 г/кг таурину та 2 г/кг міо-інозитолу). Результати дослідження показали, що за умов ТС у контрольній групі спостерігали зростання рівня ГПЛ у печінці курей у 1,5 раза (P<0,001), що свідчить про посилення ОС. При цьому активність СОД знижувалася на 30 % (P<0,01), а КАТ — на 25 % (P<0,001) порівняно з ТН. Водночас спостерігалося зниження активності ГП на 25 % (P<0,05) та ГР на 38 % (P<0,05). Введення у раціон антиоксидантних добавок сприяло зниженню рівня ГПЛ у печінці в 1,4 раза (P<0,001), а також зростанню активності СОД на 21 % (P<0,05) та КАТ на 18 % (P<0,05) в умовах ТС. Крім того, активність ГП у печінці дослідної групи підвищувалася у 1,5 раза (P<0,01), порівняно з контрольною групою. Отримані дані підтверджують позитивний комплексний вплив бетаїну, таурину та міо-інозитолу на антиоксидантну систему курей-несучок при тепловому стресі. Використання цих добавок у раціоні може бути ефективною стратегією для зменшення оксидативного навантаження та підтримки стабільності клітинних мембран в умовах високих температур.

Ключові слова: тепловий стрес, антиоксидантні добавки, антиоксидантний захист, ферменти, каталаза, супероксиддисмутаза, гідропероксиди, перекисне окислення ліпідів, глутатіонпероксидаза, відновлений глутатіон, ТБК-активні продукти

Perederiy DB, Salyha YT. Impact of heat stress on redox homeostasis in the liver of laying hens and the protective role of antioxidant supplements. *Biol Tvarin*. 2025; 27 (2): 14–18. DOI: 10.15407/animbiol27.02.014.

Тези доповідей

XXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених,

присвяченої 110-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора, заслуженого діяча науки і техніки України **Зеновія СКОРОДИНСЬКОГО** (16.09.1915–10.04.1985)

та 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора, академіка УААН **Федора ПАЛФІЯ** (03.03.1925–31.12.1996)

15–16 травня 2025 року, м. Львів, Україна

Abstracts of reports

of XXIII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists,

dedicated to the 110th anniversary of the Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Figure of Science and Technology of Ukraine **Zenoviy SKORODYNSKYI** (16.09.1915–10.04.1985)

and to the 100th anniversary of the Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the UAAS **Fedir PALFIY** (03.03.1925–31.12.1996)

May 15th–16th, 2025, Lviv, Ukraine

Excisional wound morphological characteristics under the influence of medicinal leech

R. Aminov
91_amin_91@ukr.net

Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia, Ukraine

Currently, due to the ongoing full-scale war of Russia against Ukraine, the number of combat injuries has significantly increased. Among these, skin damage in the form of mechanical wounds occupies a primary position. Wound healing begins immediately after injury, which is a very complex process involving the immune system. Although in most cases healing occurs physiologically without complications, it requires additional support. This is because their chronicity or even general complications can occur. Therefore, scientists are intensively searching for means that can not only accelerate wound healing but also promote normal physiological healing. These means include natural substances obtained from animal and plant organisms. For example, from the organisms of medicinal leeches, which have a wide range of therapeutic effects.

Therefore, the aim of our study was to evaluate reparative regeneration on a model of incised wounds in rats under the influence of biologically active substances from medicinal leeches.

The studies were conducted at the educational and scientific research laboratory of cellular and organismal biotechnology of Zaporizhzhia National University. The experiment involved sexually mature non-linear male rats and medicinal leeches obtained in the laboratory. The animals were given incised wounds under anesthesia, after which medicinal leeches were applied 5 times, and an external assessment of the wound surface was conducted over a month. All rules of bioethics regarding the use of animals in research were observed in the study.

As a result of the study, starting from the 3rd day, we observed a significant decrease in the inflammatory response in the experimental group compared to the control. The wound surface in the experimental group was cleaned without purulent inclusions, in comparison with the control where the entire surface area was covered with a purulent crust. Starting from the 7th day, the wound surface in the control group was almost clean, with some purulent inclusions. In the experimental group, it was covered with a crust without the presence of pus. On the 14th day, the wounds in both groups had no inflammatory response and were covered with thick crusts. On the 30th day, the wound surfaces were completely restored, but in the control group, without the restoration of hair cover.

According to the results obtained, medicinal leeches are capable of accelerating wound healing processes. Also, due to the presence of antibacterial substances, they are able to accelerate wound cleansing and reduce inflammatory reactions.

Key words: rats, skin, incised wounds, regeneration, medicinal leech

Явище педоморфозу у земноводних на прикладі тритона іспанського ребристого *Pleurodeles waltl* (Michahelles, 1830)

Б. Андріїшин
bohdanoksalat@gmail.com

Національний науково-дослідний реставраційний центр України (Львівська філія), м. Львів, Україна

На сьогодні в Україні амфібії не дуже популярні як лабораторні та модельні тварини, порівняно з дрібними ссавцями. Проте вони є хорошими об'єктами як для лабораторних, так і для навчальних цілей [Gualandris-Parisot, 2001]. В університетах та школах студенти та учні могли б отримувати досвід у спостереженні за поведінкою, живленням, розмноженням та етапами розвитку потомства амфібій. Під час вирощування в неволі молодняку іспанського тритона ребристого *Pleurodeles waltl* (Michahelles, 1830) ми зафіксували рідкісне явище для земноводних — педоморфоз. Тому метою цієї оглядової роботи було проведення аналізу явища педоморфозу у хвостатих земноводних.

Педоморфоз — це гетерохронний процес, який замінює метаморфоз і дозволяє дорослим особинам досягти статевої зрілості, зберігаючи при цьому личинкові ознаки, до яких у хвостатих земноводних належать зябра та зяброві щілини [Denoël, 2003; Oromi, 2016]. За визначенням Писанця (2007), педоморфоз — це явище, яке полягає в подовженні терміну життя амфібії на стадії личинки. Термін «педоморфоз» вживається у тих випадках, коли особина із зябрами відрізняється від звичайних личинок розмірами і забарвленням, але достовірних доказів про її здатність до розмноження немає (зазвичай таких личинок знаходять восени або навесні, коли вони вже мають завершити метаморфоз). Існує ймовірність, що низька температура не тільки гальмує ріст, але й пригнічує синтез тиреоїдного гормону і двох його похідних: тетрайодотироніну (T4, тироксин) і трийодтироніну (T3), які мають велике значення для завершення метаморфозу [Писанець, 2007].

Наша робота не є результатом систематичних досліджень та спрямованих намагань одержати певні результати. Отримані дані радше випадкові, навіть спонтанні, і робота має переважно оглядове значення. При виведенні потомства тритона іспанського ребристого ми одержали одну педоморфну особину. Всього було одержано 18 особин цього тритона (відкладено було близько 30 ікринок). Нерест відбувся взимку, а розвиток проходив орієнтовно 3 місяці при температурі 22 °C. При розмірі 5 сантиметрів личинки проходили метаморфоз і набували вигляду дорослої особини. Під час вирощування потомства ми проводили сортування молодняку з метою уникнення сутичок між особинами різного розміру. Варто зазначити, що на личинковій стадії цього тритона дуже чітко виражена регенерація кінцівок, частково зябер і плавця, на відміну від дорослої форми, де втрачені частини тіла або не відновлюються (фаланги пальців), або відновлюються дуже повільно (шкірна складка на хвості). Відтак, майже на четвертому місяці після нересту ми зафіксували присутність зябер на двох особинах тритонів при розмірі 6–7 см. Через місяць одна з цих особин все ж завершила метаморфоз. Інша особина зберегла зябра, проте вони втратили свою «пишність» та зменшилися у розмірі втричі. Варто зауважити, що відповідна особина зберегла не тільки зябра, а й інші ознаки личинкової стадії хвостатих амфібій: виражені поперечні борозни на тілі (дуже добре проглядаються в аксолотлів); відсутність «затвердіння і зроговіння» шкіри (навпаки, покрив тіла личинки м'який та слизький на дотик, як і у всіх личинок амфібій). Окрім цього, форма голови також відрізняється від дорослих особин і справді більше нагадує голову личинок хвостатих амфібій. На травень 2025 р. розмір педоморфної особини сягає 13,5 см, що перевищує розмір деяких метаморфів. Педоморфну особину утримували разом з іншими тритонами, які завершили метаморфоз. В результаті спостережень також встановлено, що серед усіх утримуваних тритонів саме педоморфна особина проявляла найбільший інтерес до їжі, що вкотре підтверджує її «личинкові» ознаки (личинки амфібій живляться фактично безперервно з метою поповнення енергетичних запасів, необхідних для завершення метаморфозу). Також ми зафіксували травму на кінці хвоста від укусу сусіднього тритона. Втрачена частина хвоста відновилася за тиждень, включно з останніми хребцями, що також підтверджує ознаки личинкової стадії. Варто зазначити, що тритона утримували не при низьких температурах, а при оптимальних для цього виду, і це суперечить літературним даним про те, що педоморфоз проявляється при низьких температурах. Ми припускаємо, що в нашому спостереженні явище педоморфозу — радше випадок, а не закономірність. Таким чином, ми підтвердили рідкісне явище педоморфозу і сподіваємось, що отримані нами результати спонукають науковців до подальших досліджень відповідного явища у хвостатих амфібій.

Ключові слова: педоморфоз, амфібії, іспанський ребристий тритон, *Pleurodeles waltl*, личинка

Вплив *L. casei* IMB B-7280 та *L. plantarum* IMB B-7976 на активність каталази, фракційний склад розчинних білків гемолімфи та спектр кишкової мікробіоти медоносних бджіл

Р. Л. Андрошулік
rusandroshulik@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Останнім часом існує тенденція до використання нових ефективних засобів натурального походження для боротьби з хворобами та покращення здоров'я медоносних бджіл. Також відомо, що добре збалансована структура кишкової мікробіоти медоносних бджіл є основою для їх росту, розвитку, підсилення імунної відповіді та стійкості до інфекцій. Встановлено, що деякі штами молочнокислих бактерій, які мають антибактеріальні, протизапальні та імуномодулювальні властивості, є перспективними для розробки на їхній основі пробіотичних препаратів широкого спектру дії. Отже, метою роботи було визначити вплив пробіотичних штамів *Lactobacillus casei* IMB B-7280 і *L. plantarum* IMB B-7679 на спектр мікробіоти різних відділів кишечника медоносних бджіл *Apis mellifera*.

Для проведення дослідження було сформовано контрольну та дві дослідні групи по 60–90 бджіл у кожній. Бджоли контрольної групи протягом 28 діб отримували підгодівлю з 60 % цукрового сиропу + 1 мл дистильованої H_2O. Дослідна група бджіл Д 1 щодня отримувала 1 мл 60 % цукрового сиропу + 1 мл водної суспензії клітин штаму *L. casei* IMB B-7280 в концентрації 1×10^6 КУО/мл; дослідна група бджіл Д2 додатково до 1 мл 60 % цукрового сиропу отримувала 1 мл водної суспензії клітин штаму *L. plantarum* IMB B-7976 в концентрації 1×10^4 КУО/ мл. Активність каталази в тканинах організму бджіл визначали за здатністю гідрогенпероксиду утворювати із солями молібдену стійкий кольоровий комплекс на спектрофотометрі при довжині хвилі 410 нм проти води. Кількість білка в тканинах організму бджіл визначали за методом Лоурі. Вміст загального білка в організмі бджіл проводили за методом Кендаля. Визначення вмісту окремих фракцій розчинних білків гемолімфи проводили методом вертикального електрофорезу в 7,5 % поліакриламідному гелі. Відносний вміст білкових фракцій визначали за допомогою програми *TotalLab TL120* і виражали у відсотках від загального пулу. Для визначення якісного та кількісного спектру кишкової мікробіоти проводили забір середнього та заднього кишківника (окремо) від бджіл контрольної та дослідних груп. Отримані зразки висівали на вісім селективних поживних агаризованих середовищ для культивування окремих груп мікроорганізмів.

Встановлено тенденцію до підвищення каталазної активності тканин бджіл за тривалішого (28 діб) застосування штаму *L. casei* IMB B-7280 і стабільно вищої активності цього ензиму впродовж всього дослідного періоду за дії штаму *L. plantarum* IMB B-7679. У контрольній групі бджіл активність каталази залишалася на сталому рівні. Показано, що на 14-у та 28-у добу вірогідно збільшувався вміст загального протеїну в організмі бджіл, які отримували штам *L. casei* IMB B-7280. У бджіл обох груп виявлено водорозчинні фракції білків гемолімфи: γ-глобуліни, β-глобуліни, α2-глобуліни, α1-глобуліни. Варто зазначити, що фракція альбумінів не виявлена. Показано, що задня кишка містить значно більшу загальну кількість мікроорганізмів, ніж середня. Застосування штаму *L. casei* IMB B-7280 призводило до збільшення кількості молочнокислих бактерій та біфідобактерій в обох відділах кишківника, а також до зниження кількості стафілококів, стрептококів та мікроскопічних грибів. Застосування штаму *L. plantarum* IMB B-7679 мало схожий ефект, але зміни у складі мікробіому кишківника були менш виражені.

Застосування пробіотичних штамів *L. casei* IMB B-7280 і *L. plantarum* IMB B-7679 для підгодівлі бджіл за умов лабораторного термостату призводило до кількісних змін у складі кишкової мікробіоти бджіл, зокрема до збільшення кількості молочнокислих бактерій та біфідобактерій, а також зменшення кількості деяких інших груп мікроорганізмів в кишківнику. Пробіотичні штами стимулювали каталазну активність тканин організму бджіл, підвищували рівень загального білка, але суттєво не впливали на співвідношення білкових фракцій гемолімфи.

Ключові слова: бджоли *Apis mellifera*, лактобактерії, каталаза, фракції протеїнів, гемолімфа, спектр мікробіому кишківника

Оцінка статевих відмінностей токсичної дії наночастинок срібла у щурів

Д. Бабарук
danya.babaruk@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

XXI століття характеризується стрімким розвитком науково-технічного прогресу, внаслідок чого наноструктурні матеріали синтезуються в промислових масштабах [Shokry et al., 2021; Motta et al., 2023]. Застосування їх у різних галузях зумовлено їхніми унікальними властивостями, що стало особливо важливим при розробці таких матеріалів лікарського призначення [Alves et al., 2022; Salim et al., 2023]. Провідним у галузі нанофармакології є створення новітніх засобів з антимікробною дією на основі благородних металів (срібло, золото) [Morones-Ramirez et al., 2013; Naumenko et al., 2023]. Синтезовані наноматеріали обов'язково досліджують на прояв токсичної дії. Токсикологічні дослідження наноматеріалів біомедичного призначення потребують визначення класу токсичності і класу безпечності на лабораторних тваринах [Koshevoy et al., 2023]. Важливо враховувати прояв можливих статевих відмінностей для досліджуваних сполук [Pinzaru et al., 2018; Garcés et al., 2021]. Отже, метою досліджень було визначення статевих відмінностей токсичної дії наночастинок Срібла з цетилпеpидинієм на моделі щурів.

Експерименти проводили на білих нелінійних щурах-самицях (n=10) масою тіла 200–220 г. Піддослідних тварин утримували в стандартних умовах віварію з дотриманням оптимальних параметрів мікроклімату приміщення. Тварини отримували повнораціонний комбікорм, мали вільний доступ до води. Після акліматизації та рандомізації за методом мінімізації відмінностей за масою тіла самиці були розподілені на 2 групи — контрольну та дослідну. Гідрозоль наночастинок срібла тваринам піддослідної групи вводили внутрішньошлунково за допомогою зонду в чистому вигляді в дозі 5000 мг/кг м. т. Контрольні тварини отримували воду. Досліджуваний гідрозоль наночастинок срібла є водним розчином коричневого кольору, без запаху. Концентрація наночастинок складає 0,15 г/л, стабілізатора 0,3 г/л, кислотність розчину становить 6,4. Спостереження за загальним станом тварин, зовнішнім виглядом та поведінкою після введення гідрозолю наночастинок срібла здійснювали щоденно протягом 14 днів. Клінічні прояви інтоксикації оцінювали з урахуванням маси тіла, споживання їжі та води, рухової активності, стану м'язової, травної, сечостатевої систем, стану шкірних покровів, офтальмостатусу на 1-у, 3-ю, 7-у, 10-у та 14-у добу після введення речовини. По закінченні періоду спостережень (14 діб) тварин виводили з експерименту методом декапітації під легким ефірним наркозом, проводили розтин та макроскопічне обстеження внутрішніх органів. Визначали абсолютну масу зазначених органів для розрахунку масових коефіцієнтів (МК). На підставі змін МК внутрішніх органів піддослідних тварин як інтегрального показника органотропної дії щодо аналогічних даних тварин контрольної групи оцінювали загальнотоксичний вплив гідрозолю наночастинок срібла. Статистичну обробку фактичних даних проводили методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента.

Після попередніх досліджень на самцях щурів, щоб перевірити надійність встановленого класу токсичності, провели дослідження з визначення гострої токсичності гідрозолю наночастинок Срібла за умов одноразового внутрішньошлункового введення щурам-самицям в дозі 5000 мг/кг м.т., що є граничної межею IV класу токсичності (малотоксичні) та V класу (практично нетоксичні). Результати дослідження свідчать про те, що введена доза гідрозолю наночастинок срібла не призводила до загибелі тварин впродовж усього періоду спостереження. Тварини були активними, добре реагували на подразники, їхня поведінка, зовнішній вигляд, хода були звичайними, фізіологічні відправлення — в нормі, споживання води та їжі — без особливостей. Загалом піддослідні тварини протягом 14 днів спостереження нічим не відрізнялися від контрольної групи. Динаміка маси тіла щурів-самиць свідчить про відсутність будь-яких статистично вірогідних відмінностей між даними контрольної та піддослідної груп. Тобто одноразове введення гідрозолю наночастинок Срібла у дозі 5000 мг/кг щурам-самицям не впливає на загальнотрофічні процеси в організмі. Підтвердженням цього є також відсутність змін коефіцієнтів внутрішніх органів (серце, легені, печінка, селезінка, підшлункова залоза, нирки, наднирники, яєчники), макроскопічний огляд яких не зафіксував розбіжностей в розташуванні, формі, кольорі. Посмертне обстеження слизових оболонок ротової порожнини, трахеї, глотки, стравоходу, шлунку також не виявило жодних ознак подразнення, гіперемії або набряку.

Отримані результати вивчення гострої токсичності гідрозолю наночастинок Срібла з цетилпеpидинієм на щурах-самицях підтверджують приналежність вказаної сполуки до V класу токсичності і свідчать про відсутність статевих відмінностей для досліджуваної речовини.

Ключові слова: наночастинки, токсикологія, щури, стать

Продовольча безпека та роль тваринництва у її забезпеченні

К. В. Бабич, К. О. Пилипчук, О. І. Осипенко
k.babych@gmail.com

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Продовольча безпека — це здатність країни забезпечити своїх громадян достатньою кількістю безпечної та якісної їжі для активного і здорового життя. Глобальна продовольча безпека на сьогодні перебуває під серйозною загрозою через поєднання кліматичних змін, геополітичних конфліктів, економічної нестабільності та скорочення гуманітарної допомоги. Так, зміни клімату вже призводять до значного зростання цін на продукти харчування. Особливо вразливими є дрібні фермери в країнах, що розвиваються, які виробляють 35 % світової їжі, але не мають достатніх ресурсів для адаптації до кліматичних змін. Збройні конфлікти у світі призводять до масового переміщення населення, руйнування продовольчих систем і обмеження гуманітарного доступу. Світова продовольча програма повідомляє про дефіцит фінансування, що призводить до скорочення продовольчої допомоги в тих країнах, які її потребують [Wallsa, 2019; Заходим, 2022; Shuliar, 2024]. У 2024 р. 88 країн підписали багатосторонній договір, спрямований на підтримку зусиль з викорінення голоду та бідності. Бразилія як депозитарій бере на себе половину витрат альянсу до 2030 р., з офісами в Бразиліа та Римі, які координують технічну та фінансову допомогу. При цьому у 2024 р. глобальний індекс голоду становив 18,3, що вважається помірним рівнем, але прогрес у боротьбі з голодом залишається недостатнім [Байдала, 2024; Шевченко, 2024; Білоусько, 2025].

Наша держава відіграє ключову роль у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки, незважаючи на значні виклики, спричинені війною. До повномасштабного вторгнення Україна стабільно входила до п'ятірки провідних експортерів зернових і зернобобових культур, забезпечуючи харчуванням близько 400 мільйонів людей у світі. Значна частина експорту, зокрема пшениці, кукурудзи та соняшникової олії, здійснювалася через порти Чорного моря. Війна суттєво вплинула на аграрний сектор України, а отже, і на продовольчу безпеку у світі: виробництво зернових у 2024–2025 рр. знизилося на 34 %, порівняно з рівнем 2021–2022 рр.; блокування портів та руйнування інфраструктури ускладнили експорт продовольчих ресурсів, що особливо негативно вплинуло на країни, залежні від українського зерна, — такі, як Єгипет, Ліван і країни Африки; значно скоротилися обсяги виробництва тваринницької продукції та її експорт. Та незважаючи на труднощі, Україна продовжує експортувати значні обсяги сільськогосподарської продукції, зокрема через альтернативні маршрути, і залишається важливим гравцем на світовому аграрному ринку, продовжуючи робити значний внесок у глобальну продовольчу безпеку навіть в умовах війни [Brooks, 2019; Мудрак, 2020; Палапа, 2022; Антощенкова, 2023].

Тваринництво є ключовим сектором аграрної економіки, який відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, адже постачає продукти, що містять незамінні білки тваринного походження: м'ясо, молоко, яйця тощо, необхідні для збалансованого харчування. Тваринництво впливає на економічну стабільність та зайнятість через забезпечення робочими місцями в сільських регіонах, сприяючи економічному розвитку та зменшенню бідності. Галузь тваринництва є рушієм сільського господарства та сталого розвитку, адже відходи галузі використовуються як органічні добрива, покращуючи родючість ґрунтів та сприяючи сталому землеробству [Сичевський, 2019; Shuliar, 2023; Кваша, 2023]. В Україні тваринництво є важливою складовою аграрного сектору, проте стикається з низкою викликів: зменшення поголів'я, а отже, і зменшення обсягів виробництва тваринницької продукції; недостатній розвиток інфраструктури для зберігання та переробки продукції тваринництва, що обмежує можливості для експорту та внутрішнього споживання; війна і супутні труднощі, які впливають на стабільність та розвиток тваринницького сектору. Для зміцнення продовольчої безпеки України через розвиток тваринництва рекомендовано залучати інвестиції в розвиток сучасних ферм, переробних підприємств та логістичних центрів, що сприятиме підвищенню ефективності виробництва та зменшенню втрат; гарантувати підтримку малих та середніх фермерських господарств; впроваджувати інноваційні технології, що сприятиме підвищенню продуктивності та якості продукції; покращувати систему ветеринарного контролю та профілактики захворювань тварин, що сприятиме стабільності виробництва та безпеці продукції [Мех, 2022; Крилов, 2023, Шуляр, 2024].

Отже, глобальна продовольча безпека стикається з безпрецедентними викликами. Необхідні термінові та скоординовані дії на міжнародному рівні для зміцнення стійкості продовольчих систем, збільшення фінансування гуманітарної допомоги і підтримки галузі тваринництва та дрібних фермерів, які є ключовими для забезпечення продовольчої безпеки.

Ключові слова: продовольча безпека, глобальна криза, тваринництво, продовольчі ресурси

Хлорела як ефективний фільтраційний елемент та стимулятор росту при вирощуванні креветки *Macrobrachium rosenbergii* в УЗВ

Л. Бондаренко
lvbondarenko@ukr.net

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна

В умовах інтенсифікації аквакультури та переходу до екологічно сталих технологій, установки замкнутого водопостачання (УЗВ) стають дедалі актуальнішими для вирощування прісноводної креветки, зокрема *Macrobrachium rosenbergii*. Одним із викликів, які супроводжують УЗВ, є підтримання стабільних параметрів водного середовища, зменшення токсичних метаболітів та стимуляція росту біомаси без використання синтетичних стимуляторів. У цьому контексті використання мікроводоростей, зокрема хлорели (*Chlorella vulgaris*), набуває особливого значення.

Хлорела — одноклітинна зелена мікроводорість з високою фотосинтетичною активністю, здатна ефективно засвоювати неорганічні сполуки азоту та фосфору, що сприяє біофільтрації води. У системах УЗВ хлорела виконує подвійну функцію: біологічного фільтра та додаткового джерела поживних речовин. Завдяки швидкому росту і високому вмісту білка (до 50–60 % від сухої маси), жирних кислот, вітамінів і антиоксидантів, хлорела також діє як природний біостимулятор, що впливає на ріст і здоров'я креветки.

У ході експериментальних досліджень було виявлено, що додавання хлорели до кормів креветок у концентраціях 5–10 % сприяє покращенню темпів приросту живої маси, зниженню коефіцієнта конверсії корму (FCR), а також підвищенню виживаності. Також відмічено зменшення концентрації аміаку та нітритів у воді на 15–20 % при наявності хлорели у біофільтраційній зоні УЗВ. Це пояснюється тим, що хлорела засвоює іонізовані форми амонію, сприяючи природному очищенню води.

Крім того, хлорела чинить пробіотичну дію на кишкову мікрофлору креветок, стимулюючи активність ферментативних систем, що покращує засвоєння поживних речовин. Функціональні пептиди та біоактивні сполуки, наявні у складі клітин хлорели, мають імуномодулювальні властивості, підвищуючи опірність креветок до бактеріальних інфекцій, зокрема *Aeromonas* та *Vibrio* spp.

Технологічну інтеграцію хлорели в УЗВ можна здійснювати через два основні підходи: культивування її в окремих біореакторах з подальшим додаванням до раціону, або введення у воду в межах біофільтраційної секції з контролем щільності суспензії (до 1×10^6 клітин/мл). В обох випадках забезпечується підвищення біологічної стабільності системи. Важливою умовою ефективного використання хлорели є контроль параметрів освітлення, температури та рівня pH, оскільки її метаболізм тісно пов'язаний із зовнішніми факторами.

Використання хлорели в УЗВ також знижує потребу у частій заміні води, сприяє зменшенню навантаження на механічні фільтри та біоблоки, що дозволяє оптимізувати витрати на енергію та обслуговування системи. У довгостроковій перспективі це підвищує економічну рентабельність вирощування креветок і сприяє розвитку зеленої аквакультури.

Таким чином, хлорела в умовах УЗВ виконує низку важливих функцій — від покращення водного середовища до підвищення ростових та імунних показників креветки. Вона виступає не лише природним фільтратом, а й функціональним інгредієнтом у кормах. Подальші дослідження у напрямку оптимізації дозування, способів внесення та комбінування з іншими біоактивними добавками відкривають перспективи для широкомасштабного впровадження хлорели в технології сталого виробництва аквакультурної продукції.

Ключові слова: хлорела, *Chlorella* spp., прісноводна креветка, *Macrobrachium rosenbergii*, УЗВ, біофільтрація, стимулятор росту, аквакультура

Динаміка зміни кількості келихоподібних клітин у товстому відділі кишечника поросят за згодовування кормової добавки «Глобіген Джамп Старт»

Н. Бонюк
nataliiaboniuk@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Келихоподібні клітини кишківника поросят продукують складний специфічний секрет, що суттєво визначає будову і властивості пристінкового шару слизової оболонки кишечника та його проникність. Основними структурними компонентами секрету келихоподібних клітин є муцини, які беруть участь у підтримці гомеостазу слизової оболонки. Стрес при відлученні поросят є одним з факторів, який впливає на диференціацію секреторних клітин, що призводить до зниження виділення муцинів. Раннє відлучення зумовлює не тільки зниження кишкової секреції муцину, але й змінює структуру його глікозилювання, послаблюючи функцію кишкового бар'єру, що підвищує ймовірність розвитку кишкової інфекції [Hedemann, 2004].

Зважаючи на це, метою нашої роботи було з'ясувати цитогістоархітектонічну детермінацію келихоподібних клітин, їх загальну популяцію у товстому відділі кишкового тракту в різні періоди онтогенезу і за впливу пребіотичної кормової добавки.

Дослідження проводили у господарстві ТзОВ «Барком» Львівської обл. на поросятах породи велика біла, з яких формували дві групи по 20 тварин у кожній (n=40). Починаючи з 5-добового віку поросятам обох груп згодовували стандартний престартерний комбікорм, а з 7-ї доби життя тваринам дослідної групи до основного корму додавали пребіотичну кормову добавку «Глобіген Джамп Старт», до складу якої входять сухі дріжджі та яєчний порошок, збагачений імуноглобулінами (*EW Nutrition* GmbH, Німеччина), у кількості 2 кг/т корму. У 7-, 14- та 28-добовому віці по 5 тварин з кожної групи піддавали евтаназії з відбором матеріалу для гістологічного та гістохімічного досліджень. Дослід проводили з дотриманням вимог етичного ставлення до тварин (Страсбург, 1986; Київ, 2002), а саму методику проведення цих досліджень було схвалено біоетичною комісією Інституту біології тварин НААН (протокол №97-02 від 11 листопада 2021 р.).

Для виявлення келихоподібних клітин застосовували PAS-реакцію за Мак-Манусом. Зрізи депарафінували та доводили до води. Окислювали 0,5 % водним розчином йодної кислоти 2 хв з подальшим промиванням у дистильованій воді. Обробляли реактивом Шиффа упродовж 10 хв, промивали в проточній воді протягом 10 хв Дофарбовували ядра гематоксиліном Майєра 3 хв з подальшим промиванням у проточній воді. Зневоднювали у спиртах, просвітлювали у ксилолі та переносили в синтетичне середовище. Мукопротеїди і нейтральні мукополісахариди інтенсивно забарвлювалися в пурпурово-червоний колір. Реактив Шиффа готували за прописом, наведеним у монографії Пірса. Підрахунок кількості келихоподібних та ентерохромафінних клітин кишечника проводили на 0,45 мм² (5 полів зору) площі слизової оболонки усіх відділів тонкого і товстого кишечника за допомогою морфометричної програми *Aperio ImageScope* 12.4.6.Статистичне опрацювання результатів проводили методом ANOVA.

За результатами світлооптичного дослідження товстого кишечника поросят на 7-у, 14-у та 28-у добу встановлено його типову морфологічну будову. Поверхня слизової оболонки сліпої кишки була вкрита одношаровим призматичним епітелієм, представленим переважно призматичними адсорбційними епітеліоцитами. Другою за чисельністю популяцією клітин були келихоподібні екзокриноцити, які продукують слиз. При гістологічному дослідженні встановлено, що кількість келихоподібних клітин у товстому відділі кишечника поросят дослідної та контрольної груп на 7-у добу вірогідно не відрізнялась, клітини мали типову будову та розміщувалися переважно в глибині крипт. Апікальна частина зазвичай розширена та заповнена секретом, овальне ядро візуалізувалося у звуженій основі клітини. На 14-у добу у поросят дослідної групи, порівняно з контрольмини тваринами , кількість келихоподібних клітин була більшою у прямій кишці на 3,6 % та вірогідно зростала у сліпій та ободовій на 37,9 % ($P<0.001$) і 9,5 % ($P<0.05$) відповідно. Подібна тенденція зберігалася і на 28-у добу, найбільш виражена в ободовій кишці, де кількість келихоподібних клітин у поросят дослідної групи була в 1,65 раза вищою, ніж у тварин контрольної групи. Щодо прямої кишки, на 28-у добу простежували вірогідну різницю у кількості келихоподібних клітин, яка у поросят дослідної групи дорівнювала 128,2±1,46 проти 108,0±3,17, що на 18,7 % ($P<0.01$) перевищувало цей показник у поросят контрольної групи.

Отже, виявлені зміни кількості келихоподібних клітин слизової оболонки товстого відділу кишечника поросят у різні періоди їх раннього розвитку і за застосування кормової добавки «Глобіген Джамп Старт» свідчать про позитивний влив її чинників на синтез муцинів. Це підтверджується вірогідним зростанням кількості келихоподібних клітин в тварин дослідної групи, порівняно з поросятами контрольної групи.

Ключові слова: келихоподібні клітини, сліпа кишка, ободова кишка, пряма кишка, поросята

The dependence of milk productivity of cows on their reproductive capacity

V. Yu. Vasyak
vasiak.vlad@gmail.com

Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

The assessment of milk productivity of Holstein cows and their reproductive ability and the relationship between these economically useful traits was carried out in the conditions of the industrial dairy complex "Vertokyivka" in Zhytomyr region. When assessing the milk productivity of cows, changes in its indicators were established depending on the age of the cows. The highest milk yield was recorded for cows in the third and older lactation, which was 3069 kg higher than that of the first-calf cows and 1957 kg higher than that of cows in the second lactation. The highest fat content in milk was found in first-calf cows, which was 0.03 % higher than the fat content of cows in the second lactation and 0.01 % higher than in the third and older lactations. A similar trend was observed for the protein content in milk. The amount of milk fat and milk protein increased with the age of the cows on the farm and reached the maximum value in cows in the third and older lactation.

With age, there was a tendency to some deterioration in reproductive ability, which, in our opinion, is associated with an increase in milk productivity. Thus, the duration of the service period from the first to the second lactation increased by 16 days, from the first to the third — by 7 days, the inter-calving period — by 16 and 8 days, respectively. Accordingly, the coefficient of reproductive ability reached the highest value the first-calf cows — 0.92 *versus* 0.87 and 0.89 in cows in the II and III lactation and older.

It is worth noting that the average age of first insemination of Holstein cows in the herd was 20,5 months, and the age of first calving was 30.6 months on average.

We investigated the dependence of milk productivity of Holstein cows on the age of first insemination and calving, on the duration of the service period and the inter-calving period in order to determine the optimal values of these indicators and reserves for increasing the productivity of cows in this herd. Our research has shown that Holstein cows of this farm differed in terms of yield depending on the age of their first insemination. Thus, the highest yield was characterized by the first-calf cows with the age of first insemination from 16 to 20 months — 8814 and 8705 kg, respectively. As for cows in the second lactation, the highest yield was established at the age of first insemination of 16–18 months — 9867 kg. Based on these results, the optimal age of first insemination for this herd is 16–18 months, because with an increase in the age of first insemination, a decrease in milk yields of Holstein cows in this farm is observed.

At the age of first calving of 27–29 months, the highest milk yield was obtained for the first lactation — 8792 kg, at the age of first calving of 27–29 and 29–31 months, the highest milk yields were recorded for the second lactation — 9823 and 9847 kg, respectively. For the third and older lactations, the highest milk yield was established at the age of first calving of 29–31 months. Taking into account the obtained data, the optimal age of first calving for Holstein cows of this farm is 27–31 months, and with an increase in this indicator, a decrease in milk productivity was noted.

When monitoring the impact of the duration of the service period on the milk yield of cows, it was found that for the first-calf cows, the higher milk yields were obtained with a service period of up to 80 and from 80 to 100 days — 8701 and 8758 kg, respectively. With a service period of 80 to 120 days, the highest milk yields were obtained from cows in the second lactation — at the level of 9800–9889 kg. As for cows in the third and older lactation, with a service period of 100–120 days, the highest milk productivity was recorded — the milk yield was 11825 kg. Therefore, the optimal duration of the service period for cows on this farm should be considered 80–120 days, since with an increase in this indicator, milk yields decreased.

The optimal duration of the inter-calving period for this dairy herd is 365–400 days, since at this value of this indicator the highest milk yields of cows of different ages were obtained and with its increase there was a tendency to decrease milk productivity. Thus, with the duration of the inter-calving period of 365–385 days for the first lactation the highest milk yield value was established — 8883 kg.

The highest reliable correlation coefficients were established between the duration of the service-period and inter-calving period with milk yield — +0.197…+0.308, the lowest between the age of first insemination and the age of first calving and milk yield — at the level from −0.039 to +0.027.

The greatest influence of the duration of biological periods of reproduction on the level of productivity in the conditions of this farm was established: the duration of the service period on the milk yield — 32.7–37.95 %, the duration of the inter-calving period on the milk yield — 27.9–31.5 %. The somewhat lower influence was noted for the age of the first calving (11.2–14.5 %) and the age of the first calving (8.3–12.9 %).

Key words: cows, Holstein breed, milk productivity, reproductive capacity, correlation coefficients, power of influence

Антибактеріальна активність маточного молочка у різних підвидів бджіл

П. Воробець[*]
pvorobets86@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Маточне молочко бджолине (ММБ) є одним з найцінніших продуктів галузі бджільництва. Технологія його отримання вимагає від пасічників всебічних знань з біологічних та фізіологічних особливостей функціональної діяльності бджолиних колоній та окремих бджіл. Маточне молочко є одним із найбільш вивчених продуктів бджільництва, який набуває популярності завдяки своїм корисним властивостям для здоров'я як тварин, так і людей. Біологічні та фармакологічні, зокрема антибактеріальні властивості цього натурального продукту широко досліджені. Однак у наявних наукових джерелах ми не виявили результатів досліджень щодо бактерицидної активності маточного молочка у різних підвидів бджіл. Тому було поставлене завдання з'ясувати особливості впливу ММБ у різних підвидів бджіл на умовно патогенні мікроорганізми *Microccus luteus* (*Kocuria rhizophila*).

Маточне молочко отримували від чотирьох підвидів бджіл — карпатської (*Apis mellifera carpatica*), карніки (*A. mellifera carnica*), італійської (*A. mellifera ligustica*) та степової (*A. mellifera sossimai*), які найбільш поширені у розведенні в Карпатському регіоні. Щоб забезпечити рівні умови для усіх підвидів бджіл, було сформовано 4 групи однакових за силою бджолосімей, а для їх утримання та розвитку бджіл забезпечили достатньою кількістю медових та пергових рамок. Добір бджолиних сімей для досліджень здійснювали методом аналогів за силою, кількістю розплоду та кормів. Піддослідні бджолині колонії розмістили у віддаленій частині основної пасіки, льотки направили у різні сторони, щоб унеможливити так звані нальоти інших бджіл та для їх блукання. У період без взятка всі сім'ї отримували стимулюючу підгодівлю цукровим сиропом. Фізіологічний розвиток бджіл-годувальниць також був однаковий. Маточне молочко отримували впродовж трьох місяців (травень-липень) 2024 р. Відбір молочка здійснювали через кожні три доби, дотримуючись усіх правил септики та асептики. Отримані проби маточного молочка заморожували та зберігали при температурі −20 °С. Заморожені проби відправляли у Відділ контролю ветеринарних препаратів та біоцидів Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок, де досліджували антибактеріальну активність маточного молочка за використання вищевказаного умовно патогенного штаму мікроорганізмів.

У результаті проведених досліджень встановлено, що антибактеріальна активність маточного молочка різних підвидів бджіл, поширених у Карпатському регіоні, за впливу на мікроорганізми *Microccus luteus* (*Kocuria rhizophila*) була досить високою та становила 68,0–99,0 %. Антибактеріальна активність була вищою у карпатського підвиду бджіл та становила 88,0±5,51 %, що більше, ніж у підвидів карніки, італійської та степової, відповідно, на 11,3 %, 6,0 % і 0,4 %.

Вірогідної різниці за показниками антибактеріальної активності ММБ щодо впливу на вищевказані мікроорганізми не виявлено, що можна пояснити генетичною обумовленістю та стабільністю синтезу біологічно активних речовин, зокрема білків, пептидів та інших біологічно активних речовин організмом досліджених підвидів бджіл Карпатського регіону.

Ключові слова: маточне молочко бджолине, антибактеріальна активність, підвиди бджіл, умовно патогенні мікроорганізми

*Аспірант, керівник — д.біол.н., професор, член-кореспондент НААН Ю. Т. Салига.

Вплив моногліцеридів на модуляцію кишкової мікробіоти поросят

А. Гавриленко, Д. Масюк
agavrilenko2610@gmail.com

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Світова індустрія свинарства перебуває у фазі відновлення. Спостерігається зростання виробництва та цін на свинину попри посилену конкуренцію, активну технологічну трансформацію та інноваційний прогрес [Mykhalko, 2021]. Інтенсифікація виробництва свинини супроводжується поширенням захворювань, що ускладнює підтримку високої продуктивності без застосування протимікробних засобів [Dahmer, Leubcke, Lerner & Jones, 2020]. Європейські регуляторні обмеження 2006–2022 рр. на стимулятори росту та профілактичні антибіотики актуалізували розробку безпечних нутрицевтичних альтернатив. Моногліцериди коротко- і середньоланцюгових жирних кислот (SCFA-, MCFA-M) проявляють широкий спектр антибактеріальної та антивірусної активності, мінімальний ризик селекції резистентних штамів і високу біобезпеку [Nguyen, Soek & Kim, 2020], тому їх розглядають як перспективні кормові адитиви. У ранньому поствідлучному періоді ці сполуки здатні стабілізувати епітеліальний бар'єр і сприяти еумікробіотичному стану, що критично для довгострокової продуктивності.

Метою дослідження було оцінити вплив SCFA-M на популяційну динаміку патогенних та умовно патогенних бактеріальних таксонів тонкої кишки поросят.

У дослідженні використано 100 відлучених у 42-денному віці поросят трьохпородного гібриду *Dan Bred*, поділених випадковим методом на контроль (n = 50) та дослід (n = 50). Контрольна група отримувала базовий раціон; у дослідному варіанті з 42-го до 77-го дня до корму додавали 1 кг / т суміші SCFA-M (C3–C12).

Лабораторні дослідження проведено в НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК «Biosafety-Center», ДДАЕУ. Для аналізу мікробіоти на 42-, 56- та 77-й день евтаназували по 5 тварин із кожної групи (відповідно до Закону України № 3447-IV та Європейської конвенції 1986 р.), після чого відбирали хімус із дванадцятипалої, порожньої та клубової кишок. Десятикратні розведення готували за ДСТУ ISO 6887-1:2003; посіви виконували на Ендо-агар (БГКП), агар Бейд-Паркер (стафілококи) та жовчно-ескуліновий агар (ентерококи) з інкубацією 20–24 год. при 37 ± 1 °C; підрахунок колоній проводили згідно з ДСТУ ISO 7218:2014.

Статистичну обробку виконували в *GraphPad Prism 9*. Різниці вважали вірогідними при P<0,05 (P<0,01; P<0,001).

Результати досліджень встановили, що вміст умовно-патогенних таксонів у тонкій кишці поросят істотно змінювався під впливом SCFA-M.

E. coli. Уже на 56-ту добу концентрація *E. coli* в дослідній групі знизилася проти контролю у дванадцятипалій, порожній та клубовій кишках на 53 %, 48 % і 99 % (P<0,05). До 77-ї доби ефект зберігався і становив −74 %, −80 % та −67 % відповідно, що підтверджує тривалий антиколіформний вплив препарату.

Staphylococcus spp. Максимальне пригнічення зафіксовано на 56-ту добу: у дванадцятипалій та порожній кишках кількість стафілококів впала >99 %, у клубовій — на 99 % (P<0,001). На 77-му добу різниця ще перевищувала 87 % у двох проксимальних відділах, тоді як у клубовій кишці відзначено часткове відновлення популяції.

Enterococcus spp. Динаміка була нелінійною. На 42-гу добу вірогідних відмінностей не спостерігали. На 56-ту добу титри знизилися на 96 % (дванадцятипала), 92 % (порожня) і 94 % (клубова). До 77-ї доби ефект зберігався лише в порожній кишці (−87 %); у двох інших відділах показники зрівнялися або перевищили контроль.

Отже, застосування SCFA-M сприяє стабілізації мікробіому тонкої кишки поросят, забезпечуючи зниження чисельності умовно-патогенних бактерій — таких, як *E. coli* та *Staphylococcus spp.*, і підтримуючи стабільний рівень популяції *Enterococcus spp*. Виявлено, що у поросят дослідної групи, які отримували SCFA-M, чисельність *E. coli* залишалась стабільною протягом усього періоду спостережень, тоді як у контрольній групі спостерігались значні коливання чисельності цього виду. Показано, що SCFA-M демонструє виражений антибактеріальний ефект, який проявляється у значному зменшенні чисельності *Staphylococcus spp*. і *Enterococcus spp*. у дослідній групі, порівняно з контрольною.

Ключові слова: моногліцериди, тонка кишка, *E. coli, Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.*

Epidemiological situation and preventive strategies for varroosis (*Varroa destructor*) in Ukraine in the context of global trends

O. Hamernyk
oleshk1991@gmail.com

Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Beekeeping is a developed and economically significant, traditional agricultural sector in Ukraine. However, the parasitic mite *Varroa destructor*, the causative agent of varroosis, poses a notable challenge to the health of honeybee (*Apis mellifera*) colonies. Its presence can contribute to economic losses, reduced productivity, and increased susceptibility to secondary infections. Therefore, continued attention to prevention strategies is essential for maintaining the sustainability of the beekeeping industry.

A comparative epizootiology study of *V. destructor* infestation in Ukraine revealed a measurable decline in national infestation levels over the past decade. According to the provided data: between 2008 and 2011, the average infestation rate of honeybees by *Varroa* mites in Ukraine was 3.8 %, with fluctuations ranging from 1.2 % to 5.1 %. In contrast, during the period from 2018 to 2021, the average infestation rate decreased to 2.4 %. The decline is attributed to improved management practices**,** greater awareness among beekeepers, and increased application of preventive treatments. Over the years of research, the Zakarpattia and Lviv regions have consistently remained in a temporarily favorable risk zone due to the well-developed package beekeeping system, under which spring anti-varroa treatments of bee colonies are regularly carried out [Lytvynenko et al., comparative study, 2022].

To address the issue of *Varroa* mite prevention, beekeepers in Ukraine apply a range of preventive and control strategies to mitigate the spread and impact of *V. destructor* in honeybee colonies. Analyzing the prevalence of the use of chemical preparations to combat varroa in the period from April 2022 to March 2023, it was found that the most widely used acaricides among Ukrainian beekeepers were based on amitraz in the form of fumigation, aerosols, and strips. One of the widely adopted methods is also the use of organic acids — particularly oxalic and formic acid — applied during broodless periods. While technically classified as treatments, the regular application of such methods contributes to broader preventive objectives by limiting mite population growth. Ukrainian beekeepers frequently employ biotechnical methods. Drone brood removal is practiced to disrupt the mite's reproductive cycle. By culling frames before brood emergence, beekeepers can eliminate a substantial portion of the mite population without relying on synthetic acaricides. This method is often combined with other strategies such as screened bottom boards and queen confinement to limit reinfestation. Some percentage of beekeepers (10.4 %) indicated the use of folk remedies: herbal plates, syrup with wormwood decoction, napkins with essential oils [Fedoriak et al., Ukrainian winter loss survey, 2024].

In the context of global preventive measures, educational programs play a key role. The majority of beekeepers (89.9 % in the Americas and 82.8 % in Europe) expressed interest in additional bee health training and were willing to collaborate with veterinary experts specialized in bees [Based on De Carolis et al., 2023 survey data]. The growing resistance of mites to conventional acaricides, such as fluvalinate, has accelerated the search for sustainable, alternative, and combination treatments [Iowa State University Extension, *Varroa* mite monitoring guide, 2022]. International sources highlight both widely used preventive strategies and recent experimental approaches to *V. destructor* control. Integrated Pest Management (IPM) remains the cornerstone of global varroa management, combining multiple techniques — including regular monitoring, biotechnical methods, and targeted chemical treatments — applied seasonally to minimize resistance and avoid over-reliance on any single tactic [Penn State Extension, IPM guide, 2022]. Recent studies have explored the use of near-ultraviolet (UVA) radiation to induce microstructural damage in *V. destructor*, suggesting a potential direction for non-chemical physical control [Silva-Acosta et al., UVA study, 2024]. Separately, X-ray irradiation has been shown to increase mite mortality under various exposure levels in laboratory conditions, supporting its experimental potential as a future tool in *Varroa* management [Sipos et al., X-ray irradiation study, 2024; DOI: 10.1016/j.jip.2024.108109].

In summary our planned future studies aim to contribute to the development of innovative preventive strategies to mitigate the dissemination of *V. destructor* within populations of *A. mellifera*.

Key words: varroosis, *Varroa destructor*, *Apis mellifera,* beekeeping sector*,* infestation rate

Визначення параметрів токсичності нового ліпосомального препарату в підгострому досліді на лабораторних тваринах

О. Гончаров
o.goncharov80@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Одним із важливих етапів розробки нового препарату є проведення токсикологічних досліджень, які зазвичай розпочинають із гострого досліду. Це один з початкових етапів, метою якого є отримання інформації щодо небезпеки досліджуваної речовини в умовах короткотривалих досліджень та перспективи проведення подальших випробувань, результатом яких передбачається отримати дані стосовно смертельної дози та концентрації. Відповідно до загальноприйнятих положень, ці дані можуть слугувати основою для визначення класу токсичності і є першим кроком до встановлення режимів дозування за проведення досліджень підгострої, хронічної та специфічної токсичності. Визначення параметрів загальної токсичності розробки нових препаратів є невід'ємною частиною комплексу досліджень, які визначають їхню безпечність та ефективність.

Дослідження з визначення підгострої токсичності проводили на лабораторних тваринах, зокрема білих щурах 2–3-місячного віку, масою тіла 180–190 г. Дослідження проведено на 4-х групах (контрольна і три дослідні) щурів-аналогів за масою і статтю, по 6 тварин у кожній. Тваринам контрольної групи вводили ізотонічний розчин натрію хлориду. Тваринам I дослідної групи препарат вводили у дозі 1/20 DL_{50}, II — 1/50 DL_{50}, III — 1/100 DL_{50}. Препарат застосовували упродовж 28 діб.

Вивчення дезінтоксикаційної функції печінки проводили за допомогою тіопенталової проби. З цією метою брали по 5 тварин з кожної групи, яким вводили 1 %-ий розчин тіопенталу натрію дозою 45 мг/кг. Після цього реєстрували середній час сну від моменту, коли тварина приймала бокове положення.

Дослідження впливу препарату на м'язову працездатність проводили за допомогою проби з плаванням за М. Л. Риловою. З цією метою використовували акваріум зі стовпом води 50 см³, температурою 12–14 °С. Тваринам контрольної та дослідних груп прикріплювали до хвоста вантаж, який становив 10 % від маси тіла. Після цього реєстрували час плавання тварин. Показником працездатності слугував час, упродовж якого тварина може протриматися на воді до повного опускання на дно акваріума.

Результати досліджень з вивчення підгострої токсичності показали, що упродовж усього періоду експерименту загибелі серед лабораторних щурів не зафіксовано. Тварини були активними, їхня шкіра — еластичною, слизові оболонки — природного блідо-рожевого кольору, секреція збережена. Важливим етапом наших досліджень було також визначити дезінтоксикаційну функцію печінки та м'язову працездатність лабораторних тварин. У тварин II групи зафіксовано збільшення середнього часу сну ($P<0,05$) з одночасним зменшенням середнього часу плавання ($P<0,05$), що вказує на порушення дезінтоксикаційної функції печінки, спровоковане довготривалим введенням препарату дозою 1/20 DL_{50}. Натомість введення щурам досліджуваного препарату у дозах 1/50 DL_{50} і 1/100 DL_{50} не впливало на результати функціональних проб, а також не спричиняло змін коефіцієнтів маси внутрішніх органів, порівняно з контрольною групою.

Водночас на 29-у добу експерименту, після введення препарату тваринам дослідної групи у дозі 1/20 DL_{50} констатовано зростання коефіцієнту маси легень на 12,7 %, печінки — на 27,2 % ($P<0,01$), серця — на 9,4 %, селезінки — на 6,8 % порівняно зі щурами контрольної групи.

За введення досліджуваного ліпосомального препарату у дозі 1/20 DL_{50} у крові тварин I дослідної групи щодо контрольної виявлено тенденцію до зниження рівня гемоглобіну на 9,1 %, кількості еритроцитів — на 9,7 % та збільшення числа лейкоцитів на 32,7 % ($P<0,05$). Водночас за введення досліджуваного ліпосомального препарату в дозі 1/50 DL_{50} та 1/100 DL_{50} кількість еритроцитів зросла на 6,9 і 9,7 %, а вміст гемоглобіну — на 6,9 і 12,5 % відповідно. При цьому у тварин цієї групи щодо контрольної зафіксовано зниження кількості еозинофілів на 0,79 % ($P<0,01$) лімфоцитів — на 2,6 % ($P<0,05$), збільшення кількості моноцитів на 0,5 %, та нейтрофілів — на 2,9 %.

Дослідження функціонального стану печінки щурів дослідних груп показало підвищення активності амінотрансфераз у сироватці їхньої крові. Так, за введення ліпосомального препарату у дозі 1/20 DL_{50} активність АлАТ та АсАТ підвищилася на 24,1 ($P<0,05$) і 22,2 % ($P<0,01$) відповідно, натомість у дозі 1/50 DL_{50} препарату активність вказаних ензимів підвищилася на 15,3 і 5,8 %, порівняно з тваринами контрольної групи.

Введення лабораторним тваринам досліджуваного ліпосомального препарату у дозах 1/50 і 1/100 DL_{50} впродовж 28 діб не спричиняє істотних клінічних ознак інтоксикації, а їхні гематологічні і біохімічні показники відповідають референтним величинам.

Ключові слова: токсикологія, ліпосомальний препарат, біохімія, щури

До питання оцінки кондиції тіла оленя благородного (*Cervus elaphus*), вирощеного в умовах фермерського господарства

Р. Гунчак
roman.hunchak@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Оленярство в Україні як нова й окрема галузь тваринництва стає дедалі інтенсивнішим. Розвивається мережа вольєрних та фермерських комплексів з вирощування та утримання цих диких копитних. Досягнення у селекційно-племінній роботі стали основою формування стад оленів кращих популяцій для отримання від них здорового молодняку та підвищення трофейних якостей — вирощування тварин з високою оцінкою кількості рогових відростків-пантів та їх розгалуженістю [Волох, 2012]. Визначальною є система годівлі оленів, яка повинна задовольняти потребу в поживних і біологічно активних речовинах з урахуванням їх породної групи, віку, статі та фізіологічного стану [Stevens et al., 2002]. Упродовж року необхідно забезпечувати оленів кормами з оптимальним поєднанням вмісту метаболічної енергії (МЕ), протеїну та мікроелементів [Вудмаска, 2016].

Надзвичайно важливим є контроль за станом тварин, вирощуваних на фермі [Лико зі співав., 2015]. Він охоплює як спостереження за поведінкою окремих особин (їх активністю, споживанням кормів тощо), так і весь комплекс біотехнічних (створення зон годівлі/підгодівлі та напування тварин, облаштування накриттів), зоотехнічних та ветеринарно-санітарних заходів (чіпування, зважування тварин, обрізування рогів, дегельмінтизація тощо). Заслуговує на увагу такий показник рівня забезпечення оленів поживними речовинами, як «оцінка кондиції тіла» (англ. *Body Condition Scoring*, BCS), який упродовж тривалого часу залишається одним з найкорисніших практичних інструментів у тваринництві [Mulley et al., 2002].

У сучасному світі система оцінювання кондиції тіла в оленярстві базується на уніфікованих для благородного оленя 5-бальних системах BCS (Audige et al., 1998 — Нова Зеландія; Tuckwell et al., 2000 — Австралія), розроблених з кроком у піводиниці. Вона передбачає відповідний опис живих тварин з вимірами туші, зокрема окомірну оцінку форми тулуба й окремих статей, а також пальпації товщини підшкірного жиру в певних точках. Тварин категорії BCS 1 вважають виснаженими, BCS 2 — худими, BCS 3 — з ідеальним жировим покриттям, BCS 4 — вгодованими, BCS 5 — надмірно вгодованими. Регулювання кількості та якості спожитого оленями корму впродовж доби (в комерційному оленячому стаді) варто коригувати відповідно до середнього BCS стада. Швидкість зростання показника оцінки кондиції тіла залежить від якості корму та рівня споживання МЕ понад рівень підтримки життєдіяльності організму. Зазвичай для благородного оленя потрібно кілька тижнів, щоб досягти збільшення BCS на «одиницю», залежно від типу годівлі, навіть на пасовищах хорошої якості, а також з підгодівлею зерновими кормами. Зниження середнього BCS може свідчити про необхідність оптимізації балансування раціону або запровадження додаткової підгодівлі [Mulley et al., 2002].

Показник оцінювання кондиції тіла оленя (*Cervus elaphus*) є не тільки ефективним, але й технологічно зручним та низькозатратним, що вказує на доцільність його запровадження для вирощування оленя благородного в умовах фермерських господарств України. Адже ступінь вгодованості тварин впливає на низку аспектів виробництва та прибутковості оленярства як галузі. Зокрема, це стосується рівня адаптаційного потенціалу тварин до годівельних, антропогенних, сезонних та кліматичних чинників, репродуктивної здатності та стійкості організму до хвороб [Бобер, 2021; Guo, 2022]. Щодо фінансового прибутку від виробництва продукції тваринництва, то через безпосередній вплив на харчову цінність м'яса цей показник є важливішим, ніж жива вага. З підвищенням ступеня показника оцінки кондиції тіла тварин збільшується вміст у туші м'якушевої частини і найцінніших м'язової та жирової тканин, зменшується частка колагену й еластину і, отже, підвищується вміст повноцінних протеїнів [Дашкевич зі співав., 2015, 2018; Warne et al., 2022; Peng et al., 2024]. Взагалі, м'ясо благородного оленя характеризується високою біологічною і харчовою цінністю та вирізняється з-поміж інших видів оленевих найвищим співвідношенням замінних і незамінних амінокислот [Охременко, 2026; Warne et al., 2022; Peng et al., 2024].

Однак станом на сьогодні на ринку майже відсутня оленина українського походження. Все наявне м'ясо — «мисливський трофей». Це обумовлено тим, що в Україні, відповідно до чинного законодавства, олень не належить до сільськогосподарських тварин, як у багатьох інших країнах. А термін «розведення оленів» не розцінюють як вирощування або утримання оленів у неволі з метою виробництва продукції тваринного походження. Як зауважує А.М. Волох (2020), Україна продовжує шукати свій особливий шлях, що перешкоджає розведенню і вирощуванню диких тварин у вольєрах і на фермі.

Ключові слова: олені, BCS-оцінка кондиції тіла, фермерське господарство

Вивчення ефективності препарату «Меланіявет» за лікування зовнішнього отиту в собак

Д. Дацюк, В. Гунчак
divet.ukr@gmail.com

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

У ветеринарній практиці для лікування отитів у тварин важливими є комплексні препарати, які одночасно проявляють протимікробну, протизапальну, протипаразитарну, антиалергічну, аналгетичну дію тощо. Розроблення таких препаратів є актуальним і на часі.

Зважаючи на попередній досвід практичної діяльності (ветеринарна клініка «Divet», м. Ужгород), для лікування зовнішнього отиту в собак ми створили комплексний препарат для зовнішнього застосування (вушні краплі) «Меланіявет». До його складу входить: гентаміцину сульфат, ністатин, івермектин, дексаметазон, діоксидин, димексид і лідокаїн. Підтверджено (ВЕРХ) сумісність усіх компонентів препарату, встановлено, що він є стабільною лікарською формою, а також після досліджень з визначення гострої і хронічної токсичності з'ясовано його безпечність.

З урахуванням особливостей перебігу патології та клінічної оцінки за бальною системою, ми сформували три групи собак з підтвердженим діагнозом «зовнішній отит». До групи $Д_1$ (n=9) входили собаки з легкою формою отиту (9 балів) та гострим перебігом патології (15 балів). Базовим препаратом у терапії тварин цієї групи були вушні краплі «Меланіявет». Групи $Д_2$ (n=12) і $Д_3$ (n=14) сформували із тварин з ускладненим хронічним (19 балів) отитом. Для лікування собак групи $Д_2$ використовували «Меланіявет», а для $Д_3$ — препарат-порівняння «Отофлокс».

Терапевтичну ефективність засобів оцінювали за перебігом патології і зникненням ознак запалення. Проводили морфологічні, біохімічні та імунологічні дослідження крові собак як за надходження тварин в клініку з попереднім діагнозом «зовнішній отит», так і за повного їх одужання. Одержані результати опрацьовували статистично з використанням стандартних комп'ютерних програм.

Схема лікування отиту в собак передбачала очищення слухового каналу і гігієнічну обробку вушної раковини препаратами «Отомін-спрей» та «Аурікап». Засіб «Меланіявет» або «Отофлокс» вводили у хворе вухо по 4–5 крапель двічі на добу. Кожні 3–5 діб оцінювали клінічний стан тварин, зокрема з використанням отоскопа. Ознаки пригнічення запального процесу на тлі застосування «Меланіявету» відзначено вже на 3-тю добу лікування собак з отитом. На 6–7 добу встановлено, що болючість, місцева температура тіла, набряк, свербіж у 60–70 % хворих собак зникали повністю або ставали менш вираженими. У групі $Д_2$ у 9 тварин із 12 температура тіла в цей період була в межах 38,5–39 °С. Зникнення клінічних ознак залежало від характеру перебігу патології. Так, у тварин групи $Д_1$, в яких вушна патологія мала гострий перебіг, вже через 2 тижні після застосування крапель «Меланіявет» спостерігали повне відновлення функції органу слуху в морфофункціональному аспекті. Щодо групи $Д_2$, то на тлі характерної динаміки покращення стану тварин з хронічним отитом була потреба продовжити застосування лікувального засобу. Лише на 20–21 добу 11 із 12 собак за основними критеріями оцінки стану були повністю здоровими.

Відзначимо, що препарат «Отофлокс» теж був ефективним за лікування хронічного отиту в собак (група $Д_3$). Пригнічення розвитку патології у тварин цієї групи відзначено на 14–21 добу. На кінець 3-го тижня терапії із 14 тварин 8 були абсолютно здоровими. Собакам, які мали ускладнений вторинною мікрофлорою хронічний отит, додатково вводили антибіотик «Енрофлоксацин 10 %» (0,1 мл/кг м.т.). Тваринам усіх дослідних груп з лікувальною метою застосовували препарат «Трифузол-нео», який відзначався високою протекторною дією.

За аналізом морфологічних і біохімічних показників крові з'ясовано, що процес реабілітації є тривалим і про повне відновлення функціонального стану організму не можна стверджувати, оцінюючи лише клінічний перебіг отиту. З'ясовано, що функціональний стан печінки у собак на цьому етапі дослідження вимагає певного періоду відновлення. У тварин групи $Д_2$ і $Д_3$, які перехворіли на хронічний отит, протеїнсинтезувальна функція печінки і далі залишалась пригніченою. Вміст загального протеїну в сироватці крові тварин цих груп був на 17,4 і 20,8 % меншим, ніж у контролі ($P<0,05$). Концентрація альбумінів в крові собак групи $Д_3$ була вірогідно меншою на 18,6 % ($P<0,05$).

Отже, препарат для зовнішнього застосування «Меланіявет» у формі вушних крапель є високоефективним за лікування отиту в собак. За гострої форми перебігу патології повне їх одужання спостерігали вже на 7–10 добу (в окремих тварин — на 14-ту), а за хронічного — на 18–21 добу. «Отофлокс» як препарат-порівняння пригнічував запальний процес і сприяв повному одужанню тварин на 24–25 добу, що на 3–5 діб довше, ніж за лікування «Меланіяветом».

Ключові слова: «Меланіявет», отит, собаки

Статеві відмінності в активності антиоксидантних ферментів та експресії генів у мозку мишей за моделювання ПТСР*

О. Дем'янчук, А. Охович, В. Балацький, М. Байляк
oleh.demianchuk@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР) є поширеним психічним розладом, який виникає внаслідок сильного стресу і супроводжується тривалими порушеннями емоційного стану та поведінки людей. Для дослідження його механізмів широко застосовуються тваринні моделі, зокрема процедура футшоку (*footshock*), яка ефективно імітує стресову травму. Така модель дозволяє дослідити поведінкові та нейробіохімічні зміни, характерні для ПТСР, і є корисною для вивчення патогенезу та пошуку нових підходів до лікування.

У дослідженні використовували п'ятимісячних мишей лінії *C57BL/6J*. Тварин випадковим чином розподіляли на чотири групи по 7–8 особин у кожній. Мишей поміщали в акрилову камеру з металевою решіткою на дні, до якої було підключено джерело струму. Для моделювання ПТСР в експериментальних групах застосовували електрошокову стимуляцію: подача струму тривала 10 секунд із 10-секундними інтервалами протягом 5 хв. Процедуру проводили два дні поспіль. Контрольні тварини перебували в тих самих умовах, але без впливу електричного струму. Через тиждень після завершення стресової експозиції проводили тест «відкрите поле» для оцінки поведінкових змін. Ще через п'ять днів тварин піддавали евтаназії, після чого здійснювали забір крові та великих півкуль головного мозку для подальшого біохімічного аналізу.

Самці і самки мишей, які отримували футшок силою струму 0,4, 0,8 та 1,2 мА, значимо частіше завмирали на другий день в клітці для футшоку без подачі струму. Також миші обох статей після футшоку силою струму 0,8 і 1,2 мА проводили менше часу в центральній зоні у тесті «відкрите поле». У всіх експериментальних групах обох статей після футшоку суттєво не змінювалася активність мієлопероксидази та рівень інтерлейкіну 1β в плазмі крові. При дії футшоку силою струму 1,2 мА в мишей була менша активність НАДФН:хіноноксидоредуктази 1 в корі головного мозку, порівняно з контрольною групою. Активність глютатіонпероксидази була меншою в самців мишей, які зазнавали футшоку силою струму 0,4, 0,8 і 1,2 мА. Натомість у самок активність глютатіонпероксидази була більшою після футшоку силою струму 0,8 і 1,2 мА порівняно з контрольною групою самок. Активність каталази і глютатіонредуктази в корі головного мозку після процедури футшоку не змінювалась. У самок, які отримали удари струмом 1,2 мА, рівень мРНК генів *SGK1* та *FKBP5* був більший у корі головного мозку, порівняно з контрольною групою. Також в корі головного мозку самок після футшоку силою струму 1,2 мА був більший рівень мРНК гену *IL6*.

Збільшення кількості завмирань в клітці для футшоку і зменшення часу, проведеного мишами в центральній зоні у тесті «відкрите поле» свідчить про те, що футшок призводив до розвитку стрес-асоційованої поведінки і підвищеного рівня тривожності. Збільшення рівня мРНК генів *SGK1* та *FKBP5* у корі головного мозку демонструє активну стресову реакцію на електрошок. Ймовірно, це залучає механізми, залежні від глюкокортикоїдів, а також молекулярні пристосування до стресу. Збільшення мРНК гену *IL6* може вказувати на локальну (нейрозапальну) відповідь, яка не супроводжується системним запаленням, про що й свідчить відсутність змін у рівні інтерлейкіну 1β. Зменшення активності НАДФН:хіноноксидоредуктази 1 в обох статей і глютатіонпероксидази в самців, а також зростання активності глютатіонпероксидази в самок свідчать про зміни в редокс гомеостазі у корі головного мозку, і вказують на статеві відмінності у відповіді на стрес.

Ключові слова: посттравматичний стресовий розлад, оксидативний стрес, мозок, запалення

*Роботу виконано за фінансової підтримки МОН України (№ держреєстрації 0123U101790).

Екологічні переваги використання опариша *Hermetia illucens* як альтернативного джерела протеїну

В. Джус, Л. Бондаренко
vlad.dzhus1999@gmail.com

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна

Сучасні глобальні виклики, пов'язані зі зростанням населення та зміною клімату, зумовлюють нагальну потребу у пошуку стійких та екологічно відповідальних джерел харчових продуктів та кормів. Традиційне тваринництво, особливо велика рогата худоба, є значним джерелом викидів парникових газів, потребує великих площ землі та значних обсягів води, що робить його екологічно неефективним у довгостроковій перспективі. У цьому контексті комахи, зокрема личинки чорної лев'янки (*Hermetia illucens*), відомі як опариші, є перспективною альтернативою традиційним джерелам протеїну, яка пропонує низку значних екологічних переваг.

Однією з ключових екологічних переваг використання опариша *H. illucens* є висока ефективність конверсії кормів. Порівняно з традиційними сільськогосподарськими тваринами, опариші здатні переробляти органічні відходи — такі, як харчові залишки, гній тварин та побічні продукти сільськогосподарського виробництва, у високоякісну біомасу з надзвичайно високим коефіцієнтом конверсії корму (*Feed Conversion Ratio*, FCR). Для виробництва 1 кг протеїну опариша потрібно значно менше корму, ніж для виробництва аналогічної кількості протеїну яловичини, свинини або навіть птиці. Це зменшує тиск на сільськогосподарські угіддя та ресурси, необхідні для вирощування традиційних кормів (таких, як соя та кукурудза), виробництво яких часто пов'язане з вирубуванням лісів та використанням значної кількості пестицидів і гербіцидів.

Іншою вагомою екологічною перевагою є значно нижчий рівень викидів парникових газів. Виробництво протеїну з опариша *H. illucens* генерує набагато менше викидів вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4) та закису азоту (N_2O), порівняно з традиційним тваринництвом. Опариші не продукують у значній кількості парниковий газ метан, як це відбувається, наприклад, у процесі травлення жуйних тварин.

Використання опариша *H. illucens* також сприяє ефективному управлінню органічними відходами. Здатність личинок переробляти значні обсяги різноманітних органічних субстратів дозволяє скоротити обсяг відходів та забезпечити отримання цінного протеїнового корму та органічних добрив (хітиновий залишок — хітозан). Такий підхід сприяє розвитку циркулярної економіки, де відходи одного процесу стають ресурсами для іншого, зменшуючи загальне навантаження на довкілля.

Крім того, потреба у водних ресурсах для вирощування опариша є значно нижчою, порівняно з традиційним тваринництвом. Опариші не потребують значних обсягів питної води, а волога, що міститься в органічних відходах, часто є достатньою для їхнього розвитку. Це особливо важливо в умовах, коли дефіцит прісної води зростає у багатьох регіонах світу.

Ще однією екологічною перевагою є незначна потреба у земельній площі. Вертикальні ферми для вирощування опариша можна розміщувати на відносно невеликих площах, що значно знижує тиск на земельні ресурси та запобігає вирубуванню лісів, пов'язаному з розширенням пасовищ або вирощуванням кормів. Відповідні переваги роблять технологію вирощування опариша особливо привабливою для густонаселених регіонів з обмеженими земельними ресурсами.

З точки зору біорізноманіття, використання опариша як альтернативного джерела протеїну може мати позитивний вплив. Зменшення залежності від традиційного тваринництва, особливо інтенсивного, може призвести до зменшення тиску на природні екосистеми, збереження ареалів диких тварин та зменшення використання монокультурних кормів, які негативно впливають на біорізноманіття ґрунтів та рослинного світу.

Кінцеві продукти переробки опариша — такі, як хітозан, що залишається після екстракції протеїну та ліпідів, також мають значний екологічний потенціал. Хітозан є біорозкладним полімером з антимікробними та протигрибковими властивостями, який може використовуватися в різних галузях, зокрема у сільському господарстві як біопестицид та стимулятор росту рослин, у медицині для створення біоматеріалів та ранозагоювальних засобів та харчовій промисловості як пакувальний матеріал та функціональна добавка.

Таким чином, використання опариша *Hermetia illucens* як альтернативного джерела протеїну має значні екологічні переваги, серед яких — висока ефективність конверсії кормів, низький рівень викидів парникових газів, ефективне управління органічними відходами, низька потреба у водних ресурсах та земельній площі, потенційно позитивний вплив на біорізноманіття та можливість отримувати цінні побічні продукти. Подальші дослідження та розвиток технологій вирощування та переробки опариша можуть зробити вагомий внесок у створення більш стійкої та екологічно відповідальної системи виробництва харчових продуктів та кормів у майбутньому.

Ключові слова: *Hermetia illucens*, альтернативне джерело протеїну, опариш, екологічні переваги

Вплив антагоніста NAADP-рецепторів NED-19 на виживаність клітин при різних типах раку шлунково-кишкового тракту

Є. Дронова[1], І. Івасечко[2], С. Бичкова[3], Б. Манько[1], С. Бичкова[1], Р. Ярема[3]
l.i.z.a.kokot2003@gmail.com

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна
[2]Інститут біології клітини НАН України, м. Львів, Україна
[3]Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

Залучення внутрішньоклітинного сигналу кальцію до розвитку неоплазій є предметом активного вивчення [Patel, 2015; Galione, 2019]. Одним із ключових медіаторів кальцієвого вивільнення з кислотних депо вважається NAADP, а його фармакологічна блокада може мати потенційний протипухлинний ефект. Метою дослідження було з'ясувати вплив антагоніста NAADP-рецепторів NED-19 на виживаність клітин різного типу раку шлунково-кишкового тракту.

Клітини, отримані від двох пацієнтів із різними гістологічними типами злоякісних новоутворень ШКТ, інкубували з NED-19 у концентраціях 1, 10, 30 та 100 μM протягом 24, 48 та 72 год. Контрольні клітини культивували без додавання препарату. Життєздатність клітин оцінювали за допомогою МТТ-тесту. Статистичну обробку проводили у *GraphPad Prism 9* із використанням ANOVA з *post hoc* тестом Даннета; результати подавали у вигляді середнього значення ± стандартне відхилення (SD), n=3, P<0,05 вважали статистично вірогідним. У дослідженні використано клітини отримані після оперування двох пацієнтів з пацієнтів з різними аденокарциномами різного гістологічного типу: чоловік 73 р. — недиференційована аденокарцинома шлунка з персенеподібними клітинами, та жінка 77 р. — низькодиференційована аденокарцинома солідної будови.

У клітинах першої пацієнтки, яка мала злоякісне новоутворення шлунка (низькодиференційована аденокарцинома), виживаність через 48 год. знижувалася при всіх концентраціях (до 75,5±3,2 % при 30 μM), проте на 72 год. виявлено зростання життєздатності, зокрема при 100 μM (129,6±5,3 %, P<0,01). У клітинах другого пацієнта, який мав злоякісне новоутворення шлунка з метастазами у лімфовузли (недиференційована аденокарцинома з персеневидними клітинами), вже на 48 год. фіксували підвищення життєздатності при 10 μM (113,6±4,7 %) і максимальне — при 100 μM (172,9±7,1 %, P<0,001). На 72 год. також спостерігали зростання виживаності, зокрема при 100 μM (121,4±6,0 %).

Отримані дані свідчать про наявність дозо- та часозалежної відповіді клітин на дію NED-19. Відмінності між клітинними лініями різного походження вказують на ймовірне залучення різних механізмів кальцієвого сигналювання у прогресуванні неоплазій. Ці результати можуть бути враховані при розробці цільової терапії злоякісних пухлин із залученням модуляторів внутрішньоклітинного кальцієвого гомеостазу.

Ключові слова: кальцієвий сигнал, NAADP, виживаність клітин, аденокарцинома шлунка, NED-19

Зв'язок фертильності з патологіями та рухливістю сперматозоїдів і віком особин при тератозооспермії

С. Дубина, М. Макулович, А. Пивоварчук
sofiadubina2@gmail.com

«Прикарпатський центр репродукції людини» МОЗ України, м. Івано-Франківськ, Україна

Якість статевих клітин відіграє ключову роль у забезпеченні здоров'я та життєздатності майбутнього потомства. Сучасна медицина описує широкий спектр патологій як чоловічих, так і жіночих статевих клітин. Однією з важливих характеристик сперматозоїдів, необхідною для успішного запліднення, є їх здатність до руху, що безпосередньо залежить від особливостей їхньої будови.

Перший етап діагностики репродуктивних порушень у чоловіків — проведення спермограми. Важливою складовою цього дослідження є аналіз морфологічних ознак сперматозоїдів, оскільки морфологічні аномалії часто асоціюються з порушеннями процесів сперматогенезу та функціональними властивостями статевих клітин. Тератозооспермія — це патологічний стан, при якому в еякуляті чоловіка присутня підвищена кількість сперматозоїдів з аномальною формою або будовою. Вважається нормою, коли понад 4 % сперматозоїдів в еякуляті мають нормальну морфологію. Близько 15 % чоловіків усього світу страждають від тератозооспермії [Schlegel, 2021].

Коли всі сперматозоїди мають унікальну аномалію, тератозооспермія називається мономорфною. Розрізняють дві форми мономорфної тератозооспермії, які становлять менше 1 % чоловічого безпліддя: макрозооспермія (також звана синдромом макроцефальної головки сперматозоїда) і глобозооспермія (також звана синдромом круглої головки сперматозоїда). Макрозооспермія визначається як наявність дуже високого відсотка сперматозоїдів зі збільшеною головкою та кількома джгутиками [De Braekeleer, 2015].

Морфологія сперматозоїдів — дуже важливий, але недооцінений параметр сперми, тому що немає певного граничного значення чи загальноприйнятого методу оцінки [Jenkins, 2016].

Метою цього дослідження було оцінити якість сперматозоїдів залежно від віку пацієнтів, а також взаємозв'язок фертильності з патологіями та рухливістю сперматозоїдів.

Дослідження проводилось на базі ембріологічної лабораторії державного закладу «Прикарпатський центр репродукції людини» МОЗ України і охопило аналіз спермограм 18 чоловіків з тератозооспермією, які проходили лікування безпліддя протягом 2024–2025 рр. Пацієнтів розподілили на 3 групи залежно від віку на час здачі сперми — до 30 років, 31–39 та 40+ років; за патологіями сперматозоїдів — патології голівки та хвоста сперматозоїдів.

Для цього дослідження було застосовано метод Крюгера, який є морфологічним методом оцінки чоловічої фертильності. Він базується на аналізі морфології головки, шийки та хвоста сперматозоїдів при забарвленні Папаніколау за допомогою світлової мікроскопії. Отримані результати підлягали статистичному аналізу за допомогою тесту Шапіро-Вілка (*Shapiro-Wilk test*), тесту Левене (*Levene's test*), коефіцієнту кореляції Пірсона, *t*-критерію Стьюдента та підраховано індекс тератозооспермії (ІТЗ).

Результати дослідження не виявили статистично вірогідних відмінностей у показниках рухливості для прогресивно рухливих сперматозоїдів типу A ($t = -0{,}08$; $P=0{,}933$; $P>0{,}05$) та нерухливих сперматозоїдів типу D ($t = -0{,}194$; $P=0{,}848$; $P>0{,}05$) при тератозооспермії, що свідчить про відносну збереженість функціональної активності сперматозоїдів, попри наявність морфологічних порушень. Найвищий рівень дефектів голівок та шийок сперматозоїдів спостерігали у пацієнтів віком до 30 років із наявністю статистично вірогідних відмінностей ($t = -4{,}46$; $P=0{,}0037$; $P\leq0{,}05$). Натомість патології хвостів не демонструють вірогідної залежності від віку або виду порушення ($P>0{,}05$), що може вказувати на їхній випадковий або стабільний характер. Кореляційний аналіз показав, що між віком пацієнтів та частотою морфологічних патологій сперматозоїдів існують різноспрямовані зв'язки. Найбільш помітні тенденції виявлено для патологій хвоста — середня негативна кореляція, і для патологій голівки — середня позитивна кореляція. Аналіз індексу тератозооспермії (ІТЗ) виявив, що у більшості пацієнтів досліджуваної групи значення ІТЗ перевищує норму, що свідчить про наявність множинних морфологічних дефектів сперматозоїдів і можливе зниження фертильності. Статистично вірогідна різниця між групами з нормальним та підвищеним ІТЗ ($P<0{,}001$) підтверджує суттєвий вплив ІТЗ на морфологічну якість сперматозоїдів.

Отже, можна зробити висновок, що чоловіче безпліддя у групі пацієнтів віком до 30 років з тератозооспермією більше залежить від патологій голівки сперматозоїдів, а не від патологій хвоста.

Ключові слова: тератозооспермія, фертильність, сперматозоїд, вік пацієнтів

Вплив хрому у складі штучно вирощених мінералів на сульфідогенну активність бактерій *Desulfotomaculum* sp.

Х. Закарая[1], Г. Яворська[1], І. Побережська[1], К. Бурбан[1], Т. Перетятко[1,2]
Khrystyna.zakaraya@lnu.edu.ua

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна
[2]Національний антарктичний науковий центр, м. Київ, Україна

Зазвичай у природі металу в елементній формі в навколишньому середовищі немає, але він присутній у складі багатьох сполук. Атоми металічних елементів містяться у складі земної кори у вигляді руд: наприклад, хром наявний у хроміті ($FeOCr_2O_3$), крокоїті ($PbCrO_4$), уваровіті ($Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$). У водному середовищі хром має ступінь окиснення від −2 до +6. Cr(VI) і Cr(III) є найбільш стабільними формами хрому і можуть взаємоперетворюватися внаслідок перебігу мікробіологічних процесів [Sun, 2022].

Сполуки шести- та тривалентного хрому відрізняються за стабільністю, токсичністю, біодоступністю та розчинністю. Cr(III) трапляється у формі гідроксидів, оксидів або сульфатів, переважно приєднаних до органічної речовини в ґрунті та морських водах, а Cr(VI) зазвичай поєднується з киснем у вигляді хромат- або дихромат-іонів [Guot, 2022]. У природі Хром можна знайти повсюдно: у викидах вулканів, скелях, тваринах, рослинах, ґрунті та воді. Токсичний ефект Cr(VI) проявляється передусім через окисний стрес, спричинений утворенням внутрішньоклітинних активних форм кисню.

Токсичність сполук хрому залежить від його ступеня окиснення: сполуки Cr(VI) дуже токсичні для більшості організмів, а Cr(III) є відносно нешкідливим. У *Euglena gracilis* спостерігалося подовження лаг-фази росту, спричинене Cr(VI), і зниження швидкості росту внаслідок дії Cr(III). Пригнічення акивності евглени корелює із зупинкою клітин у фазі G2 клітинного циклу та пригніченням дихання та фотосинтезу [De Filippis, 1994].

Метою роботи було дослідити вплив штучно вирощених хромо- та сульфатовмісних мінералів на сульфідогенну активність бактерій *Desulfotomaculum* sp. AR1.

Об’єктом досліджень були сульфатвідновлювальні бактерії *Desulfotomaculum* sp. AR1, виділені з системи очищення побутових та промислових стічних вод міста Львова [Верхоляк, 2018].

Ми дослідили сульфідогенну активність бактерій *Desulfotomaculum* sp. за впливу різної вихідної концентрації сульфат-йонів у середовищі Постгейта С, в якому єдиним джерелом SO_4^{2-} були штучно вирощені сульфато- і хромовмісні мінерали: Cr-K-гал-Al-K-гал (2:1), Cr-K-Al-K (3:1), Cr-K-Al-K (1:3), $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, $K_2Cr_2O_7$. З цією метою *Desulfotomaculum* sp. культивували у середовищі Постгейта С з різною концентрацією сульфат-йонів протягом 14 діб за 28 °C.

У середовищі з сульфатовмісними мінералами сульфідогенна активність бактерій *Desulfotomaculum* sp. AR1 відрізнялась: концентрація гідроген сульфіду за культивування бактерій з різними акцепторами електронів перевищувала 0,3 мМ. Найвищу концентрацію гідроген сульфіду виявлено під час культивування бактерій у середовищі з мінералами Cr-K-Al-K (3:1) та $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$; найнижчу — Cr-K-Al-K (3:1).

Мінерали в природному середовищі часто залягають суміжно. Ми дослідили вплив різних комбінацій вищезазначених мінералів на сульфідогенну активність *Desulfotomaculum* sp. Встановлено, що комбінація мінералів призвела до синергетичного ефекту, оскільки виявлено суттєві відмінності у сульфідогенній активності бактерій, що дає можливість регулювати концентрацію гідроген сульфіду зміною складу середовища культивування мікроорганізмів.

Ключові слова: хром, мінерали, сульфідогенна активність, гідроген сульфід, сульфатвідновлювальні бактерії

Вплив сполук сульфуру та органічних речовин на сульфідогенну активність бактерій, виділених з кишечника щурів, хворих на виразковий коліт

В. Залецька[1], Г. Яворська[1], Т. Перетятко[1,2]
viktoriia.zaletska@lnu.edu.ua

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна
[2]Національний антарктичний науковий центр, м. Київ, Україна

Виразковий коліт — це ідіопатичне хронічне запальне захворювання слизової оболонки товстого кишечника, яке починається в прямій кишці і, як правило, безперервно поширюється проксимально через всю товсту кишку або її частину [Ordas, 2012]. Сульфатвідновлювальні бактерії, які належать до кишкової мікробіоти, є основними продуцентами гідроген сульфіду, і велика кількість цих мікроорганізмів у кишечнику, очевидно, пов'язана з ініціюванням та підтриманням запальних захворювань органа. Основний продукт метаболічної активності сульфатвідновлювальних бактерій, гідроген сульфід, є токсичним для клітин організму людини, оскільки він може руйнувати сульфатні містки в шарі слизу, нейтралізуючи його здатність захищати епітелій товстого кишечника [Coutinho, 2017].

Метою роботи було з'ясувати вплив різних сульфуровмісних сполук та органічних речовин на сульфідогенну активність бактерій, виділених з дистального і проксимального відділів товстого кишечника та дистального відділу тонкого кишечника щурів, хворих на виразковий коліт.

Об'єктом дослідження були п'ять штамів сульфатвідновлювальних бактерій, виділених з дистального і проксимального відділів товстого кишечника, дистального відділу тонкого кишечника щурів, хворих на виразковий коліт [Борсукевич, 2015]. Для культивування сульфатвідновлювальних бактерій використовували середовище Постгейта С та модифіковане середовище, до якого замість натрій лактату як джерела карбону вносили інші органічні речовини. З метою дослідження впливу різних концентрацій йонів сульфату на сульфідогенну активність бактерій у середовищі Постгейта С концентрацію сполук сульфуру збільшували у п'ять разів. Вміст сульфат-йонів визначали турбідиметрично [Балюк, 2017]. Кількість гідроген сульфіду, який утворився в процесі дисиміляційного відновлення сульфату, визначали у культуральній рідині фотометрично з використанням *п*-амінодиметиланіліну [Sugiyama, 2002].

Вихідна концентрація йонів сульфату та вміст інших органічних сполук як джерел карбону в середовищі по-різному впливають на сульфідогенну активність бактерій, виділених з кишечника щурів з виразковим колітом. Бактерії штамів 2В та 6Г з дистального відділу товстого кишечника нагромадили найбільшу кількість гідроген сульфіду у середовищі з сульфат-йонами, що становило 2,2 та 2,9 мМ, відповідно. *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp. та *Oxalobacter formigenes*, виділені з кишечника людини, здатні щодня розкладати значну кількість оксалатів як джерела карбону та енергії, знижуючи їх рівень у сечі до 40 %, що зменшує утворення оксалатних каменів у нирках [Karamad, 2022].

У модифікованому середовищі Постгейта С за використання елементної сірки як акцептора електронів бактерії, виділені з дистального відділу тонкого кишечника, після 15 діб культивування мали найвищу сульфідогенну активність; вони нагромадили 2,9 та 3,1 мМ гідроген сульфіду відповідно. Також бактерії відновили 2,1 та 10,7 мМ сульфат-йонів у середовищах з вихідними концентраціями SO_4^{2-} 7,8 і 39 мМ, що у 1,5 та 7,6 раза більше, порівняно з контрольними показниками. Високий вміст білка в раціонах тваринного походження забезпечує більшу кількість сульфуру, доступного для мікробіоти дистального відділу кишечника [Teigen, 2019].

Бактерії штаму 12Б з проксимального відділу товстого кишечника у модифікованому середовищі Постгейта С, яке містило сульфати та амоній лимоннокислий, нагромадили найбільшу кількість гідроген сульфіду — 3 мМ. Сульфідогенна активність штаму 12Б у середовищі з вихідною концентрацією сульфат-йонів 39 мМ становила 1,2 мМ, що у 1,3 раза більше, порівняно з контрольним середовищем Постгейта С, де джерелом карбону був натрій лактат.

Сульфатвідновлювальні бактерії, виділені з кишечника хворих на виразковий коліт щурів, виявляють різну сульфідгенну активність. Це насамперед залежить від умов культивування, зокрема вихідної концентрації сульфат-йонів джерела карбону та відділу кишечника, з якого був виділений конкретний штам. Результати досліджень підкреслюють складну взаємодію між мікробіотою кишечника, дієтичними факторами та концентрацією сульфат-йонів, що впливає на сульфідогенну активність бактерій в нормі й за розвитку виразкового коліту.

Ключові слова: сульфатвідновлювальні бактерії, гідроген сульфід, виразковий коліт, сульфідогенна активність, кишкова мікробіота

Ріст і розвиток молодняку породи лімузин залежно від комплексної оцінки предків

М. Зелінка[1], Н. Мазур[2]
nataliya.mazur1983@gmail.com

[1]Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна
[2]Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

Ріст і розвиток молодих телиць мають велике значення для формування майбутнього продуктивного потенціалу та якості їхніх нащадків. Оптимальні показники живої маси сприяють своєчасному статевому дозріванню телиць. Телиці, які досягають статевої зрілості у правильному віці та з відповідною живою масою, мають кращу фертильність, легше запліднюються та рідше мають проблеми з першим отеленням. Це, своєю чергою, позитивно впливає на їхню здатність народжувати здорове та продуктивне потомство. У м'ясному скотарстві селекція за живою масою є одним із основних методів покращення продуктивних якостей. Відбір плідників та маток з високою живою масою та інтенсивним ростом сприяє підвищенню цих показників у наступних поколіннях. Однак важливо проводити збалансовану селекцію, враховуючи комплекс господарсько корисних ознак. З огляду на зазначене, метою наших досліджень було вивчити вплив комплексної оцінки батьківських предків на показники росту й розвитку телиць породи лімузин.

Дослідження проведені у ТзОВ «Львівське» Львівської обл. на коровах породи лімузин української селекції, завезених із Волинської обл. Ріст і розвиток телиць вивчали за показниками живої маси у різні вікові періоди: при народженні, відлученні (210 днів), у віці 12 та 24 міс. на основі записів племінного обліку (форма 2 мяс). Крім того, досліджували комплексну оцінку телиць та їхніх предків. До аналізу залучено 63 тварини.

Однією із основних складових комплексної оцінки тварин є оцінка живої маси у різні вікові періоди. Піддослідні тварини народжувалися із середньою живою масою 31,8 кг (C_v=3,5 %). При відлученні у віці 210 днів цей показник становив 201,1 кг (C_v=17,6 %), у віці 12 міс. — 310,5 (C_v=11,1 %), та 18 міс. — 582,5 кг (C_v=7,4 %). Середньодобовий приріст у період від народження до відлучення становив 806 г (C_v=20,9 %), від народження до 12-місячного віку — 763,4 г (C_v=12,4 %), від народження до 24-місячного віку — 754,4 г (C_v=7,7 %). Середній бал комплексної оцінки корів становив 82,3 (M_{min}=73, M_{max}=85), їх матерів — 83,1, а батьків — 81,5 бала.

Встановлено, що серед піддослідних корів 79 % мали комплексну оцінку понад 80 балів. Вони народжувалися з більшою живою масою порівняно із тваринами з нижчою комплексною оцінкою та в подальшому краще росли і розвивалися. Їхня жива маса у віці 24 міс. коливалася в межах 584,0–590,9 кг, тоді як у тварин з комплексною оцінкою нижче 80 балів — в межах 549,4–580,0 кг. Відмічено, що від високоцінних батьків не завжди отримували високоцінних нащадків. Зокрема, більшість нащадків з комплексною оцінкою менше 80 балів були одержані від матерів і батьків з комплексною оцінкою понад 80 балів. Очевидно, такий результат пов'язаний із тим, що комплексна оцінка тварин м'ясних порід, крім живої маси, охоплює ще низку показників. Якщо ж аналізувати ріст тварин за живою масою залежно від комплексної оцінки батьків, то бачимо, що від матерів і батьків з комплексним класом понад 80 балів здебільшого одержували нащадків з вищою живою масою. Зокрема, телиці, одержані від батьків і матерів з комплексним класом понад 80 балів, при відлученні мали живу масу понад 200 кг, а у віці двох років — понад 580 кг. Тварини, одержані від предків з низькими показниками комплексної оцінки, не досягали цих значень.

Таким чином, телиці, одержані від батьків і матерів з комплексною оцінкою понад 80 балів, характеризувалися вищими показниками живої маси порівняно із тваринами, які походили від предків з низькими показниками комплексної оцінки.

Ключові слова: корови, порода лімузин, комплексна оцінка, жива маса

Якісні показники еякулятів кнурів після згодовування комплексної ліпосомальної добавки за умов теплового стресу

І. Іваницький
ivanickijivan285@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

У літній період свині часто потерпають від теплового стресу, який може спричиняти зниження продуктивності та відтворної здатності. У цей період також погіршується якість еякулятів у кнурів-плідників, особливо функціональної активності сперміїв. У корекції цих процесів для зменшення дії теплового стресу провідна роль належить різним біологічно активним речовинам. Для зниження негативної дії теплового стресу на організм свиней вчені і практики запропонували низку захотів, які передбачають корекцію годівлі, технологічних елементів, застосування антиоксидантів. В Інституті біології тварин НААН розроблено комплексну ліпосомальну добавку для стимуляції репродуктивної здатності баранів, яка проявляє широкі антиоксидантні властивості. У кнурів тепловий стрес призводить до окисного пошкодження через відносно велику кількість ненасичених жирних кислот у плазматичній мембрані та низьку антиоксидантну здатність у плазмі сперми. У зв'язку з цим, виникає потреба з'ясувати вплив згодовування комплексної ліпосомальної добавки на якість спермопродукції кнурів-плідників за умов теплового стресу.

В експерименті тривалістю 30 діб використано дев'ять клінічно здорових кнурів-плідників віком 2–4 роки порід ландрас, п'єтрен і макстер, яким створювали умови теплового стресу: температура 25–30 °С та вологість понад 80 % впродовж 7 днів тривалістю 3 год. щодня. Кнурам впродовж 30 діб у складі основного раціону згодовували комплексну добавку у формі ліпосомальної емульсії, до складу якої входили вітаміни А, D_3, Е, С з глюконатом цинку у дозі 2 мл на голову на добу. До та після згодовування добавки два рази на тиждень впродовж трьох тижнів відбирали еякуляти дуплетною садкою мануальним методом. Досліджували фізіологічні показники якості еякулятів: об'єм (мл), концентрацію сперміїв (млн/мл), кількість живих сперміїв (%), рухливість (%) та кількість патологічно змінених статевих клітин. Одержані цифрові дані статистично обраховували у програмі *Statistica 7* з урахуванням *t*-критерію Стьюдента.

Дослідження якості сперми кнурів, яким згодовували комплексну ліпосомальну добавку для стимуляції репродуктивної здатності за умов теплового стресу, встановило суттєві зміни якісних показників еякулятів. Зокрема, об'єм еякуляту та концентрація сперміїв під впливом згодовування комплексного препарату збільшилася, відповідно, на 13,1 та 20,0 % ($P<0,05$). Водночас загальна кількість сперміїв у еякуляті кнурів дослідної групи була вищою на 54,1 % ($P<0,01$), порівняно з контролем. Аналогічно, відсоток живих сперміїв (життєздатність) в еякулятах кнурів дослідної групи був більшим, ніж у контрольній групі, на 8,9 % ($P<0,01$). Аналіз рухливості та морфології сперміїв встановив, що згодовування комплексної ліпосомальної добавки зумовило підвищення відсотка сперміїв з прямолінійно поступальним рухом на 6,1 % ($P<0,01$), зниження частки патологічно змінених статевих клітин на 8,9 % ($P<0,01$) та сперміїв з цитоплазматичними краплями на 2,7 %.

Таким чином, згодовування кнурам-плідникам комплексної ліпосомальної добавки для стимуляції репродуктивної функції в умовах теплового стресу вірогідно підвищує загальну кількість сперміїв у еякуляті ($P<0,05$), життєздатність та рухливість статевих клітин і знижує відсоток дегенерованих сперміїв. Отримані результати експерименту свідчать про доцільність згодовування комплексної добавки кнурам-плідникам, що може збільшити кількість спермодоз з одного еякуляту під час дії теплового стресу.

Ключові слова: кнур, тепловий стрес, ліпосомальна добавка, якість еякулятів

Consumption of broccoli sprouts with cafeteria diet modulates activities of glutathione-related enzymes in the murine brain

M. Ivanochko, I. Yatskiv, M. Bayliak, V. Lushchak
marian.ivanochko.20@pnu.edu.ua

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The role of diet in modulating oxidative stress and antioxidant defence in the brain is a growing area of interest, particularly in the context of high-calorie diets that contribute not only to metabolic disease but also to neurodegenerative disorders [Demianchuk et al., 2025]. Broccoli sprouts are rich in bioactive compounds with potential antioxidant and detoxifying properties, but their effects on cerebral antioxidant systems, especially in combination with an obesogenic cafeteria diet, remain unclear. This study aimed to investigate the effect of broccoli sprouts supplementation on a high-calorie cafeteria diet on antioxidant defence mechanisms in the cerebral cortex of mice.

Eight-month-old male C57BL6/J mice were randomly divided into 6 groups. The control group (BD) consumed the basic rodent chow. The broccoli group (BD5BS) received the standard chow supplemented with 5 % (w/w) shredded 3-day-old broccoli sprouts. The cafeteria diet group (CD) consumed a hypercaloric diet that consisted of 30 % of basic chow and 70 % of cafeteria products (sweet peanuts, milk chocolate and crackers). The next three groups consumed a cafeteria diet food supplemented with broccoli sprouts at different contents (w/w), 2.5 % (CD2.5BS), 5 % (CD5BS) and 10°% (CD10BS). Animals were kept on the corresponding diets for 20 weeks. At the end of the experiment mice were euthanised, the cerebral cortex was rapidly taken, frozen in liquid nitrogen, and stored at −80°C. Lipid peroxide level and antioxidant enzyme activities were determined spectrophotometrically as described previously [Demianchuk, 2025].

Lipid peroxide levels did not differ between groups, suggesting the absence of cerebral cortex lesions from diet-induced lipid peroxidation. The activity of glutathione-peroxidase in the CD5BS group was lower compared to the BD5BS group. The rest of the groups did not differ in this parameter. The activity of glutathione-S-transferase was not significantly different between experimental groups, but in BD5BS murine cortex, this value had a trend to be higher. This result suggests that the consumption of broccoli sprouts had a weak potential to intensify xenobiotic detoxification in the murine brain. The activity of glutathione reductase was higher in CD10BS and BD5BS groups compared to the rest of the groups, and values of the enzyme activity in CD10BS and BD5BS groups had a slight difference. Hypothetically, increased GR activity indicates a cellular decrease in reduced glutathione that could be depleted during obesity and lead to comorbidities [Vairetti et al., 2021]. The CD10BS group showed a trend towards increased activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase, which brings NADPH for glutathione reduction. In the BD5BS cortex, this parameter was the highest compared to the rest of the groups. The activity of NAD(P)H-quinone oxidoreductase 1 in the BD5BS group was significantly higher compared to BD, CD, CD2.5BS and CD5BS groups. The CD5BS value was also lower compared to CD10BS. It was described that the activity of antioxidant and related enzymes was lower in cafeteria diet-fed mice brains [Demianchuk et al., 2025]. In our study, such an effect was present only in the CD5BS. CD10BS and BD5BS groups demonstrated several similarities, suggesting that the positive effects of broccoli consumption in cafeteria diet were realised at 10 % dose and at 5 % in the basal diet.

Broccoli sprouts had dose-dependent effects on the activity of antioxidant enzymes in the cortex of mice fed a cafeteria diet. Consumption of 10 % broccoli sprouts with cafeteria chow did not directly support antioxidant defence and detoxification processes, but it enhanced glutathione reduction and NADPH production. The presence of 5 % broccoli in basal food had a modulating effect on antioxidant response, xenobiotic detoxification and maintenance of reduced glutathione.

Funding source. This research was supported by a grant from the Ministry of Education and Science of Ukraine (#0122U000894).

Key words: antioxidant defence, broccoli sprouts, obesity

Продуктивність поросят раннього віку за впливу різних доз ефірних олій

Ю. І. Кенцало
kentsalo80@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Ранній постнатальний період у поросят — надзвичайно вразливий етап, коли формуються ключові фізіологічні та імунні механізми, які визначають подальшу продуктивність та збереженість тварин. У цей час організм новонародженого поросяти зазнає значного стресу через різку зміну середовища, початок споживання та перетравлення складних кормів, адаптацію до нових мікробіологічних умов. У зв'язку із загостренням антибіотикорезистентності та обмеженням використання синтетичних стимуляторів росту, щораз більшої уваги набуває інтеграція природних засобів, зокрема ефірних олій, у раціон молодняку.

Метою цього дослідження було визначити, як різні дози ефірних олій у престартерному раціоні впливають на продуктивні показники, ріст, споживання корму та стан здоров'я поросят у віці до 28 діб.

Дослідження проведено в умовах промислового свинокомплексу ПП «Чернюк» Рівненської обл. Для дослідження відібрано по 5 свиноматок породи велика біла 2–3 опоросу, яких розділили на 3 групи за принципом аналогів: контрольна (К), дослідна 1 (Д1), та дослідна (Д2). Їх перевели в родильний зал та розмістили у станки з вільним доступом до води. Свиноматкам згодовували стандартний комбікорм (СК) для лактуючих свиноматок. Групи Д1 та Д2 додатково до СК отримували 0,1 кг кормової добавки «APPETIX». Народжених свиноматками поросят, відповідно, зараховували до контрольної (К), дослідної 1 (Д1) та дослідної 2 (Д2) груп. Додатково до молока свиноматок молодняку, починаючи із п'ятої доби життя, у пластикові годівниці задавали престартерний комбікорм в розсипному вигляді. Поросята дослідних груп додатково отримували кормову добавку «APPETIX»: Д1 — у кількості 100г/т комбікорму, Д2 — 200г/т комбікорму. Тварин напували водою через ніпельні поїлки (автоматично), доступ до води був вільним.

За результатами дослідження у всіх трьох групах — контрольній, Д1 та Д2 — середня кількість народжених поросят на одну свиноматку була приблизно однаковою: від 12,8 до 13,6 гол. Це свідчить про те, що короткотривале введення ефірних олій до комбікорму поросним свиноматкам не впливало на їхню фертильність і загальну ембріональну життєздатність. Аналогічну ситуацію спостерігали за показниками народження живих та неживих поросят: сумарна кількість мертвих і муміфікованих ембріонів коливалася в межах 1,0–1,2 гол. на свиноматку, причому відмінності між групами не досягали рівня статистичної вірогідності. Кількість поросят наприкінці дослідження (11,0–11,4 гол.) також демонструє подібну смертність у ранньому постнатальному періоді, що свідчить про безпеку та відсутність токсичного впливу ефірних олій на здоров'я новонароджених.

Незважаючи на відсутність статистично вірогідних відмінностей, у групі Д2 спостерігали тенденцію до вищого надходження енергії та поживних речовин: середня жива маса поросят на 5-ту добу становила 1,58 кг проти 1,47 кг у контролі. Така тенденція щодо збільшення маси поросят та середньодобових приростів в групі Д2 збереглися і на 14-у добу життя поросят. Поросята групи Д2 досягли середньої живої маси 3,34 кг, що на 10 % більше, ніж у контрольній групі — 3,03 кг. Водночас середньодобові прирости в цій групі зросли до 0,196 кг проти 0,173 кг, що демонструє стимуляцію метаболічних процесів ефірними оліями. Позитивна динаміка в групі Д2 на 28-у добу життя поросят була найбільш вираженою: середня жива маса поросят перевищила контрольний показник на 1 кг — 7,47 кг проти 6,49 кг. Це відповідає збільшенню середньодобового приросту до 0,225 кг/доба, що суттєво перевищує 0,192 кг у контролі. Група Д1 також показала значне покращення, але менш виражене. Позитивна кореляція між дозою ефірних олій і темпами росту свідчить про дозозалежний ефект. Поросята з групи Д2 споживали більше престартерного корму — 0,738 кг на голову проти 0,613 кг у контролі, що свідчить про краще споживання престартерного комбікорму. Більше споживання комбікорму поросятами і вища ефективність перетравлення забезпечує зростання середньодобових приростів та оптимізує затрати комбікорму на 1 кг приросту. В групах Д1 та Д2 відзначено зменшення кількості випадків діареї до 6 гол. поросят порівняно з 17 гол. у контрольній групі.

Загалом група Д2 з вищою дозою ефірних олій продемонструвала найбільш виражений стимулювальний ефект на всі ключові показники продуктивності поросят раннього віку. Отримані дані підтверджують доцільність використання ефірних олій як природного стимулятора росту та засобу профілактики кишкових розладів у період після відлучення. Вони також відкривають перспективу подальших досліджень із метою оптимізації складу та дозування ефірних сумішей для максимального економічного та біологічного ефекту.

Ключові слова: «APPETIX», поросята раннього віку, середньодобові прирости, діарея, конверсія корму

Дослідження терапевтичної ефективності ветеринарного препарату на основі березового дьогтю у комплексному лікуванні мікотичного дерматиту спортивних коней

М. Кичан[1], Р. Сачук[2], Р. Васів[1]
sachuk.08@ukr.net

[1]Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна
[2]Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

На сьогодні пріоритетним завданням ветеринарної фармації є пошук нових джерел вітчизняної сировини для отримання березового дьогтю з метою розробки ветеринарних лікарських засобів. У сучасній ветеринарній медицині, на противагу синтетичним аналогам, застосовується березовий дьоготь через його екологічність, чистоту, безпечність та універсальність. Перевагами препаратів на основі березового дьогтю є висока ефективність і незначна кількість побічних ефектів на системи організму тварин.

Дерматофілоз — це шкірне захворювання тварин, спричинене актиноміцетом *Dermatophilus congolensis*. Збудник уражає кінцівки коня за наявності сприятливих факторів — підвищеної вологості, забруднення, зниженого імунітету та генетичної схильності. Він проникає в епідерміс і розвивається в дермі, провокуючи запалення, набряк та мокнучий дерматит, що зазвичай локалізується в ділянці щіток. Розробка безпечних засобів лікування мікозних дерматитів для спортивних коней залишається актуальною у ветеринарній дерматології. До таких засобів належать рослинні комплекси (біологічно активні екстракти та ефірні олії), які є безпечними для довкілля, не дають побічних ефектів і мають антиоксидантну, імуномодулювальну й адаптогенну дію.

Відомі антимікробні властивості березового дьогтю стали підґрунтям для створення препарату «Кубазол» (спрей для зовнішнього застосування), компоненти якого проявляють синергічний ефект у лікуванні шкірних захворювань тварин. В 1 мл препарату міститься: березовий дьоготь — 40 мг та етилацетату і полібутилметакрилату — до 1 мл.

Метою дослідження було вивчити терапевтичну ефективність та безпечність ветеринарного препарату «Кубазол» (спрей для зовнішнього застосування, розчин) виробництва ТОВ «ДЕВІЕ» (смт Літин, Україна) за умов зовнішнього застосування у спортивних коней з мікотичним дерматитом.

Дослідження проводили в умовах приватної кінноспортивної школи с. Шубків Рівненського р-ну Рівненської обл. За 2019–2020 рр. на базі господарства було проведено диспансерне обстеження поголів'я коней різного віку, порід та статі з метою вивчення поширеності шкірних захворювань загалом та мікотичного дерматиту зокрема.

Під час клінічних досліджень виявили коней з мікозними дерматитами. Поряд із клінічними обстеженнями проводились також лабораторні.

Для лікування мікозного дерматиту було створено кілька схем, перші дві з них (схеми А та Б) мали діагностичний характер. Проведені нами дослідження з діагностики та лікування дерматитів дозволили визначити найбільш ефективні методи терапії у спортивних коней, уражених актиноміцетом.

Схема А. Тваринам вводили препарат на основі інтерферону людини альфа-2b та наносили мазь «ЯМ». Спостерігали посилення набряку кінцівок та підвищення болісності, що може свідчити про зниження імунітету після застосування противірусного та імуномодулювального препарату. Після повторного введення препарату відзначали подібне до вакцинації загострення, але менш виражене. Регенерації уражених ділянок протягом 20 діб не відбулося.

Схема Б. Тварини отримували лише обробку маззю «ЯМ». Набряк не посилювався, однак регенерації також не спостерігали, що свідчить про недостатню ефективність цього препарату в умовах мікозного дерматиту.

Схема В. Застосовували внутрішньом'язове введення «Канаміцину 25 %» та місцеве нанесення цинкової мазі. Лікування дало позитивний ефект — повна регенерація уражених ділянок відбулася протягом 15 днів.

Схема Г. Використовували суміш березового дьогтю, вазеліну та риб'ячого жиру у рівних пропорціях. Регенерація відбулася за 18 діб. Проте варто враховувати, що деякі власники не погоджуються на використання такої суміші через складність її приготування.

Схема Д. При лікуванні препаратом «Септоспрей» спостерігали позитивні результати, однак препарат спричиняє значне подразнення. Необхідний ветеринарний нагляд для запобігання утворенню гіпертрофічної грануляційної тканини («дикого м'яса»). Повна регенерація тканин наставала за 17 діб.

Схема Е. Застосування «Кубазолу» у поєднанні з преміксом «Біотан 3Z» продемонструвало позитивний ефект. Курс лікування становив 14 діб. Така терапія є особливо актуальною, оскільки дія дьогтю переважно місцева, але сприяє також загальному підвищенню імунітету.

Результати клінічних випробувань препарату засвідчили, що спортивні коні добре переносили «Кубазол». Випадків отруєнь або побічної дії не зафіксовано.

Ключові слова: мікотичний дерматит, спортивні коні, ветеринарний препарат «Кубазол»

Детекція генів у конвенційних і неконвенційних модельних організмів

Г. В. Климець
klimets.halyna@gmail.com

Інститут молекулярної генетики Академії наук Чеської Республіки, м. Прага, Чехія

***In situ* hybridization (ISH)** — це поширена лабораторна методика, яка застосовується для аналізу експресії генів та локалізації специфічних послідовностей РНК безпосередньо в клітинах зі збереженням їхньої морфологічної цілісності. Однією з основних цілей ISH є детекція генетичних послідовностей *in situ* та візуалізація їхніх продуктів у контексті просторової організації тканини [Chu Y. H., et al., 2019].

ISH на модельних об'єктах медака (*Oryzias latipes*) та зебрафіш (*Danio rerio*). Обидва види є прозорими на ранніх стадіях розвитку, що робить їх зручними модельними організмами у дослідженнях з еволюційної біології, генетики та молекулярної біології. Перший день процедури ISH починається з ретельної дезінфекції робочої поверхні, інструментів та обладнання за допомогою RNA-Zap або 100 % етанолу; цей крок стосується всіх нижчеописаних методик. Фіксовані ембріони переводять у метанол кімнатної температури, далі поетапно промивають у метанолі зі зниженням концентрації (75 % → 50 % → 25 %). Наступним етапом є травлення за допомогою протеїнази К, тривалість якого залежить від стадії розвитку ембріона. Після цього проводять промивання у фосфатно-сольовому буфері з додаванням Твін-20 (PBT), фіксацію у 4 % параформальдегіді (PFA) та повторне промивання у PBT. Далі здійснюється прегібридизація та гібридизація з додаванням специфічної проби, інкубація триває 14 год. Другий день розпочинається з промивань у буферах SSCT, після чого проводять блокування (1 год.) та інкубацію з антитілом anti-DIG (1,5 год.). Після цього — промивання у буферах SB−/SB+ або 100 mM Tris-HCl, вибір яких залежить від типу запланованого фарбування на третій день.

ISH на модельному об'єкті ланцетник (*Branchiostoma lanceolatum*). Відповідний організм широко використовується в еволюційній та молекулярній біології як модель для вивчення базових механізмів розвитку. ISH розпочинається з переведення ембріонів з етанолу до PBT, після чого проводять перетравлення протеїназою К (наприклад, на стадії нейрули — 2 хв). Ензиматичну активність блокують 10 % розчином гліцину, далі додають гліцин у концентрації 2 мг/мл. Після цього зразки промивають у PBT, фіксують у 4 % PFA (30 хв), що дозволяє стабілізувати структуру ембріона та запобігти деградації РНК. Подальші промивання у PBT, а також обробка триетаноламіном (TEA) з додаванням оцтового ангідриду покращують співвідношення сигнал/шум під час гібридизації. Після прегібридизації здійснюється гібридизація. На другий день проводять промивання у SSCT буферах, блокування (4 год.) та інкубацію з антитілом anti-DIG упродовж ночі. Через більшу щільність тканин ланцетника, порівняно із зебрафіш та медакою, час блокування і експозиції з антитілом подовжується. Третій день передбачає тривале промивання у PBT та 100 mM Tris-HCl, після чого здійснюють візуалізацію сигналу за допомогою реактиву *Vector Blue*.

ISH на модельному об'єкті актинія (*Nematostella vectensis*). Цей організм є цінною моделлю у дослідженнях еволюції розвитку (*Evo-Devo*). Ембріони легко культивуються, що робить їх зручними для ISH. Процедура починається з переведення ембріонів із метанолу до PBT, далі — травлення протеїназою К (для планули — 60 хв), блокування гліцином, промивання у PBT, обробка TEA та оцтовим ангідридом, знову промивання у PBT. Після цього — фіксація у PFA (1 год.). На відміну від ланцетника, для актинії тривалість фіксації збільшується через наявність товстого епітеліального шару та слизу. Відтак — прегібридизація та тривала (понад 24 год.) гібридизація, яка сприяє зменшенню неспецифічного зв'язування проби. На третій день проводять промивання у SSCT буферах, блокування (1 год.) та інкубацію з anti-DIG антитілом упродовж ночі при 4 °C. Четвертий день передбачає до 16 промивань у PBT, далі — промивання у розчинах SB−/SB+. П'ятий день — візуалізація з використанням субстрату NBT/BCIP. Шостий день — фіксація у PFA, промивання у PBT та переведення у гліцерол.

ISH — це поширений метод у молекулярній біології, який використовують для визначення часових та просторових закономірностей експресії певного гена. ISH застосовують для дослідження просторового розподілу експресії генів у тканинах [Dunn K. et al., 2022]. ISH у модельних об'єктів медаки, зебрафіш, ланцетника та актинії відрізняється температурним режимом прегібридизації та гібридизації (у ланцетника близько 65 °C, в актинії — 63 °C), тривалістю блокінгу, прегібридизації та гібридизації, травленням у протеїназі К, що пояснюється різною щільністю тканин у вказаних модельних об'єктів.

Ключові слова: *in situ* hybridization, медака, зебрафіш, ланцетник, актинія

Оптимальне розміщення вуликів на пасіці для профілактики хвороб бджіл

І. А. Коваленко, Г. А. Фотіна
kovalenkoi690@gmail.com

Сумський Національний Аграрний Університет, м. Суми, Україна

Хвороби бджіл (такі, як кліщ варроа, нозематоз і гнилець) становлять серйозну загрозу для бджільництва, особливо в регіонах із розвиненим пасічним господарством — наприклад, на Чернігівщині. Часто причиною їхнього швидкого поширення є щільне й одноманітне розміщення вуликів, через яке бджоли плутають сім'ї, залітають у чужі вулики й переносять паразитів. Це найпомітніше навесні та восени, коли погодні умови ускладнюють орієнтацію. Численні спостереження в бджільництві підтверджують, що такі проблеми підвищують ризик зараження й послаблюють пасіку. Метою дослідження було оцінити, як оптимальна розстановка вуликів на одній пасіці може зменшити змішування бджіл і знизити ризик зараження хворобами в умовах Чернігівського р-ну.

Експеримент проводили у 2024 р. на пасіці Чернігівського р-ну з 20 вуликами української степової породи. Вулики поділили на дві групи: контрольну (10 вуликів на відстані 1 м, входи в одному напрямку) та експериментальну (10 вуликів на відстані 3–4 м, входи на північ, схід, захід, пофарбовані в синій, жовтий, білий кольори). Спостереження за поведінкою бджіл вели у квітні та жовтні, підраховуючи кількість бджіл, які залітають у чужі сім'ї, протягом 30 хв тричі на день (загалом 10 повторів на групу за сезон). Рівень зараження кліщем варроа визначали методом обсипання цукровою пудрою з трьох рамок на вулик (5 повторів на групу). Дані обробляли за *t*-критерієм Стьюдента ($P<0,05$).

У контрольній групі частка бджіл, які залітали в чужі сім'ї, була значно вищою, ніж в експериментальній: у квітні — 18±3 бджоли на 100 підрахунків, у жовтні — 22±4, тоді як в експериментальній — 5±1 і 7±2 відповідно ($P<0,05$). У контрольній групі змішування призводило до нерівномірної сили сімей: у трьох вуликах сила перевищувала норму, але запаси корму падали нижче критичного рівня (15 кг), а в двох інших сім'ї слабшали через втрату бджіл. Зараження кліщем варроа в контрольній групі восени було вищим — 12±2 кліщів на 100 бджіл проти 4±1 в експериментальній ($P<0,05$). Різні напрямки входів і кольорове маркування в експериментальній групі допомагали бджолам краще орієнтуватися, зменшуючи контакт між сім'ями й поширення паразитів.

Отже, розміщення вуликів на відстані 3–4 м із різними напрямками входів і кольоровим маркуванням значно знижує змішування бджіл і ризик зараження кліщем варроа, що сприяє стабільності пасіки й виживанню сімей. Для бджолярів Чернігівщини це простий і доступний спосіб профілактики, який не вимагає великих витрат, але суттєво покращує здоров'я бджіл і врожайність меду. Отримані результати підтверджують важливість правильної розстановки вуликів і можуть бути основою для подальших досліджень у бджільництві.

Ключові слова: бджоли, оптимальне розміщення вуликів, хвороби бджіл, кліщ варроа

Мелано-макрофагальні центри у селезінці риб

В. Ковальчук
Vitaliykovalchuk5s@gmail.com

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Мелано-макрофагальні центри (ММЦ) є структурними елементами селезінки риб, які відіграють важливу роль у імунному захисті, фільтрації крові, а також у підтриманні гомеостазу організму. Вони складаються переважно з макрофагів, здатних до фагоцитозу, що дозволяє їм поглинати бактерії, віруси, залишки пошкоджених клітин та сторонні частки. Це забезпечує захист організму риби від потенційно шкідливих агентів, які можуть потрапити в кровообіг.

Спеціальна література містить відомості про будову ММЦ у селезінці охридської форелі, зірчастої масляної риби, риби-вовка, бурого протоптера, малоплавникової моллінезії, золотої рибки, плітки звичайної. Загалом ММЦ описані у риб понад 130 видів. Розміщення ММЦ у селезінці варіює залежно від виду риб та умов їх життя. Переважно ММЦ реєструються навколо кровоносних судин або періеліпсоїдних лімфоїдних піхов (еліпсоїдів) селезінки, що є свідченням їхньої активної участі в очищенні крові від токсинів і патогенних агентів. У кісткових риб (окрім лососевих) ММЦ спостерігають також в нирках, тимусі та печінці. ММЦ — погано організовані, неправильної форми скупчення пігментних макрофагів, які містять чотири типи пігментів (меланін, ліпофусцин, цероїд і гемосидерин). Кількість, розмір та вміст цих пігментів залежать від органу, виду, віку, статі, харчування і здоров'я риб.

Виявлення морфо-функціональних змін у ММЦ селезінки свідчить про порушення функціонування імунної системи риб, часто за дії стресових факторів. Наприклад, підвищення рівня забруднення води, наявність токсичних речовин або інфекційні захворювання можуть призводити до зниження ефективності роботи ММЦ, що підвищує ризик розвитку захворювань та зниження загальної життєздатності риб. Збільшення кількості гемоседирину в ММЦ селезінки риб свідчить про посилення деградації еритроцитів і виділення заліза за пошкодження токсином клітин еритроцитарного ряду.

Отже, вивчення будови і функції ММЦ селезінки є важливою проблемою імунології та іхтіопатології. ММЦ як індикатори імунної функції риби є потенційним інструментом біомоніторингу для визначення впливу негативних факторів на організм риб і стан водного середовища.

Ключові слова: риби, мелано-макрофагальні центри, селезінка, фагоцитоз, імунітет, макрофаги, екологія

Визначення терапевтичної ефективності препарату на основі целекоксибу для зменшення запалення та болю при переломах плечової кістки у собак

М. Кондратюк[1], В. Гунчак[1], Р. Сачук[2]
sachuk.08@ukr.net

[1]Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна
[2]Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

Переломи кісток у собак — один з найпоширеніших патологічних станів, що супроводжується вираженим больовим синдромом та запальними реакціями. У ветеринарній практиці особливу увагу приділяють пошуку ефективних лікарських засобів, зокрема на основі селективних інгібіторів ЦОГ-2, як-от целекоксиб.

Мета роботи — дослідити терапевтичну ефективність препарату «Целексиб» (розчин для ін'єкцій; діюча речовина: 1 мл препарату містить 100 мг целекоксибу) виробництва ТОВ «ДЕВІЕ», Україна (реєстраційного посвідчення ПП «Біофарм»), з метою зменшення запалення та болю при переломах плечової кістки у собак. Дослідження проводили в умовах двох клінік ветеринарної медицини для м'ясоїдних тварин, де обстежували собак різного віку. Лабораторні дослідження крові тварин проводили на базі лабораторії контролю якості, безпечності та реєстрації ветеринарних лікарських засобів і кормових добавок ТОВ «ДЕВІЕ».

Звертали увагу на умови виникнення хвороби, зміни стану тварин в процесі її перебігу. У восьми собак породи Йоркширський тер'єр 1–4-річного віку виявляли закриті переломи плечової кістки внаслідок дорожньо-транспортних пригод. Для точної постановки діагнозу використовували рентгенографічне дослідження у двох проекціях. На рентгені виявляли виростковий та надвиростковий перелом плечової кістки. Лікування переломів дистального відділу плечової кістки проводили операційно за допомогою шпиць Кіршнера, які імплантували у різних площинах для фіксації кісткових уламків. Після оперативного втручання дослідним тваринам давали знеболювальні препарати.

Терапевтичну ефективність препарату «Целексиб» визначали на двох дослідних групах собак вагою від 2,2 до 3,1 кг (n=4), яких відбирали за принципом аналогів: І дослідній групі внутрішньом'язово вводили препарат «Целексиб» у дозі 1 мл на 10 кг маси тіла двічі з інтервалом 48 год.; ІІ дослідній групі перорально застосовували препарат-порівняння «Сімалджекс» для собак із розрахунку 2 мг на 1 кг ваги двічі з інтервалом 48 год. Клінічний і рентгенографічний контроль здійснювали кожні два тижні. Собакам дослідних груп для запобігання ускладнень після операції вводили антимікробний препарат «Ампіцилін» у дозі 1 мл на 10 кг маси тіла протягом 5-ти діб.

В результаті досліджень встановлено, що собаки обох дослідних груп вже через 12 діб ставали на пошкоджену кінцівку, болючості чи обмеження руху в суміжних суглобах не виявляли. При цьому позитивну динаміку спостерігали на рентгенограмі у собак з переломами плечової кістки у післяопераційний період (реабілітація): кістка повністю зрослась у 50,0 % тварин у І і ІІ дослідних групах на 28-му добу від початку проведення терапевтичних заходів, на 38-му добу цей показник зріс ще на 25,0 % у двох дослідних групах тварин і на 46-ту добу у всіх тварин з обох груп реєстрували повне зрощення перелому кістки.

У результаті аналізу отриманих клініко-біохімічних показників крові собак дослідних груп виявили, що до лікування концентрація загального гемоглобіну і кількість еритроцитів крові та концентрація загального протеїну у сироватці крові були на нижніх межах референтних рівнів, тоді як кількість лейкоцитів у крові та концентрація загальних гексоз, глікопротеїнів та глікозаміногліканів у сироватці крові перевищували референтний рівень, що свідчить про наявність крововтрати, запалення та патології кісткової системи.

Потрібно зазначити, що частина середніх клініко-біохімічних показників крові собак в обох дослідних групах поверталися до меж фізіологічної норми на 28-му добу досліду, а решта — лише в кінці експерименту:

— за введення «Целексиб» концентрація загального гемоглобіну, загальних протеїнів і кількості еритроцитів вірогідно підвищувалися ($P<0,05$) на 15,2; 7,8 і 20,3 %, тоді як кількість лейкоцитів знижувалася ($P<0,05$) на 28,6 %, загальних гексоз — на 25,6 %, глікопротеїнів — на 18,7 %, глікозаміногліканів — на 27,9 % і лужної фосфатази — на 20,3 %;

— за введення «Сімалджекс» для собак концентрація загального гемоглобіну, загальних протеїнів і кількості еритроцитів вірогідно підвищувалися ($P<0,05$) на 14,4; 8,0 і 20,5 %, тоді як кількість лейкоцитів знижувалася ($P<0,05$) на 27,3 %, загальних гексоз — на 24,8 %, глікопротеїнів — на 19,0 %, глікозаміногліканів — на 27,1 % і лужної фосфатази — на 19,4 %.

Отже, ветеринарний препарат «Целексиб» (розчин для ін'єкцій) за терапевтичною ефективністю при лікуванні перелому плечової кістки у собак не поступається препарату-порівнянню «Сімалджекс» для собак і позитивно впливає на клініко-біохімічні показники крові пролікованих собак.

Ключові слова: собаки, перелом плечової кістки, препарат «Целексиб»

Technology of poultry production in the conditions of "Ukragro-Polissya" LLC of Zhytomyr region

V. V. Kotvitskyi
v.kotvitskyi1@gmail.com

Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

In the grocery basket of the average Ukrainian, poultry meat occupies an important place, because this type of livestock product is characterized by excellent taste, dietary properties, and an acceptable pricing policy. Therefore, the poultry industry in the field of poultry meat production, namely chicken, is one of the key ones for national agribusiness and, in addition, plays one of the key roles in ensuring food security not only in our country, because chicken is in demand not only among Ukrainians, but also throughout the world.

"Ukragro-Polissya" is a landmark enterprise on the map of the meat processing industry of our region. The enterprise specializes in the processing of livestock products, namely in the production of poultry products — in the production and sale of poultry meat. This processing enterprise was founded in 2014 and is located in the village of Sadky, Zhytomyr district, Zhytomyr region. The director of this enterprise is Roy Andriy Andriyovych, the authorized capital is 5,500,000 UAH. The number of employees depends on the season of the year and the volume of processing and varies during the year from 100 to 110 employees per year. At the moment, the enterprise employs 110 people.

The main activity of this farm is the production of poultry meat. This processing enterprise sells its own products under the trademark "Polis'kyy Ptach". This processing plant, despite the difficult times for our country and its agricultural sector, which are associated with a full-scale invasion and problems with the state's energy system, has adapted to such difficult conditions and carries out its production activities quite successfully.

The production indicators of "Ukragro-Polissya" LLC are as follows:

— production capacity for poultry slaughter — 20,000/25,000 heads of poultry per day;

— production of poultry meat — chicken — 40–45 tons per day.

Before slaughter, the birds are fasted for 6–8 hours with free access to water, because in the absence of water, the digestion of feed residues and the release of the digestive tract from its contents deteriorate, and the weight of the bird decreases due to partial dehydration of the body.

The technological process of poultry processing is carried out in the following sequence:

1) stunning (electric stunning, which is carried out automatically in special places); slaughter (is performed by cutting the blood vessels in the area where the head and neck meet, near the corners of the lower jaw) and bleeding (is carried out in a short time);

2) removal of feathers (poultry carcasses are scalded in a bath of hot water, after which the feathers are easily removed; the head and wings are subjected to additional heat treatment);

3) removal of internal organs (all internal organs are removed, the head (between the second and third cervical vertebrae), the neck (without skin) at the level of the shoulder joint, the legs to the metatarsal joint, the carcasses can also be left with the lungs and kidneys);

4) cooling (cooling to temperature of 0–4°C, freezing — not higher than −8°C);

5) sorting (carried out depending on the purpose of implementation);

6) marking (regulated by a number of regulatory documents, the following information is indicated when labeling: product name, manufacturer, trademark, category: first, second or non-standard, weight, batch number, date of production and expiration date, thermal condition, storage conditions, energy and nutritional value per 100 g of product. standard designation);

7) packaging of carcasses (vacuum and non-vacuum packaging, carried out using a special machine; labels are placed on the packaging, mandatory veterinary control of each batch is carried out).

Poultry for processing is purchased here from all over Ukraine. Currently, these are broiler farms in Lviv, Kozyatyn, Vinnytsia region, and Yagodynka village, Zhytomyr district, Zhytomyr region. The finished products are sold under the trademark "Polis'kyy Ptach" in retail outlets in the city of Zhytomyr and Zhytomyr region — markets "Kvara", "Ring", "Ferma", "Molochna Lavka". They sell both whole carcasses and parts, and also sell offal.

Key words: poultry farming, processing, poultry meat, broilers

Концентрація відновленого глутатіону у тканині мозку щурів, отруєних Cr(VI), за дії етилтіосульфанілату

Б. І. Котик
bohdan.kotuk@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Cr(VI) — це важкий метал, один із найшкідливіших забруднювачів довкілля. До наслідків отруєння Cr(VI) належить нейротоксичність, основною причиною виникнення якої є індукований оксидативний стрес [Zhan, 2024]. Відновлений глутатіон є ефективним відновником та Cr(VI)-протектором, проте за тривалого отруєння Cr(VI) пул відновленого глутатіону вичерпується. Етилтіосульфанілат (ЕТС: представник сполук тіосульфонатів) є синтетичним аналогом природніх сульфуроорганічних сполук, виділених з рослин родини *Alliaceae*. Антиоксидантні властивості ЕТС спричиняють акумуляцію вмісту відновленого глутатіону у тканині печінки щурів за токсичного впливу Cr(VI) [Kotyk, 2020]. Проте ефективність застосування ЕТС у протидії Cr(VI)-індукованій нейротоксичності ще не досліджено.

Тому метою нашої роботи було дослідити концентрацію відновленого глутатіону у тканині мозку щурів, отруєних Cr(VI), за дії етилтіосульфанілату.

Дослідження проводили на білих лабораторних щурах-самцях (135±5 г), яких випадковим чином ділили на 5 груп по 5 тварин на групу: перша група (контроль) — 150 мкл фізрозчину (ф-н) внутрішньоочеревинно протягом 14 діб; друга група — 2,5 мг Cr(VI)/кг внутрішньоочеревинно протягом 14 діб; третя група — 1 мл олії внутрішньошлунково протягом 14 діб; четверта група — 1 мл олійного розчину ЕТС (100 мг/кг) внутрішньошлунково протягом 14 діб; п'ята група — 1 мл олійного розчину ЕТС (100 мг/кг) внутрішньшлунково протягом 14 діб + 2,5 мг Cr(VI)/кг внутрішньоочеревинно протягом 14 діб. У гомогенатах тканини мозку тварин визначали концентрацію відновленого глутатіону (ммоль/г тканини). Для статистичного аналізу застосовували метод ANOVA та *Tukey test*. * — статистично вірогідна зміна показника порівняно з першою групою ($P<0,05$); # — статистично вірогідна зміна показника порівняно з третьою групою ($P<0,05$).

В результаті досліджень встановлено, що концентрація відновленого глутатіону статистично вірогідно знижувалася у мозку щурів на 46 % (*). За впливу ЕТС окремо концентрація відновленого глутатіону статистично вірогідно підвищувалася у тканині мозку тварин на 35 % (#). Проте ми не встановили статистично вірогідного підвищення концентрації відновленого глутатіону у мозку щурів за попереднього впливу ЕТС та подальшої інтоксикації Cr(VI). У цьому випадку ми спостерігали лише тенденцію до підвищення відповідного показника.

Отже, отруєння Cr(VI) впродовж 14 діб призводить до зниження пулу відновленого глутатіону у мозку щурів, а 14-добовий попередній вплив ЕТС у досліджуваній дозі є недостатнім для запобігання Cr(VI)-індукованому зниженню концентрації відновленого глутатіону. Проте застосування ЕТС без подальшої інтоксикації Cr(VI) спричиняє акумуляцію відновленого глутатіону у тканині мозку щурів.

Ключові слова: відновлений глутатіон, Cr(VI), етилтіосульфанілат

Особливості редокс-процесів у самців кролів за хронічного навантаження ацетамінофеном

В. Кошевой
koshevoyvsevolod@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Ацетамінофен (APAP, N-ацетил-п-амінофенол, парацетамол) — один з найпоширеніших жарознижувальних та анальгетичних препаратів, вперше описаний у 1878 р. [Naz et al., 2023; Vikulina et al., 2024]. Крім відомих гепато-, нефро- і нейротоксичних ефектів його тривалого та/або надмірного застосування, є дані щодо репродуктивної токсичності, опосередкованої провідним патогенетичним механізмом — інтенсифікацією вільнорадикального окиснення на тлі зниження антиоксидантного захисту, тобто оксидативним стресом [Koshevoy et al., 2023; Serhiienko et al., 2025]. Відомо, що високі дози APAP є гепато- та нефротоксичними як для людей, так і для тварин [Yousef et al., 2010; Ahmad et al., 2021]. APAP-індуковані порушення редокс-процесів і мітохондріальна дисфункція відіграють центральну роль у патогенезі гострої печінкової недостатності, що виникає на тлі ацетамінофенового токсикозу [Jaeschke et al., 2012; Ishitsuka et al., 2020]. Органом-мішенню впливу ацетамінофену у новонароджених є центральна нервова система, а не печінка [Cendejas-Hernandez et al., 2022]. Отже, специфічних мішеней для токсичної дії цієї сполуки не має. Високі дози мають виражену токсичність, проте сучасні засади токсикології вказують на більш руйнівний вплив тривалого навантаження у субтоксичних дозах, аніж одноразового гострого отруєння. Дані щодо впливу хронічного надходження APAP на редокс-процеси в організмі самців та стан їхньої статевої функції обмежені. Тому важливим науковим завданням є дослідити особливості редокс-процесів у самців кролів за хронічного навантаження ацентамінофеном.

Експериментальні дослідження виконано в Державному біотехнологічному університеті на самцях кролів породи Хіла (n=24). За принципом аналогів було сформовано дві групи тварин — контрольну (n=12), яку утримували на стандартному раціоні, та дослідну (n=12), у якій моделювали стан оксидативного стресу пероральним введенням розчину парацетамолу з кормом у дозі 300 мг/кг маси тіла одноразово упродовж 21 доби за методикою Ahmad et al. (2021). Протягом експерименту (на 1-у, 7-у, 14-у, 21-у і 30-у добу) проводили відбір проб крові для оцінки редокс-процесів. У кожного кролика брали кров з вушної артерії. Всі зразки збирали в центрифужні пробірки, які містили антикоагулянт, і центрифугували за 3000 об. протягом 15 хв при 4 °C для збору плазми. У сироватці крові оцінювали концентрацію дієнових кон'югатів (DC) (на основі значення молярного коефіцієнта екстинкції для кон'югованих дієнів поліненасичених вищих жирних кислот за довжини хвилі 233 нм) та тіобарбітурат-активних сполук (TBA-RC) (на основі зв'язування малонового діальдегіду з тіобарбітуровою кислотою з утворенням стабільного триметинового комплексу за довжини хвилі 532 нм) спектрофотометрично. Загальну антиоксидантну активність (T-AOC) плазми оцінювали за допомогою FRAP-аналізу, принцип якого заснований на визначенні антиоксидантної сили феруму. Для створення стандартної кривої використовували розчин сульфату феруму, результати виражали в ммоль Fe^{2+}, що утворюється на літр плазми. Активність супероксиддисмутази (SOD) розраховували за ступенем інгібування ферментом реакції відновлення нітросинього тетразолію в присутності нікотинамідаденіндинуклеотиду та феназинметосульфату (при λ = 540 нм), а вміст відновленого глутатіону (GSH) оцінювали методом Батлера з використанням реактиву Елмана (при λ = 412 нм).

Хронічне навантаження ацетамінофеном провокувало значне зростання вмісту маркерів ліпопероксидації у крові кролів дослідної групи. Зокрема, вміст DC характеризувався вірогідними змінами щодо даних контролю — з 7-ї до 30-ї доби дослідження він збільшувався на 13,5–62,3 % ($P<0,05$). Також спостерігали збільшення вмісту TBA-RC у крові дослідних тварин: цей показник був на 35,2 % вищим на 7-у добу експерименту, на 75,6 % — на 14-у добу і в 1,26 та 1,33 раза — на 21-у та 30-у добу дослідження відповідно ($P<0,05$). Отримані зміни узгоджуються зі станом антиоксидантної захисної системи за дії хронічного введення ацетамінофену. Виснаження системи антиоксидантного захисту характеризувалося зниженням T-AOC, вмісту GSH та активності SOD. На 7-у добу дослідження встановлено зменшення T-AOC на 15,2 %, надалі відзначали стійке зниження цього показника: на 14-у добу — на 30,8 %, на 21-у — на 34,1 %, на 30-ту — на 33,3 % ($P<0,05$). Подібну динаміку змін спостерігали у показниках активності SOD і вмісті GSH.

Біохімічні зміни в організмі самців кролів за хронічного надходження ацетамінофену свідчать про розвиток оксидативного стресу, що підтверджено вірогідними змінами динаміки редокс-процесів. Отримані дані дозволяють використовувати цю модель для експериментальної оцінки впливу ацетамінофену на метаболічні показники і ефективності засобів його корекції.

Ключові слова: токсикологія, парацетамол, оксидативний стрес, редокс-баланс

Проблеми екологічної просвіти в Україні

К. Кремпа[1,2]
krempakatia@gmail.com

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна
[2]Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Екологічна просвіта є одним із ключових чинників формування свідомого ставлення суспільства до природи, збереження довкілля та сталого розвитку. В умовах екологічної кризи, яка загострюється внаслідок антропогенного навантаження, питання підвищення екологічної культури набуває особливої актуальності. Проте в Україні існує чимало проблем, які гальмують ефективну екологічну просвіту.

1. Низький рівень екологічної свідомості населення. Більшість громадян України недостатньо обізнані щодо впливу повсякденної діяльності на довкілля. Побутове забруднення, марнотратне використання води та енергії, недбале поводження з відходами свідчать про відсутність сформованих екологічних цінностей [Гораль, 2020].

2. Недосконалість екологічної освіти. У навчальних закладах екологічні знання часто подаються фрагментарно, без системного підходу. Бракує практичної складової, яка б допомогла учням і студентам усвідомити важливість охорони природи у реальному житті [Сунцов, 2019; ЮНЕСКО, 2021].

3. Брак державної підтримки. Попри наявність нормативно-правової бази, на практиці екологічна просвіта профінансована вкрай недостатньо. Наприклад, у Національній стратегії екологічної освіти на період до 2030 р. зазначено, що для досягнення цілей сталого розвитку потрібне суттєве посилення фінансування на місцевому рівні [Міндовкілля, 2021].

4. Відсутність належної інформаційної політики. Засоби масової інформації рідко висвітлюють екологічні теми в популярній і доступній формі. За результатами дослідження ГО «Екодія», лише 12 % опитаних українців регулярно отримують екологічну інформацію зі ЗМІ [Екодія, 2022].

5. Недостатня взаємодія між державою, громадськими організаціями та бізнесом. Для ефективної екопросвіти важливою є співпраця всіх зацікавлених сторін. Проте в Україні вона переважно епізодична, без стратегічного бачення і координації дій [Сунцов, 2019].

6. Психологічні та соціальні бар'єри. В суспільстві часто переважає думка, що екологічні проблеми — це відповідальність держави або великих підприємств, а не кожного окремого громадянина. Це знижує мотивацію до особистої участі в екологічно відповідальній поведінці [Гораль, 2020].

Отже, для подолання цих проблем необхідно впроваджувати цілісну державну політику з розвитку екологічної освіти та просвіти громадян вже з дитячого віку. Варто активізувати роль громадських організацій, залучати ЗМІ та цифрові платформи, підтримувати ініціативи молоді, розвивати волонтерський рух. Лише за умов комплексного підходу можна сформувати екологічно відповідальне суспільство, здатне захищати і зберігати природне середовище для майбутніх поколінь.

Ключові слова: екологія, екологічна просвіта, державна політика, збереження довкілля та ресурсів

Застосування штучного інтелекту у ветеринарній медицині

Я. Криця, Н. Меженська, Т. Сидоренко, Ю. Мельничук
iana.kritsya@gmail.com

Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

В останні роки застосування штучного інтелекту (ШІ) значно змінило різноманітні галузі, зокрема охорону здоров'я. Штучний інтелект зіграв вирішальну роль у покращенні клінічних обстежень, діагностики та лікування не тільки людей, а й тварин. Інтеграція штучного інтелекту у ветеринарії відчинила двері для точного та ефективного догляду, приносячи користь як тваринам, так і їхнім власникам.

Системи ШІ використовують алгоритми машинного навчання в оцінюванні величезних обсягів даних (наприклад, медичних записів, результатів лабораторних досліджень і зображень), що дозволяє у діагностичному процесі виявляти закономірності і може допомогти лікарю ветеринарної медицини у постановці діагнозу. Ще одне важливе застосування штучного інтелекту — це клінічне застосування для обстеження. Датчики та пристрої на базі ШІ здатні стежити за життєвими ознаками та поведінкою тварин у режимі реального часу, що дає змогу швидко виявити будь-які проблеми зі здоров'ям. Пристрої, оснащені ШІ, можуть відстежувати температуру, пульс, частоту дихання та інші параметри, що надає клініцистам цінні дані для оцінки та діагностики захворювань.

ШІ може ідентифікувати закономірності та робити прогнози, які допомагають лікарям ветеринарної медицини у діагностиці складних захворювань. Наприклад, алгоритми штучного інтелекту виявилися успішними у визначенні респіраторних захворювань, шкірних розладів, збільшення лівого передсердя на рентгенологічних дослідженнях грудної клітки собак, коліків у коней і навіть поведінкових проблем у тварин. Так, пристрій *AliveCor ECG* (*AliveCor*) є новим цікавим прикладом потужної та портативної технології. *AliveCor* дозволяє користувачам смартфонів записувати частоту серцевих скорочень і ритм за допомогою свого пристрою для створення електрокардіограми (ЕКГ). ЕКГ на основі смартфона була досліджена на кількох видах (кози, буйволи, коти і собаки, молочна худоба, коні і вівці) зі сприятливими результатами. Використання смартфона для моніторингу частоти серцевих скорочень та ЕКГ власниками собак вдома і надсилання лікарям електронною поштою може бути корисним доповненням до набору інструментів для діагностики та лікування собак із серцевою аритмією або, що важливіше, — для оцінки собак, якщо у них виникають проблеми з серцевим ритмом вдома.

Технологічний прогрес також поширюється на операційну, де щоразу частіше використовуються роботизовані та комп'ютерні хірургічні інструменти. Вони забезпечують підвищену точність і контроль під час хірургічних операцій, мінімізуючи ризик ускладнень. Допомагаючи ветеринарам у складних процедурах, ці технології дозволяють підвищити рівень успіху та покращити результати для пацієнтів.

Однією з найвідоміших роботизованих систем у галузі медицини є хірургічна система да Вінчі. Це забезпечує хірургу кращу видимість, контроль і точність, що робить складні операції легшими, ніж будь-коли. Система да Вінчі створила новаторські розробки в низці хірургічних спеціальностей. Ця роботизована хірургічна система може бути успішно використана при виконанні стриктурної пластики кишківника та холецистектомії у собак.

На сьогодні роботизовані системи часто використовуються на фермах для доїння тварин. Незважаючи на те, що наразі рівень їх впровадження дещо низький, дослідження ЄС прогнозують, що до 2030 р. роботи доїтимуть майже 50 % усіх європейських стад. На фермах роботизовані системи починають виконувати різноманітні роботи — переміщення та перенесення корму, очищення загонів для тварин від відходів тощо.

Таким чином, інтеграція штучного інтелекту у ветеринарію означає набагато більше, ніж просто технологічний прогрес. ШІ вирішує найактуальніші виклики галузі: від зменшення адміністративного тягаря за допомогою інтелектуальних писарів до революції в лікуванні раку за допомогою геномного аналізу.

Платформи ШІ продовжуватимуть розвиватися та розширювати свої можливості, ймовірно, роблячи нові прориви в машинному навчанні та обробці даних. Оскільки ветеринарна практика стане комфортнішою за допомогою цих технологій, можливо, ми побачимо ще глибшу інтеграцію між різними платформами, створюючи більш зв'язане та ефективне середовище ветеринарної допомоги. Майбутнє ветеринарної медицини полягає не лише в заміні ручних завдань автоматизацією, а й у збільшенні досвіду ветеринарних професіоналів за допомогою інформації, керованої штучним інтелектом, що зрештою призведе до кращих результатів для наших тварин-компаньйонів.

Ключові слова: штучний інтелект, ветеринарна допомога, здоров'я тварин, огляд

Моніторинг сучасного стану вітчизняної галузі тваринництва

Р. О. Кудрін, В. С. Дехтяренко
r.kudrin@gmail.com

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Галузь тваринництва в Україні є ключовим елементом аграрного сектору, забезпечуючи населення продуктами харчування, а промисловість — сировиною. Українське тваринництво продовжує функціонувати в умовах воєнного стану, що суттєво впливає на його розвиток. Попри складнощі, деякі сегменти демонструють позитивну динаміку, задовольняючи потреби внутрішнього ринку і частково експорту. Галузь тваринництва в Україні має стратегічне значення для національної економіки та продовольчої безпеки країни. Її роль охоплює кілька ключових напрямів: продовольча безпека (тваринництво забезпечує населення основними харчовими продуктами: м'ясом, молоком, яйцями, медом — ці продукти є джерелом понад 60 % білків у раціоні людини); сировинна база для промисловості (галузь постачає сировину для харчової, легкої та фармацевтичної промисловості, зокрема вовну, шкури, хутро, пір'я, пух тощо, що сприяє розвитку суміжних галузей економіки); економічна та соціальна роль (тваринництво є джерелом доходу для багатьох домогосподарств, особливо в сільській місцевості: близько 80 % овець і кіз, 75 % корів, 50 % свиней та 40 % птиці утримуються в приватних господарствах); експортний потенціал (галузь має значний потенціал для експорту продукції тваринництва, що може сприяти зміцненню економіки країни); екологічне значення (тваринництво сприяє екологічному балансу, забезпечуючи землеробство органічними добривами, які підвищують родючість ґрунтів) [Вергунов, 2022; Іжболдіна, 2021; Шуляр, 2025].

Станом на 2024 р. в Україні налічувалося 2,35 млн. голів великої рогатої худоби, що на 7 % менше, ніж на рік раніше. З них у сільгосппідприємствах — 928 тис. голів, а в господарствах населення — 1,42 млн. Особливо стрімке зменшення спостерігається серед дійних корів, яких налічується 1,25 млн. голів. Галузь свинарства зазнає значного тиску через спалахи африканської чуми свиней (АЧС). Станом на 2024 р. зареєстровано 75 спалахів захворювання в 18-ти областях, що призвело до закриття низки свинокомплексів. У 2024 р. в Україні налічувалося 5,2 млн. голів свиней, що на 1,5 % більше, ніж у 2023 р. При цьому 65,8 % свиней утримували на сільськогосподарських підприємствах (3,14 млн. голів), що на 4,8 % більше, ніж рік перед тим. Водночас у господарствах населення поголів'я зменшилося на 5,2 % — до 1,70 млн. голів. Щодо птахівництва, то у 2024 р. поголів'я свійської птиці в Україні становило 186,4 млн. голів, що на 0,9 % більше, ніж у 2023 р. При цьому сільськогосподарські підприємства утримували 108,9 млн. голів (58,4 % від загального поголів'я), а господарства населення — 77,5 млн. голів (41,6 %). Поголів'я овець і кіз у 2024 р. становило, відповідно, 965 тис. голів. [Беженар, 2024; Шуляр, 2024; Кернасюк, 2024].

У 2024 р. господарства всіх категорій виробили близько 7,4 млн. тонн молока, що на 5 % менше, порівняно з 2023 р. При цьому протягом 2024 р. на переробку надійшло 3,22 млн тонн молока — на 10,4 % більше, ніж роком раніше. 2024 р. закупівля яловичини скоротилася на 8,7 % — до 74,3 тис. тонн. Середня вартість яловичини у 2024 р. склала 53,44 грн./кг, що на 11,2 % більше, ніж у 2023 р. Промислове виробництво свинини у 2024 р. зросло на 7,6 % — до 388 тис. тонн, що свідчить про активізацію великих виробників. Загальна пропозиція свинини в забійній масі досягла 593 тис. тонн. За 2024 р. промислове виробництво яєць зросло на 7 %, порівняно з аналогічним періодом минулого року, і склало 4,9 млрд. штук, досягнувши довоєнного рівня. За 2024 р. обсяг виробництва м'яса птиці зріс на 5,9 % і склав 939 тисяч тонн. Загалом, за підсумками 2024 р., темп росту виробництва м'яса птиці в Україні склав 4,8 %, що перевищує середні показники для світу та країн, які розвиваються [Ейфеел, 2022; Кернасюк, 2024; Глушков, 2024; Гадзало, 2023].

Галузь тваринництва в Україні стикається з низкою проблем: повномасштабне вторгнення і перебої з енергопостачанням; значне скорочення кількості сільськогосподарських тварин порівняно з попередніми роками; зникнення вітчизняних порід — вже зникло 16 вітчизняних порід і породних груп п'яти видів сільськогосподарських тварин; вплив хвороб: наприклад, африканська чума свиней, яка регулярно вражає галузь з 2015 р.; відсутність належної державної підтримки і фінансування. Для стабілізації та розвитку галузі тваринництва в Україні необхідно: модернізувати фермерські господарства та впроваджувати сучасні технології; покращити систему селекції та збереження вітчизняних порід; забезпечити ефективну боротьбу з хворобами тварин; розвивати експортний потенціал продукції тваринництва [Шевченко, 2022; Іщенко, 2023].

Отже, тваринництво є ключовою галуззю для забезпечення продовольчої безпеки, розвитку економіки та підтримки сільських громад. Однак для реалізації її потенціалу необхідні системні реформи, державна підтримка та інвестиції в інноваційні технології.

Ключові слова: тваринництво, моніторинг, тенденції розвитку, перспективи, виклики галузі

Огляд аспектів використання екстракції за участі ферменту представників родини *Ranunculaceae*

А. Кулаківська, Р. Конечна
anastasiia.kulakivska.mnbtm.2024@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Пошук нових потенційних біологічно активних речовин та сучасних підходів до їх вилучення є важливим питанням фармацевтичної науки в Україні. Актуальність зумовлена логістичними, економічними та іншими проблемами фармацевтичної та біотехнологічної промисловості, пов'язаними з війною в країні.

Цінним джерелом біологічних активних речовин є рослинна сировина вітчизняних лікарських рослин, досвід застосування яких має етномедицина, зокрема рослин родини *Ranunculaceae.* Відомо, що представники цієї родини містять глікозиди, полісахариди, ефірні олії та інші сполуки. Вилучення біологічно активних сполук проводять класичними методами екстракції — не завжди екологічними та економічно обґрунтованими. Тому пошук нових підходів до екстракції, які дозволять максимальне вилучення речовин, є важливим завданням сучасної науки.

Низка досліджень українських та зарубіжних вчених спрямовані на вирішення зазначеної проблеми, проте використання в такому аспекті рослин родини *Ranunculaceae* є практично не дослідженим, що вказує на новизну роботи.

Метою було опрацювати та підсумувати літературні дані щодо використання біотехнологічних методів екстракції в отриманні біологічно активних речовин з рослин родини *Ranunculaceae*.

Дослідження проводили аналізом наукових досліджень з журналів наукометричних баз даних *Science Direct*, *Google Scholar*.

Екстракція верхніх та нижніх фракцій полісахаридів з *Coptis chinensis* Franch була підвищена до 1,296 % та 4,695 % за допомогою комбінації водної двофазної, ферментної екстракції з ультразвуком [Yan F., 2025].

Ефірну олію з насіння *Nigella sativa* було екстраговано за ферментної екстракції, яка вилучала вищі концентрації олій: трипсином (65,6 %), α-амілазою (37,86 %), порівняно з класичною екстракцією в апараті Сокслета з розчинниками: гексаном (34,66 %), ізопропіловим спиртом (19,73 %), петролейним етером (18,13 %) [Gawankar A. S., 2016].

Поєднання некласичних методів екстракції полісахаридів (ферментної, ультразвукової та мікрохвильової екстракцій) з *Trollius chinensis* Bunge покращило отримання фракції, порівняно з екстракцією гарячою водою, що має обмеження у вилученні зв'язаних полісахаридів та у високій енергетичній витраті [Liu Y., 2024].

Отже, екстракція за участі ферментів характеризується м'якими умовами інкубації, субстратною специфічністю, промисловою придатністю, підвищенням екстракції біологічно активних речовин з рослинної сировини [Streimikyte P., 2022].

Результати досліджень свідчать, що рослини родини *Ranunculaceae* є перспективними об'єктами для подальшого її вивчення, зокрема досліджень щодо застосування екстракції некласичними методами.

Ключові слова: родина *Ranunculaceae*, екстракція за участі ферменту

Ефективність «Імунокору» в системі лікувально-профілактичних заходів за дерматофітозу диких котів

О.-Л. Лабунська, В. Гунчак
Лола@Caracal_urban_project

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

В Україні й за кордоном розповсюджується практика утримання і розведення диких котів в розплідниках. Специфіка вирощування цих тварин накладає свій відбиток на їхнє здоров'я та добробут. Особливості годівлі й утримання, контакт з людиною є потужними стресовими чинниками, на тлі яких знижується імунорезистентність організму котів, що часто спричиняє розвиток різних патологій, зокрема інфекційної природи. Наукової інформації щодо поширення, перебігу та лікування дерматофітії у диких котів в умовах розплідників обмаль. Опубліковані результати часто суперечливі, що унеможливлює комплексний підхід до розробки схем лікування та профілактики грибкових уражень.

Мета роботи — розробити та впровадити у практику ветеринарної медицини безпечний і ефективний імуностимулювальний засіб для застосування в схемах лікувально-профілактичних заходів при дерматофітії в котів. Створений нами препарат «Імунокор» — це 1 % ін'єкційний розчин, діючою речовиною якого є S-похідна 1,2,4-тріазолу (натрій 2 (5-(фуран-2 іл)-4-феніл-1,2,4 тріазол-3-ілтіо) ацетат). Ми вивчили гостру і хронічну токсичність та кумулятивні властивості досліджуваного засобу і встановили, що за параметрами токсичності (DL_{50}) він є препаратом IV класу токсичності («малотоксичні речовини») і не має здатності до кумуляції. Підтверджено його безпечність і можливість подальшого застосування при клінічних випробуваннях за лікування дерматофітії в котів.

За клінічними ознаками мікроскопорії в диких котів (n=23) було сформовано 4 групи тварин: контрольну (К) і три дослідні ($Д_1$ — хворі каракали, n=5; $Д_2$ — коти-сервали, n=11; $Д_3$ — коти-каркети, n=7). Лікування тварин було комплексним і охоплювало заходи загального профілактичного характеру й застосування засобів місцевої та системної протигрибкової дії. За виявлення нових осередків ураження шкіри шерсть обрізали по периметру та спалювали для уникнення повторного зараження. Локації уражених ділянок у всіх хворих тварин обробляли шампунем «Нізорал» (двічі на тиждень). Опісля рани присипали пудрою «Desenex 2 %». У розпліднику проводили ефективну лікувальну дезінфекцію. Використовували «Parvo-Virucide 2 %» (10 мл/2л води), хлорвмісний «Жавель Клейд» (1 табл./10л води), хлоргексидину біглюконат тощо. Раціон диких котів з метою зменшення запалення і покращення відновлення шкіри збагачували риб'ячим жиром (Омега і Омега-6) та добавками з біотином і цинком.

Упродовж 10–14 діб локальні ураження обробляли двічі на добу фунгіцидним спреєм «Tropical Fungicide» (*Ideal*). У подальшому застосовували присипку «Desenex 2 %». Це протигрибкова пудра, діючою речовиною якої є 2 % нітрат мікроназолу. Препарат знімає свербіж, місцеву пекучість і лущення шкіри, є добрим гігроскопічним і дезодоруючим засобом.

Диким котам усіх дослідних груп застосовували фунгіцидний засіб системної дії інтраконазол (5–10 мг/кг м.т., раз/добу, 7 діб поспіль, з подальшою перервою на 7 діб і продовженням курсу терапії ще на тиждень). Відповідно до схеми досліду, тварин груп $Д_1$ і $Д_3$ вакцинували препаратом «Біофел М». Першу дозу біозасобу вводили одразу після підтвердження діагнозу, другу — через 7–10 діб, третю — ще через 7–10 діб після другої вакцинації. Крім того, сервалам ($Д_2$) і каракетам ($Д_3$) внутрішньом'язово вводили створений нами імуностимулювальний засіб «Імунокор» по 1 мл препарату на 7-у, 14-у і 21-у доби. Ефективність схем лікування котів з трихофітією визначали за аналізом загального стану тварин, розвитком запального процесу, оцінкою шкіри і шкірного покриву, наявністю свербіжу і розчісування. Слідкували за зниканням на шкірі струпів, лусочок, ознак запального процесу, відростання нової шерсті.

Встановлено, що повне одужання тварин у першій хвилі зараження наставало в середньому на 5–6 тиждень комплексного лікування. Причому найшвидше (на кінець 4-го і початок 5-го тижня) на уражених ділянках зникали ознаки запалення, лущення та з'являлася молода коротка шерсть у тварин групи $Д_3$, які були вакциновані та додатково отримували засіб «Імунокор». Із затримкою на 6–7 діб загоєння ран наставало у каракалів (група $Д_1$), яким вводили лише вакцину «Біофел М». Підсихання рани і локалізація запалення у тварин груп $Д_2$ і $Д_3$ проявлялися на 7–8 добу лікування (група $Д_1$ – на 9–10 добу), а про ознаки початку загоєння рани можна було говорити на 14–21 добу. Регулярне (1 раз на 7 діб) мікологічне дослідження уражених ділянок шкіри з допомогою лампи Вуда показало, що специфічне смарагдове свічення зникало на 21-у добу. Період повного одужання тварин у розпліднику становив 40–45 діб. Ефективність лікування за додаткового введення «Імунокору» (групи $Д_2$ і $Д_3$) була ще вищою. Випадків повторного зараження дерматофітією в каракетів (група $Д_3$) не зафіксовано.

Отже, застосування «Імунокору» для лікування у котів дерматофітії сприяло швидкій стабілізації перебігу патологічного процесу і прискорювало повне одужання тварин.

Ключові слова: дерматофітія, каракал, сервал, каркет, «Імунокор»

«Organic Milk» — провідний український виробник сертифікованої органічної молочної продукції

С. В. Макеєва, Д. В. Цимбалюк
s.makeeva@gmail.com

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Попит на органічну продукцію в Україні та світі зростає, що зумовлено підвищеною увагою до здорового способу життя, екологічної безпеки та сталого розвитку. Україна має всі передумови для подальшого прогресу цього сегмента, зокрема завдяки високому експортному потенціалу та зростанню внутрішнього попиту. В Україні, попри спричинені війною виклики, спостерігається стабілізація внутрішнього ринку органічної продукції.

До основних категорій органічної продукції, що виробляється та споживається в Україні, належать: зернові культури (кукурудза, пшениця, ячмінь), олійні культури (соняшник, соя), овочі та фрукти, мед, ягоди, гриби, бакалія, напої, спеції, а також м'ясні та молочні продукти.

На сьогодні в нашій державі зростає попит на органічні молочні продукти. На ринку активно працюють кілька провідних виробників, які пропонують сертифіковану органічну продукцію високої якості. Органічні молочні продукти — це молоко, йогурти, сири та інші вироби, виготовлені з молока від «органічних» тварин, тобто без використання у їх вирощуванні синтетичних пестицидів, антибіотиків, гормонів росту та генетично модифікованих організмів. Таких тварин годують органічними кормами та утримують у більш природних умовах, що відповідає стандартам органічного тваринництва.

ТОВ «Organic Milk» — це перший в Україні завод, який повністю спеціалізується на виробництві органічної молочної продукції з власної сировини. Компанія має замкнутий цикл виробництва: від вирощування кормів до переробки молока. В асортименті понад 60 видів продукції, серед яких — молоко, кефір, йогурти, масло, сметана, сири, кисломолочний сир, згущене молоко та безлактозні продукти. Продукція сертифікована за стандартами «Органік Стандарт» і експортується за кордон.

«Organic Milk» — провідний український виробник сертифікованої органічної молочної продукції. Компанія була заснована у 2013 р. та першою в Україні реалізувала повний цикл виробництва органічної продукції: від вирощування кормів до виготовлення готових молочних виробів.

ТОВ «Organic Milk» входить до складу вертикально інтегрованої компанії «Галекс-Агро», яка об'єднує підприємства в галузі органічного рослинництва і тваринництва. Завод компанії, розташований у м. Баранівка Житомирської обл., спеціалізується суто на переробці органічної сировини. Щоденно тут переробляється понад 30 тонн молока, з якого виготовляють понад 50 найменувань продукції.

Органічна молочна продукція цього заводу має низку переваг: покращений склад жирних кислот (органічне молоко містить вищий рівень омега-3 жирних кислот та кон'югованої лінолевої кислоти (CLA), що сприяє здоров'ю серцево-судинної системи та зменшенню запальних процесів в організмі); відсутність залишків антибіотиків та гормонів (у виробництві органічного молока не використовуються антибіотики та синтетичні гормони росту, що знижує ризик розвитку антибіотикорезистентності та потенційних гормональних порушень у споживачів); більший вміст антиоксидантів та вітамінів (зокрема вітаміну Е, бета-каротину та інших антиоксидантів, які допомагають боротися з окислювальним стресом і підтримують імунну систему); покращення екологічної ситуації (органічне тваринництво сприяє збереженню біорізноманіття, підвищенню якості ґрунтів та зменшенню забруднення води, що позитивно впливає на довкілля); потенційна користь для людей з алергіями (дослідження вказують на те, що споживання органічних молочних продуктів може зменшити прояви алергічного дерматиту та інших алергічних реакцій, особливо у дітей).

Органічне переробне підприємство пропонує широкий вибір органічної молочної продукції: зокрема молоко (2,5 % та 3,5 %), кефір (у тому числі безлактозний), йогурти (питні та густі), сметана, масло (82,6 %), сир кисломолочний і тверді сири, бринза, маса сиркова з ваніллю.

Продукція компанії сертифікована відповідно до європейських стандартів органічного виробництва. Продукція «Organic Milk» представлена в усіх національних торгових мережах України та експортується до країн Європейського Союзу, Саудівської Аравії, ОАЕ і Йорданії.

Ключові слова: органічне виробництво, молоко, переробка, молочні продукти

Огляд методів *in vitro* оцінки антиоксидантних властивостей сполук у харчовій промисловості

С. Мандрик
serhiuuor@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Останніми роками спостерігається значний інтерес до впливу природних фітохімічних речовин на харчові продукти, які можуть функціонувати як антиоксиданти в організмі людини [Kotha et al., 2022]. Вартість світового промислового ринку природних і синтетичних антиоксидантів у 2015 р. становила 2,9 мільярда доларів США, надалі до 2022 р. цей показник зріс на більш ніж 50 % — до понад 4,5 мільярдів доларів США [Łysakowska et al, 2023; Arancibia-Díaz et al., 2025]. Важливість цих сполук полягає в їхньому впливі на якість продукції, її зберігання, а також здоров'я людини за рахунок знешкодження токсичних радикалів, зокрема активних форм кисню і азоту (АФО/АФН) [Koshevoy et al., 2021; Karprakhon et al., 2025]. Для оцінки антиоксидантних властивостей рослинних фітохімічних речовин розроблені різні аналітичні методи [Çelik et al., 2024; Pinela et al., 2024]. Антиоксидантна активність залежить від здатності речовин віддавати водень з електроном, хелатування металів, а також від здатності делокалізувати неспарений електрон у ароматичній структурі [Nejadmansouri et al., 2021; Zhao et al., 2021]. Метою роботи було проаналізувати основні методи *in vitro* оцінки антиоксидантних властивостей сполук, які можуть використовуватися в харчовій промисловості.

Всі методи оцінки антиоксидантних властивостей сполук різноманітної природи, за даними Kotha et al. (2022), можна розділити на шість основних груп: за принципом перенесення електронів (1) або атомів Гідрогену (2), змішані, де одночасно оцінюється перенесення електронів і атомів Гідрогену (3), хелатування металів (4), окиснення ліпідів та поглинаючої активності вільних радикалів (5) і ферментативні методи (6). Проведення деяких з них потребує складного обладнання, деякі методи є високовартісними і використовуються в наукових цілях, тоді як інші є поширеними в промисловій діяльності і доступні фінансово [Halvorsen et al., 2006; Das et al., 2021].

Розглянемо принципи основних методів оцінки антиоксидантних властивостей сполук. Методи на основі перенесення електронів засновані на взаємодії між антиоксидантом і субстратом через одиничне перенесення електронів, що вимірюється для оцінки потенціалу вторинних метаболітів. Під цю категорію підпадають такі аналізи, як антиоксидантна здатність знижувати іони міді (CUPRAC), антиоксидантна сила заліза (FRAP), метод Фоліна-Чекальтеу і антиоксидантна ємність Тролокса [Apak et al., 2010; Aryal et al., 2019; Davoudi et al., 2025]. Метод аналізу перенесення атомів Гідрогену від антиоксиданту до субстрату охоплює два аналізи поглинання кисневих радикалів — ORAC та TRAP [Kotha et al., 2022; Sun et al., 2024]. Змішані аналізи на основі перенесення електронів/атомів Гідрогену відбуваються за допомогою двоетапних механізмів (активність поглинання DPPH та TEAC). В окрему групу також виділені аналізи, у яких антиоксиданти утворюють хелати з катіонами перехідних металів — такими, як Fe(II) та Cu(II) [Arancibia-Díaz et al., 2025].

Найпоширенішими у застосуванні є аналізи окиснення ліпідів, поглинаючої активності АФО/АФН та визначення активності ензимів. Ці аналізи базуються на здатності антиоксидантів відновлювати/запобігати окисненню ліпідів та поглинанню вільних радикалів. Для їх проведення використовують чисельну кількість реактивів — ферум(III) тіоціанат, тіобарбітурову кислоту, або ж визначають зміни активності поглинання оксиду азоту, пероксинітрильних або супероксидних радикалів тощо [Karprakhon et al., 2025]. Для оцінки антиоксидантної здатності сполук використовують активність каталази, супероксиддисмутази, глутатіонпероксидази тощо [Munteanu & Apetrei, 2021].

Основним обмеженням, пов'язаним з усіма цими аналізами, є їхня недостатня специфічність. Варто вказати про різну розчинність антиоксидантів в розчинах для екстракції, ігнорування кінетики реакції та відсутність фізіологічних радикалів, які використовуються в цих аналізах. Також важливою проблемою є відсутність еквівалентності методів. Неможливо перевести ORAC у значення FRAP за допомогою простого коефіцієнта пропорційності, враховуючи, що деякі сполуки з високим вмістом FRAP можуть мати низькі значення ORAC і навпаки [Gonçalves-Filho & De Souza, 2022; Kotha et al., 2022].

Таким чином, серед методів *in vitro* оцінки антиоксидантних властивостей сполук виокремлюють шість груп, серед яких найбільш вживаними є аналізи окиснення ліпідів та визначення активності ензимів. Проте застосування цих методів і порівняння отриманих результатів обмежується кількома факторами, з яких провідною проблемою є відсутність еквівалентності таких методів.

Ключові слова: антиоксидант, антиоксидантна активність, методи оцінки, харчові технології

Ліпідний склад печінки та скелетних м'язів свиней за згодовування кормової добавки «Активо»

М. Б. Масюк
m.furmanevych@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Інтенсивні методи у тваринництві, зокрема свинарстві, передбачають досягнення значного продуктивного ефекту. Вирішення цього завдання вимагає комплексних заходів: забезпечення оптимальних умов утримання, повноцінної збалансованої годівлі, зниження впливу на організм різних стрес-факторів [Jun et al., 2023]. З огляду на це, перспективним є використання у годівлі свиней різних кормових добавок. Особливу увагу привертає кормова добавка «Активо», яка є ефективним сучасним засобом для стимуляції поїдання корму і травлення. Добавка містить низку біологічно активних сполук з ароматичних трав і спецій: зокрема ефірні олії кориці, розмарину, орегано та екстракт перцю чилі. Мета досліджень полягала у з'ясуванні впливу цієї кормової добавки на метаболізм ліпідів у тканинах свиней, і зокрема на загальний вміст ліпідів та співвідношення їх окремих класів у печінці та скелетних м'язах.

Науково-виробничі дослідження проводили в одному зі свинокомплексів Одеської обл. на свинях породи велика біла масою 70 кг, яких після завершення підготовчого періоду поділили на контрольну та дослідну групи по 10 тварин у кожній. Свині обох груп у підготовчий період отримували стандартний корм (СК), призначений для цієї вікової групи. У період експерименту свині дослідної групи, окрім СК, отримували кормову добавку «Активо» у кількості 0,1 кг/т корму. Тривалість досліду становила 40 діб. Після закінчення дослідження по 5 тварин з обох груп забивали і для лабораторних досліджень брали зразки печінки, найдовшого та широкого м'язів спини. Дослід проведено з дотриманням етичних вимог щодо використання тварин в експериментальних дослідженнях. Вміст загальних ліпідів у досліджуваних зразках визначали ваговим методом після екстракції за Фолчем, окремі класи ліпідів — методом тонкошарової хроматографії на пластинках із силікагелем. Отримані цифрові дані обробляли статистично.

Аналіз отриманих результатів досліджень показав, що згодовування кормової добавки спричинило суттєвий вплив на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів у печінці та скелетних м'язах свиней, на що вказує збільшення рівня ліпідів у досліджуваних тканинах ($P<0,05–0,001$). При цьому у печінці зростання вмісту ліпідів відбувалося за рахунок підвищення кількості ефірів холестеролу ($P<0,01$). При аналізі змін вмісту ліпідів у зразках найдовшого м'яза спини привертає увагу підвищення рівня фосфоліпідів ($P<0,001$) і меншою мірою — неетерифікованих жирних кислот та ефірірнозв'язаного холестеролу ($P<0,01$). Подібна тенденція зберігалась і в найширшому м'язі спини, зокрема на тлі підвищення загального вмісту ліпідів зафіксовано суттєве зростання відносного вмісту фосфоліпідів. Серед інших даних заслуговує на увагу зменшення вмісту неетерифікованого холестеролу ($P<0,01$) у широкому м'язі спини, що свідчить про використання жирних кислот для синтезу фосфоліпідів.

Отже, додавання до комбікорму кормової добавки «Активо» має стимулювальний вплив на синтез загальних ліпідів у печінці, особливо синтезу їх структурної форми — фосфоліпідів у скелетних м'язах свиней на відгодівлі.

Ключові слова: ліпіди, фосфоліпіди, триацилгліцероли, олії, кормова добавка, метаболізм ліпідів

Відносні показники прояву епізоотичного процесу за геморагічної хвороби кролів (RHDV (GI.1) та RHDV2 (GI.2)) в Україні у 2024 році

А. Меженський
nataamezh@gmail.com

Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

Геморагічна хвороба кролів (ГХК, англ. RHD) — це гостра септична смертельна (летальність сягає 90–100 %) інфекційна хвороба, збудниками якої є РНК-вмісні віруси (англ. RHDV) першого (RHDV (GI.1)) та другого (RHDV2 (GI.2)) типів, що належать до роду *Lagovirus* родини *Caliciviridae*. ГХК, спричинену RHDV (GI.1), вперше зареєстрували у Китаї в 1984 р., тоді як RHDV2 (GI.2) був виявлений у Франції в 2011 р. і швидко поширився в багатьох країнах світу [Меженська, 2022]. Згідно з опублікованими даними [Музикіна, 2021], RHDV2 (GI.2) в Україні з'явився відносно недавно — у 2017–2018 рр., а ґрунтовні наукові дослідження з визначення особливостей епізоотичного процесу за ГХК, спровокованої RHDV (GI.1), порівняно з RHDV2 (GI.2), практично не проводилися і є актуальними.

Робота присвячена дослідженню відносних показників прояву епізоотичного процесу (захворюваність, смертність, летальність) за ГХК, спричиненої RHDV (GI.1) та RHDV2 (GI.2), на території України у 2024 р.

Роботу виконували в лабораторії «Науково-дослідний навчальний центр діагностики хвороб тварин» Інституту ветеринарної медицини Національної академії аграрних наук України та 39-ти приватних кролівничих господарствах, розташованих на території 14-ти областей України.

Для дослідження епізоотичного процесу за ГХК використовували метод пасивного епізоотологічного моніторингу. При виникненні в господарстві підозри на спалах ГХК проводили роботи, спрямовані на підтвердження або спростування цієї підозри за загальноприйнятими методами: епізоотологічне розслідування випадку інфекційного захворювання; клінічне обстеження хворих кролів; патологоанатомічний розтин трупів кролів, відбір проб патологічного матеріалу. Далі проводили лабораторну діагностику методом зворотно-транскриптазної полімеразної ланцюгової реакції в режимі реального часу (ЗТ-ПЛР-РЧ) з використанням розроблених нами «Набору діагностичного «ГХК-ТЕСТ дуо ЗТ-ПЛР-РЧ» для виявлення РНК вірусу геморагічної хвороби кролів першого та другого типів методом ПЛР у режимі реального часу» та протоколу дослідження (випробування). Додатково досліджували гомогенати печінки методом дуплексного імунохроматографічного аналізу з використанням діагностичної системи *INgezim® RHDV1/2 DIF CROM* (R.17.RHD.K.42) (*Eurofins Ingenasa* S.A., Мадрид, Іспанія), яка також дозволяє виявляти та диференціювати RHDV (GI.1) і RHDV2 (GI.2). Після отримання результатів лабораторної діагностики аналізували «Акти епізоотичного розслідування випадку інфекційного захворювання» та визначали захворюваність, смертність і летальність, обумовлені різними типами вірусу. Отримані цифрові дані обробляли статистично з використанням програми *Microsoft Office Excel* (версія 16.0).

Основною формою прояву епізоотичного процесу за ГХК в Україні у 2024 р., як й в попередні три роки досліджень, були епізоотичні спалахи, виникнення яких на території певних областей країни залежало від типу вірусу, який викликав хворобу.

Власники господарств частіше зверталися за допомогою на початку спалаху хвороби, тому встановлена на день проведення епізоотологічного розслідування захворюваність кролів була відносно невисокою порівняно з показниками, наведеними у більшості наукових джерел з проблем ГХК. Так, у 13-ти господарствах, де збудником хвороби був RHDV (GI.1), середній показник захворюваності кролів на дату епізоотологічного розслідування складав 46,8 %, смертності — 40,5 %, а летальності — 88,0 %. Поряд з цим, у 26-ти господарствах, де збудником хвороби був RHDV2 (GI.2), захворюваність кролів на дату епізоотологічного розслідування була на 22,8 % більшою та складала 69,0 %, смертність була на 16,5 % більшою та складала 57,0 %, а летальність, навпаки, була нижчою на 6,0 % і становила 82,0 %. Отримані результати можуть свідчити про вищу патогенність та вірулентність RHDV2 (GI.2), порівняно з RHDV (GI.1), під час спалахів ГХК, зареєстрованих в різних областях України у 2024 р.

Проведені дослідження дозволили встановити, що епізоотичний процес та його відносні показники за ГХК досить динамічні і залежать від типу вірусу, який спричинив спалах. При цьому RHDV2 (GI.2) демонструє вищий рівень патогенності та вірулентності, порівняно з RHDV (GI.1). ГХК була досить поширеною в Україні у 2024 р., при цьому із 39 зареєстрованих нами спалахів більшість (66,6 %) була спровокована RHDV2 (GI.2) і лише 33,4 % — RHDV (GI.1), що свідчить про поступову заміну (витіснення) епідемічного штаму першого типу, який домінував на території України протягом останніх років, штамом другого типу.

Ключові слова: геморагічна хвороба кролів, лабораторна діагностика, відносні показники прояву епізоотичного процесу

Синантропізація орнітофауни: переваги, фактори ризику, механізми адаптації та роль громадянської науки у збереженні птахів у міському середовищі

І. В. Мєдвєдєва[1,2], Е. Венґжин[2], К. Леньовскі[2], А. В. Прокопчук[1]
medvedeva.iruna@gmail.com

[1]Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів, Україна
[2]Жешувський університет, м. Ряшів, Польща

Процес пристосування птахів до життя в антропогенних ландшафтах (синантропізація орнітофауни), зокрема у містах, є достатньо складним та тривалим. Урбанізоване середовище створює як позитивні аспекти для виживання, так і численні загрози для орнітофауни. Завдяки штучним джерелам тепла міста формують тепліший, ніж у дикій природі, мікроклімат, що є сприятливим для птахів у зимовий період. У літні спекотні дні перевагою є доступ до запасів води у фонтанах чи штучних водоймах. Урбанізований простір також забезпечує потенційні місця для гніздування: будівлі, мости, вентиляційні шахти, металеві конструкції тощо. Проте, незважаючи на ці умови, міське середовище є джерелом значного ризику для птахів.

Однією з актуальних проблем є потрапляння птахів до технічних елементів інфраструктури, зокрема до водостічних ринв, з яких вони не можуть вибратися самостійно. Це часто закінчується загибеллю як дорослих особин, так і молодняка. Подібні пастки виявляються особливо небезпечними в період після дощів або під час сезонних злив, коли рівень води раптово піднімається.

Ще однією поширеною практикою серед дуплогніздників, зокрема синиць, є використання вертикальних трубчастих елементів міських загорож для будівництва гнізд. Незважаючи на те, що ці конструкції нагадують природні дупла, вони не є безпечними. Через відсутність дренажу такі гнізда часто затоплюються під час дощів. Також у вертикально орієнтованих структурах пташенята можуть не мати фізичної змоги самостійно вибратися з гнізда при спробі першого вильоту, що загрожує їхньому виживанню.

У зв'язку з браком природних дупел, деякі дуплогніздні птахи, зокрема представники дятлоподібних (*Piciformes*), почали пристосовуватись до нових урбанізованих умов, використовуючи утеплені фасади будинків як місця для нічлігу. Така поведінка свідчить про високу гнучкість та пластичність міських популяцій, але водночас може спричиняти пошкодження будівель та конфлікти з мешканцями.

Урбанізоване середовище створює й інші загрози. Легкодоступна їжа зі смітників може бути не лише зіпсованою, а й містити токсичні речовини, що негативно впливає на здоров'я птахів. Дефіцит природних кормових ресурсів спричинений переважанням забетонованих поверхонь та браком озеленення. Забруднення довкілля внаслідок промислової діяльності посилює навантаження на організм птахів, погіршуючи їхній імунітет.

До факторів стресу також належать світлове й шумове забруднення. Штучне освітлення порушує біоритми, зокрема, під час нічних міграцій, і стає причиною дезорієнтації. Шум міста перешкоджає комунікації між особинами, особливо в період гніздування. Внаслідок цього багато видів птахів змушені змінювати інтенсивність і тональність співу, щоб забезпечити ефективну передачу сигналів.

Окрему небезпеку для пташенят, які залишають гнізда або тренуються до польоту, становить самовигул домашніх котів та собак. Безконтрольні домашні улюбленці лякають як дорослих птахів, так і молодняк, часто спричиняючи травмування або загибель.

Додатковою загрозою є часті зіткнення з інфраструктурою під час сезонних міграцій. Скляні фасади будівель, автомобільний транспорт, лінії електропередач — усе це є причинами частого травмування серед птахів у містах. Окрім того, у синантропних угрупованнях частішають випадки канібалізму та міжвидової агресії, особливо з боку мартинів і воронових, які витісняють менш пристосовані види з гніздових територій.

Попри численні небезпеки, у багатьох видів птахів у містах сформувались адаптаційні механізми: модифікація харчового раціону, зміна гніздової поведінки, використання антропогенних матеріалів для побудови гнізд, зміна типових місць гніздування та збільшення толерантності до присутності людини. Наприклад, адаптивний механізм — посилення гучності співу — дозволяє краще передавати інформацію в умовах постійного шуму.

Вивчення таких адаптацій потребує ретельного польового моніторингу. З цією метою використовують методики прямих спостережень, фото- та відеофіксації гніздової поведінки, а також геопросторовий аналіз розміщення гнізд у різних типах міських ландшафтів. Інтеграція громадянської науки (*citizen science*) та екологічної освіти є важливою для тривалого моніторингу орнітофауни та формування умов, сприятливих для її збереження.

Активна участь населення у спостереженнях, а також поширення знань про особливості птахів в урбанізованому середовищі сприяють розвитку екологічної свідомості. Це, у свою чергу, дозволяє розробляти ефективні стратегії охорони міської біоти, формує взаємозв'язок між наукою та суспільством, що є запорукою сталого співіснування людини та дикої природи в умовах міської екосистеми.

Ключові слова: антропогенний вплив, синантропізація, урбанізація, адаптація

Investigation of biogenic amine production by the *Enterococcus* sp. SB12 strain

V. Mushynska[1], S. Tistechok[2], O. Gromyko[2], O. Shtapenko[1], V. Syrvatka[2]
arillenmeril@gmail.com

[1]Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine
[2]Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

Enterococci belong to the group of lactic acid bacteria (LAB), which is widespread in food and the environment and colonizes the gastrointestinal tract (GIT) of mammals and other animals [Ness, 2014]. Certain strains of enterococci are now recognized as probiotic and are actively used in industry [Hanchi, 2018]. However, enterococci are associated with vancomycin resistance and hospital-acquired infections, so the genus *Enterococcus* has not yet received GRAS status. Therefore, to ensure the safety and use of enterococci in food or as probiotics, it is necessary to have sufficient data based on studies of the properties of these bacteria. One of the important indicators of strain safety is the absence of synthesis of toxic compounds such as biogenic amines (putrescine, cadaverine, tyramine, histamine, etc.). The main pathway for the formation of biogenic amines in food products is microbial decarboxylation of free amino acids. In fermented products such as sausages and cheeses, tyramine is most detected [Barbieri, 2019]. Biogenic amines are considered undesirable in food because they accumulate and cause rapid spoilage, as well as potentially lead to poisoning when foods with high levels of these amines are consumed [Halasz, 1994].

In view of this, the aim of our study was to investigate the ability of the *Enterococcus* sp. SB12 strain to produce biogenic amines, such as tyramine, histamine, and putrescine. The ability by the strain to produce biogenic amines (BAs), was evaluated *in vitro* using the Bover-Cid and Holzapfel screening method without prior activation. *Enterococcus* sp. SB12 strain was tested for histidine, ornithine and tyrosine decarboxylase activities using DAB supplemented medium. Prior to autoclaving, 15 µL of fresh (24-hour) MRS-pure culture of strain SB12 was inoculated onto a plate of DAB medium with 0.5 % L-histidine (Roth), 0.5 % L-ornithine (Roth), or 0.5 % L-tyrosine (Roth) adjusted to pH 5.5 before autoclaving. Plates with DAB medium without the corresponding amino acids were used as controls. All plates were incubated at 37 °C for 48 h. An indicator of the production of biogenic amines was the formation of a colored halo (blue or purple-violet) around the growth zone of strain SB12, which was caused by alkalinization of the medium. As a result of the experiment, only the medium with tyramine showed the formation of a small colored halo around the growth zone of the strain. No reaction was observed on medium with histidine and ornithine.

Additionally, we conducted a genomic analysis to identify histidine, ornithine, and tyrosine decarboxylase gene clusters in the SB12 strain. No gene clusters responsible for the biosynthesis of histamine or putrescine were detected. However, a gene cluster involved in tyramine biosynthesis was identified. This cluster exhibited a typical organization and contained genes encoding tyrosine decarboxylase (tyrDC), tyrosyl-tRNA synthetase (tyrS), a putative tyrosine/tyramine permease (tyrP), and a Na^+/H^+ antiporter (nhaC) [Ladero, 2012]. Thus, the data obtained from the bioinformatic analysis are consistent with the experimental results.

Thus, our study showed that strain *Enterococcus* sp. SB12 is unable to decarboxylate histidine and ornithine, therefore cannot synthesize histamine or putrescine. However, it weakly decarboxylates tyrosine, which leads to the formation of limited amounts of tyramine. The absence of histamine and putrescine synthesis and low tyramine production indicates the non-toxicity of strain SB12 and allows its potential use, in particular, in the production of lactic acid products.

Key words: *Enterococcus*, biogenic amines, decarboxylase activity, lactic acid bacteria, safety

Вплив карбахоліну на LCC-канали нейронів Пуркіньє мозочка щурів

С. Надтока, О. Котик, К. Проценко, А. Котлярова
n.serhiy.oleks@gmail.com

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, м. Київ, Україна

Блокатори знайдених у ядрах клітин Пуркіньє [Marchenko, 2005] і кардіоміоцитів [Котик, 2016] LCC-каналів є гетерогенною групою речовин, серед яких за фізіологічним впливом було виявлено такі, що є антагоністами холінорецепторів, як це було показано для атракуріуму та дитиліну [Котик, 2017]. Продовжуючи дослідження речовин, які модулюють LCC-канали, наступним закономірним кроком є перевірка того, чи має вплив на ці канали агоніст холінорецепторів карбахолін, який відомий своїм використанням для зниження очного тиску при глаукомі і має порівняно сильнішу дію за ацетилхолін [Pakala, 2021]. До цього наша група провела дослідження дії вказаної речовини на йонні канали ядер кардіоміоцитів [Котик, 2017], на цьому ж етапі спектр досліджуваних об'єктів було розширено вивченням дії карбахоліну на LCC-канали ядерної мембрани клітин Пуркіньє.

Експериментальну частину здійснено на щурах *Wistar* у віці трьох тижнів. Мозочок щурів виокремлювали в стерильних умовах із одночасним його охолодженням розчином NaCl (NaCl — 150 ммоль/л, HEPES — 10 ммоль/л, EDTA — 1 ммоль/л, pH=7,4). Далі мозочок нарізали на фрагменти товщиною 0,5 мм і переносили до мікропробірок типу Еппендорф, які містили розчин для гомогенізації (калію глюконат — 150 ммоль/л, HEPES — 10 ммоль/л; HEPES-K — 10 ммоль/л; pH=7,2) із доданими відповідно до інструкцій виробника інгібіторами протеаз. Після цього фрагменти гомогенізували і для відділення фракції ядер центрифугували протягом 5 хв при 5,5 тис. об/хв (miniSpin «EppendorfAG», Німеччина). Фракцію ядер в подальшому ресуспендували у розчині KCl (KCl — 150 ммоль/л; EGTA — 1 ммоль/л; HEPES — 8 ммоль/л; HEPES-K — 12 ммоль/л; pH=7,2), переносили до ванночки інвертованого мікроскопа («Leica DM IRB», Німеччина), де методом *patch-clamp* досліджували йонні канали ядерної мембрани до і після додавання карбахоліну у концентрації 1 ммоль/л. Статистичну і математичну обробку здійснювали за допомогою пакету програм *Clampfit 10.7* та *Origin 2018*.

Згідно з отриманими результатами, змін амплітуди K^+ струмів крізь LCC-канали ядерної мембрани під дією карбахоліну зареєстровано не було. Зафіксовані значення вищезгаданих струмів перебували у діапазонах −14,79±0,89 пА при мембранному потенціалі −60 мВ, 9,78±0,58 пА при потенціалі −40 мВ, 8,60±0,55 пА при потеніалі +40 мВ та 12,48±1,57 пА при потенціалі +60 мВ, що відповідає стандартним значенням амплітуди струмів для цих каналів. Така відсутність здатності до блокування LCC-каналів вирізняє карбахолін від іншого агоніста н-холінорецепторів нікотину, який зменшував провідність каналів ядерної мембрани вже у концентрації 0,2 ммоль/л [Котлярова, 2019]. Отримані нами результати на ядрах клітин Пуркіньє співвідносяться із даними, отриманими раніше при дослідженні дії наведеної речовини на йонні канали ядер кардіоміоцитів [Котик, 2017].

Таким чином, карбахолін у концентрації 1 ммоль/л не змінює провідність LCC-каналів ядерної мембрани нейронів Пуркіньє і, на відміну від нікотину, не є їх ефективним блокатором. За цим параметром дія карбахоліну на ці канали у нейронах Пуркіньє не відрізняється від описаної нами при дослідженнях LCC-каналів кардіоміоцитів. Це дозволяє припустити, що молекули карбахоліну позбавлені структурних мотивів, які були б комплементарними таким у LCC-каналах, звужуючи як діапазон пошуку молекулярних структур — потенційних модуляторів цих каналів, так і кількість можливих варіацій їхньої структури.

Ключові слова: LCC-канали, нейрони Пуркіньє, петч-клемп, карбахолін

Моделювання посттравматичного стресового розладу у мишей дією електричного струму та оцінка впливу α-кетоглутарату на поведінку у тесті підвішування за хвіст

В.-М. Настасюк, Ю. Соколовська, В. Деркачов, В. Гурза, М. Ватащук, В. Березовський, М. Байляк, О. Стрільбицька
veronikamarianastasuk@gmail.com

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Після повномасштабного вторгнення Росії в Україну значна кількість як військових, так і цивільних осіб зазнає глибокого психологічного впливу. Постійна загроза життю, втрата близьких і пережиті травматичні події є чинниками, що часто призводять до розвитку посттравматичного стресового розладу (ПТСР) — порушення психічного стану, яке характеризується підвищеним рівнем тривожності, емоційною нестабільністю та нав'язливими спогадами про травматичні події. З огляду на актуальність проблеми, лабораторних тварин, зокрема мишей, активно використовують як модель для вивчення механізмів ПТСР і тестування потенційних терапевтичних засобів. Метою цього дослідження було оцінити вплив α-кетоглутарату на поведінку мишей, у яких було змодельовано ПТСР дією електричного струму [Mitra, 2005]. В експерименті використовували самців мишей лінії C57BL/6J віком чотири місяці, яких поділили на три групи по вісім тварин: контрольну, стресову та стресову з подальшим введенням α-кетоглутарату. Тварини з експериментальних груп отримували серію короткочасних електричних розрядів у лапки. Після завершення процедури стресування мишам з групи «Стрес+АКГ» протягом семи днів вводили α-кетоглутарат у дозі 500 мг/кг маси тіла з 5 % розчином сахарози. Поведінкові тести «Аверсивний контекст» і «Підвищений плюс лабіринт» проводили до введення препарату та використовували для оцінки ефективності моделювання ПТСР [Hegde, 2008].

У тесті аверсивного контексту виявлено, що миші після стресування демонстрували значне збільшення кількості й тривалості завмирань у знайомому стресовому середовищі без повторної дії подразника, що свідчить про розвиток страху та підвищену тривожність. У тесті підвищеного плюс лабіринту спостерігалось зменшення кількості входів до відкритих рукавів та збільшення часу перебування в закритих зонах, що також підтверджує формування тривожної поведінки. Після періоду введення α-кетоглутарату було проведено тест підвішування за хвіст, який дозволяє оцінити рівень поведінкової безнадії. У цьому тесті препарат не виявив значущого ефекту: тривалість нерухомості та латентність її початку не відрізнялись від аналогічних показників у групи «Стрес», яка не отримувала α-кетоглутарат. Це може вказувати на недостатність дози або тривалості прийому препарату. Отже, модель електричного стресу викликає поведінкові зміни, подібні до симптомів ПТСР у людей, тоді як ефект α-кетоглутарату на зменшення таких проявів залишається обмеженим та потребує подальшого дослідження з урахуванням корекції параметрів введення препарату.

Ключові слова: ПТСР, поведінкова модель, α-кетоглутарат, миші, поведінкові тести

Оцінка функціональної активності печінки у сук в післяродовому періоді

І. Парахнич
vanyokpar@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Репродуктологія тварин як комплексна наука зосереджує в собі необхідність досліджувати стан самиць в різні фізіологічні періоди для оцінки здатності їх організму до певних змін [Lúcio et al., 2021; Arlt et al., 2023]. Одним з найуразливіших періодів в житті самиці є післяродовий період, коли поряд з лактаційним навантаженням метаболізму відбуваються гормонально-біохімічні зміни, спрямовані на відновлення стану як статевої системи, так і всього організму після пологів [Benedetto et al., 2023; Skliarov et al., 2023]. Регуляторні системи на різних рівнях здійснюють контроль за перебігом цих процесів, в які залученими є всі без винятку органи і системи [Kishman et al., 2025]. Серед них провідне значення має печінка — поліфункціональний орган, який сприяє знешкодженню токсичних метаболітів, нормалізації обмінних процесів [Coate et al., 2013; Uno et al., 2025]. Найважливішу роль в післяродовому періоді має детоксикаційна здатність печінки. Процеси детоксикації відіграють критично важливу роль у підтриманні гомеостазу та захисті організму від токсичних речовин. Вони поділяються на три основні фази — окислення, відновлення або гідроліз (1), кон'югація (2) та елімінація (3) [Koshevoy et al., 2024; Leela-Arporn et al., 2025]. Детоксикаційні процеси в печінці регулюються численними факторами, зокрема гормонами — такими, як інсулін та глюкагон, а також маркерами запалення [Uno et al., 2024]. Метою досліджень було оцінити динаміку активності гепатоспецифічних ензимів у крові сук в післяродовому періоді.

Матеріалом досліджень були суки різних порід живою масою 10–15 кг, віком 3–4 роки. Їх розподілили на дві групи — контрольну і дослідну по 12 тварин у кожній. До контрольної групи увійшли невагітні суки в фазу анеструса, у яких для дослідження індикаторних ензимів печінки брали кров одноразово натще, а у дослідну групу — в післяродовому періоді, у яких брали кров на 1-у, 14-у і 30-у добу після пологів. Досліджували активність чотирьох ензимів — аланінової (АЛТ) і аспарагінової (АСТ) амінотрансфераз, гамма-глутамілтранспептидази (ГГТП) і лужної фосфатази (ЛФ) із використанням напівавтоматичного біохімічного аналізатора *BioChem SA* (США). Отримані дані обробляли статистично, використовуючи ANOVA-тест, вірогідними вважали зміни при P<0,05.

В сук контрольної групи активність аланінової та аспарагінової амінотрансфераз становила 0,63±0,03 мкмоль/с×л і 0,51±0,02 мкмоль/с×л відповідно. При цьому, активність ГГТП дорівнювала 70,3±2,41 нмоль/с×л, а ЛФ — 0,71±0,04 мкмоль/с×л. Проведені біохімічні дослідження встановили, що перебіг післяродового періоду у сук супроводжується змінами функціональної активності печінки. Так, активність АЛТ в першу добу перевищувала значення контрольної групи в 1,53 раза, АСТ — на 82,4 %, ГГТП — в 1,17 раза, а ЛФ — на 57,7 % (P<0,05). Надалі, на 14-у і 30-у добу після пологів у крові сук знижувалася активність індикаторних ензимів печінки. Варто вказати, що значення цих показників на 14-у добу залишалися вищими від контролю: активність АЛТ і АСТ — на 65,6 % та 35,3 % (P<0,05), а на 30-у добу мали тенденцію до зростання. Коефіцієнт де Рітіса у контрольних тварин становив 1,26, а в дослідних знижувався від 1,74 на 1-у добу після пологів до 1,31 на 30-у добу. ГГТП на 14-у добу перевищувала контрольні значення на 24,2 % (P<0,05), а на 30-у добу вірогідних змін не зазнавала. Активність ЛФ у дослідних сук на 14-у і 30-у добу дослідження була на рівні групи контролю. Загалом отримані зміни свідчать про напруженість діяльності печінки сук в післяродовому періоду, особливо за рахунок участі у детоксикаційних процесах.

На підставі аналізу одержаних результатів можна стверджувати, що перебіг післяродового періоду — лактація і процеси відновлення метаболічного профілю сук до невагітного стану — супроводжується вірогідним зростанням активності печінкових ензимів на 1-у добу після пологів, тоді як надалі спостерігається їх поступова нормалізація до контрольних значень.

Ключові слова: сука, роди, постнатальний період, ензими, печінка

Антиоксидантний статус крові курей-несучок за теплового стресу та додавання таурину до раціону

Д. Передерій
peredina0310@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Порушення температурного режиму навколишнього середовища є одним із ключових стресових чинників, які негативно впливають на фізіологічний стан сільськогосподарської птиці. Тепловий стрес (ТС) супроводжується посиленим утворенням активних форм кисню (АФК), здатних запускати каскад перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), ушкоджувати клітинні структури та порушувати гомеостаз. Антиоксидантна система захисту (АОС), представлена як ензимними, так і неензимними компонентами, відіграє вирішальну роль у знешкодженні АФК. Проте за умов тривалого впливу ТС її ефективність може виявитися обмеженою.

Серед сполук, які потенційно здатні підтримувати АОС в умовах оксидативного навантаження, досліджується таурин — сульфоамінокислота з антиоксидантними властивостями. Його ефективність у стресових умовах, однак, залишається неоднозначною, оскільки результати досліджень вказують як на позитивний вплив, так і на ознаки виснаження антиоксидантної відповіді при його застосуванні. У цьому контексті було проведено оцінку дії різних доз таурину на показники ПОЛ та антиоксидантів у курей-несучок за умов теплового навантаження.

Дослідження проводили у віварних умовах Інституту біології тварин НААН на 48 курях породи Білий Леггорн. Експеримент складався з двох етапів: на першому етапі птицю утримували при температурі 20 °С протягом тижня; на другому — моделювали тепловий стрес, підвищивши температуру до 35 °С на такий самий період. По завершенні кожного етапу здійснювали декапітацію птахів та відбір крові для подальших лабораторних досліджень.

У результаті досліджень встановлено, що рівень гідропероксидів ліпідів (ГПЛ) у плазмі крові курей-несучок при дії ТС порівняно зростав, порівняно з термонейтральними (ТН) умовами, як при додаванні у корм таурину, так і без нього. Це свідчить про активацію ПОЛ у відповідь на теплове навантаження. Додавання таурину в дозах 3 г/кг та 5 г/кг сухої речовини корму спричинило зростання ГПЛ на 25 % та 33 % відповідно в умовах ТС, порівняно з контролем, що вказує на можливу недостатність його антиоксидантного ефекту при високому оксидативному навантаженні. Водночас рівень ТБК-активних продуктів вірогідно не змінювався — ймовірно, через компенсаторну активність АОС. Активність СОД при ТС вірогідно зростала лише в групі з вищою дозою таурину (5 г/кг) — на 21 % ($P<0,05$), що може свідчити про стимулюючий ефект на ензимну ланку АОС. У ТН умовах та при меншій дозі (3 г/кг) активність СОД знижувалась, що свідчить про виснаження резервів АОС. Каталаза (КАТ) демонструвала подібну динаміку: зниження активності в ТН умовах та зростання на 18 % ($P<0,01$) у групі з 5 г/кг таурину при ТС. Це може бути пов'язане з додатковим захистом клітинних структур за рахунок вищої дози антиоксиданту. Вміст відновленого глутатіону (ВГ) в умовах ТС у контрольній групі знижувався на 26 % ($P<0,01$), а активність глутатіонредуктази (ГР) — вдвічі ($P<0,05$), порівняно з ТН умовами. Спостерігалась також тенденція до зниження глутатіонпероксидазної активності, що вказує на виснаження глутатіонової ланки АОС. У групі з додаванням в раціон 3 г/кг таурину в умовах ТС, навпаки, вміст ВГ зростав на 33 % ($P<0,001$), а при дозі 5 г/кг — на 18 % ($P<0,05$), що свідчить про дозозалежний ефект таурину. Активність ГП зростала на 29 % ($P<0,01$) при дозі 5 г/кг у ТС, хоча в ТН умовах вона знижувалась — ймовірно, через відсутність потреби в активації антиоксидантного захисту.

Отже, таурин в умовах теплового стресу чинить дозозалежний і опосередкований вплив на антиоксидантну систему курей-несучок, сприяючи активації глутатіонової ланки АОС при одночасному зниженні активності СОД і КАТ, що може свідчити про компенсаторне переключення захисних механізмів організму. Попри це, підвищення рівня ГПЛ вказує на обмежену ефективність таурину у запобіганні перекисному окисненню ліпідів за умов високого оксидативного навантаження.

Ключові слова: антиоксидантна система, тепловий стрес, кури-несучки, кров, таурин

Гістохімічне дослідження шлунка риб

О. Писанко
sashapysanko@gmail.com

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Рибництво є пріоритетною галуззю сільського господарства України, яка відіграє важливу роль у забезпеченні людини цінними продуктами харчування. До найважливіших факторів, які визначають продуктивні якості риби, належать процеси, пов'язані з її живленням. Гістохімічні методи дослідження є ключовими для вивчення функціонального стану органів травлення риб, зокрема слизової оболонки шлунка, яка виконує захисну, секреторну та транспортну функції.

У риб різних видів виявлено значну варіабельність гістохімічної будови слизової оболонки шлунка, що зумовлено специфікою харчування, екологічними умовами та способом життя. За літературними даними, у тиляпії (*Tilapia spilurus*), ляща (*Mylio cuvieri*) та жовтого горбиля (*Larimichthys crocea*) встановлено позитивну реакцію на Шифф-йодну кислоту, що свідчить про наявність нейтральних глікопротеїдів. У райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) та морської форелі (*Cynoscion guatucupa*) слизова оболонка містить як кислі, так і нейтральні глікопротеїди, а також сульфатовані і сіалільовані глікозаміноглікани. У блакитного тунця (*Thunnus thynnus*), прісноводного ската (*Himantura signifier*) та жовтого сома (*Pelteobagrus fulvidraco*) встановлено переважання нейтральних муцинів. Буеносайреська тетра (*Hyphessobrycon anisitsi*) характеризується наявністю шлункового муцину тільки в апікальній частині клітин поверхневого епітелю і має переважно нейтральні протеоглікани, багаті глюкозаміном і з незначною кількістю галактозаміну та сіалової кислоти. У низці видів, зокрема у нільської тиляпії (*Oreochromis niloticus*) та індійського річкового оселедця (*Gudusia chapra*), виявлено позитивні реакції на глікоген, білки та триптофан, що вказує на активний синтез ергастичних речовин і ферментів. У морського мармурового окуня (*Sebastiscus marmoratus*) встановлено активність лужної фосфатази та естерази в різних відділах шлунка.

Отже, аналіз спеціальної літератури дозволяє зробити висновок, що гістохімічні особливості шлунка риб тісно пов'язані з функціональними потребами організму, харчовим режимом і умовами середовища. Проведення подальших комплексних досліджень важливе для розуміння механізмів травлення та розробки ефективних стратегій у галузі іхтіопатології та аквакультури.

Ключові слова: риби, шлунок, гістохімія, муцини, глікопротеїди

Оцінка толерантності дріжджів до кислотного середовища та жовчних солей *in vitro*

О. Політило, О. Стефанишин
Ron45042@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Зростання інтересу до використання нетрадиційних дріжджових штамів як пробіотичних агентів зумовлює необхідність глибшого вивчення їхньої здатності до росту в умовах, наближених до шлунково-кишкового тракту тварин. Одним з критично важливих чинників виживання та активності пробіотичних мікроорганізмів є pH середовища та наявність жовчних кислот. Вивчення ростових характеристик за різних значень pH та в умовах дії жовчних кислот дозволяє оцінити потенціал дріжджів до колонізації кишечника і виживання в шлунково-кишковому тракті.

Метою наших досліджень було з'ясувати пробіотичні властивості досліджуваних штамів дріжджів за такими критеріями, як стійкість до кислого середовища та жовчних кислот.

У дослідженні використовували шість штамів дріжджів: *Saccharomyces cerevisiae* — промисловий зразок, *Candida utilis*, виділений з меляси, *Yarrowia lipolytica*, виділений з філе *Salmo salar*, *Pichia anomala*, виділена з ферментованої сушеної кукурудзи, *Saccharomyces servazzii*, виділений з молока *Capra hircus*, та *Schwanniomyces etchellsii*, виділений з оливкового розсолу.

Щоб визначити оптимальні та граничні значення pH для росту, дріжджі культивували при температурі 28 °C в середовищах YPS марки *Condalab* із різними значеннями pH: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Визначення росту здійснювалося через вимірювання оптичної щільності при 600 нм (OD600) кожні 24 год. протягом 96 год. Для оцінки толерантності до жовчі штами інкубували у середовищі з додаванням 0,3 % жовчних кислот при температурі 37 °C, pH 7 протягом 96 год.

Ріст оцінювали за показниками оптичної щільності при 600 нм на спектрофотометрі *Thermo schientific Multiscan go*.

Більшість штамів проявляли оптимальний ріст при pH 5–7, тоді як ріст значно пригнічувався при pH 2, що свідчить про їхню чутливість до високої кислотності. *C. utilis* відзначалась найширшим діапазоном росту, з високою активністю при pH 2–8, що вказує на її потенціал як кислотостійкого пробіотика. *Y. lipolytica* та *S. cerevisiae* проявили помірну толерантність, але зниження росту при екстремальних значеннях pH. Додавання жовчних кислот до середовища спричиняло видові відмінності в ростових характеристиках. *C. utilis* демонструвала найвищу толерантність до жовчі — ріст розпочинався вже на 24-й годині з активним накопиченням біомаси в наступні дні. Це свідчить про адаптивний потенціал штаму до кишкових умов. *Y. lipolytica* також зберігала здатність до росту, хоча лаг-фаза була помітно довшою — до 48 год. Для *S. cerevisiae* та *S. servazzii* ріст за присутності жовчі був незначним або відсутнім, навіть через 96 год. інкубації. *P. anomala* виявила помірну толерантність: спостерігалося слабке збільшення OD600 після 48 год., однак інтенсивність росту була низькою. *S. etchellsii* не продемонстрував жодних ознак росту в цих умовах, що свідчить про високу чутливість до дії жовчі.

Найбільш перспективними з точки зору потенційного пробіотичного використання виявились штами *C. utilis* та *Y.a lipolytica*, які проявили широкий діапазон росту за pH і толерантність до жовчних кислот. Отримані результати можуть бути основою для подальшого вивчення цих штамів як альтернатив пробіотичних дріжджів у тваринництві.

Ключові слова: *Saccharomyces cerevisiae*, *Yarrowia lipolytica*, пробіотики, кислотостійкість, жовчестійкість

Вплив хронічного запалення, спричиненого сквамозно-клітинною карциномою ротової порожнини, на запальні маркери та імунний статус котів

Л. В. Полях
liubomyr.polyah@ukr.net

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Сквамозно-клітинна карцинома (SCC) ротової порожнини є однією з найпоширеніших злоякісних пухлин у котів і характеризується місцевою інвазією та хронічним запаленням, яке впливає на системний фізіологічний стан. Хронічне запалення, спричинене пухлинним ростом, призводить до активації запальних сигнальних шляхів, підвищення рівня прозапальних цитокінів і порушення імунної відповіді, що погіршує загальний стан тварини. SCC часто локалізується на яснах, слизовій оболонці щелеп, язиці або тонзилярній зоні, провокуючи появу виразок, некрозу і вторинних інфекцій, які посилюють запальний процес. Розуміння впливу хронічного запалення на запальні маркери та імунний статус є важливим для розробки стратегій підтримки котів із онкологічними захворюваннями.

Метою дослідження було оцінити вплив хронічного запалення, спричиненого SCC ротової порожнини, на рівень запальних маркерів та імунний статус у котів. Дослідження проводили на базі Сумського національного аграрного університету. Об'єктом дослідження стали 12 котів (вік 6–11 років, маса 3,2–4,8 кг), поділених на дві групи: контрольну (n=6, здорові коти) та дослідну (n=6, коти з гістологічно підтвердженою SCC ротової порожнини, маркери: кератин+, p63+). Усіх тварин утримували в однакових умовах (стандартний корм із вмістом протеїну 28 %, доступ до води). Матеріалом для досліджень слугувала плазма крові котів. Рівень прозапальних цитокінів (IL-6, TNF-α) визначали методом імуноферментного аналізу (ELISA) за допомогою наборів від *BioLegend* (США) на спектрофотометрі *Shimadzu UV-1800* (λ=450 нм). Імунний статус оцінювали проточною цитометрією (*BD FACSCanto II*), визначаючи відсоток NK-клітин і CD4+/CD8+ Т-клітин (антитіла: анти-NK PE, анти-CD4 FITC, анти-CD8 APC, *BioLegend*). Статистичний аналіз проводили в *SPSS v25*, використовуючи парний *t*-тест (P<0,05) і *one-way* ANOVA.

Результати показали, що у котів із SCC ротової порожнини хронічне запалення значно впливає на запальні маркери та імунний статус. Рівень IL-6 у дослідній групі становив 145,3±12,8 пг/мл, що на 62 % вище, ніж у контрольній групі (89,5±8,4 пг/мл, P<0,01). Концентрація TNF-α у котів із SCC була 78,6±7,2 пг/мл, що на 48 % перевищує показник контрольної групи (53,1±5,0 пг/мл, P<0,01). Імунологічний аналіз виявив зниження NK-клітин у дослідній групі до 22,8±2,5 % (контроль: 36,4±3,1 %, P<0,01), а співвідношення CD4+/CD8+ Т-клітин зросло до 2,1±0,3 (контроль: 1,5±0,2, P<0,05), що свідчить про імунний дисбаланс. Підвищений рівень прозапальних цитокінів корелював із такими клінічними проявами, як некроз тканин і вторинні інфекції, у 83 % котів дослідної групи.

Таким чином, хронічне запалення, спричинене SCC ротової порожнини, призводить до значного підвищення прозапальних цитокінів (IL-6, TNF-α) і порушення імунного статусу у котів, що погіршує перебіг захворювання. Отримані дані підкреслюють необхідність контролю запальних процесів у котів із онкологічними патологіями для зменшення системного впливу пухлини. Перспективи подальших досліджень передбачають оцінку протизапальних препаратів — таких, як «Преднізолон», для зниження рівня цитокінів і покращення імунної відповіді у котів із SCC.

Ключові слова: сквамозно-клітинна карцинома, коти, хронічне запалення, прозапальні цитокіни, імунний статус

Інтеграція сучасних ІТ-рішень у процеси моніторингу та збереження біорізноманіття: перспективи взаємодії наукової спільноти та громадськості

А. В. Прокопчук, І. В. Мєдвєдєва
medvedeva.iruna@gmail.com

Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів, Україна

Зміни клімату, деградація середовищ існування та антропогенний тиск зумовлюють стрімке зниження біорізноманіття, що, у свою чергу, ставить перед науковою спільнотою завдання пошуку нових ефективних моделей моніторингу екосистем. Традиційні методи збору даних хоч і високоточні, але є обмеженими в охопленні територій та потребують значних ресурсів. У цьому контексті важливу роль починають відігравати ІТ-рішення, які дозволяють як підвищити ефективність фахових досліджень, так і долучити широкі верстви населення до процесів екологічного спостереження.

Одним із ключових напрямів є розвиток громадянської науки (*citizen science*), що базується на залученні громадськості до збору даних про стан довкілля. Цифрові платформи (наприклад, *iNaturalist*, *eBird*, *PlantNet* та багато інших) поєднують елементи мобільних застосунків, штучного інтелекту для автоматичного розпізнавання видів, геоприв'язки та хмарних сервісів для обміну інформацією. У результаті формується інтерактивна екологічна мережа, де користувачі виступають як **спостерігачі**, які фіксують і поширюють дані про біологічне різноманіття.

Аналіз сучасної наукової літератури показує, що точність розпізнавання видів за допомогою зазначених цифрових платформ є достатньо високою навіть для користувачів без спеціальної біологічної освіти. Зокрема, для *iNaturalist* у випадку з фауною середня точність ідентифікації становить близько 85–90 %, залежно від регіону та якості зображення; *PlantNet* демонструє точність до 80 % при розпізнаванні флори у звичних середовищах; *eBird*, завдяки поєднанню алгоритмів і перевірки експертами, забезпечує точність понад 90 % у більшості орнітологічних спостережень. Водночас літературні джерела вказують на те, що найвищих результатів досягають користувачі, які регулярно взаємодіють з платформами, навчаються через вбудовані ресурси і користуються зворотним зв'язком від наукової спільноти.

Окремо варто зазначити соціальний аспект: участь громадськості у моніторингу сприяє підвищенню рівня екологічної обізнаності, формуванню культури відповідального ставлення до природи та розвитку місцевих екологічних ініціатив. Водночас наукова спільнота отримує доступ до значних масивів просторово-часових даних, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в стані природних систем та вдосконалювати моделі прогнозування.

Таким чином, інтеграція сучасних ІТ-рішень у сферу моніторингу біорізноманіття відкриває нові горизонти для міжсекторальної взаємодії. Співпраця між науковцями, розробниками технологій та громадськими активістами здатна сформувати нову систему даних, у якій цифрові інструменти виступають каталізатором наукових відкриттів і суспільної участі. Перспективи такої взаємодії охоплюють створення адаптивних систем раннього попередження, локальних біоіндикаторних мереж та платформ для інтеграції академічних і громадських даних у національні стратегії збереження біорізноманіття.

Ключові слова: біорізноманіття, екологічний моніторинг, цифрові платформи, громадянська наука, розпізнавання видів

Biodegradation of polyhydroxybutyrate and polylactide films by bacteria isolated from different antarctic biotopes under different cultivation conditions

Y. Safonova[1,2], M. Voitovych[1], T. Peretyatko[1,2]
liza.safonka@gmail.com

[1]Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
[2]National Antarctic Scientific Centre, Kyiv, Ukraine

Mass production and increasing intensity of use of non-biodegradable polymeric substances in various industries have led to negative impact on the environment. The accumulation of polymeric substances not only worsens the state of ecosystems, but also threatens the biodiversity of the planet. The best option for managing plastic waste is to replace the use of non-biodegradable materials for recycling or reuse with biodegradable polymers, since they are environmentally friendly [Samir, 2022]. The ability of bacteria and fungi to degrade films made of polyhydroxybutyrate, polylactide has been studied [Skorokhoda, 2025].

The aim of the work was to investigate the biodegradation of polyhydroxybutyrate and polylactide films by the bacteria *Paenibacillus tundrae* IMV B-7915, *Pseudomonas yamanorum* IMV B-7916, *Flavobacterium* sp. 2B-in-99, *Pseudoarthrobacter* sp. IMV B-7981, isolated from different Antarctic biotopes, under different cultivation conditions.

Bacteria were cultivated in TSB in 100 ml Erlenmeyer flasks at a temperature of 28 °C for 14 days. 200 µl of a one-day culture of microorganisms and a polymer film were added to 40 ml of the medium, a portion of which was sterilized separately in Petri dishes by autoclaving at 1 atm. To study the effect of aeration on polymer degradation, the flasks were placed on a rocker with a rotation speed of 300 rpm. After cultivation, the film was washed with distilled water, dried at 105 °C for six hours and weighed. The degree of polymer destruction by bacteria was concluded based on the decrease in the mass of the polymers after 14–21 days of cultivation. The control was a medium with polymer films without microorganisms. *Azotobacter vinelandii* N-15 bacteria from the collection of microorganisms of DPCFF of L. M. Lytvynenko InPOCC were used as a producer of polyhydroxybutyrate. Polylactide Ingeo Biopolymer was purchased from *NatureWorks* (USA). The content of exopolysaccharides synthesized by bacteria was determined spectrophotometrically (*DeNovix DS-11+*) at a wavelength of 625 nm. For calculations, a calibration curve was used, which was constructed using glucose as a standard.

P. tundrae IMV B-7915 were the most active destructors of polyhydroxybutyrate films under aeration conditions, destroying 27.4 % of the material, which is 2.5 times more than in normal conditions. The degree of destruction of polylactide films was within 5.4–8.3 %. Bacteria *Pseudoarthrobacter* sp. IMV B-7981 and *Flavobacterium* sp. 2B-in-99 were the most active destructors of films made from a mixture of polyhydroxybutyrate and polylactide under aeration, degrading 10.7 % and 9.2 % of the polymer, respectively. *P. tundrae* IMV B-7915 showed a high ability to degrade polymers. In the presence of sodium chloride, *P. tundrae* IMV B-7915 destroyed from 2.8 % to 2.9 % of polyhydroxybutyrate and from 4.8 % to 13.6 % of polylactide during aeration.

The concentration of exopolysaccharides synthesized by bacteria during the destruction of polyhydroxybutyrate and polylactide films was studied. It was found that the addition of sodium chloride to TSB stimulated the synthesis of exopolysaccharides by *P. tundrae* IMV B-7915 and *P. yamanorum* IMV B-7916 bacteria and, conversely, reduced the ability to produce EPS by *Flavobacterium* sp. 2B-in-99. In the presence of 5 % salt in the medium, *P. tundrae* IMV B-7915 synthesized about 5.25 g of exopolysaccharides/l, 10 % — 6.15 g, while without the addition of NaCl the concentration was 2.88 g of EPS/l. The highest concentration of exopolysaccharides (6.8–9.3 g/l) synthesized by *P. tundrae* IMV B-7915, *Flavobacterium* sp. 2B-in-99 and *P. yamanorum* IMV B-7916 bacteria during the destruction of polylactide films was detected when 5 % sodium chloride was added to the medium. It was found that the synthesis of exopolysaccharides depends on both the species of bacteria and the environmental conditions, in particular the concentration of sodium chloride.

The search for effective plastic-degrading microorganisms, particularly from extreme environments like Antarctica, is vital for addressing plastic pollution and advancing sustainable polymer degradation.

Key words: biodegradation, bacteria, polyhydroxybutyrate, polylactide

Регуляція порушення обміну речовин у корів та способи їх лікування

С. Сачко
sachko.lviv@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Відомо, що значних збитків молочному скотарству завдають порушення обміну речовин: кетоз, ацидоз, стеатоз. Вказані метаболічні захворювання виникають у більшості високопродуктивних корів і призводять до значного зниження їхньої молочної продуктивності, погіршення фізіологічного стану, порушення репродуктивної функції, виникнення супутньої патології. Суттєві метаболічні зміни в організмі корів відбуваються в сухостійний період та після отелення, що, у свою чергу, пов'язано зі зміною гормонального статусу та перебудовою енергетичного обміну. Для цих періодів характерний дефіцит глюкози в організмі тварин, який компенсується посиленим вивільненням жирних кислот з жирової тканини, а надмірне надходження жирних кислот в печінку спричиняє її жирове переродження, що пригнічує синтез глюкози та перетворення аміаку в сечовину. У високопродуктивних тварин прояв цих змін настільки інтенсивний, що часто призводить до патологічних порушень обміну речовин.

Основний внесок в утворення аміаку в рубці виконує нечисельна, але метаболічно дуже активна група бактерій-гіперпродуцентів аміаку. Проблема пригнічення життєдіяльності цих бактерій досить широко вивчається у світі, проте основну увагу зосереджено на зменшенні аміакоутворення в відгодівельної ВРХ.

Проблема пригнічення життєдіяльності цих бактерій також досить широко вивчена, проте для цього застосовують антибіотики, зокрема, антибіотик-іонофор монензин.

Важливим напрямом досліджень сьогодення є пошук способів регулювати утворення аміаку без використання антибіотиків. Шишки хмелю містять речовини, які за антимікробною дією подібні до монензину, — пренільовані флороглюцини (фітоіонофори), що дозволяє розглядати їх як потенційну добавку до раціону корів. Як й інші іонофори, біологічно активні сполуки шишок хмелю блокують транспорт одновалентних іонів через мембрани бактерій, порушують синтез полісахаридів бактеріальної мембрани, змінюють трансмембранне перенесення амінокислот. Крім того, поліфеноли шишок хмелю проявляють потужну антиоксидантну дію.

Для досліду підібрано 2 групи корів: з ознаками кетозу (концентрація бета-гідроксибутирату у крові >3,0 ммоль/л) — 4 голови; з субклінічним кетозом (бета-гідроксибутират 1,3–2,2 ммоль/л) — 10 голів та клінічно здорові (концентрація бета-гідроксибутирату у крові 0,2–1,1 ммоль/л) — 10 голів.

У сечі виявляли кетонові тіла за допомогою тест-смужок (*Ketophan*, *Pliva*). Кров брали з хвостової вени відразу після отелення та через 3 тижні після отелення. У цільній крові визначали концентрацію глюкози та β-гідроксибутирату за допомогою глюкокетометра *CareSens Dual*, використовуючи тест-смужки *CareSens PRO* для глюкози та *KetoSens* для β-гідроксибутирату.

Введення протягом місяця до комбікорму корів із симптомами кетозу лікувально-профілактичної добавки, яка містила подрібнені гранули шишок хмелю (20 г), вітамін Е (3 г), та захищені від розщеплення у рубці холін (20 г), метіонін (20 г) і карнітин (1 г), призвело до зниження у крові концентрації β-гідроксибутирату з 4,58 ммоль/л на початку досліду до 2,78 ммоль/л наприкінці досліду ($P<0,01$), неестерифікованих жирних кислот — на 24,9 % ($P<0,05$), вмісту загального холестеролу — на 16,68 % ($P<0,05$), ТБК-активних продуктів — на 30,6 % ($P<0,05$). Спостерігали зростання концентрації глюкози з 1,95 до 2,93 ммоль/л ($P<0,01$), концентрації триацилгліцеролів — у 2,2 раза ($P<0,01$). Відбулися зміни в активності ензимів крові. Зокрема, активність аспартатамінотрансферази стала нижчою на 31,46 % ($P<0,01$), активність лужної фосфатази зменшилась на 36,91 % ($P<0,02$), а активність лактатдегідрогенази — на 30,63 % ($P<0,01$).

У крові корів із субклінічним кетозом під впливом згодовуваної добавки знизилась концентрація β-гідроксибутирату — з 1,65 до 1,06 ммоль/л або на 35,8 % ($P<0,001$), неестерифікованих жирних кислот — на 48,3 % ($P<0,001$), сечовини — на 15,7 % ($P<0,05$). Відбулось зростання концентрації глюкози — з 2,05 до 2,69 ммоль/л ($P<0,001$) або на 31,2 %, триацилгліцеролів — на 30,3 % ($P<0,05$). Також виявлено зміни активності ензимів крові: на 29,6 % знизилась активність аспартатамінотрансферази ($P<0,01$), аланінамінотрансферази, лужної фосфатази — на 35,63 % ($P<0,05$), а лактатдегідрогенази — на 9,9 %.

Лікувально-профілактична добавка, яка містить подрібнені гранули шишок хмелю, вітамін Е та захищені від розщеплення у рубці холін, метіонін і карнітин, знижує концентрацію β-гідроксибутирату та збільшує концентрацію глюкози в крові корів після отелення. У корів із субклінічною формою кетозу спостерігають нормалізацію показників крові, а у хворих на клінічний кетоз корів захворювання переходить у субклінічну форму.

Ключові слова: кетоз, β-гідроксибутират, шишки хмелю, вітамін Е

Вплив постампутаційної атрофії та ішемічного прекондиціювання на реалізацію скорочень скелетних м'язів

Н. Семенюк, О. Легедза, Д. Заводовський
30nazar16@gmail.com

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, м. Київ, Україна

Травми кінцівок, які призводять до ішемічного ураження та м'язової атрофії внаслідок ампутації, є значною проблемою сучасної медицини, оскільки істотно погіршують якість життя пацієнтів через втрату функціональності. Ішемія викликає каскад патологічних змін у м'язовій тканині, зокрема оксидативний стрес та апоптоз, що веде до зниження сили та витривалості. Ампутація, навіть при успішній реплантації, спричиняє атрофію через денервацію та порушення трофіки. Дослідження змін скоротливої здатності м'язів за цих умов є актуальним для розуміння патофізіології та розробки методів відновлення рухової функції. Метою цього дослідження було оцінити і порівняти вплив модельної ішемії та постампутаційної атрофії на характеристики скорочення скелетних м'язів щурів за допомогою сервоконтрольованої тензометрії.

Дослідження виконано на самцях щурів лінії *Wistar* (250–270 г) відповідно до міжнародних етичних норм та протоколів Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України (Протокол № 4/18 від 27.12.2018, Дозвіл Комітету з біомедичної етики № 1/24 від 29.02.2024). Тварин було розділено на групи: 1) контрольна; 2) група з моделлю постампутаційної атрофії (хірургічна ампутація стопи правої задньої кінцівки за 3 тижні до експерименту, n=12); 3) група з моделлю ішемії (накладання лігатур на *arteria femoralis* за 3 год. до експерименту, n=12). Під кетамін-ксилазиновим наркозом (100 мг/кг та 10 мл/кг 2 % розчину відповідно, внутрішньоочеревинно) проводили електричну стимуляцію ізольованого *nervus medianus* (одиночні імпульси 2 мс, 1.5 порогу; тетанічна стимуляція 40 Гц протягом 5000 мс) за допомогою системи *Master 8 A.M.P.I.* та стимулятора *DS2A Digimeter* Ltd. Скорочення м'язів реєстрували за допомогою сервоконтрольованої тензометричної установки. Дані обробляли за допомогою ПЗ *Spike2* та *Python* (бібліотека NUMPY, функція *trapz*) для розрахунку нормалізованої площі під кривою механограми. Статистичну значущість відмінностей оцінювали за допомогою U-критерію Манна-Уітні ($P<0.05$).

Аналіз механограм м'язових скорочень показав статистично вірогідне зниження медіани нормалізованої площі під кривою у групах тварин з ішемією та постампутаційною атрофією, порівняно з контрольною групою. У контрольній групі медіана нормалізованої площі становила 72.7 ум. од. У групі з ішемічним прекондиціюванням цей показник значно знизився до 44.5 ум. од. ($P<0.05$). У групі з постампутаційною атрофією медіана нормалізованої площі також була вірогідно нижчою за контроль і становила 56.8 ум. од. ($P<0.05$). Таким чином, обидва патологічні стани призводять до зменшення показника, що відображає загальну роботу м'яза під час викликаного скорочення, причому ефект ішемії в умовах експерименту був більш вираженим. Також спостерігалася тенденція до прогресуючого зниження нормалізованої площі протягом серії з 10 послідовних стимуляцій в експериментальних групах, на відміну від відносно стабільних показників у контрольній групі.

Ішемічне ураження та дегенерація м'язів, прилеглих до ділянок ампутації дистальної кінцівки, призводять до статистично вірогідного зниження нормалізованої площі при реєстрації механограм м'язових скорочень. Зміни характеристик скорочення при цих двох патологічних станах мають суттєві відмінності, що вказує на специфічність впливу кожної патології. Отримані дані узгоджуються з літературними відомостями про фізіологічні наслідки обмеження кровопостачання та втрати кінцівки. Використання нормалізованої площі механограми як маркера за допомогою сервоконтрольованої тензометрії та автоматизованих протоколів аналізу (*OriginLab*, *Python*/*NumPY*) має значний потенціал для ранньої діагностики, моніторингу ефективності лікування та прогнозування відновлення функції м'язів у пацієнтів з ішемією та ампутаціями, що є особливо актуальним з огляду на зростання травматизму.

Ключові слова: м'язи, ішемія, атрофія, тензометрія, травматизм

Оцінка якісних параметрів еякулятів псів за простатиту

В. Сергієнко
sergienko.vovan75@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Ветеринарна андрологія є важливою складовою репродуктології [Naumenko et al., 2024]. Вивчення поширеності, факторів виникнення, перебігу, терапевтичних і профілактичних заходів за патологій статевої системи самців є провідним методом боротьби з неплідністю [Koshevoy et al., 2021; Mason, 2023]. Поширеним, проте недостатньо дослідженим захворюванням є простатит, що набуває особливого значення у псів, для яких простата є єдиною додатковою статевою залозою [Bucci et al., 2023; Hua et al., 2025]. За простатиту відбувається розвиток оксидативного стресу як на місцевому, так і на системному рівні. Зниження якості сперми, яке реєструють за цього стану, відбувається переважно через дію підвищених концентрацій активних форм Оксигену, які посилено виробляються за впливу і асептичного запалення, і бактеріальних агентів [Ihsan et al., 2018; Serhiienko et al., 2025]. Секрет передміхурової залози багатий різними білками, які відіграють вирішальну роль у підтримці рухливості, життєздатності та морфології сперміїв; крім того, він відіграє захисну роль для статевих клітин під час їх пересування у піхві й матці [Aquino-Cortez et al., 2017; Domoslawska-Wyderska et al., 2023]. За розвитку патологічних процесів у простаті, зміни складу секрету передміхурової залози негативно впливають на якість сперми [Holst et al., 2021; Posastiuc et al., 2025]. Метою досліджень було оцінити якість сперми псів за запалення передміхурової залози.

Матеріалом досліджень були пси живою масою 10–15 кг, віком 7–9 років. Було сформовано дві групи: контрольну (n=12) — клінічно здорові тварини без ознак ураження урогенітального тракту, і дослідну (n=12) — пси із вперше діагностованим гострим простатитом. Зразки еякулятів для дослідження отримували методом мастурбації один раз у кожного самця з використанням скляних пробірок для збору сперми з виокремленням окремих фракцій — передміхурової залози (1-а і 3-я фракції) та фракція багата спермою (2-а). Після отримання всі зразки сперми центрифугували протягом 10 хв у попередньо підігрітій до 37 °C центрифузі згідно з рекомендаціями Sugai et al. (2023). Визначали об'єм сперми, рухливість, концентрацію і кількість живих сперміїв, вміст морфологічно аномальних статевих клітин. Об'єм еякуляту вимірювали за допомогою градуйованих пробірок. Рухливість сперміїв визначали у роздавленій краплі за 10-бальною шкалою — за кожні 10 % сперміїв з прямолінійно-поступальним рухом ставили один бал. Концентрацію сперміїв розраховували за допомогою стандартного методу із використанням гематологічного цитометра. Для визначення кількості живих сперміїв та морфологічно аномальних використовували процедуру суправітального фарбування еозин-нігрозином. Отримані дані обробляли статистично, використовуючи ANOVA-тест, вірогідними вважали зміни при $P<0,05$.

Проведені дослідження визначили вірогідні відмінності якості сперми у клінічно здорових і хворих на простатит псів. Так, об'єм еякуляту у контрольної групи дорівнював 6,7±0,31 мл, а у дослідній був нижчим на 35,8 % ($P<0,001$), причиною чого, на нашу думку, був розвиток запальних процесів у передміхуровій залозі, що пригнічувало її секреторну здатність. Накопичення запальних медіаторів і продуктів вільнорадикального окиснення призводило до значного зниження показника рухливості сперміїв — у псів дослідної групи від знижувався на 37,2 % ($P<0,001$). Концентрація сперміїв у дослідних псів була нижчою від даних контролю на 22,1 %, а кількість живих становила 72,2±3,62 %, що було нижчим на 19,9 % ($P<0,01$). На противагу, вміст сперміїв із морфологічними аномаліями був вищим на 34,8 % ($P<0,01$). Отже, за гострого простатиту у псів спостерігали зміни якісних параметрів еякуляту, що, з одного боку, пов'язане з порушеннями секреторної функції передміхурової залози, а з іншого — зі змінами біохімічних параметрів секрету.

Результати досліджень свідчать, що простатит у псів спричиняє негативні зміни якості сперми — насамперед показників рухливості сперміїв і об'єму еякуляту.

Ключові слова: пси, передміхурова залоза, запалення, сперма

Вплив α-кетоглютарату на деякі поведінкові реакції мишей з індукованим ПТСР

Ю. Соколовська, В.-М. Настасюк, В. Деркачов, В. Березовський, М. Байляк, О. Стрільбицька
julia.sokolovska.95@gmail.com

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР) — це серйозний психічний стан, який розвивається в людей після пережиття сильного стресу або травматичних подій: війни, насильства чи стихійних лих, і супроводжується повторними спогадами, тривогою та уникнанням нагадувань про травму. ПТСР суттєво впливає на емоційний стан і якість життя людини, тому його вивчення є надзвичайно актуальним [Verbitsky, 2020]. З метою кращого розуміння механізмів розвитку ПТСР, вчені широко використовують лабораторні моделі, зокрема експерименти на мишах, які дозволяють досліджувати нейробіологічні зміни, пов'язані з травмою, і тестувати потенційні методи лікування. Деякі дослідження показують, що природній метаболіт α-кетоглютарат може впливати на поведінку та мати седативний ефект [Eid, 2025].

Метою цього дослідження було протестувати, як споживання α-кетоглютарату (АКГ) могло вплинути на поведінку мишей, у яких індукували ПТСР ударами електричного струму у лапи.

У досліді використовували 4-місячних самців мишей лінії C57BL/6J. Мишей поділили на три групи. Кожна група налічувала по 8 мишей. Перша група — контрольна, яка не зазнавала впливу стресу, наступні дві експериментальні групи, «Стрес» та «Стрес+α-кетоглютарат», отримували удари низькоінтенсивним електричним струмом. Групу мишей «Стрес+α-кетоглютарат» після стресування поїли 5 % розчином сахарози із додаванням α-кетоглютарату у дозуванні 500 мг/кг маси тіла. Контрольну групу і групу «Стрес» поїли 5 % розчином сахарози без препарату. Експеримент тривав 22 дні, після чого на мишах проводили серію поведінкових тестів для оцінки поведінкової симптоматики ПТСР: зокрема тест «відкрите поле», тест світлого і темного ящика, *splash*-тест. В тесті «відкрите поле» аналізували загальну рухову активність та рівень тривожності за допомогою таких параметрів, як загальна пройдена дистанція, швидкість пересування, час перебування в центральній зоні арени, кількість епізодів завмирання та дефекацій. У тесті світлого і темного ящика досліджували рівень тривожності, вимірюючи час перебування у світлій зоні, кількість входів до неї та латентність першого входу. У *splash*-тесті на спинну поверхню тварин наносили 10 % розчин сахарози, після чого оцінювали мотивацію до самоочищення за такими показниками, як латентність до початку грумінгу, тривалість і частота грумінгової поведінки.

Результати тесту «відкрите поле» показали, що стрес від ударів електричним струмом знижує час перебування у центральній зоні та збільшує кількість завмирань. Споживання АКГ у стресованій групі знижує кількість завмирань, порівняно з групоюЮ яка зазнавала стресу і не споживала АКГ, що свідчить про зменшення тривожної поведінки. Загальна активність (відстань, швидкість, дефекації) не змінюється вірогідно. Результати тесту світлого і темного ящика показали, що стресова обробка значно збільшує латентність входу в освітлену зону, зменшує час перебування в освітленій частині та кількість входів. Результати *splash*-тесту показали, що стрес спричиняє зменшення грумінгової активності. Прийом АКГ дещо підвищує загальний час грумінгу і його частоту, проте незначно впливає на латентний період стресованих мишей у тесті світлого та темного ящика.

Загалом після дії стресу, спричиненого електричним струмом, миші демонстрували типові ознаки ПТСР, а саме зменшення активності у *splash*-тесті, тривожну поведінку в тесті «відкрите поле» і тесті світлого й темного ящика. Введення α-кетоглютарату не призвело до виражених поведінкових змін у стресованих мишей, але у деяких тестах спостерігали позитивний вплив АКГ — зменшення кількості завмирань та збільшення грумінгової активності у мишей. Результати свідчать про слабкий коригувальний вплив АКГ на поведінку мишей із ПТСР.

Ключові слова: ПТСР, стрес, поведінка, α-кетоглютарат, психічне здоров'я

Профілактика маститів при застосуванні препарату на основі повідон-йоду

Д. Солодка
da.solodka@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Запалення молочної залози є найпоширенішою патологією у продуктивних стадах корів. Особливу небезпеку для здоров'я спричиняють субклінічні мастити, які мають типових для цієї патології клінічних ознак, проте за проведення лабораторних досліджень визначаються якісні зміни у молоці. Не менші економічні втрати в господарствах реєструють за діагностики в поголів'ї клінічних форм маститу, які нерідко призводять до передчасного вибракування корів, зниження кількості і якості отриманого від них молока. Постійних фінансових витрат вимагає також комплекс заходів щодо діагностики, лікування і профілактики маститів.

Роботу виконували впродовж 2024 р. в умовах господарства, яке спеціалізується на виробництві товарного молока. Досліджуваний засіб як основну діючу речовину містить повідон-йод та натрію селеніт, який володіє вираженими бактерицидним та бактеріостатичним ефектом щодо широкого спектру мікроорганізмів — збудників маститу. Також він проявляє загальностимулюючу дію на імунну систему вимені. Як синергічні компоненти до складу експериментального препарату входять сполуки з вираженими знеболювальними, протинабряковими та в'яжучими ефектами в місці розвитку патологічного процесу.

Повідон-йод (полівінілпіролідону йодид) — комплекс йоду з полівінілпіролідоном (ПВП), який характеризується бактерицидною (щодо грампозитивних та грамнегативних бактерій), віруліцидною, фунгіцидною, спорицидною, антипротозойною дією. При контакті зі слизовими оболонками та ураженими тканинами з йод-полімерного комплексу виділяється активний йод; він реагує з окиснювальними сульфідними (SH^-) та гідроксильними (OH^-) групами амінокислот, які входять до складу ферментів і структурних білків мікроорганізмів, інактивуючи чи руйнуючи їх. При комплексоутворенні з ПВП йод втрачає місцеву подразнювальну дію, притаманну спиртовим розчинам йоду. Завдяки великому розміру комплексної молекули повідон-йоду, він практично не проникає через біологічні бар'єри і системна дія йоду майже не проявляється, а в комплексі з допоміжними речовинами забезпечує антисептичну та протизапальну дію.

Резистентність до повідон-йоду у мікроорганізмів не виникає. Йод є одним з основних складників тироксину і трийодтироніну — гормонів щитоподібної залози, які регулюють майже всі основні види обміну речовин. Тироксин відповідає за енергетичний обмін і рівень теплопродукції в організмі, є каталізатором утворення енергії в клітинах. Селен відіграє важливу роль в утворенні понад 30 необхідних організму гормонів, ферментів та інших біологічно активних речовин, стимулює еритроцитопоез, покращує живлення клітин киснем.

Було запропоновано переддоїльну обробку вимені корів 0,2 % розчином препарату на основі повідон-йоду. При проведенні досліджень встановили позитивний вплив препарату йоду на якісні характеристики молока. Після застосування препарату в молоці знизився рівень соматичних клітин до 289,6±10, тис./мл, тоді як у групі корів, яких не обробляли препаратом, рівень соматичних клітин був 329,6±32,4 тис./мл. Отже, переддоїльна обробка вимені засобом на основі повідон-йоду сприяє зниженню соматичних клітин у молоці, що свідчить про ефективність методу в профілактиці маститів.

Ключові слова: йодовмісні препарати, мастит, повідон-йод, соматичні клітини, переддоїльна обробка

Мінеральний склад молока овець з різних зон розведення

*С. В. Чугаєв**
tyredwerty@gmail.com

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Молоко є важливим продуктом харчування людей, адже до його складу входять усі необхідні для життєдіяльності організму речовини. Окрім білків, жирів та вуглеводів, воно містить низку макро- і мікроелементів, які беруть участь у багатьох біохімічних процесах людського організму. З огляду на зазначене, метою наших досліджень було вивчити мінеральний склад молока овець української гірськокарпатської породи з передгірської і гірської зон розведення.

Для експериментальних досліджень за принципом аналогів (фізіологічний стан, жива маса і вік) відібрали по 20 лактуючих вівцематок з гірської та передгірської зон: І група — тварини з ФГ «Байково», с. Липча Хустського р-ну, передгірська (низинна) зона; ІІ група — тварини з СФГ «Банський», с. Луг Рахівського р-ну, гірська зона. За звітний період провели дослідження мінерального складу молока на другому-третьому місяці лактаційного періоду овець з кожної зони.

У середніх зразках молока за добу (дворазове ручне доїння) визначали вміст Mg, Fe, Zn, Ni, Co, Mn, Cr, Cu за допомогою атомно-адсорбційного спектрофотометра С-115 ПК (*Selmi*).

Результати наших досліджень встановили міжгрупову диференціацію за вмістом мікро- та макроелементів у молоці овець із різних зон розведення. Так, у молоці тварин з передгірської зони вміст заліза становив 18,7, цинку — 61,0, кобальту — 2,08, міді — 2,18 мкг/кг, що більше, порівняно з ровесницями з гірської зони, на 2,8 ($P<0,05$); 1,2; 0,09 та 0,33 ($P<0,01$) відповідно. Натомість вміст марганцю був вищим у молоці овець з гірської зони — 2,71 мкг/кг, за цим показником вони вірогідно переважали ровесниць з передгірської зони на 0,34 мкг/кг ($P<0,01$). Менший вміст у молоці деяких мікроелементів (зокрема заліза, цинку, кобальту та міді) за утримання вівцематок на низинних пасовищах, ймовірно, зумовлений вищими надоями, ніж у овець з гірської зони.

Порівняльний аналіз свідчить, що певну різницю між вівцями з різних зон розведення спостерігали і за вмістом у молоці макроелементів. Найбільшу кількість магнію виявлено у молоці овець, які випасалися на високогірних полонинах — 0,103 г/кг, що вірогідно вище на 0,017 г/кг, ніж у молоці вівцематок з низинної зони. За вмістом кальцію різниця між вищеназваними групами тварин була несуттєвою і становила близько 0,04 г/кг, а вміст фосфору у молоці овець обох груп був майже однаковим: у передгірській зоні — 1,10, а в гірській — 1,11 г/кг.

Таким чином, за вмістом мінеральних елементів у молоці вівцематок української гірськокарпатської породи спостерігали міжгрупову диференціацію. У молоці вівцематок з низинної зони простежували вищий вміст мікроелементів (виняток — вміст марганцю); втім, вміст макроелементів, навпаки, був вищим. Різниця за досліджуваними мікро- та макроелементами коливалася від вірогідних до невірогідних значень.

Ключові слова: українська гірськокарпатська порода, .вівці, мінеральний склад молока, передгірська і гірська зони

*Науковий керівник — д.с.-г.н., старший науковий співробітник В. В. Федорович

Molecular markers application to find out the efficacy of antibiotics replacers

S. A. Shatalov, V. S. Nedzvetsky
fenomen3@gmail.com

Dnipro State Agrarian and Economy University, Dnipro, Ukraine

Antibiotics remain the most applicable tool to provide health and growth of broiler chickens farming. However, the generation of multidrug resistant strains was the main cause to restrict antibiotic supplementation in the animal farming. The intestinal health and permanent control of the enteric diseases in broiler herds are the critical items for productivity of chicken farms. Intercellular adhesion between enterocytes is a molecular basis of intestinal barrier function. Various factors can induce barrier destruction and initiate enteropathogenic diseases. Therefore, feed additives can be promising tools to both protection and maintenance intestine functioning. The search of food factors that support the barrier function and immune resistance of the intestine is actual. Furthermore, feed additives can be effective replacers in a view of modern standards of the antibiotic ban spreading in in a whole world. Organic acids and monoglycerides considered as nontoxic compounds that able to support intestinal health and replace antibiotics through they multiple bioactive effects including antimicrobial and growth stimulatory activity. However, the exact mechanisms of this compounds remain unclear. The aim of study was to find out the effect of short chain fatty acids and monoglycerides blend (SCFAMB) on the intestinal barrier and immunity in broiler chickens.

The two groups of broilers *Cobb 500* cross were selected in the industrial poultry farming. The control group fed with standard diet supplemented with antibiotics. SCFAMB-exposed group consumed SCFAMB with drinking water in a dose of 500 ml per ton during 15 days. The sampling of the thin intestine carried out on 27th day of life. The expression of occluding and interferon-γ was detected with RT-PCR analysis. The content of E-cadherin and interferon-α was assessed with western blot. Modern strategies to assess an intestinal health are based on the both separate study of individual biological activity and integrative characteristics of molecular markers of the main intestinal functions in industrial farming animals. The obtained quantitative results were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA).

The obtained results have demonstrated that the average daily gain was higher in SCFAMB-exposed group by more than 1.07 % in compare with the control group. SCFAMB treatment initiated a decrease in interferon-γ and increase in interferon-α content on 1.57 and 1.75 times respectively. Additionally, the SCFAMB supplementation ameliorated barrier integrity through the upregulation in both occluding expression and E-cadherin content on 1.38 and 1.53 times respectively. Therefore, the present results are accord the hypothesis for multiple effects of SCAFMB on the intestinal health of broiler chickens via barrier functioning maintenance.

Finding out the impact of substances that are used as antimicrobial agents or growth promoters in poultry feeding for both broilers and laying hens remains a relevant issue. Besides, the optimal doses of individual organic acids and monoglycerides, as well as their mixtures, where a combination of the properties of each component is used to achieve maximum efficiency remain undefined. Therefore, the study of organic acids effect on the intestinal functions of broilers is actual to maintain the sustained poultry limited by antibiotics application. The barrier function of the intestine is provided by the tightness in the interaction of intestinal epithelial cells. Several families of intercellular adhesion proteins form strong contacts between epithelial cells. E-cadherin is a specific for epithelial cells protein which takes a part in the formation of the epithelial barrier. The present results are accord the hypothesis for multiple effects of SCAFMB on the intestinal health of broiler chickens via barrier functioning maintenance. SCAFMB exposure stimulate occluding and E-cadherin production in the broiler intestine and consequently support epithelial cells adhesion as well as intestinal barrier integrity. Additionally, SCAFMB downregulate interferon-γ and increase interferon-α content. Therefore, the application of SCAFMB has a maintaining effect on intestinal health of broiler chickens including modulation of epithelial cell barrier and the innate immune response. The results of present study are evidence that SCAFMB mixture could be a prospective tool to develop the promising alternative to replace traditional antimicrobial agents in poultry farming. Future research should be focused on the identification of molecular mechanisms feed additives to advance broiler farming productivity.

Key words: antibiotic resistance, poultry, intestinal barrier, immunity

Вміст основних таксонів мікробіому товстої кишки поросят за дії ізотонічно-протеїнової суміші

О. Шептуха, Д. Масюк
shepto@icloud.com

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Сучасні дослідження підтверджують тісний зв'язок між станом кишкового бар'єру та мікробіотою, яка відіграє ключову роль у синтезі біологічно активних метаболітів, регуляції імунних реакцій, підтримці цілісності епітеліальних клітин і протидії патогенним мікроорганізмам [Gieryńska, 2022]. Порушення мікробіому можуть призводити до змін метаболізму, підвищення проникності кишкової стінки, запальних процесів і системних обмінних порушень [Tommaso, 2021].

Одним із перспективних підходів для покращення стану кишкового бар'єру є застосування біологічно активних речовин, зокрема ізотонічно-протеїнової суміші (ІПС). Передбачають, що ІПС може сприяти нормалізації структурно-функціонального стану кишкового епітелію, стимулювати розвиток місцевого імунітету, стабілізувати мікробіом та покращувати енергетичний обмін в ентероцитах [Masiuk, 2022]. Застосування таких технологій у годівлі поросят може не лише сприяти підвищенню їхньої стійкості до стресів, а й оптимізувати метаболічні процеси, що в підсумку позитивно позначається на їхньому здоров'ї, темпах росту і продуктивності [Buzoianu, 2020].

Метою дослідження було вивчення вікової динаміки популяцій бактерій родів *Escherichia*, *Staphylococcus* та *Enterococcus* у товстій кишці поросят за дії ізотонічно-протеїнової суміші.

Для проведення експерименту було відібрано 168 трипородних гібридних поросят генетики *DanBred* віком 2 доби, яких поділили на дві групи: контрольну та дослідну, по 84 тварини в кожній. З 3-ї до 8-ї доби поросятам дослідної групи випоювали ізотонічно-протеїнову суміш. Для вивчення стану мікробіому товстої кишки в 9-, 21- та 35-добовому віці з кожної групи відбирали по 6 поросят, яких піддавали евтаназії. Кількісний склад кишкової мікрофлори визначали приготуванням десятикратних серійних розведень зразків відповідно до ДСТУ ISO 6887-1:2003 із подальшим висівом отриманих суспензій на спеціалізовані селективні поживні середовища. Кількісну оцінку колоній та інтерпретацію результатів проводили відповідно до стандарту ISO 7218. Статистичну обробку даних виконували за допомогою пакета «Аналіз даних» *Microsoft Office Excel 2019*.

Дослідженнями встановлено, що на 9-й 21-й та 35-й день життя рівень *E. coli* у сліпій кишці поросят дослідної групи був відповідно на 11,2 % вищим, на 12,0 % нижчим і на 73,3 % нижчим, ніж у контрольній групі, що може вказувати на позитивний вплив ІПС на зниження рівня *E. coli* у сліпій кишці поросят у пізній постнатальний період. На 9-й день життя рівень *Staphylococcus spp.* у сліпій кишці поросят дослідної групи був на 16,9 % вищим, ніж у контрольній групі. У 21-добовому віці у поросят, які отримували ІПС, цей рівень був на 27,7 % вищим, а на 35-й день життя — у 4,4 раза вищим, ніж у контрольній групі. Динаміка змін колонізації *Enterococcus spp.* у сліпій кишці поросят демонструє значне зменшення бактеріальної чисельності в контрольній групі упродовж вікового розвитку, тоді як у поросят, які отримували ІПС, спостерігали значне зростання популяції *Enterococcus spp.* у пізні періоди.

У поросят дослідної групи 9-й, 21-й та 35-й день життя рівень *Staphylococcus spp.* в ободовій кишці поросят був відповідно на 5,6 % нижчим, у 2,9 раза та у 9,0 разів вищим, ніж у контрольній групі, що може свідчити про стимулюючий вплив ІПС на ріст *Staphylococcus spp.* у пізній постнатальний період. На 9-й день життя рівень *Enterococcus spp.* в ободовій кишці поросят дослідної групи був на 23,6 % нижчим, ніж у контрольній групі. У 21-добовому віці рівень *Enterococcus spp.* у поросят, які отримували ІПС, був на 35,6 % нижчим, ніж у контрольній групі, а на 35-й день життя рівень *Enterococcus spp.* в експериментальній групі був у 477 разів вищим, ніж у контрольній групі, що свідчить про виражений стимулюючий ефект ІПС на зростання *Enterococcus spp.* в ободовій кишці поросят у пізній постнатальний період.

Отже, період відлучення поросят є ключовим для змін мікробного складу травного тракту, зокрема концентрації *E. coli*. Використання ІПС посилює цей ефект, додатково зменшуючи чисельність *E. coli*, особливо у сліпій кишці, порівняно з контрольною групою, що допомагає нормалізувати мікробіоценоз кишечника та запобігає дисбіотичним порушенням після відлучення. Динаміка чисельності *Staphylococcus spp*. та рівня *Enterococcus spp*. у товстій кишці поросят раннього віку характеризується різким зростанням до 21-го дня життя з подальшим зниженням після відлучення. Застосування ІПС спричиняла суттєве зростання чисельності *Enterococcus spp*., порівняно з контрольною групою, як у сліпій, так і в ободовій кишці.

Ключові слова: поросята, мікробіота, товста кишка, ізотонічно-протеїнова суміш

Динаміка живої маси корів у період вирощування та її вплив на їх молочну продуктивність

І. Шпить
irashpyt@ukr.net

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

Багато вчених довели, що на фенотиповий прояв ознак молочної продуктивності корів впливають різні чинники. Одним із основних факторів, за яким здійснюють добір тварин до основного стада, є інтенсивність їх росту у молодому віці. A. Bach (2011) зазначає, що вирощування корів у молодому віці детермінує близько 20 % їхньої майбутньої молочної продуктивності. Для одержання високих надоїв низка авторів [Денисюк О. В., 2015; Каратаєва, 2016; Ференц Л. В. та ін., 2018] пропонують при доборі надавати перевагу телицям із високою інтенсивністю росту живої маси. Інші дослідники вважають, що інтенсивне вирощування тварин у ранньому віці не завжди є запорукою майбутньої високої продуктивності, до того ж сприяє скороченню тривалості їх продуктивного використання. Водночас Т. П. Коваль (2007) наголошує, що висока молочна продуктивність притаманна коровам з помірною інтенсивністю росту живої маси у молодому віці.

Дослідження проведені на коровах-первістках української чорно-рябої молочної породи у трьох господарствах: ДП ДГ «Олександрівське» Вінницької обл. (зона Лісостепу, n=714), ТОВ СГП «Імені Воловікова» Рівненської обл. (зона Полісся, n=1840) та ДП «Дослідне господарство «Асканійське» Херсонської обл. (зона Степу, n=926). До вибірки увійшли корови, які на час проведення досліджень закінчили щонайменше третю лактацію. У підконтрольних корів ретроспективним аналізом даних зоотехнічного обліку за останні десять років досліджували динаміку їхньої живої маси у період вирощування (новонароджені, 6-, 12- та 18-місячний вік) та ознаки молочної продуктивності (надій, вміст жиру в молоці та кількість молочного жиру) залежно від вагового росту тварин у молодому віці. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення *Microsoft Excel*. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали порівнянням групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Вірогідність різниці між груповими середніми визначали за критерієм достовірності Стьюдента (*t*). Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною за P<0,05 (*), P<0,01 (**), P<0,001 (***).

Встановлено, що тварини української чорно-рябої молочної породи у різних господарствах характеризувалися досить високими показниками живої маси у період вирощування. При цьому найвищі значення цієї ознаки у новонароджених та 18-місячних телиць спостерігали у зоні Лісостепу, а у 6- та 12-місячних — у зоні Полісся. Кращими середньодобовими приростами від народження до 6-місячного віку відзначалися телиці із зони Полісся, а в усі подальші досліджувані вікові періоди та від народження до 18 місяців — тварини із зони Лісостепу. Найвищі значення відносної швидкості та напруги росту живої маси телиць спостерігали у період від народження до 6 місяців, з віком ці показники знижувалися. Жива маса у період вирощування мала суттєвий вплив на формування молочної продуктивності корів-первісток. У зоні Лісостепу найбільш продуктивними виявилися первістки, жива маса яких при народженні становила 40–42, у 6-місячному віці — 181–190, у 12-місячному — 321–335 та у 18-місячному — 421–435 кг; у зоні Полісся — відповідно, 43 кг і більше, 181–190, 321–335 та 421–435 кг; у зоні Степу — 43 кг і більше, 191–200, 336 кг і більше та 421–435 кг. Варто зазначити, що жива маса тварин у вищенаведені вікові періоди мала дещо менший і зазвичай невірогідний (виняток — жива маса новонароджених телиць) вплив на вміст жиру в молоці корів підконтрольних господарств, на що вказує несуттєва різниця за цією ознакою між первістками підконтрольних груп. Між живою масою первісток у різному віці у період їх вирощування та ознаками молочної продуктивності спостерігали різноспрямовані зв'язки. При цьому у тварин із зони Лісостепу вони були несуттєвими і майже у всіх випадках невірогідними, а у первісток із зон Полісся і Степу ці зв'язки були дещо суттєвішими і переважно вірогідними. З'ясовано, що жива маса тварин у період вирощування у ТОВ СГП «Імені Воловікова» мала вірогідний (P<0,05–0,001) вплив на надій, у ДП ДГ «Олександрівське» цей вплив був невірогідним, а у ДП «Дослідне господарство «Асканійське» вірогідний вплив (P<0,01) на надій мала лише жива маса новонароджених тварин. У всіх досліджуваних господарствах жива маса тварин у період вирощування не чинила вірогідного впливу на вміст жиру в молоці (виняток — жива маса новонароджених теличок у ТОВ СГП «Імені Воловікова» і ДП «Дослідне господарство «Асканійське»). Корови з підконтрольних господарств відрізнялися між собою за живою масою у молодому віці. Найвищі значення живої маси у новонароджених та 18-місячних телиць спостерігалися у зоні Лісостепу, а у 6- та 12-місячних — у зоні Полісся. Вищі показники відносної швидкості та напруги росту живої маси телиць виявляли у період від народження до 6 місяців, з віком ці показники знижувалися. У зоні Лісостепу та Полісся найбільш продуктивними виявилися первістки, жива маса яких при народженні становила 40–42, у 6-місячному віці — 181–190, у 12-місячному — 321–335 та у 18-місячному — 421–435 кг; у зоні Степу — відповідно, 43 кг і більше, 191–200, 336 кг і більше та 421–435 кг.

Ключові слова: корови-первістки, жива маса, молочна продуктивність, кореляція, сила впливу

Дослідження ліпідного складу плазми крові кролів за випоювання наночастинок цинку, селену і германію цитрату в умовах сильного теплового стресу

М. О. Юзьвяк
maruk7991@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Одним із проявів теплового стресу у кролів є зміни в обміні ліпідів, які є важливими компонентами клітинних мембран. Ці зміни можуть впливати на структурну цілісність мембран, функціональні та адаптаційні властивості клітин. Щодо зменшення негативного впливу теплового стресу в науковій літературі є дані про дослідження органічних сполук мікроелементів, створених за допомогою нанотехнології, що забезпечує взаємодію з клітинними структурами і сприяє підвищенню мембранної стабільності та функціональної активності клітин.

Метою нашого дослідження було з'ясувати вплив наночастинок цинку, селену і германію цитратів на ліпідний склад плазми крові кролів за умов сильного теплового стресу.

Дослідження проводили на молодняку кролів-аналогів породи термонська біла у період з 35- до 78-добового віку у віварії Інституту біології тварин НААН. Впродовж експерименту 4 год. на добу в приміщенні підвищували температуру за допомогою регульованих електричних нагрівачів повітря, що створювало умови теплового стресу. Для оцінки температурно-вологісного індексу використовували вимірювально-обчислювальний комплекс АПСЕ-М (Патент № 127047) і термогігрометр *Trotec BL30*, який відображав поточні показники температури, вологості й часу. Підготовчий період дослідження тривав 14 днів. Дослідний період відбувався у два етапи по 14 і 15 днів за умов сильного теплового стресу і випоювання наночастинок цинку, селену та германію цитратів. Кролі були розподілені на 4 групи по 6 тварин: контрольну та 3 дослідні, із середньою масою тіла 1200±50 г. Тварини дослідних груп споживали збалансований гранульований комбікорм, проте протягом доби з водою отримували цитрати мікроелементів: I група — цинку цитрат (60 мг/л); II — селену цитрат (300 мкг/л); III — германію цитрат (62,5 мкг/л). Розчини наночастинок цитрату цинку, селену і германію для дослідження виготовлені ТОВ «Наноматеріали та нанотехнології», м. Київ (Патент № UA 38391).

Отримані результати нашого дослідження свідчать про регуляторний вплив наночастинок на ліпідний обмін, що може сприяти адаптації організму до теплового стресу та зменшенню його негативних наслідків. Встановлено, що за випоювання наночастинок германію цитрату на 14-ту добу підвищувався рівень загальних ліпідів ($P<0,001$), на 29-ту добу дослідження знижувався рівень триацилгліцеролів ($P<0,05$) та підвищувався рівень неестерифікованих жирних кислот ($P<0,05$).

Таким чином, випоювання кролям наночастинок селену цитрату (60 мкг Se/кг маси тіла) та германію цитрату (12,5 мкг Ge/кг) за умов сильного теплового стресу відзначалося позитивними змінами ліпідного складу плазми крові кролів впродовж 29 діб дослідження. Вірогідних змін за впливу цинку цитрату (12 мг Zn/кг маси тіла) не виявлено.

Ключові слова: кролі, тепловий стрес, наночастиноки, ліпіди, НЕЖК, тригліцероли

Прояв ознак молочної продуктивності корів залежно від надою їх материнських предків

*В. Я. Яцинка**
vitalikgoal@gmail.com

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН,
с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

На формування ознак молочної продуктивності корів впливає низка паратипових та генетичних чинників. При цьому суттєве значення має дослідження молочної продуктивності в особин, які перебувають у близьких родинних зв'язках. Важливим є дослідити генетичні задатки не лише нащадків, але і їхніх предків, зокрема матерів, матерів матерів і матерів батьків.

З огляду на зазначене, метою наших досліджень було з'ясувати прояв ознак молочної продуктивності корів залежно від надою їхніх материнських предків.

Дослідження полягали у ретроспективному аналізі даних зоотехнічного обліку з використанням програми СУМС (системи управління молочним скотарством) «Інтесел Орсек» за 2008–2022 рр. у стаді ТОВ СГП «Імені Воловікова» Гощанського р-ну Рівненської обл. У корів за першу та третю лактації, залежно від продуктивності матерів, матерів матерів і матерів батьків за вищу лактацію, досліджено мінливість надою, вмісту жиру в молоці та кількості молочного жиру. До вибірки увійшли 1967 тварин. Визначення залежності молочної продуктивності корів від надою материнських предків проведено на основі розподілу вибірки на класи.

Результати досліджень свідчать, що за ознаками молочної продуктивності первісток та повновікових корів, залежно від надою матерів за вищу лактацію, спостерігали міжгрупову диференціацію. Так, найнижчою продуктивністю за першу (5368 кг) і третю (5755 кг) лактації характеризувалися дочки, які походили від матерів з надоєм за вищу лактацію до 4000 кг, а найвищою — від матерів з надоєм 9000 кг і більше (7312 та 7711 кг відповідно). Перші поступалися за надоєм та вмістом жиру в молоці за першу лактацію ровесницям всіх решти груп на 219–1944 та 0,3–62,0 кг, а за третю — на 228–1956 і 5,5–60,5 кг відповідно. При цьому різниця між тваринами з найменшими та більшими значеннями вказаних ознак майже у всіх випадках була вірогідною.

За жирномолочністю кращими виявилися первістки (3,79 %) та повновікові корови (3,88 %), надій матерів за вищу лактацію яких становив 4000 кг і менше, а найнижчий вміст жиру за обидві лактації спостерігали у тварин з надоєм матерів 9000 кг і більше. Варто зазначити, що зі збільшенням надою матерів надій дочок також зростав, а вміст жиру майже у всіх випадках знижувався, що свідчить про антагоністичний характер цих ознак. Різниця між первістками з найменшим вмістом жиру в молоці і ровесницями решти груп коливалася від 0,01 до 0,16 %, а між повновіковими коровами — від 0,01 до 0,40 %.

Дещо менше на продуктивність корів впливали надої матерів матерів. Найнижчими надоями та кількістю молочного жиру за першу (4299 та 155,4 кг) та третю (6434 та 235,3 кг) лактації відзначалися тварини з надоєм матерів за вищу лактацію до 4000 кг. Вони поступалися тваринам всіх решти груп на 261–4731 та 8,1–164,3 кг і 18–1090 та 0,1–41,4 кг відповідно за вірогідного рівня майже у всіх випадках. У наведених вище груп майже у всіх випадках вірогідну різницю спостерігали і за вмістом жиру в молоці. Так, найменш жирномолочні первістки (3,54 %) поступалися тваринам інших груп на 0,04–0,06 %, а повновікові корови — на 0,01–0,04 %.

Щодо залежності ознак молочної продуктивності корів від надою матерів їхнього батька за вищу лактацію, то варто зазначити, що за обидві лактації найменш продуктивними (4976 та 5723 кг) виявилися корови, надій матерів батьків яких не перевищував 10000 кг, а найбільш продуктивними (7587 та 8945 кг) були тварини, надій матерів батьків яких сягав 14000–14999 кг; незначно їм поступалися ровесниці з надоєм матерів батьків 15000 кг і більше, надій яких за першу лактацію становив 7505, а за третю — 8892 кг. Різниця за надоєм між підконтрольними групами тварин коливалася від вірогідного до невірогідного рівня і за першу лактацію коливалася в межах 253–2611, за третю — в межах 195–3252, а за кількістю молочного жиру — в межах 9,3–93,4 і 5,4–114,0 кг відповідно. За жирномолочністю первісток різниця, залежно від продуктивності матерів батьків за вищу лактацію, коливалася від 0,01 до 0,08, а повновікових корів — від 0,03 до 0,11 %.

Таким чином, прояв ознак молочної продуктивності підконтрольних корів за першу і третю лактації значно залежав від надою їхніх матерів, матерів матерів та матерів батьків за вищу лактацію.

Ключові слова: корови, молочна продуктивність, надій материнських предків

*Науковий керівник: доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН Є. І. Федорович.

Стан енергетичного балансу клітин лімфоми NK/Ly

Д. Яцюк, Я. Шалай, М. Бура
marta.bura@lnu.edu.ua

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Аденозин є еволюційним регулятором енергетичного гомеостазу та біохімічним компонентом великої кількості біомолекул — зокрема АТФ, АДФ, АМФ, НАД, ФАД, S-аденозил-L-метіоніну S-аденозил-L-гомоцистеїну тощо [Yegutkin, 2022]. Через ранню еволюційну роль регуляторної системи АТФ/аденозину підтримка добре збалансованого пуринового гомеостазу має вирішальне значення для здоров'я та захворювань у різних (пато) фізіологічних станах, серед яких запалення та пухлини [Boison, 2019]. Гіпоксію та анаеробний метаболізм вважають характерними ознаками онкопатології [Hanahan, 2011]. Нещодавні дослідження підтвердили важливість метаболічних змін при пухлинних патологіях через ідентифікацію змінених функції мітохондрій [Hanahan, 2011]. Оскільки мітохондрії — єдине джерело виробництва АТФ в пухлинних клітинах, науковці припускають центральну провідну роль АТФ у зв'язку між метаболізмом цих клітин і біоенергетикою. Таким чином, вибіркове націлювання на метаболічні шляхи, пов'язані з клітинним АТФ, є раціональним терапевтичним підходом до контролю гомеостазу енергії в пухлинних клітинах [Gentric, 2017; Hanahan, 2011; Martinez-Outschoorn, 2016].

Лімфому вирощували та отримували на нелінійних мишах (n=7). Для прищеплювання лімфоми мишам-самцям внутрішньочеревно вводили шприцом мінімально необхідний об'єм асцитної рідини (200 мкл, який повинен містити 100–160 млн клітин). Для контролю за прищепленням та ростом пухлини експериментальних тварин щоденно зважували. Під час експерименту піддослідних мишей наркотизували діетиловим ефіром. Для отримання асциту черевну порожнину дренували стерильним шприцом. Після цього розраховували середню кількість клітин лімфоми, використовуючи камеру Горяєва. Клітини NK/Ly люб'язно надані Інститутом експериментальної патології, онкології і радіобіології НАН України (Київ) з їхньої колекції пухлинних культур. Усі маніпуляції з піддослідними тваринами проводили згідно з Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (1998), і з Законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2014).

Для отримання гомогенату лімфоми зразок свіжоотриманої асцитної рідини центрифугували упродовж 5–7 хв (1000 об/хв), щоб осадити клітини лімфоми. Рівень АТФ в гомогенаті клітин лімфоми (n=7) визначали за концентрацією неорганічного фосфору, що утворився під час гідролізу АТФ, який проходить при денатурації зразків за додавання HCl у водяній бані (10 хв). Після денатурації зразків гомогенату концентрацію неорганічного фосфору визначали спектрофотометрично (за якісною реакцією з аскорбіновою кислотою) методом Фіске-Суббароу (ммоль P_i/л).

Зміни клітинного метаболізму у онкоклітинах вважають показовою та основною ознакою злоякісного перетворення тканини. Клітинам, особливо злоякісних пухлин, властивий надінтенсивний обмін глюкози, що зумовлено активною потребою у високих концентраціях лабільних макроергічних сполук [Gorman, 2007]. Попри інтенсивний синтез та загальний пул АТФ в організмі людини, номінальна концентрація АТФ в плазмі крові насправді дуже низька. Нормотипові значення концентрації АТФ, представлені в наукових джерелах, коливаються в діапазоні від 120 нмоль/л до 1,25 мкмоль/л. Такий великий розкид експериментальних даних, ймовірно, пов'язаний із різними віковими групами та станами організму піддослідних, а також зумовлений відмінними методами дослідження зразків [Gorman, 2007]. Наприклад, навіть при мінімальному ушкодженні/інвазії тканини у клітинах змінюється проникність плазматичної мембрани, що супроводжується вивільненням АТФ у міжклітинну рідину чи безпосередньо в кров. Крім того, новосинтезований АТФ миттєво деградує упродовж кількох хвилин або відразу захоплюється/використовується клітиною для підтримання перебігу біохімічних реакцій. Незначна концентрація АТФ також присутня в інших біологічних рідинах організму та відрізняється за наявності патології: наприклад, у сечі здорових людей — 2–6 нмоль/л, у сечі пацієнтів з синдромом гіперактивного сечового міхура — 7–11 нмоль/л [Silva-Ramos, 2013].

У результаті проведених досліджень встановлено високий рівень вмісту АТФ в гомогенаті лімфоми мишей NK/Ly, що свідчить про відмінний метаболізм та проліферацію цього типу клітин. У контрольній групі лімфоцитів здорових пацієнтів ідентифіковано середню концентрацію АТФ в середньому 4,7±1,6 ммоль/л, а у зразках гомогенату клітин лімфоми виявлено вірогідно вищий рівень АТФ на 21,9±1,5 % (n=7). Мабуть, зміни рівня АТФ як маркера метаболізму в різних видах зразків *in vitro*, а також *in vivo* в тканинах і культурах клітинах є надзвичайно важливим показником. Тому моніторинг змін універсальної макроергічної сполуки, яким є АТФ, у лініях пухлинних клітин може бути прогностичним показником для оцінки терапевтичного ефекту новосинтезованих полімерів як потенційних носіїв лікарських речовин, зокрема й протипухлинних препаратів.

Ключові слова: АТФ, миші, лімфома NK/Ly

AMCOVET

ВЕТЕРИНАРНІ ПРЕПАРАТИ

від відомих світових виробників

Ексклюзивний авторизований дистриб'ютор компаній:

kela focus on health

agrovetmarket animalhealth

InoVet

Veko INNOVATION, CARE & ANIMAL HEALTH

Україна, м. Київ,
вул. Ґарета Джонса, 15, оф. 201
Моб.: +380 (67) 224-59-34
Моб.: +380 (67) 219-21-99
office@amcovet.com.ua

Запрошуємо до співпраці!

amcovet.com.ua