

## Науковий журнал «Біологія тварин»

Свідоцтво про державну реєстрацію: № KB 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 рецензії 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.*

**Головний редактор:** Салига Ю. Т., д. біол. н.

**Науковий редактор:** Вудмаска І. В., д. с.-г. н.

**Відповідальний секретар:** Судин К. Ю.

**Комп'ютерна верстка:** Судин К. Ю.

## Scientific journal "The Animal Biology"

**Certificate of print media State registration:** No. KB 21158-10958PP 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.*

**Editor-in-chief:** Yuriy Salyha, Dr. Sc.

**Scientific Editor:** Ihor Vudmaska, Dr. Sc.

**Editorial secretary:** Kateryna Sudyn.

**Page layout:** Kateryna Sudyn.

---

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Салига Юрій Тарасович, Інститут біології тварин НААН (Україна) — Голова колегії, головний редактор  
Вудмаска Ігор Васильович, Інститут біології тварин НААН (Україна) — заступник головного редактора

Антоняк Галина Леонідівна, Львівський національний університет імені І. Франка (Україна)

Бартлевські Павел, Ветеринарний коледж Онтаріо, Університет Гвельфа (Канада)

Білий Ростислав Олександрович, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (Україна)

Віщур Олег Іванович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Войтюк Олександр, Уппсальський університет (Швеція)

Гавриляк Вікторія Василівна, Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

Гладій Михайло Васильович, Національна академія аграрних наук України (Україна)

Гунчак Алла Володимирівна, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Гжегоцький Мечислав Романович, Львівський національний медичний університет ім Данила Галицького (Україна)

Доліба Микола, Пенсильванський університет (США)

Заячківська Оксана Станіславівна, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (Україна)

Іскра Руслана Ярославівна, Львівський національний університет імені І. Франка (Україна)

Калачнюк Лілія Григорівна, Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)

Кльоцек Чеслав, Сільськогосподарський університет імені Гуго Коллонтая у Кракові (Польща)

Ковальські Ірина Іванівна, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (Україна)

Корпан Ярослав Ізидорович, Інститут молекулярної біології і генетики НАН України (Україна)

Коцюмбас Ігор Ярославович, Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок (Україна)

Кришталь Олег Олександрович, Інститут фізіології імені О. О. Богомольця НАН України (Україна)

Кулік Джордж, Медичний центр Університету Вейк Форест (США)

Лесик Ярослав Васильович, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка (Україна)

Луговий Богдан, Університет Маунт Сент Вінсент (Канада)

Луцак Володимир Іванович, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника (Україна)

Мадіч Алла Всеволодівна, Кембриджський університет (Великобританія)

Мароунек Мілан, Інститут тваринництва (Чехія)

Медина Ігор, Середземноморський інститут нейробіології (Франція)

Мудронь Павол, Університет ветеринарної медицини та фармації в Кошице (Словаччина)

Муравські Мацей, Сільськогосподарський університет імені Гуго Коллонтая у Кракові (Польща)

Остапів Дмитро Дмитрович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Півнева Тетяна Андріївна, Інститут фізіології імені О. О. Богомольця НАН України (Україна)

Снітинський Володимир Васильович, Львівський національний університет природокористування (Україна)

Стапай Петро Васильович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Стибель Володимир Володимирович, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (Україна)

Стойка Ростислав Степанович, Інститут біології клітини НАН України (Україна)

Тизьо Роман, Середземноморський інститут нейробіології (Франція)

Федорович Єлизавета Іллівна, Інститут біології тварин НААН (Україна)

Шаран Микола Михайлович, Інститут біології тварин НААН (Україна)

---

**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  
**Веб-сторінка:** <http://aminbiol.com.ua>

**Editorial Office:** Institute of Animal Biology NAAS,  
38 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>



ІНСТИТУТ  
БІОЛОГІЇ  
ТВАРИН  
НААН

ISSN 1681-0015 (print)

ISSN 2313-2191 (online)

DOI: 10.15407/animbiol

# БІОЛОГІЯ ТВАРИН

## The ANIMAL BIOLOGY

2024 ▪ Volume 26 ▪ Issue 3 ▪ Issue DOI: 10.15407/animbiol26.03

### EDITORIAL COUNCIL

**Yuriy Salyha**, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine) — Head of the council, editor-in-chief  
**Ihor Vudmaska**, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine) — deputy chief editor

**Halyna Antonyak**, Ivan Franko National University of Lviv (Ukraine)  
**Paweł Mieczysław Bartlewski**, Ontario Veterinary College, University of Guelph (Canada)  
**Rostyslav Bilyy**, Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Ukraine)  
**Nicolai M. Doliba**, University of Pennsylvania (United States)  
**Yelyzaveta Fedorovych**, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)  
**Mykhailo Gladij**, The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Ukraine)  
**Mechyslav Gzhegotskyi**, Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Ukraine)  
**Viktoriia Havryliak**, Lviv Polytechnic National University (Ukraine)  
**Alla Hunchak**, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)  
**Ruslana Iskra**, Ivan Franko National University of Lviv (Ukraine)  
**Liliia Kalachniuk**, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine)  
**Czesław Kłoczek**, University of Agriculture in Kraków (Poland)  
**Yaroslav Korpan**, Institute of Molecular Biology and Genetics NAS of Ukraine (Ukraine)  
**Igor Kotsyumbas**, State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives (Ukraine)  
**Iryna Kovalchuk**, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv (Ukraine)  
**Zygmunt Maciej Kowalski**, University of Agriculture in Kraków (Poland)  
**Oleg Krishtal**, Bogomoletz Institute of Physiology NAS of Ukraine (Ukraine)  
**George Kulik**, Wake Forest University (United States)  
**Yaroslav Lesyk**, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University (Ukraine)  
**Bohdan Luhovyy**, Mount Saint Vincent University (Canada)  
**Volodymyr Lushchak**, Vasyl Stefanyk Precarpathian National University (Ukraine)  
**Alla Madich**, University of Cambridge (United Kingdom)  
**Milan Marounek**, Institute of Animal Science (Czech Republic)  
**Igor Medina**, Mediterranean Institute of Neurobiology (France)  
**Pavol Mudroň**, University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice (Slovak Republic)  
**Maciej Murawski**, University of Agriculture in Kraków (Poland)  
**Dmytro Ostapiv**, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)  
**Tatyana Pivneva**, Bogomoletz Institute of Physiology NAS of Ukraine (Ukraine)  
**Mykola Sharan**, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)  
**Volodymyr Snityns'kyi**, Lviv National Environmental University (Ukraine)  
**Petro Stapay**, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)  
**Rostyslav Stoika**, Institute of Cell Biology NAS of Ukraine (Ukraine)  
**Volodymyr Stybel**, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv (Ukraine)  
**Roman Tyzio**, Mediterranean Institute of Neurobiology (France)  
**Oleg Vishchur**, Institute of Animal Biology NAAS (Ukraine)  
**Oleksandr Voytyuk**, Uppsala University (Sweden)  
**Oksana Zayachkivska**, Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Ukraine)

## ЗМІСТ

<i>Габлі З., Джерроу З., Беддар Л.</i> Патогістологічне та імуногістохімічне дослідження пухлин молочної залози кішок у північно-східному Алжирі .....	3
<i>Грицієнко Ю. В.</i> Взаємозв'язок поліморфізму генетико-біохімічних систем з показниками молочної продуктивності сучасних українських порід великої рогатої худоби .....	14
<i>Тамчук Л. М., Масюк Д. М.</i> Модуляція цілісності кишкового бар'єру курчат-бройлерів, асоційована зі змінами мікробіому .....	26
<i>Прудіус Т. Я., Масюк М. Б.</i> Вплив кормової добавки «Активо» на вміст загальних ліпідів та їх окремих класів у печінці та скелетних м'язах свиней.....	35
Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасної біології, тваринництва та ветеринарної медицини», присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, академіка УААН, заслуженого діяча науки і техніки України, директора Інституту біології тварин НААН з 1972 по 1993 р. Петра ЛАГОДЮКА (3–4 жовтня 2024 року, м. Львів, Україна).....	39
Тези доповідей XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 75-річчю від дня народження доктора ветеринарних наук, професора, члена-кореспондента НААН Ростислава ФЕДОРУКА (19–20 вересня 2024 року, м. Львів, Україна) .....	125
Наші ювіляри .....	182

---

## CONTENTS

<i>Gabli Z., Djerrou Z., Beddar L.</i> Histopathological and immunohistochemical investigation of mammary tumors in female cats in Northeast Algeria.....	3
<i>Gritsienko Yu.</i> Relationship of polymorphism of genetic and biochemical systems with indicators of milk productivity of modern Ukrainian cattle breeds .....	14
<i>Tamchuk L. M., Masiuk D. M.</i> The modulation of intestinal barrier integrity in broiler chickens is associated with the microbiome changes .....	26
<i>Prudyus T. Ya., Masiuk M. B.</i> The influence of feed additive "Activo" on the content of total lipids and their classes profile in liver and skeletal muscles of pigs.....	35
Abstracts of reports of International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of Modern Biology, Animal Husbandry and Veterinary Medicine", dedicated to the 100 <sup>th</sup> anniversary of birth of Doctor of biological sciences, Academician of UAAS, Director of the Institute of Animal Biology NAAS in 1972–1993 Petro Lahodiuk (October 3 <sup>rd</sup> –4 <sup>th</sup> , 2024, Lviv, Ukraine) .....	39
Abstracts of reports of XXII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists, dedicated to the 75 <sup>th</sup> anniversary of birth of Doctor of biological sciences, professor, corresponding member of NAAS Rostyslav FEDORUK (September 19 <sup>th</sup> –20 <sup>th</sup> , 2024, Lviv, Ukraine).....	125
Our jubilarians .....	182



## Histopathological and immunohistochemical investigation of mammary tumors in female cats in Northeast Algeria

Zahra Gabli<sup>1</sup>, Zouhir Djerrou<sup>1</sup>, Leila Beddar<sup>2</sup>  
zouhir21265@yahoo.fr



<sup>1</sup>Natural and Life Sciences Department, Faculty of Sciences, University of August 20<sup>th</sup> 1955, B.P.26 route d'El-Hadaiek, Skikda 21000, Algeria  
<sup>2</sup>Ben Badis University Hospital Center, Constantine 25000, Algeria

### ORCID:

Zahra Gabli <https://orcid.org/0000-0002-9724-5228>  
Zouhir Djerrou <https://orcid.org/0000-0001-8329-5868>

### Authors' Contributions:

**GZ:** Conceptualization; Methodology; Investigation; Writing — original draft.  
**DZ:** Data curation; Formal analysis; Writing — review & editing.  
**BL:** Investigation.

### Declaration of Conflict of Interests:

None to declare.

### Ethical approval:

Not applicable.

### Acknowledgements:

None.



Cancer is a leading cause of feline mortality globally. This study focuses on delineating mammary gland tumor prevalence and anatomopathological characteristics in cats from northeastern Algeria. Encompassing the period from January 2021 to March 2022, the research included 50 cats from Constantine and Annaba provinces, revealing an overall 20% feline mammary tumors (FMT) prevalence. Siamese cats exhibited a higher rate compared to crossbred cats, with a mean age of positively diagnosed cats at  $9 \pm 0.3$  years. Histopathological classification identified 20% of tumors as malignant, specifically squamous cell carcinoma, cribriform carcinoma, and comedo-carcinoma. In conclusion, further epidemiological investigations are essential to understand the risk factors in the initiation and progression of these health issues. In contrast to canine species, FMTs are less diverse, predominantly simple malignant tumors. Benign FMTs are infrequent, and the existence of complex and mixed tumors in felines remains unclear. This study selected three FMT types for immunohistochemical analyses, revealing unusual histological characteristics. A set of three malignant tumors exhibited an epithelial/myoepithelial population, with consistent myoepithelial immunohistochemical signatures. All Grade I malignant tumors resulted in subjects surviving one-year post-diagnosis. Morphologically, we propose categorizing them as feline ductal/canalicular adenoma/carcinoma and feline intracanalicular papillary adenoma/carcinoma, respectively. These findings contribute novel insights to FMT classification and are valuable for prognostic studies.

**Key words:** mammary tumors, female cat, Northeast Algeria, histopathological investigation, immunohistochemical analysis

## Introduction

Breast tumors are common in women as well as in wild and domestic mammals. This type of tumor is frequently encountered in female cats [7].

Mammary tumors represent at least one-third of all tumors found in cats. They are generally found in older animals, with an average age of around 10 years for affected animals. Unspayed or late-spayed females are mostly affected. These tumors are rarer in males and young animals [11].

It is known that if a female cat is always fertile, she is more likely to develop these types of tumors. However, it is not known until when spaying decreases the risks of occurrence. Spaying as early as possible gives her a better chance of remaining free from these tumors. Hormones formerly used to suppress heat cycles are a risk factor and predispose to pathological changes conducive to the development of breast tumors [28].

Unfortunately, more than 80% of breast tumors in cats are malignant at the time of diagnosis [29].

In Algeria, there is limited data on the size of the feline population. However, the number of domestic cats kept as pets, as well as stray cats, is assumed to be expanding over the years. Consequently, little information on many health problems encountered in these animals, particularly regarding neoplasms, is available. In this survey, we attempt to describe the prevalence of mammary gland tumors in cats in northeastern Algeria. We will also try to shed light on the mechanisms at the heart of the genesis of this type of cancer and propose guidelines for dealing with breast tumors in female cats [10].

From an epidemiological standpoint, breast tumors are recognized to be less prevalent in the feline species than in the canine species [19]. They seem to represent 5% to 14% of tumors in the feline population according to several studies [10, 11]. Our study represents an incidence of 20% of breast tumors in female cats.

Mammary tumors are the third leading cause of cancer in female cats after skin tumors and lymphomas. Most of the time, these tumors are malignant (85% of cases). Finally, we consider the role of breed, age, reproductive life, estrogen, and progesterone, which seem to favor the development of these tumors. Contraception with synthetic progestagens is a risk factor, as well as diet (fats, fibers, and vitamins), viruses, but also the surgical technique practiced, lactation, and surgical technique. However, further studies are necessary. Nevertheless, we can establish a prevention plan and guidelines for dealing with breast tumors in female cats today [6].

Regarding racial influence, it seems that certain breeds are suspected of being more at risk, such as Siamese and Oriental breeds [3, 7]. Researchers in this field add that this trend is due to the popularity of these breeds but also to the hormonal burden of medications frequently used for contraceptive purposes. These small and medium-sized breeds are often monitored by their owners, allowing for early detection of nodules [2, 5].

Various studies on the impact of age on the development of breast tumors have shown that the incidence increases with age, with the highest frequency found between 9 and 10 years. Most often, these tumor processes concern older, unspayed female cats. The risk of developing these tumors does indeed increase with age. Generally, before 5 years old, the most commonly diagnosed tumors are benign, and after 6 years old, the incidence of malignant tumors increases [8].

Regarding gender influence, females are almost exclusively affected by this type of tumor. However, studies have shown that 1% of these tumors are observed in males [11].

Next, we study the influence of hormonal factors. The development of tumors is influenced by exposure to hormones produced by the ovaries (estrogens and progesterone). According to a study conducted by Lana et al. (2007) [19], the risk of female cats developing breast tumors can be reduced if they are spayed before the age of 2. This benefit is even more pronounced before the age of 6 months and one year (reduction of 91% and

86% of the risk, respectively). However, spaying does not completely eliminate this risk.

Hormones used to prevent or interrupt heat cycles in cats (the “pills”) significantly increase the risk of tumors, more than threefold in females and also in males. Tumors typically appear as nodules or masses in or near the mammary glands, often affecting multiple glands simultaneously. Their size varies with age and growth speed, and they can become inflamed, ulcerated, or infected over time. Regular palpation of the mammary glands is crucial for early detection and treatment. Malignant tumors may spread through lymph nodes to the lungs, pleura, and liver, with bone metastases being rare [14].

Our work aims to conduct a histopathological study of the lesion aspects, interpret them, and correlate them with clinical data to specify the diagnosis, revealing the cancerous nature of a mammary tumor, and assess prognosis to judge therapeutic effects.

The histopathological and immunohistochemical study of mammary cancer in female cats involves a set of procedures and techniques that the sample undergoes before being examined under a microscope in the pathology laboratory of the Constantine University Hospital (CHU). This examination aims to confirm the diagnosis by tracking the spread of the disease, specifying its location, staging, and histological type.

## Materials

### Animals

The study took place over 14 months, from January 2021 to March 2022, involving 50 ill female cats from two provinces in northeastern Algeria, Constantine and Annaba. Out of the 50 suspected female cats with feline mammary tumors, 10 were registered and presented at the Veterinary Clinical Service of the Institute of Veterinary Sciences — Mentouri Brothers University of Constantine 1, Algeria. Information related to breed, age, reproductive history, and the use of any type of exogenous hormones was collected.

During the consultation, the animals were examined, and their overall health status was assessed (body weight and temperature, heart and respiratory rates, mucous membrane color, size, and consistency of lymph nodes). We checked the location of the mammary tumor(s) on the mammary chain and palpated the other mammary glands to detect any potential tumor involvement, including the consistency, sensitivity, color of the mammary gland affected by the tumor, ulceration, nipple swelling, and fluid discharge. We also assessed the adherence of the tumor to underlying tissues and, finally, the size of the tumor. Among these female cats, we selected some mammary lesions (fig. 1–4).

### Laboratory materials

The histopathological examination encompasses a series of processes and techniques that a specimen



undergoes before being analyzed under a microscope in the pathology laboratory of the University Hospital of Constantine. In our study, we utilized the following materials: instruments for specimen collection, reagents for preparing histological sections, and equipment for the production of histological slides.

## Methods

The diagnostic suspicion arises from the palpation of one or several nodules/masses located on or around the mammary glands. It is especially strong if your feline is female, older, and has been spayed late. However, not all mammary masses are necessarily tumors; other conditions may exist, such as cysts or fibroadenomatosis.

It is important to make this differential diagnosis because the treatment and prognosis differ radically among these various diseases. For example, surgical removal is not advised for fibroadenomatosis, whereas it is the treatment of choice for mammary tumors [12].

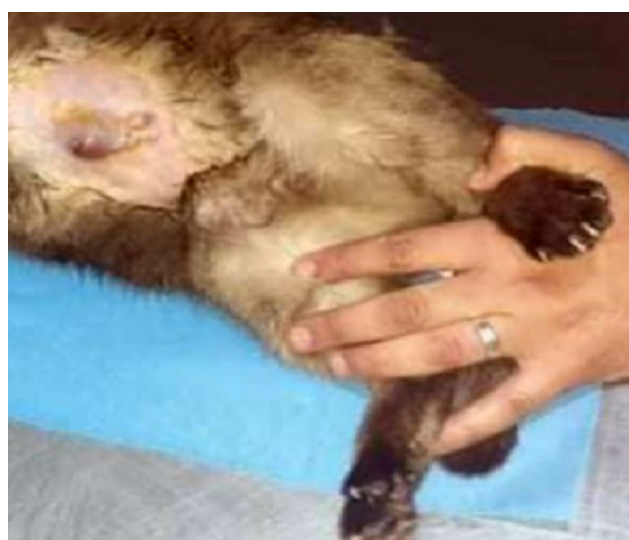
The confirmation of the diagnosis will be done through histological analysis, and the determination of prognosis will be carried out through immunohistochemical studies [9].

Histological analysis is typically performed after the removal of the tumor. It allows for a definitive diagnosis, further refines the prognosis, and, if necessary, adjusts the therapeutic plan. Histological analysis classifies tumors as benign or malignant and helps determine the specific type of the tumor to better predict its biological behavior.

Finally, histological analysis assesses the margins of excision to ensure that all local tumor cells have been removed.



**Fig. 1.** Largemass (balloon) with an ulcerated, inflamed appearance, and soft consistency of Crossbred race



**Fig. 2.** Inflamed and adherent nodule of Siamese breed



**Fig. 3.** Large inflamed mass, soft and mobile consistency, invading the mammary chain of Siamese breed



**Fig. 4.** Small cystic-looking nodule of Crossbred race

The immunohistochemistry technique involves a comprehensive review of histological characteristics and the available specimens preserved in paraffin. We present the results concerning the use of an immunohistochemical method for detecting carcinomas in feline mammary oncology, specifying whether its application enhances the assessment of cancer-related mortality risk in our patients. The immunohistochemical data allow us to define an immunophenotype based on the expression of estrogen receptors (ER), progesterone receptors (PR), and P40 antibodies, which are selectively expressed in squamous cell carcinoma, as well as P63 protein, a marker that aids in the diagnosis of squamous cell carcinoma.

After general anesthesia, mastectomy of all tumor-bearing glands was performed using routine surgical techniques. We selected some operative specimens taken from mammary glands in sick dogs, identified in figures 5–8.

Next, tissue samples were obtained from the largest tumor lesion and fixed in 10% buffered formalin for 2 days, and then embedded in paraffin. Sections were cut at 3–4  $\mu\text{m}$  and stained with hematoxylin and eosin for histological analyses.

Immunohistochemical analyses (IHC) were performed on selected samples using this method to detect antigens in tissue sections [30]. Samples are exposed to labeled antibodies directed against epitopes of the target antigen, specifically hormone receptors. It is possible to directly visualize the labeling using a marker such as a fluorescent dye, an enzyme, or a radioactive tracer (direct technique). It is also possible to indirectly visualize the labeling using a secondary antibody with the marker directed against the initially used antibody (indirect technique). Immunohistochemical marking of tumor markers is not commonly used in veterinary medicine.



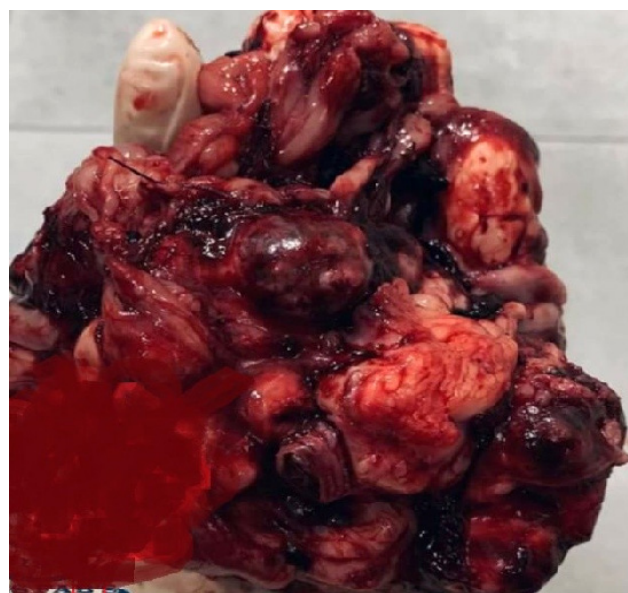
**Fig. 5.** Small tumor masses whitish-yellowish, altered by necrosis and hemorrhage



**Fig. 6.** Whitish-yellowish tumor masses with a polypoid appearance altered by hemorrhage



**Fig. 7.** Tumoral mass with a nodular white-yellowish appearance, altered by fat



**Fig. 8.** Ulcerated and budding tumor mass, whitish-yellowish, altered by necrosis and hemorrhage



The tumoral nature, i.e., the type of mammary tumor, is a major prognostic factor. The prognosis will be influenced by the clinical stage: the presence of metastases and large-sized tumors. It will also depend on the histological grade; the higher the grade, the darker the prognosis. Finally, the breed also seems to influence the prognosis, with pure breeds, especially Siamese, appearing to have a worse prognosis.

The first-line treatment is surgical. Due to the high frequency of malignant mammary tumors in cats, the entire mammary chain (removal of all four mammary glands on the side of the tumor with a wide margin) is almost systematically removed. The possibility of tumor recurrence in other mammary glands is not negligible. This wide excision maximizes the chances of obtaining margins free of tumor cells.

In the case of mammary tumors on both mammary chains of your cat, the ideal approach is to remove both mammary chains, one after the other, with a two-week interval [18].

The statistical analysis was performed using *GraphPad Instat Prism 6.04* statistical software (*GraphPad Software, Inc.*, San Diego, CA, USA, 2014).

Data analysis was conducted using descriptive statistics. The distribution of ages and tumor sizes was assessed using ANOVA tests (followed by Tukey's *post hoc*) to compare age and tumor size disparities among different breeds. Chi-square trend analyses were used to evaluate associations between the presence of mammary tumors, breed, and age group. The difference was considered statistically significant at  $P < 0.05$ .

During the study period, a total of 50 female cats were enrolled. Not all of them were spayed, and none received hormonal treatment. They exclusively belonged to two breeds: Siamese and crossbred.

## Results

### Histological Results

Based on clinical criteria such as rapid progression, tumor size, or local ulceration, it is nearly impossible to differentiate benign mammary tumors from malignant ones solely on clinical presentation. Thus, histological analysis of the entire mass after excision serves as the gold standard supplementary examination. Most other potential tests exhibit very poor sensitivity or specificity in distinguishing malignant tumors. Histological analysis provides predictable behavior and helps to definitively determine if the mass is indeed related to mammary tissue when clinical examination is inconclusive. It can also identify cutaneous or subcutaneous tumors (such as mast cell tumors, lipomas, etc.) or certain rare tumor types like mast cell tumors or mammary lymphomas, as well as malignant mammary tumors.

Malignancy is histologically recognized in 85% to 95% of feline mammary tumors; however, benign lesions can occur. Most malignant feline mammary lesions are simple epithelial

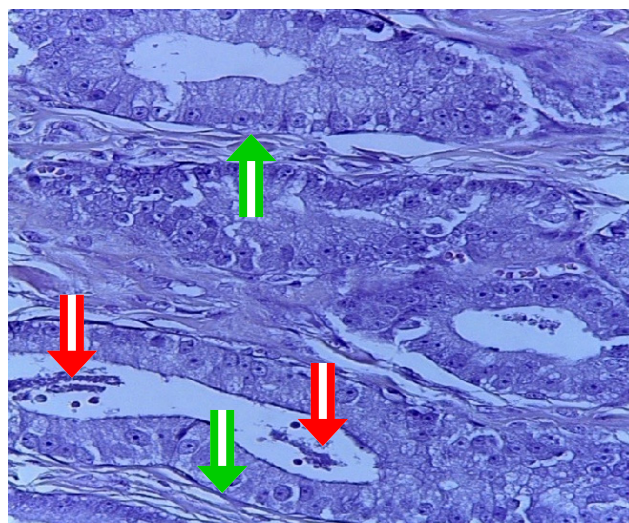
tumors, although sarcomas and other non-epithelial tumor types, such as mast cell tumors or lymphomas, may occasionally arise. The majority of feline mammary carcinomas (FMC) develop from the luminal epithelium of ducts and alveoli. Mixed tumors involving both luminal and myoepithelial cells are rare. Feline mammary carcinomas can be of tubular, solid, cribriform, or anaplastic types. Less common forms include lipid-rich carcinoma, mucinous carcinoma, spindle cell carcinoma, and squamous or epidermoid differentiation carcinoma. Inflammatory mammary carcinoma has been reported but occurs much less frequently than in dogs.

Benign mammary lesions are significantly less common in female cats than malignant lesions and constitute an important factor in the differential diagnosis of feline mammary gland masses. Benign mammary lesions in female cats include both neoplastic and non-neoplastic lesions. The former encompasses ductal papillomas, simple and complex adenomas, fibroepithelial tumors, and benign mixed tumors.

The histological aspect of these mammary lesions is described in the figures 9–19.

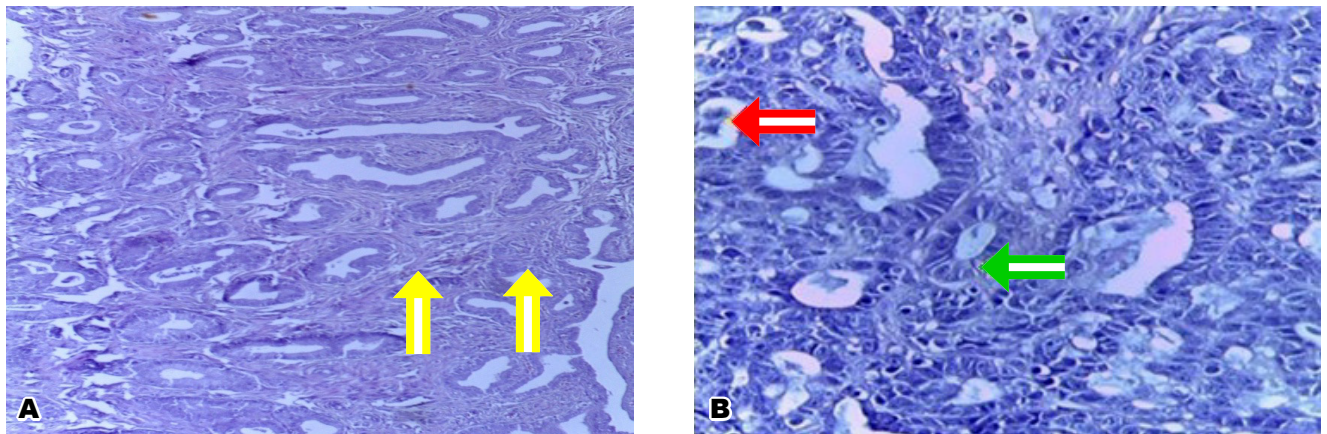
### Immunohistochemistry results

The interpretation of immunostaining analyses relies on both the intensity and quality of membranous marking and determining the percentage of marked cells in relation to the overall carcinoma cell population in the invasive contingent. It also involves assessing the average intensity of this marking [4]. The scale used for interpretation is as follows: 0 = absence of marking; 1 = weak marking visible only at high magnification; 2 = medium-intensity marking noticeable at low magnification; 3 = strong-intensity marking appearing very clearly even at low magnification [17].

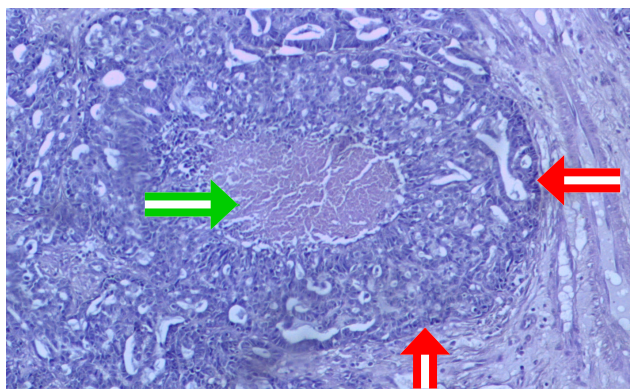


**Fig. 9.** Histopathological appearance of a tubular carcinoma. The lumen of certain glands is filled with mucus. An infiltrative carcinomatous proliferation forms a glandular structure of variable size and shape, with lumens filled with secretion (red arrow). The tumor cells are cylindrical and polygonal, with abundant eosinophilic, vacuolated cytoplasm and voluminous, centrally located, hyperchromatic nuclei that exhibit moderate mitotic activity (green arrow). X40 HE





**Fig. 10.** Histopathological appearance of a typical tubular carcinoma. Mammary parenchyma shows a carcinomatous proliferation (red arrow) forming pseudo-glandular and tubular structures (yellow arrow) of variable shape and size, centered around tumor mucous secretions. These structures are lined by cuboidal to cylindrical cells (green arrow) with reduced eosinophilic cytoplasm and large, irregular, hyperchromatic nuclei, some of which are nucleolated, exhibiting mitotic activity. X10HE (A), X40HE (B)

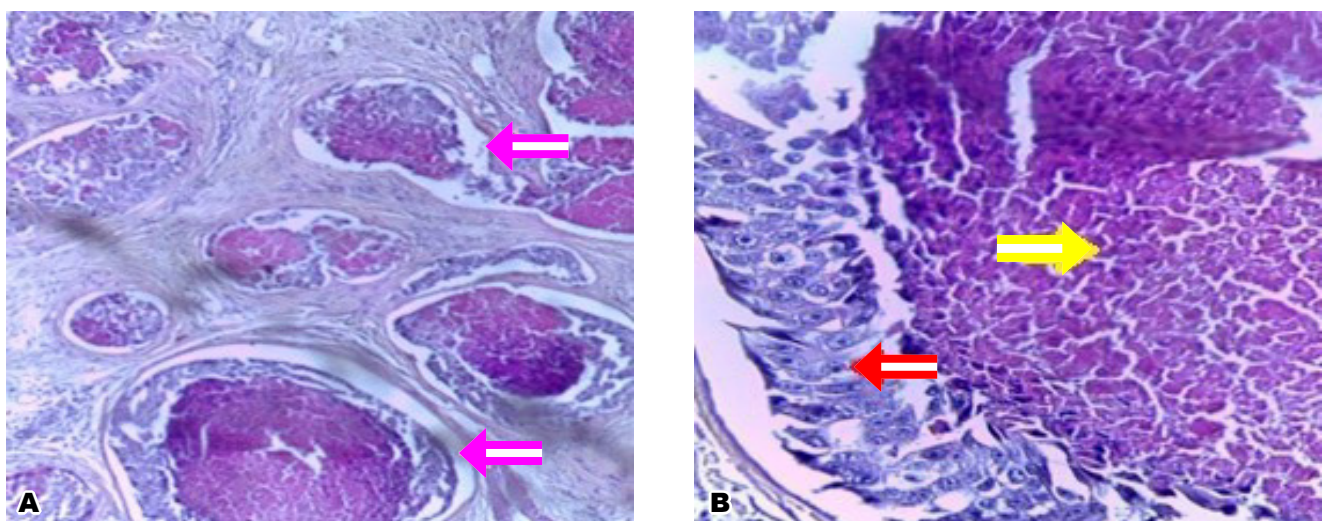


**Fig. 11.** Histopathological appearance of a typical comedocarcinoma, non-tubular. The lumen of certain glands is filled with necrosis. The mammary parenchyma exhibits an infiltrative carcinomatous proliferation forming lobules of variable size and shape (red arrow) composed of polygonal tumor cells with poorly defined cytoplasm and centrally located, vesicular (chromatin) rounded nuclei. Moderate mitotic activity is centered around the necrosis (green arrow). HEX10

The IHC results show that cribriform carcinomas exhibit positive immunostaining for ER (estrogen receptor) and negative immunostaining for P63 and PR (progesterone receptor).

#### *Prevalence and distribution of Feline Mammary Tumors (FMT)*

The overall prevalence of Feline Mammary Tumors (FMT) in the entire studied canine population was 20%. No breed effect ( $X^2 P=0.54$ ) on the frequency of FMT was recorded, although a high rate was documented in Siamese cats (60%) compared to crossbred cats (40%). The average age of animals diagnosed with mammary tumors was  $9 \pm 0.3$  years, and those aged over 9 years were most affected by this issue. There was no difference in the age of patients regarding their breed (ANOVA  $P=0.95$ ).



**Fig. 12.** Histopathological appearance of a comedocarcinoma (large cells). The infiltrative carcinomatous proliferation forms tubular canal-like structures of variable shape and size (pink arrow), with tumor cells that are cylindrical in shape, featuring abundant eosinophilic cytoplasm and large hyperchromatic nuclei (red arrow) exhibiting moderate mitotic activity. In some areas, there are solid tumor foci organized into clusters, centered around necrosis within the tumor lobules (yellow arrow). X10 HE (A), X40 HE (B)



### Histopathological Analysis

Adequate histological samples were obtained from all mammary tumors. The distribution and frequencies of the different types are summarized in the table 2. According to histopathological classification, 10 out of 50 (20%) tumors were diagnosed as malignant, with no sig-

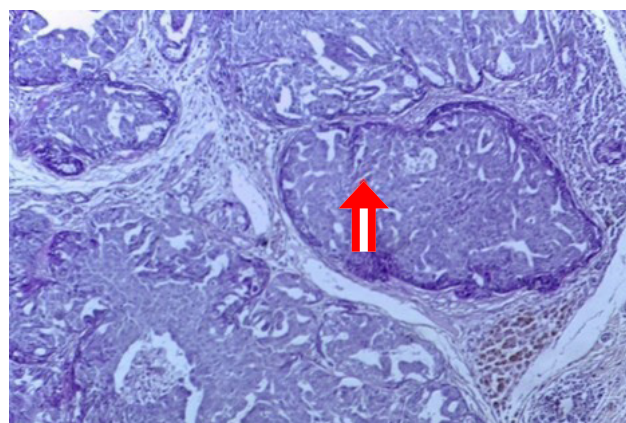
nificant difference ( $X^2 P=0.54$ ) between their occurrence rates. The malignant neoplasms included squamous cell carcinoma and tubular carcinoma, while comedocarcinoma and cribriform carcinoma were less frequent lesions. Table 2 shows no significant difference based on age ( $P=0.9$ ) or breed ( $P=0.68$ ).

**Table 1.** Distribution of the sampled feline population and its characteristics

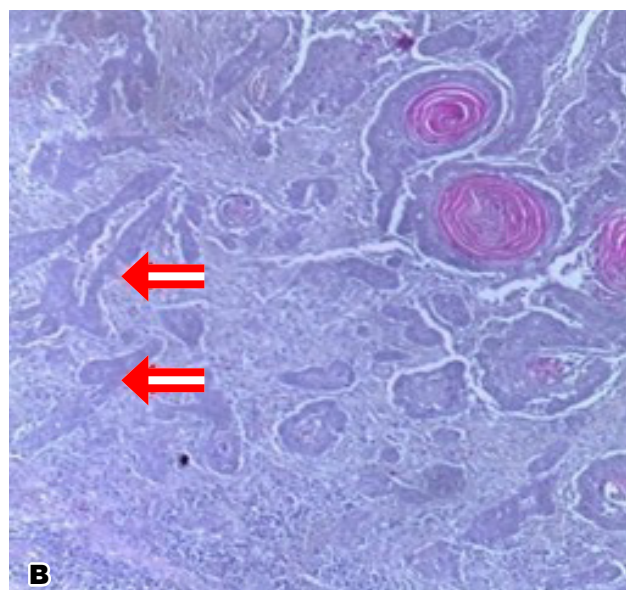
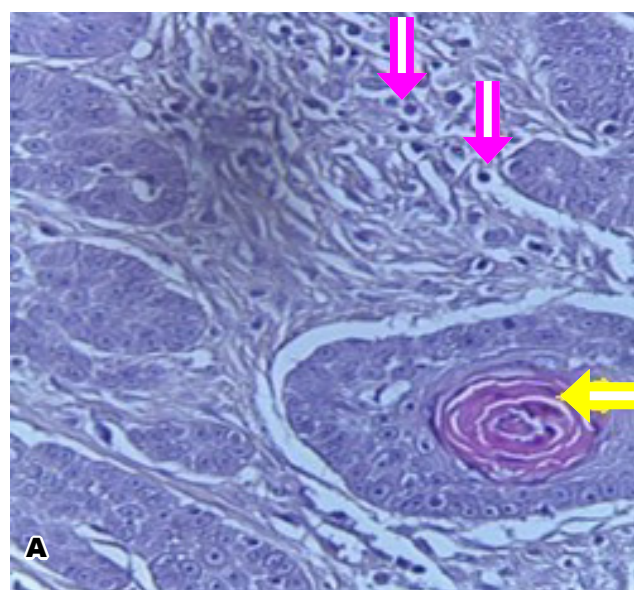
Province	Breed	Animals	Positive (%)	Age (years) Mean±SEM
Constantine	Siamese	35	10	6/10 (60)
Annaba	Crossbred	15		4/10 (40)
<b>P value (ANOVA)</b>			0,57162	

**Table 2.** Type of mammary tumors

Type of mammary tumor	Number	Type of lesions	Percentage (%)
Malignant tumor	3/10	Squamous Cell	30
	3/10	Tubular Carcinoma	30
	2/10	Comedocarcinoma	20
	2/10	Cribriform carcinoma	20

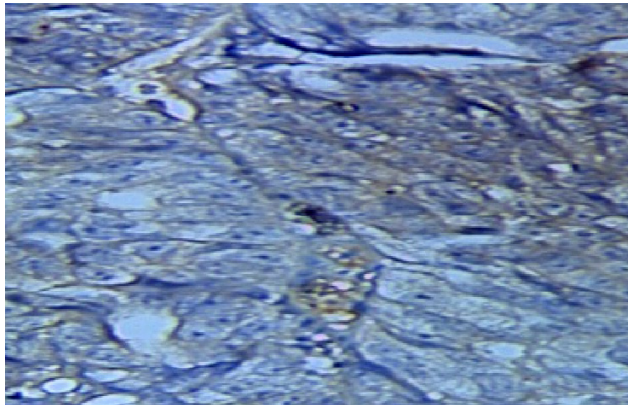


**Fig. 13.** Histopathological appearance of a cribriform mammary carcinoma. Cribriform carcinoma is rare and is characterized by the proliferation of a population of neoplastic epithelial cells, leading to the formation of a sieve-like arrangement (red arrow). The lumens created are often very small and round, surrounded by bridges of neoplastic cells. The neoplastic epithelial cells vary in shape from elongated to polygonal. X10HE

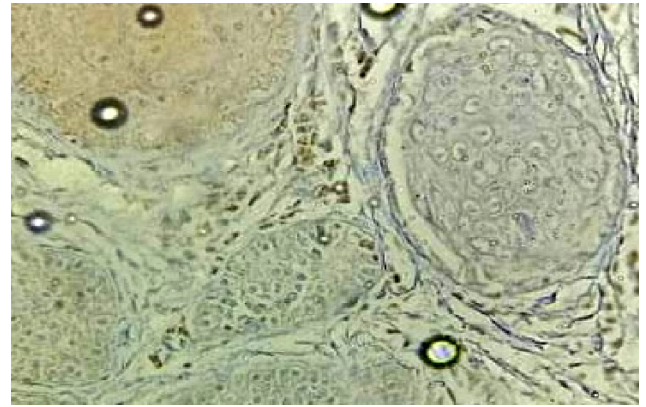


**Fig. 14.** Histopathological appearance of a squamous cell carcinoma (malpighian metaplasia: presence of keratin). Squamous cell carcinoma is a highly infiltrative trabecular carcinoma composed solely of squamous-type epithelium, developed from Malpighian epithelium and capable of invading Malpighian, paramalpighian, or glandular epithelium (red arrow). The neoplasm arises from squamous cells of ductal epithelial origin, which are part of the skin and mucous membranes that have undergone squamous metaplasia and neoplastic transformation. It is often challenging to differentiate squamous cell carcinoma originating in the mammary gland from that originating in the overlying epidermis and invading the underlying mammary gland. Histologically, the neoplasm resembles that which occurs in the skin. Clusters of polygonal squamous epithelial cells are characterized by light turquoise-blue cytoplasm and large, centrally located nuclei with rounded to polygonal shapes. Significant atypia is present, including anisokaryosis, anisocytosis, and pronounced nucleolation (pink arrow). Furthermore, some tumor cells may synthesize keratin (cornification), leading to the carcinoma being termed mature or keratinizing. This keratinization may involve isolated cells or clusters of cells known as “keratin pearls.” The cytoplasm becomes highly eosinophilic, and the nuclei become pycnotic, accompanied by the formation of lamellar keratin areas (yellow arrow). X40 HE (A), X10HE (B)

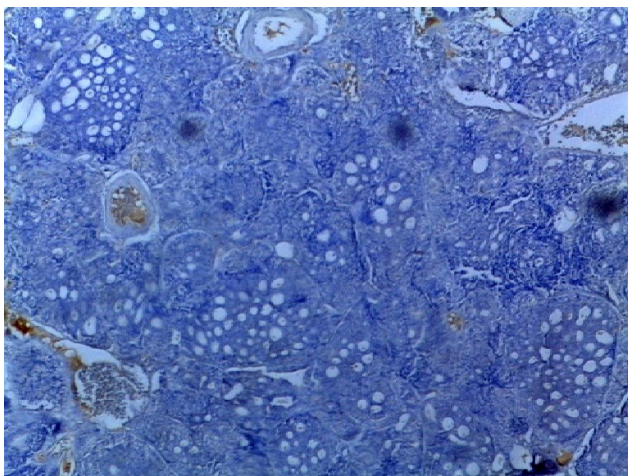




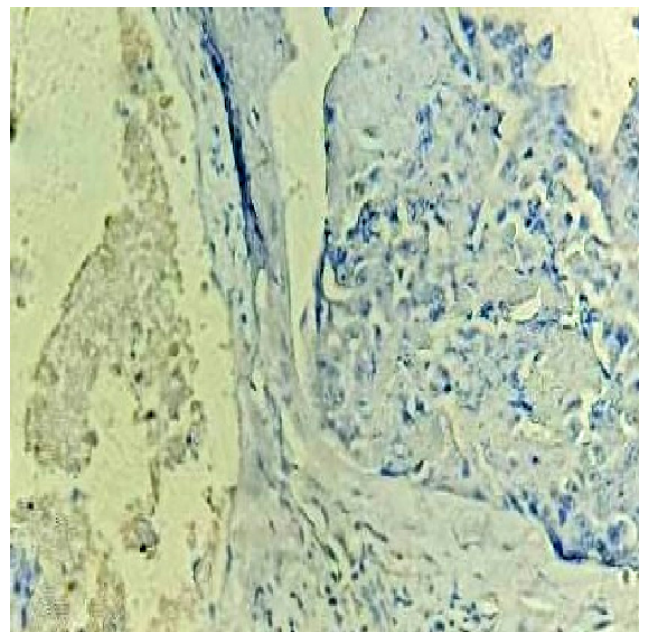
**Fig. 15.** The absence of staining — negative reaction for P63



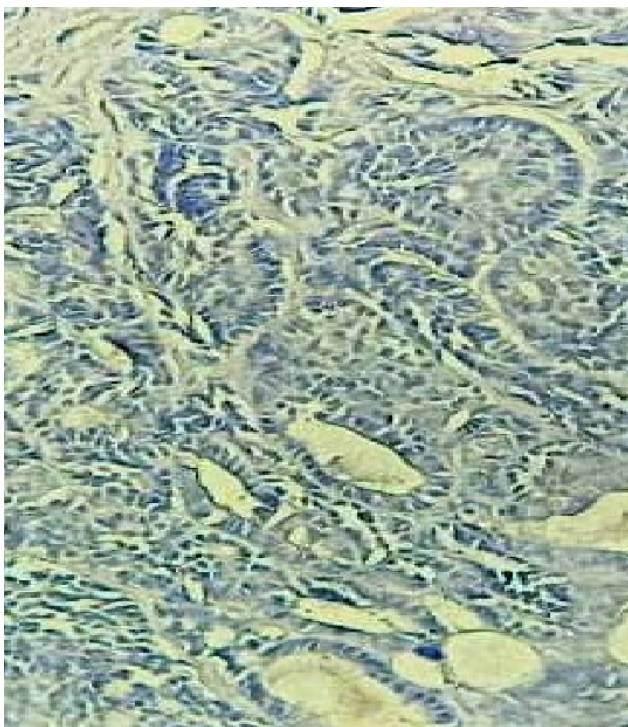
**Fig. 16.** Brown staining — positive reaction for RE



**Fig. 17.** Absence of negative staining for Receptor Protein (RP)



**Fig. 18.** Absence of negative staining for RE



**Fig. 19.** Absence of negative staining for P40

## Discussion

Breast tumors are the third most common type of tumor in female cats, with over 80% of cases being malignant [13]. They occur spontaneously, similar to women and female dogs [15]. They affect cats between 10 and 12 years old but can also develop in younger cats [16].

Results from clinical examination and histopathological analysis showed that the cat presented in this study has malignant feline mammary tumors. Approximately 20% of mammary masses in cats are of neoplastic origin [20]. A recent study [21] recommended important guidelines for prognosis studies in veterinary oncology, emphasizing the need to standardize mammary tumor diagnoses [31]. In this context, this study provides new information related to FMT classification, aiding prognosis studies and a better understanding of mammary tumor histogenesis.

Clinically, our case exhibited anorexia and significant, rapid swelling in the mammary region. According to [19], feline mammary tumors are clinically characterized by significantly enlarged, highly inflamed, and firm mammary glands. In 87% of cases, only the last mammary glands are hypertrophied. Lesions can eventually ulcerate and become very painful. General condition is rarely affected, but the cat may show tachycardia, lethargy, and sometimes anorexia.

In our case, we did not observe ulcerations on the mammary glands because the time between the appearance of mammary masses and the clinical examination was short. Loukopoulos et al. (2007) [22] reported that, generally, at the time of a late diagnosis of mammary tumor in a cat, the tumor is ulcerated and already metastasized.

Histologically, we observed neoplastic proliferation of the stroma and mammary epithelium. In the study by Mills et al. (2015) [26], immunohistochemical labeling, an indicator of mammary cell proliferation, showed a very high proliferation index in epithelial and stromal cells, especially in malignant tumors.

Histological analysis is usually performed after tumor removal, providing a definitive diagnosis and classifying tumors as benign or malignant [21]. We describe 10 neoplastic lesions in the mammary gland in cats with morphological characteristics not detailed in the most recent WHO classification. Using both histological analysis and immunohistochemistry, three different histological types were identified.

Our results are discussed according to the old classification by Misdorp et al., (1999) [27] and the recent classification by Zappulli et al. (2013) [33]. The former is primarily based on morphological criteria and is inspired by the classification of breast cancers in women, including only cats and dogs. The latter was proposed as part of the classification of tumors in animals and brings together various tumors and dysplasias of the mammary gland in female dogs. This latter classification has been adopted by veterinary pathologists as it provides them with the main morphological criteria.

Results from histopathological examinations of our samples show that out of 50 suspected tumors, 10 tumors are malignant, accounting for 20%, including 3 squamous cell carcinomas, 5 tubular carcinomas, and 2 cribriform carcinomas. FMTs are generally aggressive carcinomas (80% to 90%) with a poor prognosis. The recent classification of FMT published by the World Health Organization (WHO) is based on morphological criteria, distinguishing non-invasive *in situ* carcinomas, infiltrating carcinomas, and simple carcinomas of various histological subtypes, similar to human breast cancer classification (HBC). The most common type is an aggressive infiltrating carcinoma [32].

Among benign/dysplastic lesions, there is a high incidence in cats of a specific subtype classified as fibroadenoma/fibroadenomatous change, while other adenomas and canalicular papillomas are rare [28].

Compared to canine mammary tumors (CMT), FMTs are much less heterogeneous, with a marked predominance of simple neoplasms composed only of luminal epithelium. The existence of complex cells and mixed tumors in the feline species has not been precisely documented. Mixed benign and malignant tumors are rarely reported in cats by some authors [21, 29], and more recently, complex feline mammary carcinomas have been described [23].

The role of myoepithelial cells in CMT has been discussed, and their presence in complex and mixed tumors is associated with less aggressive biological behavior. Morphological features of myoepithelial components in complex and mixed CMTs are well characterized and can be easily recognized in standard hematoxylin and eosin (HE) sections. In canine tumors, it is often a reactive/benign component even though subtypes of CMT with malignant myoepithelium have been reported (malignant carcinoma and myoepithelioma; malignant myoepithelioma) [24, 25].

Several studies [1, 29] have investigated the immunohistochemical profile of myoepithelial cells, indicating a progressive differentiation from basal/undifferentiated cells to well-differentiated myoepithelial cells capable of undergoing osseous/metaplastic transformation in canine mixed tumors [9, 15]. Well-established immunohistochemical staining of canine mammary myoepithelial cells includes the expression of cytokeratins (CK5\_6 and CK14), calponin, p63, vimentin, and ER/PR, P40.

The presence of myoepithelial-like cells in FMTs has sometimes been described based on immunohistochemical staining. However, to date, the few studies [8, 9] describing feline mammary carcinomas with immunohistochemical signs of myoepithelial differentiation found a better prognosis compared to more common simple tumors. A few new categories have been added, such as ductal and intraductal tumors and papillary carcinomas and malignant myoepitheliomas.

Accurate and standardized morphological classification of neoplastic lesions is essential to aid prognosis and comparison between studies [27, 33].

Feline mammary tumors are typically aggressive and malignant carcinomas. This study emphasizes the clinical and anatomical-pathological characteristics of mammary tumors in a 10-month-old local breed cat. Clinically, these malignant tumors are marked by the sudden onset and rapid development of masses in the mammary glands, particularly during the first heat cycle.

The findings underscore the importance of histopathological examination in veterinary oncology. Confirming suspected tumors and determining their nature and characteristics is essential, as reliable methods for identifying tumors at the clinical diagnosis stage are often lacking. Consequently, treatment frequently begins before the tumor's nature is established, typically involving the early surgical removal of the affected mammary tissue.



## References

- Bergman PJ. Mammary gland tumors. *European veterinary conference*. 2017:4.
- Borrego JF, Cartagena JC, Engel J. Treatment of feline mammary tumours using chemotherapy, surgery and a COX-2 inhibitor drug (meloxicam): a retrospective study of 23 cases (2002–2007). *Vet Comp Onc*. 2009; 7 (4): 213–221. DOI: 10.1111/j.1476-5829.2009.00194.x.
- Brassart G. Les tumeurs mammaires chez la chienne: données bibliographiques récentes concernant l'approche diagnostique et la proposition d'un pronostic fiable. Thèse Méd. Vét. Lyon; 2008: 77. (in French)
- Chahbouni Chahboni S. Molecular Classification of Breast Cancer. Doctoral Thesis in Medicine. Sidi Mohamed Ben Abdallah University, 2009.
- Cloix C. La contraception chimique chez la chienne et la chatte: Réalisation d'une enquête sur les pratiques en clientèle vétérinaire. Thèse Méd. Vét. Lyon; 2011: 111. (in French)
- David JLM. Etiopathogénie des tumeurs mammaires chez la chatte: actualisation des connaissances. Thèse de doctorat, 2010: 93. (in French)
- Estrada M, Lagadic M. Tumeurs de la mamelle (Mammary tumors). In: *Encyclopédie Vétérinaire*. Paris; 2000: 2100: 1–7. (in French)
- Fu DR, Kato D, Watabe A, Endo Y, Kadosawa T. Prognostic utility of apoptosis index, Ki-67 and survivin expression in dogs with nasal carcinoma treated with orthovoltage radiation therapy. *J Vet Med Sci*. 2014; 76 (11): 1505–1512. DOI: 10.1292/jvms.14-0245.
- Geraldes M, Gärtner F, Schmitt F. Immunohistochemical study of hormonal receptors and cell proliferation in normal canine mammary glands and spontaneous mammary tumors. *Vet Rec*. 2000; 146: 403–406. DOI: 10.1136/vr.146.14.403.
- Giménez F, Hecht S, Craig LE, Legendre AM. Early detection, aggressive therapy: optimizing the management of feline mammary masses. *J Feline Med Surg*. 2010; 12 (3): 214–224. DOI: 10.1016/j.jfms.2010.01.004.
- Gogny A, Gogny M. Conduite thérapeutique devant des tumeurs mammaires chez le chien et le chat. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire Canine-Féline*. 2009 ;9 (42): 43–49. (in French)
- Grand JG, Gauthier O. Protocole opératoire d'exérèse des tumeurs mammaires. Chirurgie oncologique chez le chien et la chatte. *Le Point Vétérinaire*. 2006; 270. Available at: <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/le-point-veterinaire/article/n-270/protocole-operatoire-d-exerese-des-tumeurs-mammaires.html>
- Gross TL, Ihrke PJ, Walder EJ, Affolter VK. Lymphocytic tumors. In: Gross TL, Ihrke PJ, Walder EJ, Affolter VK (eds). *Skin Diseases of the Dog and Cat: Clinical and Histopathologic Diagnosis*. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford, Blackwell, 2005: 866–893. DOI: 10.1002/9780470752487.ch37.
- Helary J. Prévention et traitement des tumeurs mammaires chez la chienne et la chatte — Étude bibliographique. Thèse Méd. Vét. Nantes; 2006: 86. (in French)
- Hughes K, Dobson JM. Prognostic histopathological and molecular markers in feline mammary neoplasia. *Vet J*. 2012; 194 (1): 19–26. DOI: 10.1016/j.tvjl.2012.05.008.
- Ito T, Kadosawa T, Mochizuki M, Matsunaga S, Nishimura R, Sasaki N. Prognosis of malignant mammary tumor in 53 cats. *J Vet Med Sci*. 1996; 58 (8): 723–726. DOI: 10.1292/jvms.58.723.
- Jensen MB, Lænkholm AV, Nielsen TO, Eriksen JO, Wehn P, Hood T, Ram N, Buckingham W, Ferree S, Ejlersen B. The Prosigna gene expression assay and responsiveness to adjuvant cyclophosphamide-based chemotherapy in premenopausal high-risk patients with breast cancer *Breast Cancer Res*. 2018; 20: 79. DOI: 10.1186/s13058-018-1012-0.
- Jurka P, Max A. Treatment of fibroadenomatosis in 14 cats with aglepristone — changes in blood parameters and follow-up. *VetRec*. 2009; 165 (22): 657–660. DOI: 10.1136/vr.165.22.657.
- Lana SE, Rutteman GR, Withrow SJ. Tumors of mammary gland. In: Withrow SJ, MacEwen EG (eds). *Small Animal Clinical Oncology*. 4<sup>th</sup> ed. St. Louis, Elsevier, 2007: 619–636. DOI: 10.1016/B978-072160558-6.50029-0.
- Leidinger E, Hooijberg E, Sick K, Reinelt B, Kirtz G. Fibroepithelial hyperplasia in an entire male cat: cytologic and histopathological features. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere*. 2011; 39 (3): 198–202. DOI: 10.1055/s-0038-1623578.
- Leydier E. Élaboration d'un site internet à destination des propriétaires de chiens et de chats atteints de cancers. Thèse Med. Vét, Campus vétérinaire de Lyon, 2018: 77. (in French)
- Loukopoulos P, Sutton RH, Lynch P, Gee DC. Ectopic mammary carcinoma in a male cat. *VetRec*. 2007; 160 (6): 203–204. DOI: 10.1136/vr.160.6.203-a.
- Matos AJ, Baptista CS, Gärtner MF, Rutteman GR. Prognostic studies of canine and feline mammary tumours: the need for standardized procedures. *Vet J*. 2012; 193: 24–31. DOI: 10.1016/j.tvjl.2011.12.019.
- Merlo DF, Rossi L, Pellegrino C, Ceppi M, Cardellino U, Capurro C, Ratto A, Sambucco PL, Sestito V, Tanara G, Bocchini V. Cancer incidence in pet dogs: findings of the animal tumor registry of Genoa, Italy. *J Vet Intern Med*. 2008; 22 (4): 976–984. DOI: 10.1111/j.1939-1676.2008.0133.x.
- Millanta F, Citi S, Della Santa D, Porciani M, Poli A. COX-2 expression in canine and feline invasive mammary carcinomas: Correlation with clinicopathological features and prognostic molecular markers. *Breast Cancer Res Treat*. 2006; 8: 115–120. DOI: 10.1007/s10549-005-9138-z.
- Mills S, Musil KM, Davies LJ, Hendrick S, Duncan C, Jackson ML, Kidney B, Philibert H, Wobeser BK, Simko E. Mammary carcinoma: A retrospective survival analysis. *Vet Pathol*. 2015; 52 (2): 238–249. DOI: 10.1177/0300985814543198.
- Misdorp W, Else R, Hellmen E. Histological classification of mammary tumors of the dog and the cat. Washington, DC, American Registry of Pathology; 1999.
- Muraro L, White RS. Complications of ovariohysterectomy procedures performed in 1880 dogs. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere*. 2014; 42 (5): 297–302. DOI: 10.1055/s-0038-1623776.
- Nelson RW, Guillermo C. *Small Animal Internal Medicine*. 3<sup>rd</sup> ed. Mosby; 2003: 884–885. ISBN 978-0323017244.
- Peña L, Gama A, Goldschmidt MH, Abadie J, Benazzi C, Castagnaro M, Díez L, Gärtner F, Hellmén E, Kiupel M, Millán Y, Miller MA, Nguyen F, Poli A, Sari G, Zappulli V, Martín de las Mulas J. Canine mammary tumours: A review and consensus of standard guidelines on epithelial and myoepithelial phenotype markers, HER2, and hormone receptor assessment using immunohistochemistry. *Vet Pathol*. 2014; 51 (1): 127–145. DOI: 10.1177/0300985813509388.
- Viste JR, Myers SL, Singh B, Simko E. Feline mammary adenocarcinoma: tumor size as a prognostic indicator. *Can Vet J*. 2002; 43 (1): 33–37. PMID: 11802667.
- Wypij J, Fan TM, Lorimier L. Malignant mammary tumors: Biologic behavior, prognostic factors, and therapeutic approach in cats. *Vet Med*. 2006; 101 (6): 352–366. Available ar: <https://www.researchgate.net/publication/266141988>
- Zappulli V, Caliarì D, Rasotto R, Ferro S, Castagnaro M, Goldschmidt M. Proposed classification of the feline “complex” mammary tumors as ductal and intraductal papillary mammary tumors. *Vet Pathol*. 2013; 50 (6): 1070–1077. DOI: 10.1177/0300985813488894.

## Патогістологічне та імуногістохімічне дослідження пухлин молочної залози кішок у північно-східному Алжирі

Загра Габлі<sup>1</sup>, Зуєр Джерроу<sup>1</sup>, Лейла Беддар<sup>2</sup>  
zouhir21265@yahoo.fr

<sup>1</sup>Кафедра природничих і природничих наук, факультет наук, Університет 20 серпня 1955 р., Скікда, 21000, Алжир

<sup>2</sup>Університетський лікарняний центр Бен Бадіс, Константина 25000, Алжир

Рак лідирує серед причин смертності котятих у всьому світі. Це дослідження зосереджене на окресленні поширеності пухлин молочної залози та анатомопатологічних характеристик у котів з північно-східного Алжиру. Дослідження тривало з січня 2021 р. по березень 2022 р. та охопило 50 котів із провінцій Константина і Аннаба, виявивши загальну поширеність пухлин молочної залози у кішок на рівні 20%. У сіамських кішок показник був вищим, ніж у помісних тварин, середній вік кішок з позитивним діагнозом становив  $9 \pm 0,3$  року. Гістопатологічна класифікація визначила 20% пухлин як злоякісні — зокрема плоскоклітинний рак, крибриформну карциному та комедокарциному. З огляду на це, подальші епідеміологічні дослідження є важливими, щоб зрозуміти фактори ризику появи та прогресування цих проблем зі здоров'ям. На відміну від собак, у кішок пухлини молочної залози менш різноманітні, переважно прості злоякісні; доброякісні виявляють рідко, існування комплексних і змішаних пухлин у котятих залишається невивченим. У цьому дослідженні вибрали три типи пухлин молочної залози кішок для імуногістохімічного аналізу, виявивши нетипові гістологічні характеристики. Набір трьох злоякісних пухлин демонстрував епітеліальну/міоепітеліальну популяцію з відповідними міоепітеліальними імуногістохімічними ознаками. Усі злоякісні пухлини I ступеня призвели до того, що тварини вижили протягом одного року після встановлення діагнозу. Морфологічно ми пропонуємо класифікувати їх як котячу протокову/каналъцеву аденому/карциному та котячу інтраканалъкулярну папілярну аденому/карциному відповідно. Ці висновки вносять нову інформацію в класифікацію пухлин молочної залози кішок і є цінними для прогностичних досліджень.

**Ключові слова:** пухлини молочної залози, кішка, північно-східний Алжир, патогістологічне дослідження, імуногістохімічний аналіз



## Взаємозв'язок поліморфізму генетико-біохімічних систем з показниками молочної продуктивності сучасних українських порід великої рогатої худоби

Ю. В. Грицієнко\*  
gricienko1988@gmail.com



Миколаївський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, вул. 1 Воєнна, 2-А, м. Миколаїв, 54009, Україна

### ORCID:

Yu. Gritsienko <https://orcid.org/0000-0003-0099-9312>

### Authors' Contributions:

**GY:** Conceptualization; Methodology; Data curation; Investigation; Formal analysis; Visualisation; Writing — original draft, review & editing.

### Declaration of Conflict of Interests:

None to declare.

### Ethical approval:

The study used an invasive method (blood sampling) in a humane way in accordance with all international, national and/or institutional guidelines for the use of experimental animals.

### Acknowledgements:

The author expresses his gratitude to the management and employees of PSP "Kolos" for the cooperation.



Attribution 4.0 International  
(CC BY 4.0)

Використання як маркерних систем поліморфних нуклеотидних послідовностей ДНК дозволяє тестувати генетичний поліморфізм безпосередньо на рівні генів, а не на рівні їхніх продуктів. Досить поширеними є дослідження з використанням ДНК-маркерів на основі ПЛР із праймерами, що мають множину локалізацію в геномі із застосуванням спеціальних праймерів. Розробка специфічних для породи SNP необхідна для генотипування та картування асоціацій з ознаками молочної продуктивності, що дасть змогу виявити найбільш цінні генотипи для їх подальшого використання в селекційно-плеєнній роботі. Мета дослідження — визначення алельних і генотипових частот, генетичної різноманітності та поліморфізму гемоглобіну (*HB*), церулоплазміну (*CP*), посттрансферину (*pTf*), амілази (*Am-1*) та рецептору до вітаміну D (кальцитріолу) (*GC*) для виявлення взаємозв'язку породоспецифічних особливостей їх генетичної структури. Результати досліджень вказують, що виявлено вплив породної належності корів на їхню генетичну структуру за генетико-біохімічними системами *pTf*, *GC*, *HB*, *CP* та *Am-1*. Спостерігали чіткий вплив фактора генотипу за локусом посттрансферину серед досліджуваних порід корів на прояв вмісту та кількості білка в молоці. Окрім того, встановлено вірогідний вплив церулоплазміну на показники вмісту жиру та білка в молоці залежно від породної належності корів. Оцінка генетико-біохімічної системи за локусом амілази встановила чіткий вплив генотипу на прояв надюю, молочного жиру та кількості білка в молоці. Тож застосування поліморфізму окремих локусів білків та ферментів крові при веденні селекційно-плеєнної роботи сприятиме не тільки покращенню плеєнної роботи, а й вдосконаленню молочної худобою загалом. Тому перспективою селекційної роботи з породами вітчизняної селекції повинна стати оцінка різноманітності алелофонду за поліморфними системами білків та ферментів, що дозволить виявити кращі генотипи не тільки в продуктивному, а й в генетичному аспекті.

**Ключові слова:** генетико-біохімічні системи, гемоглобін (*HB*), церулоплазмін (*CP*), посттрансферин (*pTf*), амілаза (*Am-1*), рецептор до вітаміну D (кальцитріолу) (*GC*), поліморфізм

\* Науковий керівник — доктор с.-г. наук, професор М. І. Гиль.

## Вступ

Селекційно-плеємінна робота на високу продуктивність молочних корів охоплює закріплення генетичного потенціалу наявних сучасних порід української селекції та моніторинг накопичення змін і особливостей їхньої генетичної структури, збереження та покращення генів, які можуть зумовлювати і бути нерозривно пов'язаними з процесом обміну речовин. Це, зі свого боку, асоціює їх з показниками високої молочної продуктивності [4, 20].

Оцінка поліморфізму ферментів та білків крові дає підставу стверджувати, що генетична структура породи чи популяції може бути тісно пов'язаною з видозміною генетичних біохімічних систем крові та слугувати показником внутрішньоклітинного енергетичного метаболізму [6, 13]. Процес удосконалення породи тісно пов'язаний з трансформацією генетико-біохімічних систем крові, їх локальною біохімічною адаптацією. Індивідуальні показники продуктивності зумовлені швидкістю перебігу ферментативних реакцій обміну. Тому біохімічні показники крові дають уявлення про інтенсивність процесу обміну речовин тварин, а отже, і про рівень їх молочної продуктивності [12].

Оцінка поліморфізму білків крові худоби необхідна для визначення рівня генетичного різноманіття, яке можна використовувати як молекулярні маркери тієї чи іншої господарсько корисної ознаки. Виявлено, що кододомінантно успадковані алелі типів білків крові забезпечують оптимальний підбір батьківських пар з метою покращення генетичного потенціалу продуктивності їхніх нащадків.

Популяційні параметри разом із біологічними показниками надають можливість поглибленіше і з більшою обґрунтованістю виявляти біологічні закономірності, які відбуваються в популяціях свійських тварин під впливом селекції, та здійснювати цілеспрямоване керування процесом перетворень згідно з сучасними вимогами [23].

Поліморфною є та частина генетичної різноманітності популяції, яка сформувалася в процесі еволюції, в досить стабільній формі увійшла в генофонд виду і здатна відображати спадкову специфіку популяції. Генетико-біохімічні системи крові є довічними генетичними маркерами, адже вони незмінні протягом всього життя.

Дослідження зв'язку поліморфізму генетико-біохімічних систем та показників молочної продуктивності в молочному скотарстві сприятиме вдосконаленню селекційної роботи та дасть можливість вже на етапах раннього постембріонального періоду тварин спрогнозувати потенційну молочну продуктивність корів [1, 19].

Як вказують S. Sutiyono, S. Sutopo, Y. S. Ondho та інші, важливими біохімічними системами крові корів, які мають вагоме практичне значення в селекції, є сироваткові білки — альбумін, амілаза, трансферин, посттрансферин, церулоплазмін тощо. Ці білки беруть участь в обмінних процесах організму, регулюють

осмотичний та онкотичний тиск, забезпечують кислотно-лужну рівновагу. Крім того, сироваткові білки виконують транспортну функцію та беруть безпосередню участь у процесах синтезу основних компонентів молока [26]. Альбуміни виступають попередниками білків молока, бета-глобуліни синтезують жири, а гама-глобуліни є носіями антитіл і відповідають за захисні функції організму. Церулоплазмін бере участь в окисно-відновлювальних реакціях, захищає організм від шкідливих факторів та виконує функцію транспорту іонів міді в організмі, крім того, підвищує стабільність клітинних мембран. Амілаза є ферментом, який сприяє гідролізу крохмалю. Гемоглобін входить до групи складних білків-хромопротейнів, які беруть участь в газообміні (транспортують кисень). Посттрансферин — транспортний білок. Обмін кальцію та фосфатів кісткової тканини регулюється за участі вітаміну D взаємодією його гормонально-активної форми кальцитроалу з рецепторами клітин.

Доведено їхню залежність від генотипу, породи, продуктивності тощо [8, 13].

За використання в селекційно-плеємінній роботі біохімічних показників крові варто зазначити, що кореляційна залежність між ознаками продуктивності корів та компонентами крові ґрунтується на специфічній і значущій дії генів у синтезі білків. Оскільки господарсько корисні ознаки тварин безпосередньо пов'язані з підсиленням конкретного напрямку обмінного процесу, то значний інтерес становить дослідження генетичної структури ферментів та білків крові [1, 8, 12].

Використання біохімічних показників крові в генетичному удосконаленні порід, природа кореляційних зв'язків між компонентами крові і ознаками продуктивності тварин є перспективним напрямом та базується на визначальній ролі генів у синтезі білків [8].

Метою наших досліджень було встановити зв'язок породоспецифічних особливостей генетичної структури і розмаху внутрішньопородної мінливості корів української червоної молочної, української чорно-рябої молочної та української червоно-рябої молочної з показниками їх молочної продуктивності.

## Матеріали і методи

Об'єктом досліджень виступала генетична структура, яку оцінювали за генетично детермінованим поліморфізмом груп генетико-біохімічних систем. Сюди входили транспортні білки: гемоглобін (*HB*), церулоплазмін (*CP*), посттрансферин (*pTf*), амілаза (*Am-1*) та рецептор до вітаміну D (кальцитріолу) (*GC*).

Дослідження проведені у ПСП «Колос-2011» Очківського р-ну Миколаївської обл. на коровах української червоної молочної (УЧМ, n=32), української чорно-рябої молочної (УЧорРМ, n=32) та української червоно-рябої молочної (УЧерРМ, n=28) порід.

Кров для досліджень брали з яремної вени з подальшою консервацією гепарином з розрахунку



25 МО на 1 мл крові. Досліди проводили на еритроцитах (гемоглобін) та плазмі крові (амілаза, посттрансферин, церулоплазмін, рецептор до вітаміну D). Еритроцити від плазми відокремлювали центрифугуванням, тричі відмиваючи фізіологічним розчином, і руйнували заморожуванням-розморожуванням за загальноновживаною методикою [2, 21]. Генетичну структуру оцінювали за генетично детермінованим поліморфізмом груп генетико-біохімічних систем. Поліморфізм білків та ферментів оцінювали із застосуванням методу електрофоретичного розділення білків у 13% крохмальному гелі в горизонтальних камерах з подальшим гістохімічним фарбуванням [14, 16].

До групи досліджуваних генетико-біохімічних систем входили транспортні білки: гемоглобін (*HB*), церулоплазмін (*CP*), посттрансферин (*pTf*), амілаза (*Am-1*) та рецептор до вітаміну D (кальцитріолу) (*GC*). Під час аналізу генетичної структури груп тварин за дослідженими групами генетико-біохімічними системами використовували такі показники: частота алелів та генотипів, рівень фактичної ( $H_o$ ) та очікуваної гетерозиготності ( $H_e$ ), індекс поліморфізму (*PIC*). Оцінку відповідності частот генотипів рівновазі Кастанья-Гарді-Вайнберга проводили за критерієм Пірсона ( $\chi^2$ ) [17]. Для оцінки генетичної диференціації дослідних популяцій використовували індивідуальний індекс фіксації Райта ( $F_{is}$ ). Генетико-популяційний та біометричний аналіз отриманих результатів проводили з використанням методів математичної статистики ( $\chi^2$ , критерій Стьюдента, Фішера) [17, 25].

Статистичне опрацювання даних проведено в стандартному пакеті *Microsoft Excel 2013* з використанням власних програм та інтегрованої надбудови *GenAIEx 6.5* [8] для розрахунків статистики Райта. Аналіз за іншими показниками виконано в стандартному пакеті *IBM SPSS Statistics V24.0*.

## Результати й обговорення

Підвищення ефективності галузі молочного скотарства значною мірою зумовлено використанням сучасних досягнень генетики, біотехнології і кібернетики. Це дозволить прискорити темпи селекційного прогресу в лініях, популяціях, створити більш високопродуктивні генотипи [24].

За останні десятиліття було опубліковано чимало досліджень для встановлення QTL-генів, які є маркерами ознак молочної продуктивності худоби. Виявлення асоціативних генів для складних поліморфних ознак дає можливість відображати асоціації великих інтервалів генних ділянок.

Впровадження молекулярно-генетичних методів у тваринництві, пов'язане з розвитком ПЛР-технологій, дозволяє провести швидкий аналіз зв'язку між алельними варіантами генів з ознаками продуктивності. Розвиток технологій маркерів на основі ДНК дає можливість ідентифікувати ділянки геному (тобто локуси

кількісних ознак, QTL), пов'язані зі складними ознаками. Використання виявлених QTL в генетичній оцінці відкриває широкі можливості у вивченні генів, пов'язаних з ознаками молочної продуктивності худоби, дозволяє чітко підвищити точність відбору, тим самим прискорюючи генетичне вдосконалення продуктивних якостей тварин, що підтверджують вітчизняні та іноземні дослідження [3, 11, 18, 27, 28].

Продуктивність тварин пов'язана з обмінними процесами організму і в цьому плані значний інтерес представляють собою ферменти крові.

Всі компоненти молока створюються із крові, яка надходить до молочної залози. Кров в організмі відіграє винятково важливу роль, оскільки через неї здійснюється обмін речовин. Вона доставляє до клітин органів тіла поживні речовини і кисень, видаляє продукти обміну і вуглекислоту. Через кров забезпечується гормональна регуляція, завдяки їй працюють захисні функції і підтримується рівновага електролітів в організмі тварин. Кров — це внутрішнє середовище, в якому відбувається розвиток і життєдіяльність організму. Вона характеризує як загальний стан організму, його конституціональні особливості, так і фізіологічний стан, пов'язаний з перебігом основних необхідних функцій і умовами життя тварини [7].

Склад крові і молока помітно відрізняється. Цукру в молоці в 90 разів більше, ніж в крові, жиру — в 9 разів, калію — в 5, кальцію — в 13, фосфору — в 10 разів. Водночас білка в ньому в двічі менше, а натрію — в 7 разів [10].

У секретції молока молочною залозою розрізняють два важливих процеси. Перший — фільтрація певних складових частин молока із кров'яного русла. Із крові в молоко без змін переходять вітаміни, гормони, пігменти, деякі білки, ферменти, мінеральні речовини. В цьому процесі клітини секреторного епітелію проводять важку роботу відбору щодо плазми крові. Одним речовинам вони перегороджують шлях у молочну залозу, а інші збирають у таких кількостях, що в молоці їх стає більше, ніж в крові. Другий процес — синтез компонентів молока в процесі міжклітинного обміну в альвеолах. Через перебудовування хімічних речовин, які надходять з кров'ю, в молочній залозі синтезуються такі основні компоненти, як казеїн і лактоза, які у крові зовсім відсутні.

Наприклад, білки молока синтезуються у вимені внаслідок як фільтрації, так і синтезу. Казеїн, лактоальбумін, лактоглобулін молока в крові відсутній, вони синтезуються в молочній залозі із амінокислот, доставлених з кров'ю. Таким чином, попередниками 80–90% білків молока є вільні амінокислоти крові. Інші 10–20% білків молока, тобто імуноглобуліни і сироваткові альбуміни, є ідентичними цим білкам у крові, оскільки потрапляють в молоко з кров'яного русла в незмінному вигляді через дифузію.

Найбільшу кількість попередників має молочний жир. Важливим джерелом для синтезу молочного жиру є жир корму, який підлягає гідролізу в шлунку

корови на гліцерин і жирні кислоти, що надходять у кров і потім використовуються молочною залозою.

Основними попередниками молочного жиру є жирні кислоти, які потрапляють в кров, синтезуються із проміжних продуктів розпаду білка і вуглеводів корму. Клітковина в рубці проходить процес бродіння, утворюючи оцтову, пропіонову і масляну кислоти, які є джерелом летких жирних кислот молочного жиру. В крові корів може міститися до 1,5 л оцтової кислоти, 80% якої поглинає молочно залоза. Окрім цього, молочний жир синтезується безпосередньо з вуглеводів корму (глюкоза крові), які використовуються для синтезу гліцеринової частини молочного жиру. Тонкоемульговані жири корму можуть всмоктуватися в кров без попереднього гідролізу.

Лактоза (молочний цукор) синтезується в молочній залозі. Її попередником є глюкоза крові. Вуглеводи молока частково синтезуються із продуктів, утворених з амінокислот, та із низькомолекулярних жирних кислот з коротким ланцюгом [5].

У дослідженнях М. І. Когут на тваринах молочно-го та комбінованого екстер'єрного типу встановлено наявність кореляційного зв'язку між білком сироватки крові (його фракціями) та надоєм. Наявність позитивного кореляційного зв'язку між вмістом білків у сироватці крові і молочною продуктивністю вказує на активну роль білків у процесах молокоутворення. Про це свідчить і позитивна кореляція між вмістом білків у сироватці крові і загальним виходом молочного жиру [15].

У дослідженнях Л. В. Пешук виявлено залежність поліморфізму церулоплазмину та продуктивності корів жирномолочного типу червоної молочної породи. Встановлено, що корови-гетерозиготи *AB* за локусом церулоплазмину мали перевагу за якісними показниками молочної продуктивності над тваринами гомозиготами — *AA* та *BB* [22].

Будь-яка порода характеризується наявністю своєї специфічної генетичної структури, тобто розподілом алельних та генотипових частот за певними генетико-біохімічними системами. Для виявлення породоспецифічних характеристик виконано порівняльний аналіз поліморфізму генетико-біохімічних систем білків крові корів вітчизняної селекції. За результатами досліджень, поліморфізм було виявлено в п'яти локусах — *pTF*, *GC*, *HB*, *CP*, *Am-1* (табл. 1).

Простежували породну відмінність між частотою алелів досліджуваних локусів, при чому найбільшу відмінність серед досліджуваних порід за локусом посттрансферину спостерігали у представниць української чорно-рябої молочної породи (*F* = 0,629 та *S* = 0,371) порівняно з породами, які походять від корів червоних порід: УЧМ — *F* = 0,571 та *S* = 0,429; УЧерМ — *F* = 0,538 та *S* = 0,462. Подібний розподіл алелів спостерігали і за локусом амілази, де найвища частота одного з алелів була у корів УЧорМ. За локусом гемоглобіну більш-менш подібними виявилися корови української червоної молочної та української чорно-рябої молочної порід, що вказує

**Таблиця 1.** Розподіл алельних частот за генетико-біохімічними системами *pTf*, *GC*, *HB*, *CP* та *Am-1*

Локус, алель	Порода		
	українська червона молочна	українська чорно-ряба молочна	українська червоно-ряба молочна
<i>pTf(n)</i>	35	31	26
<i>F</i>	0,571	0,629	0,538
<i>S</i>	0,429	0,371	0,462
<i>GC(n)</i>	35	31	26
<i>A</i>	0,543	0,613	0,635
<i>B</i>	0,457	0,387	0,365
<i>HB(n)</i>	35	31	28
<i>A</i>	0,957	0,984	1,000
<i>B</i>	0,043	0,016	—
<i>CP(n)</i>	35	31	26
<i>A</i>	0,515	0,452	0,462
<i>B</i>	0,485	0,548	0,538
<i>Am-1(n)</i>	35	31	26
<i>B</i>	0,500	0,613	0,558
<i>C</i>	0,500	0,387	0,442

на певний рівень подібності їх генетичної структури. Однак корови української червоно-рябої молочної породи кардинально відрізнялися від корів двох інших порід української селекції за локусом *HB*. Алель *B* у їхньому генотипі був відсутній, а на алель *A* припало 100%. Ймовірно, це пов'язано з індивідуальними особливостями їх генотипу.

Оскільки вчені поки що не виявили тісного взаємозв'язку між генами поліморфних ознак і продуктивністю, ми зробили спробу простежити взаємозв'язок поліморфізму біохімічних систем з господарсько корисними ознаками з метою подальшого моделювання генотипів найбільш продуктивних груп. Проведені дослідження асоціацій між показниками продуктивності і різними генотипами за генетико-біохімічними системами дали змогу встановити відмінність взаємозв'язку окремих генотипів та продуктивних ознак селекції худоби — надій, вміст жиру та білка в молоці залежно від породної належності корів (табл. 2–6).

Аналізуючи показники мінливості ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічною системою — *pTF*, чіткого впливу генотипу за локусом посттрансферину на надій та вміст і кількість жиру в молоці за I, II, III та вищу лактації у корів дослідних груп не виявили (табл. 2). Водночас встановлено вірогідний вплив породи на показники вмісту білка в молоці ( $P < 0,005$ ), що підтверджують і результати дисперсійного аналізу (табл. 3). Крім того, встановлено також вірогідний вплив генотипу досліджуваних порід за вмістом білка в молоці ( $P < 0,005$ ) та кількістю молочного білка ( $P < 0,05$ ). Корови української червоної молочної породи вірогідно перевищували ровесниць за вмістом білка за показниками першої, другої, третьої та вищої лактації (рис. 1).

□ середні значення / mean      □ середні значення ± стандартна похибка / mean ± SE      I середні значення ± 1,96\*стандартна похибка / mean ± 1.96\*SE

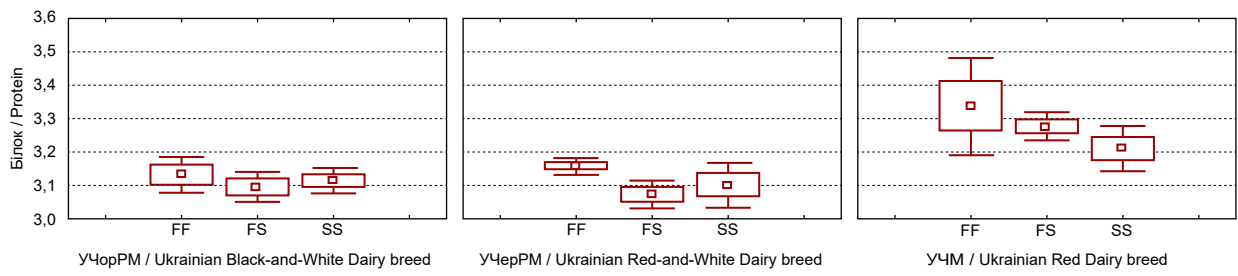


Рис. 1. Вміст білка в молоці корів різних генотипів за локусом *pTF*  
 Fig. 1. Protein content in milk from cows of different genotypes by *pTF* locus

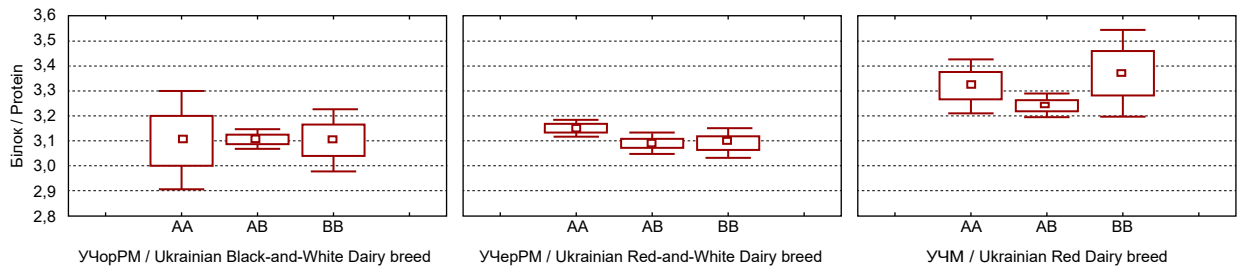


Рис. 2. Вміст білка в молоці корів різних генотипів за локусом *CP*  
 Fig. 2. Protein content in milk from cows of different genotypes by *CP* locus

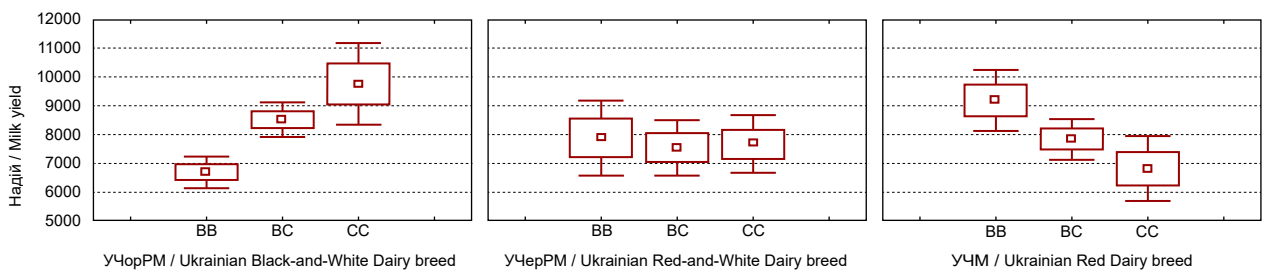


Рис. 3. Надій корів різних генотипів за локусом *Am1*  
 Fig. 3. Milk yield from cows of different genotypes by *Am1* locus

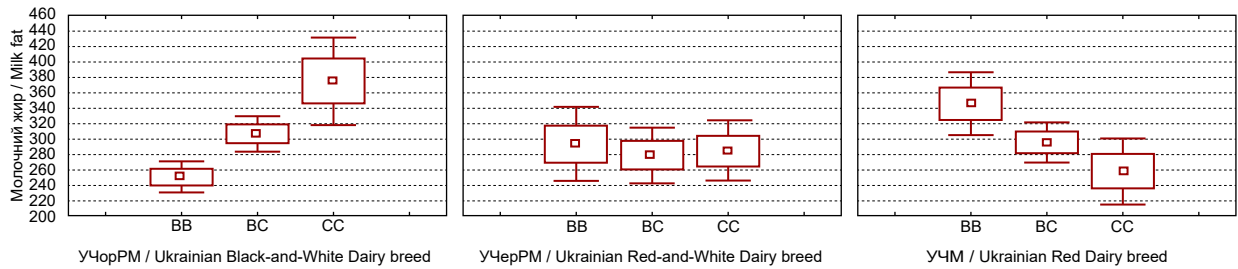


Рис. 4. Кількість молочного жиру корів різних генотипів за локусом *Am1*  
 Fig. 4. Milk fat content in cows of different genotypes by *Am1* locus

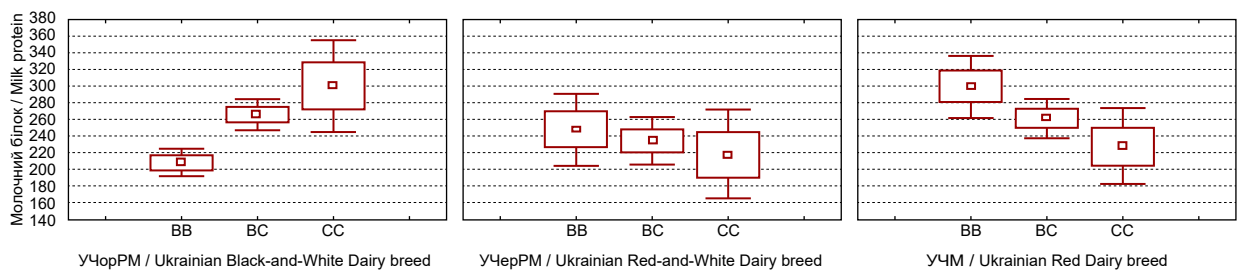


Рис. 5. Кількість молочного білка корів різних генотипів за локусом *Am1*  
 Fig. 5. Milk protein content in cows of different genotypes by *Am1* locus

При цьому тварини з гомозиготним генотипом *FF* серед всіх трьох досліджуваних груп УЧМ, УЧорРМ та УЧерРМ мали стабільно вищий показник вмісту білка в молоці і його кількості з вірогідною перевагою над коровами з генотипом *FS* і *SS*. Ми здійснили пошук взаємозв'язку між рецептором до вітаміну D (кальцитріолу) (*GC*) та ознаками молочної продуктивності залежно від породи корів (табл. 4). Вірогідну різницю за продуктивними якостями всіх досліджуваних порід корів залежно від алельного стану *GC* не виявлено, оскільки в розрізі як лактацій, так і породної належності спостерігали стрибкоподібну динаміку на користь того чи іншого генотипу за тією чи іншою ознакою. Але водночас встановлено таку особливість, що більшості піддослідних тварин була притаманна наявність алеля *A* в генотипі, а частота алеля *B* була незначною, що відобразилося на генетичній структурі порід за рецептором до вітаміну D.

Тобто гомозиготні за алелем *A* (*AA*) тварини траплялися серед всіх досліджуваних порід, гетерозиготи (*AB*) були притаманними лише для УЧМ та УЧорРМ. Характерним виявилось те, що гомозиготних тварин за алелем *B* серед всіх досліджуваних порід не виявлено. Тож в наших дослідженнях впливу стану гомо- чи гетерозиготності генотипу за локусом *GC* на ознаки молочної продуктивності (надій, вміст та кількість жиру і білка в молоці) не виявлено. Водночас простежили більшу частку серед всіх досліджуваних порід корів, які були носіями алеля *A* у варіаціях або *AA* або *AB*.

Проведений аналіз впливу транспортного білка крові гемоглобіну на ознаки молочної продуктивності корів довів, що суттєву різницю за продуктивними якостями у корів всіх трьох порід залежно від типів *Hb* встановити неможливо (табл. 5). Проте ми виявили особливість, що більшість досліджуваних тварин були гомозиготними за алелем *AA*. При цьому серед корів української червоно-рябої молочної породи були відсутні тварини-носії гетерозиготного генотипу *AB*, а гомозиготний генотип (*BB*) за алелем *B* зовсім не прослідковувався серед всіх трьох досліджуваних порід.

Якщо говорити про вплив генотипу на ознаки молочної продуктивності корів, то тут варто зауважити, що здебільшого корови, які є носіями гомозиготного генотипу *AA*, мали кращі показники продуктивності за надоем та вмістом жиру в молоці незалежно від породи. Оскільки виявлена перевага не була вірогідною, можна лише припускати про вплив білка гемоглобіну на молочну продуктивність корів.

Аналізуючи показники мінливості ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами *CP*, було встановлено певну залежність надою від стану гомо- чи гетерозиготного локусу церулоплазміну. Так коровам УЧерРМ, які мали гомозиготний генотип *AA*, була притаманна вища молочна продуктивність за надоем та кількістю молочного жиру. Аналогічну тенденцію простежували

і серед корів іншої породи — УЧорРМ, де гомозиготні корови *AA* мали вищий надій та кількість молочно-го жиру за більшістю лактацій. Проте ця перевага не мала вірогідного характеру. Водночас встановлено вірогідний вплив породи на показники надою ( $P < 0,005$ ), кількість молочного жиру ( $P < 0,005$ ), вміст молочного жиру ( $P < 0,05$ ) та вмісту білка ( $P < 0,005$ ), що підтверджено дисперсійним аналізом (табл. 7). Дві породи УЧерРМ та УЧорРМ мали вищі значення цих господарсько цінних ознак.

Також встановлено генотипу в дослідних породах за вмістом білка (табл. 6). Корови порід УЧМ та УЧорРМ, які були носіями гомозиготних генотипів *AA* та *BB*, мали кращий прояв вмісту білка в молоці (рис. 2), ніж їхні гетерозиготні аналоги.

Корови породи УЧерРМ дещо відрізнялися за цією ознакою, у них вплив генотипу локусу церулоплазміну був не настільки вираженим. Але серед цих корів кращими за вмістом білка у молоці виявилися гомозиготні генотипи *AA*.

Аналізуючи показники мінливості ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічною системою амілази (табл. 8), встановили вищу молочну продуктивність за надоем серед УЧМ та УЧерРМ у корів, які є носіями генотипів *BB* або *BC*, водночас корови УЧорРМ з гомозиготним генотипом *CC* характеризувались вищими надоями ( $P < 0,005$ ) (рис. 3).

Дисперсійним аналізом встановлено вірогідний вплив породи на рівень надою ( $P < 0,01$ ) та вплив генотипу та кількість молочного білка у тварин ( $P < 0,005$ ) (табл. 8–9). Корови української червоної молочної та української чорно-рябої молочних порід, які були носіями гомозиготного генотипу *CC*, характеризувались вищим вмістом жиру в молоці.

Гомозиготні корови української червоно-рябої молочної породи за алелем *B* мали вищі показники молочного жиру, а за алелем *C* — дещо нижчі порівняно з гетерозиготними тваринами за алелями *BC*.

В ході досліджень було встановлено і вірогідний вплив генотипу за локусом амілази на кількість молочного білка ( $P < 0,005$ ) (рис. 5).

Корови української чорно-рябої молочної породи, які були носіями гомозиготного генотипу *CC*, характеризувались вищим показником молочного білка. Серед корів української червоної молочної породи спостерігали зворотну динаміку, корови-носії генотипу *CC* характеризувались нижчим показником молочного білка, ніж корови гомозиготи *BB*.

Корови української червоної молочної та української чорно-рябої молочних порід, які були носіями гомозиготного генотипу *CC*, характеризувались вищим вмістом жиру в молоці.

Гомозиготні корови української червоно-рябої молочної породи за алелем *B* мали вищі значення кількості молочного жиру у молоці, а за алелем *C* — нижчі порівняно з гетерозиготними тваринами за алелями *BC*.



**Таблиця 2.** Показники мінливості ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами крові — *pTF*

Ознака, показник	Генотип ( $X \pm S_x$ )											
	FF			FS			SS					
	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ
<b>1-а лактація</b>	n=11	n=9	n=9	n=18	n=10	n=21	n=6	n=7	n=1	n=6	n=7	n=1
Надій, кг	5632,10±1197,72	6081,88±1274,16	6638,56±947,16*	5741,7±1066,90	5105,90±1163,68	6504,25±788,13	5466,25±1028,38	5612,00±1244,00	6589,92±914,74	5466,25±1028,38	5612,00±1244,00	6589,92±914,74
Жир, %	3,81±0,10	3,68±0,22	3,86±0,05*	3,87±0,10	3,70±0,10	3,82±0,07	3,86±0,15	3,75±0,13	3,81±0,08	3,86±0,15	3,75±0,13	3,81±0,08
Молочний жир, кг	215,84±49,70	231,26±48,74	255,91±36,52*	222,53±41,85	189,54±46,43	248,02±29,55	211,72±41,97	209,66±44,73	251,24±35,23	211,72±41,97	209,66±44,73	251,24±35,23
Білок, %	3,32±0,13*	3,15±0,04	3,17±0,09**	3,33±0,07*	3,12±0,07	3,10±0,10	3,28±0,13*	3,15±0,03	3,13±0,09	3,28±0,13*	3,15±0,03	3,13±0,09
Молочний білок, кг	186,40±36,02	191,50±39,97	210,40±31,65	191,86±37,24	159,15±35,35	201,71±24,20	180,75±41,28	177,20±40,10	206,60±30,37	180,75±41,28	177,20±40,10	206,60±30,37
<b>2-а лактація</b>	n=11	n=9	n=9	n=18	n=10	n=21	n=6	n=7	n=1	n=6	n=7	n=1
Надій, кг	6360,40±1410,40	6813,40±1897,12	6948,00±1201,25	6501,14±1256,73	6187,75±1984,75	6950,29±911,84	6530,75±1404,75	7667,20±1749,44	7207,10±1172,39	6530,75±1404,75	7667,20±1749,44	7207,10±1172,39
Жир, %	3,69±0,09	3,67±0,07	3,80±0,08	3,71±0,14	3,77±0,06	3,80±0,11	3,79±0,09	3,73±0,07	3,75±0,13	3,79±0,09	3,73±0,07	3,75±0,13
Молочний жир, кг	233,55±47,06	247,87±66,53	263,95±43,16	240,63±41,97	232,80±72,79	263,31±33,86	246,13±48,21	284,97±59,82	269,53±41,82	246,13±48,21	284,97±59,82	269,53±41,82
Білок, %	3,31±0,14*	3,10±0,06	3,15±0,08	3,24±0,16*	3,11±0,08	3,10±0,09	3,25±0,13*	3,13±0,04	3,13±0,09	3,25±0,13*	3,13±0,04	3,13±0,09
Молочний білок, кг	210,42±41,45	211,99±59,09	218,64±36,90	211,35±44,89	191,69±60,00	214,94±26,56	212,69±47,89	240,71±56,48	225,07±35,84	212,69±47,89	240,71±56,48	225,07±35,84
<b>3-я лактація</b>	n=11	n=9	n=9	n=18	n=10	n=21	n=6	n=7	n=1	n=6	n=7	n=1
Надій, кг	7573,38±1565,38	4871,00	8348,00±1901,50	7617,08±1748,74	6130,00±499,00	6594,27±1280,79	7442,75±1780,75	6356,75±2027,88	7661,73±1758,61	7442,75±1780,75	6356,75±2027,88	7661,73±1758,61
Жир, %	3,84±0,07	3,95*	3,68±0,11	3,72±0,12	3,82±0,14*	3,73±0,12	3,73±0,12	3,97±0,08*	3,78±0,10	3,73±0,12	3,97±0,08*	3,78±0,10
Молочний жир, кг	290,05±59,66	192,40	308,22±74,32	283,32±63,20	234,95±25,57	246,94±52,13	277,41±64,21	250,74±78,08	290,89±72,60	277,41±64,21	250,74±78,08	290,89±72,60
Білок, %	3,34±0,15***	3,10	3,12±0,07	3,26±0,09*	3,08±0,08	3,10±0,07	3,18±0,04*	3,11±0,02	3,15±0,07	3,18±0,04*	3,11±0,02	3,15±0,07
Молочний білок, кг	254,20±57,86**	151,00	259,56±57,94**	249,19±58,65	188,74±17,37	203,41±36,46	237,41±59,05	197,35±62,43	240,39±52,00	237,41±59,05	197,35±62,43	240,39±52,00
<b>Вища лактація</b>	n=11	n=9	n=9	n=18	n=10	n=21	n=6	n=7	n=1	n=6	n=7	n=1
Надій, кг	7889,50±1403,50	7468,89±840,32	8538,56±1624,27	7906,71±1119,65	7636,10±1108,32	7671,50±1008,15	8088,50±1430,75	8782,17±1624,17	8027,63±1362,88	8088,50±1430,75	8782,17±1624,17	8027,63±1362,88
Жир, %	3,81±0,08	3,67±0,07	3,70±0,12	3,73±0,10	3,73±0,08	3,73±0,10	3,72±0,11	3,70±0,09	3,72±0,10	3,72±0,11	3,70±0,09	3,72±0,10
Молочний жир, кг	299,89±49,99	274,13±30,24	315,77±60,71	294,56±39,37	284,95±39,25	279,62±33,84	302,29±60,71	324,89±59,87	293,36±50,18	302,29±60,71	324,89±59,87	293,36±50,18
Білок, %	3,34±0,17*	3,14±0,03	3,13±0,07	3,28±0,05*	3,07±0,07	3,09±0,09	3,21±0,06*	3,10±0,07	3,11±0,08	3,21±0,06*	3,10±0,07	3,11±0,08
Молочний білок, кг	263,38±49,97	235,55±27,02	266,99±52,04	259,55±39,43	234,45±36,03	237,19±31,67	260,62±49,82	272,06±47,92	250,23±44,47	260,62±49,82	272,06±47,92	250,23±44,47

Примітка. \* —  $P < 0,005$ ; \*\* —  $P < 0,05$ ; \*\*\* —  $P < 0,001$ .

**Таблиця 3.** Дисперсійний аналіз ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами крові — *pTF*

Показник продуктивності	Надій, кг		Вміст жиру в молоці, %		Кількість молочного жиру, кг		Вміст білка в молоці, %		Кількість молочного білка, кг	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Джерело мінливості										
Генотип (A)	0,729942	0,484565	0,313053	0,731947	0,612525	0,544064	6,08324	0,003244	0,594364	0,553911
Порода (B)	0,018994	0,981189	1,456360	0,238134	0,163098	0,849740	25,20054	—	0,947152	0,391401
A×B	0,950725	0,438258	0,867515	0,486398	1,094670	0,363619	0,627631	0,65087	0,822189	0,514128

**Таблиця 4.** Показники мінливості ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами крові — GC

Ознака, показник	Генотип (X±S <sub>x</sub> )					
	AA		AB		BB	
	УЧМ	УЧорРМ	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ	УЧерРМ
<b>1-а лактація</b>						
Надій, кг	5493,43±1051,63	5204,14±1546,49	6516,90±800,68	5655,89±1248,77	5703,35±1212,96	5412,60±787,92
Жир, %	3,82±0,10	3,79±0,08	3,82±0,05	3,85±0,12	3,67±0,17	3,84±0,10
Молочний жир, кг	210,35±42,48	197,07±57,96	249,36±31,92	218,47±49,68	213,18±47,31	208,55±35,61
Білок, %	3,33±0,11	3,14±0,05	3,17±0,07	3,29±0,11	3,13±0,05	3,37±0,09
Молочний білок, кг	183,72±38,77	163,50±47,63	206,47±25,42	186,84±41,99	178,95±39,60	181,80±24,61
<b>2-а лактація</b>						
Надій, кг	6471,71±1442,24	5887,40±1565,12	8023,71±951,47	6577,44±1352,16	7112,92±1981,92	5647,60±618,32
Жир, %	3,76±0,15	3,70±0,07	3,82±0,14	3,70±0,13	3,74±0,08	3,77±0,07
Молочний жир, кг	243,46±50,84	216,73±54,11	305,67±30,25	241,84±43,28	264,84±69,34	213,12±27,44
Білок, %	3,29±0,10	3,15±0,06	3,16±0,07	3,28±0,11	3,10±0,05	3,16±0,36
Молочний білок, кг	212,13±43,50	185,31±49,47	253,50±26,70	216,14±44,46	220,81±62,31	179,00±32,79
<b>3-я лактація</b>						
Надій, кг	6932,83±1591,83	6797,50±626,50	6739,40±2033,68	7785,88±1759,52	5942,56±1296,72	7093,33±745,78
Жир, %	3,68±0,12	3,95±0,01	3,69±0,15	3,77±0,09	3,88±0,13	3,82±0,13
Молочний жир, кг	254,90±56,48	268,44±24,07	249,68±77,52	293,51±67,97	229,80±51,97	270,06±18,69
Білок, %	3,23±0,10	3,10±0,10	3,13±0,06	3,25±0,11	3,09±0,04	3,10±0,08
Молочний білок, кг	225,11±54,45	211,35±26,22	209,49±58,56	254,44±63,82	183,35±39,78	240,07±19,52
<b>Висока лактація</b>						
Надій, кг	7919,71±416,33	7755,14±937,02	7766,40±1306,40	8239,44±1520,88	7888,22±1316,69	6744,60±974,72
Жир, %	3,71±0,11	3,72±0,07	3,71±0,12	3,76±0,09	3,70±0,09	3,82±0,09
Молочний жир, кг	293,75±12,62	288,56±34,39	287,20±43,01	309,47±58,17	291,45±46,73	257,11±33,28
Білок, %	3,26±0,07	3,10±0,06	3,16±0,06	3,28±0,12	3,10±0,07	3,32±0,05
Молочний білок, кг	258,13±18,77	240,00±27,82	244,85±40,00	270,41±52,93	245,95±41,45	224,11±35,56

**Таблиця 5.** Показники мінливості ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами крові — HB

Ознака, показник	Генотип (X±S <sub>x</sub> )					
	AA		AB		BB	
	УЧМ	УЧорРМ	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ	УЧерРМ
<b>1-а лактація</b>						
Надій, кг	5732,81±1104,84	5481,44±1298,69	6507,27±851,92	4333,00±160,00	6055,00±0,0	—
Жир, %	3,86±0,10	3,70±0,15	3,83±0,07	3,65±0,08	3,84±0,0	—
Молочний жир, кг	221,89±44,16	205,41±50,32	248,95±32,60	157,82±2,58	232,51±0,0	—
Білок, %	3,32±0,10	3,13±0,06	3,12±0,10	3,48±0,02	3,00±0,0	—
Молочний білок, кг	190,40±37,73	171,72±41,09	203,41±27,07	150,61±6,64	181,65±0,0	—
<b>2-а лактація</b>						
Надій, кг	6483,59±1351,28	6666,70±1782,40	6960,08±1053,47	5453,50±435,50	6123,00±0,0	—
Жир, %	3,72±0,13	3,74±0,08	3,79±0,12	3,78±0,03	3,85±0,0	—
Молочний жир, кг	240,15±45,26	247,99±63,03	262,96±38,29	206,02±18,35	235,74±0,0	—
Білок, %	3,25±0,13	3,11±0,06	3,12±0,10	3,50±0,05	3,00±0,0	—
Молочний білок, кг	211,45±45,46	207,27±55,80	216,72±31,01	191,09±17,97	183,69±0,0	—

Продовження табл. 5

Ознака, показник	Генотип (X±S <sub>x</sub> )											
	AA			AB			BB			BB		
	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ	УЧМ	УЧерРМ	УЧорРМ
<b>3-я лактація</b>												
Надій, кг	n=32	n=28	n=30	n=3	n=1							
Жир, %	7538,78±1788,14	5998,85±1180,34	7482,00±1634,67	7299,00±486,00	8229,00±0,0							
Молочний жир, кг	3,74±0,12	3,87±0,12	3,72±0,11	3,88±0,01	3,53±0,0							
Білок, %	281,94±66,36	231,91±46,75	279,15±64,17	283,15±18,13	290,48±0,0							
Молочний білок, кг	3,24±0,08	3,08±0,05	3,12±0,08	3,65±0,20	3,00±0,0							
Молочний білок, кг	245,40±60,55	184,96±36,06	232,89±49,52	267,39±32,34	246,87±0,0							
<b>Вища лактація</b>												
Надій, кг	n=32	n=28	n=30	n=3	n=1							
Жир, %	7927,00±1307,70	7821,65±1189,45	7988,93±1295,27	7749,50±35,50	8229,00±0,0							
Молочний жир, кг	3,75±0,10	3,70±0,08	3,71±0,10	3,88±0,00	3,53±0,0							
Білок, %	297,13±47,94	289,32±42,60	292,29±46,18	300,29±0,99	290,48±0,0							
Молочний білок, кг	3,26±0,07	3,09±0,07	3,10±0,09	3,65±0,20	3,00±0,0							
Молочний білок, кг	258,92±45,01	242,56±37,53	247,57±40,89	282,93±16,79	246,87±0,0							
<b>1-а лактація</b>												
Надій, кг	n=9	n=5	n=2	n=17	n=14	n=24	n=8	n=7	n=5			
Жир, %	5656,29±1144,90	6001,80±1057,92	7283,00±271,00**	5630,07±1108,47	5598,85±1304,73	6400,17±685,31**	5629,57±1100,94	5228,00±1202,86	6819,60±1294,32**			
Молочний жир, кг	3,90±0,10*	3,62±0,31	3,77±0,07	3,83±0,09	3,71±0,12	3,83±0,07	3,84±0,12	3,79±0,10	3,88±0,02			
Білок, %	221,07±46,98	229,44±41,53	274,38±5,12***	216,02±43,78	207,83±50,00	244,90±26,08***	216,98±46,18	198,37±47,21	264,46±49,57***			
Молочний білок, кг	3,36±0,11	3,16±0,02	3,10±0,10	3,30±0,10	3,14±0,04	3,12±0,10	3,35±0,11	3,11±0,08	3,17±0,14			
Молочний білок, кг	190,51±39,66	189,67±33,79	226,04±15,68*	186,39±38,44	176,02±41,27	199,97±22,25*	187,50±33,90	162,74±38,46	215,98±38,51*			
<b>2-а лактація</b>												
Надій, кг	n=9	n=5	n=2	n=17	n=14	n=24	n=8	n=7	n=5			
Жир, %	5827,71±664,73	8082,67±200,89	6361,00±1639,00	6571,27±1545,35	6703,90±1874,28	7168,70±856,27	6657,29±1098,24	6441,17±2106,78	6059,80±1519,76			
Молочний жир, кг	3,82±0,05	3,61±0,05	3,69±0,06	3,65±0,14	3,75±0,08	3,79±0,10	3,77±0,11	3,73±0,08	3,81±0,16			
Білок, %	222,58±26,01	292,05±6,64****	233,74±56,66	239,30±52,11	250,07±66,44	271,89±31,71	249,78±37,15	239,13±76,69	228,76±52,89			
Молочний білок, кг	3,21±0,29*	3,13±0,02	3,10±0,10	3,27±0,08*	3,13±0,06	3,11±0,10	3,33±0,12*	3,08±0,08	3,20±0,08			
Молочний білок, кг	187,23±33,25	253,27±7,22	195,55±44,45	215,82±51,48	209,12±57,28	222,64±25,80	220,50±29,09	199,16±67,15	194,01±45,79			
<b>3-я лактація</b>												
Надій, кг	n=9	n=5	n=2	n=17	n=14	n=24	n=8	n=7	n=5			
Жир, %	6609,50±990,33	7378,20±845,36	9523,00±1523,00	8087,85±2211,55	6786,71±972,33	7494,50±1606,43	7198,50±694,50	4892,75±1306,75	6579,60±591,52			
Молочний жир, кг	3,69±0,12	3,69±0,09	3,77±0,14	3,79±0,08	3,87±0,10**	3,69±0,11	3,73±0,15	3,93±0,12**	3,73±0,07			
Білок, %	242,33±28,99	271,32±24,80****	361,50±70,50	306,58±82,75	263,50±41,97	277,37±62,32	268,58±22,63	190,13±47,78	244,83±19,33			
Молочний білок, кг	3,25±0,10***	3,15±0,02	3,10±0,10	3,24±0,09***	3,11±0,04	3,10±0,08	3,37±0,19***	3,06±0,06	3,20±0,08			
Молочний білок, кг	214,95±33,53	232,22±25,25	296,74±56,74****	263,89±75,39	211,05±31,50	231,35±47,19	243,12±27,61	148,86±38,19	210,87±21,68			
<b>Вища лактація</b>												
Надій, кг	n=9	n=5	n=2	n=17	n=14	n=24	n=8	n=7	n=5			
Жир, %	7144,57±1014,20	7378,20±845,36	9523,00±1523,00	8275,60±1791,31	8185,50±1480,29	7836,46±1137,33	7911,71±393,88	7545,00±768,00	8114,20±701,76			
Молочний жир, кг	3,70±0,13	3,69±0,09	3,77±0,14	3,78±0,05	3,70±0,09	3,71±0,10	3,77±0,14	3,69±0,06	3,69±0,08			
Білок, %	264,12±34,06	271,32±24,80	361,50±70,50	312,76±66,73	303,19±54,50	290,25±40,19	297,56±9,17	278,54±30,16	274,06±51,16			
Молочний білок, кг	3,32±0,11	3,15±0,02	3,10±0,10	3,24±0,08	3,09±0,07	3,11±0,08	3,37±0,16	3,09±0,06	3,10±0,12			
Молочний білок, кг	237,06±32,78	232,22±25,25	296,74±56,74	268,94±60,98	252,58±43,74	243,30±35,31	266,15±18,67	235,47±28,31	250,60±49,64			

Таблиця 6. Показники мінімальності ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами крові — СР

Примітка. Тут і далі \* — P<0,005; \*\* — P<0,05; \*\*\* — P<0,01; \*\*\*\* — P<0,005.

**Таблиця 7.** Дисперсійний аналіз ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами крові — *СР*

Показник продуктивності	Надій, кг		Вміст жиру в молоці, %		Кількість молочного жиру, кг		Вміст білка в молоці, %		Кількість молочного білка, кг	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Джерело мінливості										
Генотип (А)	0,551234	0,578525	0,150015	0,860949	0,869023	0,423486	4,16899	0,019144	0,180175	0,835479
Порода (В)	0,006918	0,993106	2,530521	0,086308	0,233371	0,792425	22,01808	—	0,904240	0,409160
А×В	1,208821	0,314072	0,547701	0,701229	1,562737	0,192878	1,07564	0,374544	1,067614	0,378478

**Таблиця 8.** Показники мінливості ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами крові — *Ат1*

Ознака, показник	Генотип (Х±S <sub>x</sub> )					
	ВВ		ВС		СС	
	УЧМ	УЧОРМ	УЧМ	УЧОРМ	УЧМ	УЧОРМ
<b>1-а лактація</b>	n=6	n=10	n=23	n=11	n=6	n=13
Надій, кг	6521,17±1126,50*	6294,00±1149,43	6061,70±565,18***	5570,11±1085,46	4824,83±681,44	6685,33±581,56***
Жир, %	3,91±0,07***	3,75±0,11	3,82±0,12	3,65±0,23	3,83±0,12***	3,70±0,11
Молочний жир, кг	255,41±46,47	235,20±40,44	212,46±42,18	210,59±45,51	185,05±27,97	246,82±21,79*
Білок, %	3,27±0,07	3,14±0,06	3,34±0,12	3,15±0,03	3,12±0,10	3,13±0,06
Молочний білок, кг	213,22±35,91*	197,76±37,66*	188,31±16,07*	175,68±33,99	162,13±24,51	211,41±20,21*
<b>2-а лактація</b>	n=6	n=10	n=23	n=11	n=6	n=13
Надій, кг	7749,83±742,11	8441,50±2168,50	6372,00±1235,67	6441,86±1908,16	5109,67±843,67	5913,67±1127,56
Жир, %	3,57±0,14	3,74±0,05	3,76±0,12***	3,70±0,10	3,78±0,12	3,85±0,07***
Молочний жир, кг	276,85±31,54	314,97±79,39	238,63±42,21	236,76±64,69	194,00±36,06	228,09±43,14
Білок, %	3,24±0,07*	3,11±0,06	3,27±0,17*	3,13±0,07	3,34±0,09*	3,17±0,11
Молочний білок, кг	250,72±24,56	263,70±73,43	209,29±42,46	200,88±58,56	171,47±32,99	185,97±28,12
<b>3-я лактація</b>	n=6	n=10	n=23	n=11	n=6	n=13
Надій, кг	8701,50±1331,83	6211,00±17,00	5975,50±312,75	6661,25±913,25	6361,00±1091,67	9215,33±1220,44
Жир, %	3,80±0,08	3,82±0,14	3,78±0,11	3,82±0,14	3,68±0,10	3,83±0,12
Молочний жир, кг	330,33±52,10	236,93±7,74	221,22±11,56	255,51±39,07	280,63±58,87	354,22±51,79
Білок, %	3,26±0,06*	3,05±0,05	3,15±0,10	3,11±0,06	3,10±0,06	3,13±0,11
Молочний білок, кг	284,31±48,44***	189,43±2,59	188,48±15,50	207,48±31,04	235,04±46,47	288,17±36,17***
<b>Вища лактація</b>	n=6	n=10	n=23	n=11	n=6	n=13
Надій, кг	9177,83±1086,56	7910,50±1431,38	6724,40±724,60	7561,44±1141,60	6822,50±1109,00	9767,33±852,44
Жир, %	3,77±0,11	3,73±0,06	3,76±0,09	3,69±0,11	3,67±0,09	3,84±0,12
Молочний жир, кг	345,99±40,88	294,39±51,63	294,65±39,53	279,19±39,29	306,30±37,72	374,72±38,19
Білок, %	3,26±0,07	3,13±0,07	3,32±0,11	3,10±0,06	3,10±0,09	3,07±0,09
Молочний білок, кг	299,30±37,32	247,68±46,65	261,00±38,92	233,86±33,65	265,08±33,78	300,38±35,39

**Таблиця 9.** Дисперсійний аналіз ознак молочної продуктивності корів різних генотипів за генетико-біохімічними системами крові — *Ат1*

Показник продуктивності	Надій, кг		Вміст жиру в молоці, %		Кількість молочного жиру, кг		Вміст білка в молоці, %		Кількість молочного білка, кг	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Джерело мінливості										
Генотип (А)	0,516148	0,598948	1,073347	0,347124	0,144311	0,865861	2,420657	0,095870	1,090686	0,341325
Порода (В)	0,284547	0,753174	2,724717	0,072146	0,259136	0,772416	0,956545	0,388917	1,690178	0,191530
А×В	5,892911	0,000358	0,888039	0,475461	6,019751	0,000300	1,706342	0,157645	4,690157	0,001985



Встановлено, вплив породної належності корів на їх генетичну структуру за генетико-біохімічними системами *pTf*, *GC*, *HB*, *CP* та *Am-1*. За локусами посттрансферину та амілази простежувалася подібність між коровами порід УЧМ та УЧерРМ, водночас за локусами церулоплазміну та рецептору до вітаміну D встановлена схожість між УЧорРМ та УЧерРМ. Локус гемоглобіну виявився достатньо подібним за розподілом алелей у корів порід УЧМ та УЧорРМ.

Також встановлено вплив посттрансферину на показники вмісту білка та кількість білка в молоці всіх трьох досліджуваних груп. Корови з гомозиготним генотипом *FF* мали вищий показник вмісту білка в молоці та його кількості з вірогідною перевагою над коровами з генотипом *FS* і *SS*.

Крім того, встановлено вірогідний вплив церулоплазміну на показники вмісту жиру та білка в молоці залежно від породи корів. Гомозиготним коровам порід УЧМ та УЧорРМ за алелями *A* та *B* був притаманний вищий вміст жиру в молоці. А для гомозиготних за алелем *B* корів породи УЧерРМ характерним був вищий вміст білка в молоці. Щодо локусу амілази, встановлено чіткий вплив генотипу на прояв надою, молочного жиру та кількості білка в молоці: здебільшого ці ознаки, незалежно від породи корів, були значно вищими у представниць-носіїв гомозиготних генотипів *SS*.

Таким чином, використання окремих локусів за поліморфними системами білків крові у відборі та підборі тварин сприятиме підвищенню ефективності племінної роботи з худобою. А тому в подальшій племінній роботі з вітчизняними породами варто враховувати різноманітність алелофонду за поліморфними системами білків, що особливо важливо в умовах південного степу України — виявляти найбільш адаптованих тварин з достатньою високою молочною продуктивністю.

## Джерела

- Abbas Z, Hu L, Fang H, Sammad A, Kang L, Brito LF, Xu Q, Wang Y. Association analysis of polymorphisms in the 5' flanking region of the HSP70 gene with blood biochemical parameters of lactating Holstein cows under heat and cold stress. *Animals*. 2020; 10 (11): 2016. DOI: 10.3390/ani10112016.
- Alexander G, Juvancz Z, Szejtli J. Cyclodextrins and their derivatives as stationary phases in GC capillary columns. *J High Res Chromatogr*. 1988; 11 (1): 110–113. DOI: 10.1002/jhrc.1240110128.
- Arora R, Bhatia S. Genetic structure of Muzzafamagri sheep based on microsatellite analysis. *Small Rum Res*. 2004; 54 (3): 227–230. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2003.11.015.
- Bodnaruk V, Shchebatyj Z, Muzyka L, Zhmur A, Orikhivskiy T. Genofond of some breed of cattle. *Sci Mess LNUVMBT Ser Agricult sci*. 2017; 19 (74): 131–134. DOI: 10.15421/nlvvet7429. (in Ukrainian)
- Bogatova OV, Dogaryova NG. *Chemistry and Physics of Milk*. A textbook. Orenburg, State Educational Institution OSU, 2004: 137 p.
- Chernenko O, Gubarenko N. Influence of genotypes for GH and RIT-1 genes on milk yield of Holstein cows. *Anim Husb Ukraine*. 2014; 11: 31–35.
- Eidrigovich EV, Raevskaya VV. *Interior of Farm Animals*. Moscow, Kolos, 1978: 225 p.
- Fedota O, Puzik N, Skrypina I, Babalyan V, Mitiohlo L, Ruban S, Belyaev S, Borshch OO, Borshch OV. Single nucleotide polymorphism C994g of the cytochrome P450 gene possess pleiotropic effects in *Bos taurus*, L. *Acta Biol Szegediensis*. 2022; 66 (1): 7–15. DOI: 10.14232/abs.2022.1.7-15.
- GenAIEx 6.5 website. Available at: <http://biology-assets.anu.edu.au/GenAIEx/Download.html>
- Gorbatova KK. *Biochemistry of Milk and Dairy Products*. Moscow, 1984:118–140 p.
- Gritsenko Y, Gill M, Karatieieva O. Connection between gene markers with milk production traits of Ukrainian dairy cows. *Online J Anim Feed Res*. 2022; 12 (5): 302–313. DOI: 10.51227/ojaf.2022.41.
- Gritsenko YV, Gill MI, Kosenko MS. Polymorphism of genetic and biochemical systems of modern Ukrainian breeds of dairy cattle in the direction of productivity. *Herald Agr Sci Black Sea Region*. 2019; 4: 71–79. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-8.
- Gritsnyak II, Nagornyuk TA, Tarasyuk SI. Genetic structure of breeds and breed groups of carp according to separate genetic and biochemical systems. *Fish Sci Ukraine*. 2008; 1 (3): 29–33. Available at: <https://fsu.ua/index.php/uk/2008/1-2008-3/2008-01-029-033> (in Ukrainian)
- Harris H, Hopkinson DA. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics. *Am J Hum Genet*. 1977; 29 (1): 115. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1685231>
- Kohut MI. Blood proteins and their relationship with milk productivity in cows of different exterior types. *Anim Breed Genet*. 2011; 45: 94–100.
- Kostyunina OV, Abdel'manova AS, Martynova EU, Zinovieva NA. Search for genomic regions carrying the lethal genetic variants in the Duroc pigs. *Agricult Biol*. 2020; 55 (2): 275–284. DOI: 10.15389/agrobiol.2020.2.275eng.
- Kramarenko SS, Lugovyi SI, Lykhach AV, Kramarenko OS. *Analysis of Biometric Data in Animal Breeding and Selection*. A tutorial. Mykolaiv, 2019: 211 p. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/335611924>
- Kusza S, Sziszkosz N, Nagy K, Masala A, Kukovics S, András J. Preliminary result of a genetic polymorphism of  $\beta$ -lactoglobulin gene and the phylogenetic study of ten balkan and central european indigenous sheep breeds. *Acta Biochim Polonica*. 2015; 62 (1): 109–112. DOI: 10.18388/abp.2014\_846.
- Lestari DA, Sutopo S, Setiaji A, Kumianto E. Genetic diversity and phylogenetic study of Ongole Grade cattle population in Central Java based on blood protein polymorphism. *Biodiversitas J Biol Divers*. 2023; 24 (1): 13053. DOI: 10.13057/biodiv/d240170.
- Mariutsa A, Oleksiienko O, Oborskyi V. Comparative analysis of the genetic structure of Ukrainian carp of antoninsky-zozulenets breeds. Conference Proceedings: Modern technologies of propagation and restocking of native fish species International Scientific and Practical Conference, 2019; 37. [https://www.researchgate.net/profile/Mariya-Simon/publication/370673998\\_Biological\\_value\\_and\\_toxic\\_effect\\_of\\_FE\\_ZN\\_CU\\_on\\_sturgeons\\_Acipenseridae/links/645cf4d6f43b8a29ba44d49d/Biological-value-and-toxic-effect-of-FE-ZN-CU-on-sturgeons-Acipenseridae.pdf#page=38](https://www.researchgate.net/profile/Mariya-Simon/publication/370673998_Biological_value_and_toxic_effect_of_FE_ZN_CU_on_sturgeons_Acipenseridae/links/645cf4d6f43b8a29ba44d49d/Biological-value-and-toxic-effect-of-FE-ZN-CU-on-sturgeons-Acipenseridae.pdf#page=38)
- Pedrosa VB, Schenkel FS, Chen SY, Oliveira HR, Casey TM, Melka MG, Brito LF. Genomewide association analyses of lactation persistency and milk production traits in Holstein cattle based on imputed whole-genome sequence data. *Genes*. 2021; 12 (11): 1830. DOI: 10.3390/genes12111830.
- Peshuk L. Immunogenetic features of microevolutionary processes in herds of fat-milk type of red dairy cattle. *Taurian Sci Bull*. 1999; 11 (1): 173–176.
- Pidpala TV, Voinalovich SA, Nazarenko VG. *Selection of Dairy Cattle and Pigs: Training*. A manual. Mykolaiv: MNAU, 2012: 297 p.
- Polupan YP. Intra-breed types and consolidation of the created red dairy breed. *Anim Breed Genet*. 1999; 31 (32): 196–198.

25. Shebanin VS, Melnyk SI, Kramarenko SS, Ganganov VM. *Analysis of Population Structure*. Mykolaiv, 2008: 240 p.
26. Sutiyono S, Sutopo S, Ondho YS, Setiatin S, Samsudewa D, Suryawijaya A, Lestari DA, Kurnianto E. Genetic diversity of Ongole Grade cattle of Rembang District, Central Java, Indonesia, based on blood protein polymorphism. *Biodiversitas J Biol Diversity*. 2018; 19 (4): 1429–1433. DOI: 10.13057/biodiv/d190432.
27. Wang H, Jiang L, Wang W, Zhang S, Yin Z, Zhang Q, Liu JF. Associations between variants of the *HAL* gene and milk production traits in Chinese Holstein cows. *BMC genet*. 2014; 15 (1): 125. DOI: 10.1186/s12863-014-0125-4.
28. Zhou J, Liu L, Chen CJ, Zhang M, Lu X, Zhang Z, Shi Y. Genome-wide association study of milk and reproductive traits in dual-purpose Xinjiang Brown cattle. *BMC genom*. 2019; 20 (1): 827. DOI: 10.1186/s12864-019-6224-x.

## Relationship of polymorphism of genetic and biochemical systems with indicators of milk productivity of modern Ukrainian cattle breeds

Yu. Gritsienko

gricienko1988@gmail.com

Mykolaiv Research and Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, 2A 1 Voyenna str., Mykolaiv, 54009, Ukraine

DNA typing technologies make it possible to detect alleles and their frequencies in biochemical systems of proteins and enzymes, including specific PCR sequences, restriction enzymes and actually single nucleotide polymorphisms. The development of breed-specific SNPs is necessary for genotyping and mapping of associations with milk productivity traits, which will make it possible to identify the most valuable genotypes for their further use in selection and breeding work. The purpose of the study is to determine the allelic and genotypic frequencies, genetic diversity and polymorphism of hemoglobin (*HB*), ceruloplasmin (*CP*), posttransferrin (*pTf*), amylase (*Am-1*) and the receptor for vitamin D (calcitriol) (*GS*) to identify the relationship breed-specific features of their genetic structure. The results of the research revealed the influence of the breed of cows on their genetic structure according to the genetic-biochemical systems *pTf*, *GS*, *HB*, *CP* and *Am-1*. A clear influence of the genotype factor at the posttransferrin locus was observed, among the studied breeds of cows, on the manifestation of the content and amount of protein in milk. In addition, a probable effect of ceruloplasmin on the parameters of fat and protein in milk was established, depending on the breed of cows. The assessment of the genetic-biochemical system based on the amylase locus established a clear influence of the genotype on the manifestation of milk yield, milk fat and the amount of protein in milk. Thus, the use of polymorphism of individual loci of proteins and blood enzymes in the conduct of selection and breeding work will not only contribute to the improvement of breeding work, but also to the improvement of dairy cattle in general. Therefore, the perspective of breeding work with Holstein cattle should be the assessment of the diversity of the allelogen according to the polymorphic system of proteins and enzymes, which will allow to identify the best genotypes not only in terms of productivity, but also in genetic terms.

**Key words:** genetic and biochemical systems, hemoglobin (*HB*), ceruloplasmin (*CP*), posttransferrin (*pTf*), amylase (*Am-1*), receptor for vitamin D (calcitriol) (*GS*), polymorphism



## Модуляція цілісності кишкового бар'єру курчат-бройлерів, асоційована зі змінами мікробіому

Л. М. Тамчук, Д. М. Масюк  
dimasiuk@gmail.com



Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49009, Україна

### ORCID:

L. M. Tamchuk <https://orcid.org/0000-0002-3365-0443>  
D. M. Masiuk <https://orcid.org/0000-0002-2800-2580>

### Authors' Contributions:

**TLM:** Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing — original draft.  
**MDM:** Project administration; Conceptualization; Methodology; Supervision; Formal analysis; Writing — review & editing.

### Declaration of Conflict of Interests:

The authors declare that they have no financial conflicts of interest or personal relationships regarding this paper.

### Ethical approval:

All procedures with poultry were carried out in compliance with the requirements stated in the Law of Ukraine no. 3447-IV dated 21.02.06 "On the Protection of Animals from Cruelty", agreed with the main principles of the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Scientific Purposes" (Strasbourg, 1986), and approved by the Commission on Bioethics of Experiments on Animals of the Dnipro State Agrarian and Economic University.

### Acknowledgements:

The work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of Ukraine (grant no. 0122U001318, ID: 188187 05.11.2021).



Attribution 4.0 International  
(CC BY 4.0)

Білки міжклітинної адгезії відіграють провідну роль у забезпеченні бар'єрної функції епітелію кишок, формуючи щільні міжклітинні з'єднання, які перешкоджають проникненню шкідливих речовин, мікроорганізмів і токсинів у внутрішнє середовище організму. Однак ефекти комплексного впливу коротколанцюгових жирних кислот з моногліцеридами (SCFA-M) на модуляцію адгезивних білків та їхній зв'язок зі станом мікробіому курчат-бройлерів залишаються нерозкритими, що обумовлює актуальність дослідження. Робота проведена на курчатах-бройлерах кросу *Cobb 500* в умовах промислової птахофабрики. Курчатам дослідної групи з питною водою випоювали препарат *C-3 C-10* у дозі 1%. Отримані результати показали, що задавання курчатам SCFA-M характеризується збільшенням експресії E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та зменшенням експресії IFN- $\gamma$  в дванадцятипалій кишці. Зокрема, задавання SCFA-M курчатам збільшує рівень експресії E-cadherin у дванадцятипалій кишці на 25,8–30,4% ( $P \leq 0,001$ ), fibronectin — на 17,8–37,0% ( $P \leq 0,001$ ), IFN- $\alpha$  — на 21,0–71,6% ( $P \leq 0,001$ ), та зменшує експресію IFN- $\gamma$  на 13,5–49,9% ( $P \leq 0,01$ – $0,001$ ) порівняно з показниками курчат контрольної групи. Встановлені взаємозв'язки експресії молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  і IFN- $\gamma$ ) в дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів, які протягом технологічного циклу істотно змінюються не тільки за силою, але і за напрямом. У 22-добових курчат-бройлерів вміст маркерів пов'язаний з вмістом *Escherichia coli* ( $r = 0,79$ – $0,87$ ), у 29-добових курчат — з вмістом *E. coli* ( $r = -0,84$ ...– $0,68$ ) та *Staphylococcus spp.* і *Enterococcus spp.* ( $r = 0,23$ – $0,91$ ), а у 45-добових курчат — з вмістом *Staphylococcus spp.* ( $r = -0,83$ ...– $0,51$ ). За дії SCFA-M у дванадцятипалій кишці 22-добових курчат встановлено сильні прямі зв'язки E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$  зі *Staphylococcus spp.* ( $r = 0,81$ – $0,91$ ); у 36-добових курчат-бройлерів експресія молекулярних маркерів має сильні обернені кореляційні зв'язки з вмістом *E. coli* ( $r = -0,92$ ...– $0,80$ ). Таким чином, застосування SCFA-M курчатам-бройлерам має коригувальний вплив на модуляцію експресії молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів. Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні схеми задавання курчатам-бройлерам SCFA-M, які замінять або мінімізують застосування антибактеріальних препаратів у птахівництві.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, SCFA-M, мікробіом, E-кадгерин, фібронектин, інтерферон- $\alpha$ , інтерферон- $\gamma$

## Вступ

Тривалий час продуктивність промислової птиці забезпечували додаванням до корму низьких доз антибіотиків, що запобігало захворюванням та збільшувало приріст маси тіла [22]. Однак навіть за використання низьких доз антибіотиків проблеми зі здоров'ям птиці все одно виникали [1]. У промислового птахівництва застосування органічних кислот у кормах є найбільш перспективним для заміни антибактеріальних препаратів [12]. Зокрема, вже сьогодні успішно застосовують органічні кислоти з коротким, середнім та довгим ланцюгом, які здатні вибірково коригувати ріст або активність окремих бактерій [4]. Моногліцериди жирних кислот мають низку переваг, зокрема рН-незалежну антимікробну активність, та покращують бар'єрну функцію кишечника. Монолаурин проявляє виражений антибактеріальний та протизапальні ефекти [15].

Відомо, що білки міжклітинної адгезії відіграють провідну роль у забезпеченні бар'єрної функції епітелію кишків [14, 19]. Вони утворюють щільні міжклітинні з'єднання, які запобігають проникненню шкідливих речовин, мікроорганізмів і токсинів у внутрішнє середовище організму [23]. Дослідження на бройлерах і курках-несучках показали, що добавки з різними рівнями органічних кислот можуть стимулювати безліч генів, пов'язаних зі щільними контактами та імунною функцією [11]. Бутират покращує функцію кишківного бар'єру, збільшуючи транскрипцію *claudin-1* через сприяння асоціації між SP1 і промотором *claudin-1* [23]. Органічні кислоти, амінокислоти та пектини можуть впливати на модуляцію E-кадгерину. E-cadherin — це білок, який відіграє важливу роль у збереженні цілісності клітинних з'єднань в епітелії кишечника [3]. Зміни в експресії E-cadherin можуть впливати на клітинну адгезію, міграцію та інвазію, що має значення для процесів ремоделювання тканин, зокрема запалення та загоєння виразок [20]. Однак на сьогодні питання модуляції експресії E-cadherin, fibronectin, інтерферону- $\alpha$  (IFN- $\alpha$ ) та інтерферону- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) у сліпій та дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів за впливу моногліцеридів опинилось поза увагою дослідників.

Тому актуальним напрямом наукових досліджень є встановлення впливу SCFA-M на стан бар'єрної функції кишечника, мікробіому та їхньої взаємодії в курчат-бройлерів, що дозволить розробити нові способи підвищення продуктивності і резистентності тварин з мінімізацією застосування антибіотиків.

## Матеріали і методи досліджень

Роботу провели на курчатах-бройлерах кросу *Cobb 500* в умовах промислової птахофабрики. Для проведення дослідження було сформовано 2 групи курчат добового віку — дослідну (45000 курчат) та

контрольну (36000 курчат), які утримували в окремих ідентичних пташниках. Щільність посадки в контрольній групі склала в середньому 21 курча/м<sup>2</sup>. Бройлерів вирощували відповідно до стандартних протоколів підприємства за сучасними технологіями, впровадженими на підприємстві, з урахуванням та дотриманням основних вимог біологічної безпеки відповідно до робочих інструкцій з дотримання ветеринарно-санітарних правил. Птахам дослідної групи в періоди 16–18, 25–29 та 32–37 днів життя з водою випоювали препарат *IP. Enterin C-3 C-10* у дозі 1,5 л/30 л води 1%. Склад: моногліцериди — 54%, дигліцериди — 2%, тригліцериди — 1%, вільний гліцерин — 1%. Кислоти етерифіковані гліцерином — C12 — лауринова кислоти.

Від курчат відбирали тканини дванадцятипалої кишки з вмістом. Матеріал зберігали для дослідження замороженим за температури  $-18...-22^{\circ}\text{C}$ . Кількісний склад мікрофлори визначали приготуванням десятикратних розведень та висівів їх на відповідні поживні середовища. Для визначення кількості бактерій групи кишківної палички (БГКП) посіви проводили на середовище Ендо, стафілококів — на середовище Бейд-Паркера, ентерококів — на жовтково-ескуліновий агар, клостридій — залізовміщуючий сульфідний агар Вільсона-Блера. Посіви культивували 24 год. в термостаті за температури  $37^{\circ}\text{C}$ . Підрахунок та інтерпретацію результатів проводили за ISO 7218.

Для дослідження вмісту молекулярних маркерів методом вестерн блотингу тканини кишечника гомогенізували у трис-буфері. Білкові фракції отримували з супернатантів після центрифугування 20 000 g протягом 45 хв. Білкові зразки кишечника розділяли за допомогою електрофорезу у поліакриламідному гелі з градієнтом щільності акриламідну 7–18% [13]. Перенесення білків з поліакриламідного гелю на нітроцелюлозу проводили за допомогою електричного поля протягом 60 хв. зі струмом 150 мА. Блокування антигену на нітроцелюлозній мембрані проводили 1%-м розчином альбуміну сироватки крові бика. Після блокування кожну мембрану окремо інкубували з розведеними 1:1500 первинними антитілами проти E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  або IFN- $\gamma$  відповідно. Після промивання мембрану інкубували з вторинними антитілами, міченими пероксидазою хрому. Візуалізацію поліпептидних зон проводили з використанням посиленої хемілюмінісценції і рентгенівських плівок. Результати вмісту загального білка та імуноблотингу відображали у відсотках щодо контрольної групи.

Статистичну обробку отриманих результатів виконували за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення *GraphPad Prism 8*. Вибіркові параметри, представлені в роботі, мали такі позначення: M — вибіркоче середнє; SD — стандартне відхилення. Зміни показників вважали вірогідними за  $P < 0,05$ , у тому числі  $P < 0,01$  і  $P < 0,001$ .

Всі процедури з птицею проводили з дотриманням вимог, наведених у Законі України №3447-IV від 21.02.06 р. «Про захист тварин від жорстокого пово-



дження», узгоджених з основними принципами «Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986), та затверджених комісією з біоетики експериментів на тваринах Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

## Результати та обговорення

Вміст E-cadherin у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів контрольної і дослідної групи на 16-у добу життя вірогідно не відрізнявся (рис. 1). Протягом експерименту модуляція експресії E-cadherin у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів контрольної групи має тенденцію до зниження, на що вказує низхідна лінія регресії, причому рівняння регресії мало вигляд:  $Y = -0.1005 \cdot X + 105.4$  ( $P=0,47$ ).

Задавання курчатам дослідної групи SCFA-M мало істотний вплив на експресію цього мембранного білка в дванадцятипалій кишці. Зокрема, з 16-ї до 22-ї доби життя у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів дослідної групи вміст E-cadherin зростав на 35,3% ( $P \leq 0,001$ ), після чого збільшення вмісту тривало до 29-добового віку (на 8,7%), однак надалі уже до 45-ї доби життя поступово знижується на 21,0% ( $P \leq 0,001$ ). Статистично більший рівень експресії E-Cad у курчат дослідної групи був визначений протягом усього періоду досліджень; у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів 22-, 29-, 36- та 45-добового віку експресія вказаного білка була більшою, відповідно, на 30,4% ( $P \leq 0,001$ ), 38,8% ( $P \leq 0,001$ ), 32,6% ( $P \leq 0,001$ ) і 25,8% ( $P \leq 0,001$ ) порівняно з показниками курчат контрольної групи. Рівняння регресії вмісту E-cadherin у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів дослідної групи мало таких вигляд:  $Y = 0.5612 \cdot X + 112.8$  ( $P=0,07$ ).

Вміст fibronectin у дванадцятипалій кишці 16-добових курчат-бройлерів контрольної і дослідної групи не різнився (рис. 2). Протягом експерименту експресія fibronectin у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів контрольної групи значно зростала, що визначало висхідну лінію регресії:  $Y = 0.152 \cdot X + 99,1$ ;  $P=0,123$ .

У курчат дослідної групи з 16-ї до 22-ї доби життя у дванадцятипалій кишці вміст FN збільшується на 38,6% ( $P \leq 0,001$ ), після чого до 36-добового віку істотно не змінюється і вже до 45-ї доби життя знижується на 15,6% ( $P \leq 0,001$ ). Рівень експресії FN у дванадцятипалій кишці курчат дослідної групи 22-, 29-, 36- та 45-добового віку був більшим, відповідно, на 37,0% ( $P \leq 0,001$ ), 30,0% ( $P \leq 0,001$ ), 33,9% ( $P \leq 0,001$ ) та 17,8% ( $P \leq 0,001$ ) порівняно з показниками курчат контрольної групи. Рівняння регресії вмісту FN у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів дослідної групи становило:  $Y = 0,500 \cdot X + 113,5$  ( $P=0,104$ ).

Вміст IFN- $\alpha$  у дванадцятипалій кишці 16-добових курчат-бройлерів контрольної і дослідної групи вірогідно не різнився (рис. 3). З 16-ї до 45-ї доби життя курчат контрольної групи експресія IFN- $\alpha$  у дванадцятипалій

кишці істотно не змінюється, причому рівняння регресії мало вигляд:  $Y = 0.072 \cdot X + 101.9$ ;  $P = 0,628$ . Поряд із цим, в курчат дослідної групи вміст IFN- $\alpha$  у дванадцятипалій кишці уже до 22-ї доби життя зростав на 78% ( $P \leq 0,001$ ), після чого поступово знижувався, зокрема до 29-добового віку — на 26% ( $P \leq 0,001$ ), до 36-ї доби — на 16,4% ( $P \leq 0,05$ ) і до 45-ї доби — ще на 10,4%.

Біфазна спрямованість змін експресії IFN- $\alpha$  у дванадцятипалій кишці курчат дослідної групи була визначена для періодів 22–29 діб та 29–45 діб. Водночас отримані результати показали загальну тенденцію до зростання вмісту IFN- $\alpha$  в усіх вікових групах, де протягом 22-, 29-, 36- та 45-добового віку був вірогідно більшим, відповідно, на 71,6% ( $P \leq 0,001$ ), 47,8% ( $P \leq 0,001$ ), 29,7% ( $P \leq 0,001$ ) та 21,0% ( $P \leq 0,01$ ) порівняно з показниками курчат-бройлерів контрольної групи. Рівняння регресії вмісту цього маркера у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів дослідної групи мало вигляд:  $Y = -0,032 \cdot X + 138,7$  ( $P=0,954$ ).

Встановлено, що вміст IFN- $\gamma$  у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів контрольної і дослідної групи на 16-у добу життя вірогідно не відрізнявся і в обох групах мав тренд до зниження (рис. 4). Модуляція експресії IFN- $\gamma$  у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів контрольної групи була зменшеною на 13,9%, причому рівняння регресії мало вигляд:  $Y = -0.476 \cdot X + 100,9$  ( $P=0,002$ ).

У курчат дослідної групи з 16-ї до 22-ї доби життя у дванадцятипалій кишці вміст IFN- $\gamma$  був знижений на 46,4% ( $P \leq 0,001$ ), після чого відносно незначно зростав — на 19,5% ( $P \leq 0,01$ ); згодом знову продовжує зменшуватись до 36-добового віку — на 28,0% ( $P \leq 0,001$ ). Надалі до 45-ї доби життя вміст IFN- $\gamma$  в курчат дослідної групи падає ще на 10,2%. Рівень експресії IFN- $\gamma$  у дванадцятипалій кишці курчат дослідної групи протягом усього експерименту був вірогідно меншим від цього показника в курчат контрольної групи, зокрема у 22-, 29-, 36- та 45-добовому віці — відповідно, на 32,7% ( $P \leq 0,001$ ), 13,5% ( $P \leq 0,01$ ), 32,4% ( $P \leq 0,001$ ) і 49,9% ( $P \leq 0,001$ ). Рівняння регресії вмісту IFN- $\gamma$  у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів дослідної групи становило:  $Y = -1,89 \cdot X + 114,5$  ( $P=0,001$ ).

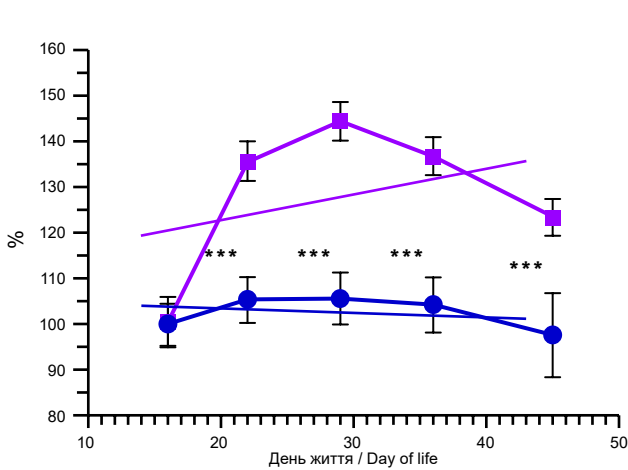
Результати дослідження дозволили встановити фундаментальну залежність вмісту молекулярних маркерів у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів протягом усього періоду досліджень. Зокрема, кореляційні зв'язки експресії вмісту E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$  становили  $r = 0,98$ – $1,00$  ( $P \leq 0,001$ ). Водночас вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці 16-добових курчат-бройлерів має прямі кореляційні зв'язки з вмістом *Escherichia coli* та *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,67$ – $0,77$ , і обернені зв'язки з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,66$ – $-0,75$ . До того ж вміст *Enterococcus spp.* обернено пов'язаний з вмістом *E. coli* та з *Staphylococcus spp.* —  $r = -0,22$ – $-0,13$ , а вміст *E. coli* прямо пов'язаний із вмістом *Staphylococcus spp.* у дванадцятипалій кишці 16-добових курчат —  $r = 0,82$  (рис. 5).

Результати аналізу кореляційних співвідношень між змінами вмісту молекулярних маркерів та складу мікробіому дванадцятипалої кишки 22-добових курчат-бройлерів дослідних груп вказують на існування значної залежності вмісту усіх досліджених маркерів від прогресування *E. coli* та *Staphylococcus spp.* Вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці 22-добових курчат-бройлерів контрольної групи має прямі кореляційні зв'язки з вмістом *E. coli* —  $r = 0,79-0,87$ , слабкі прямі зв'язки з *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,10-0,42$  і обернені зв'язки з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,27...0,41$ .

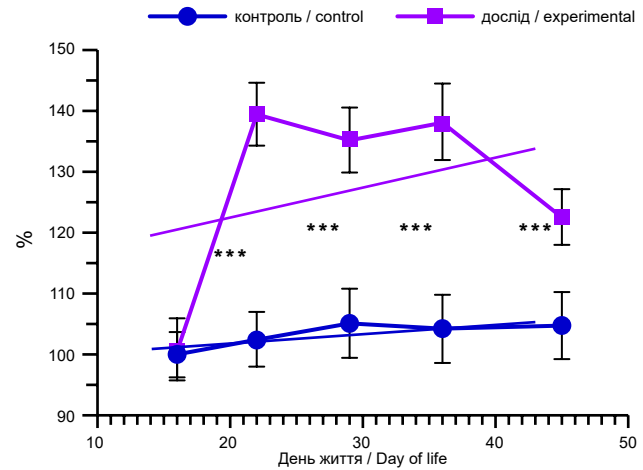
З іншого боку, в курчат контрольної групи вміст *E. coli* в дванадцятипалій кишці був обернено пов'язаний із вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,09$ , та прямо пов'язаний з вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,42$ . На відміну від цього, в курчат дослідної групи такі залежності проявлені більшою мірою, зокрема

вміст *E. coli* у дванадцятипалій кишці обернено пов'язаний з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,16$ , та прямо пов'язаний з вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,79$ . Крім цього, вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці 22-добових курчат-бройлерів дослідної групи має слабкі прямі кореляційні зв'язки з вмістом *Escherichia coli* —  $r = 0,36-0,56$ , потужні прямі зв'язки зі *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,81-0,91$ , однак зв'язки з вмістом *Enterococcus spp.* незначні.

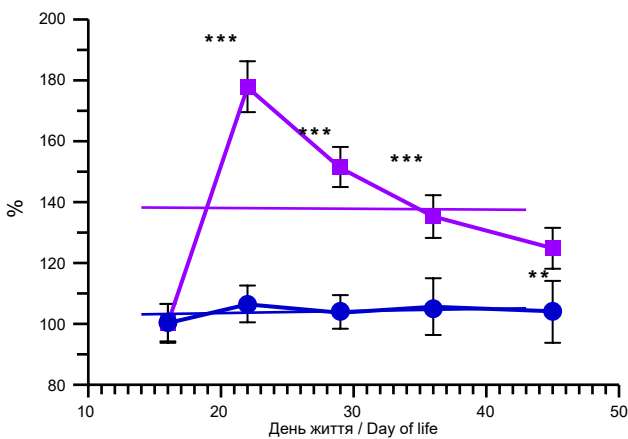
Результати аналізу кореляційних зв'язків вмісту молекулярних маркерів та мікробіому дванадцятипалої кишки 29-добових курчат-бройлерів контрольної та дослідної групи: вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці 29-добових курчат-бройлерів контрольної групи має прямі кореляційні зв'язки з вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,36-0,62$  і *E. coli* —



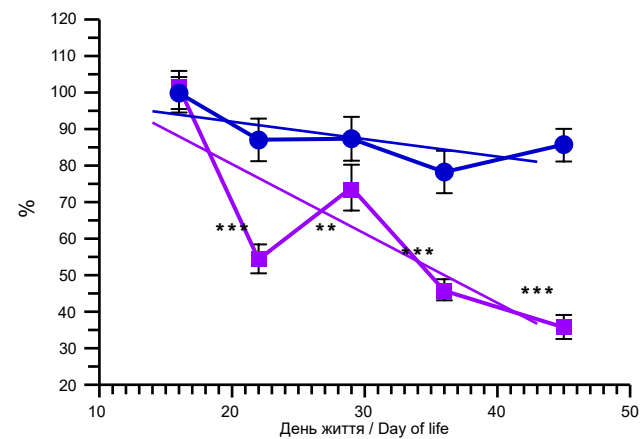
**Рис. 1.** Модуляція вмісту E-cadherin у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів за дії SCFA-M ( $M \pm SD$ ,  $n=5$ )  
**Fig. 1.** Modulation of E-cadherin content in duodenum of broiler chicken under SCFA-M action ( $M \pm SD$ ,  $n=5$ )



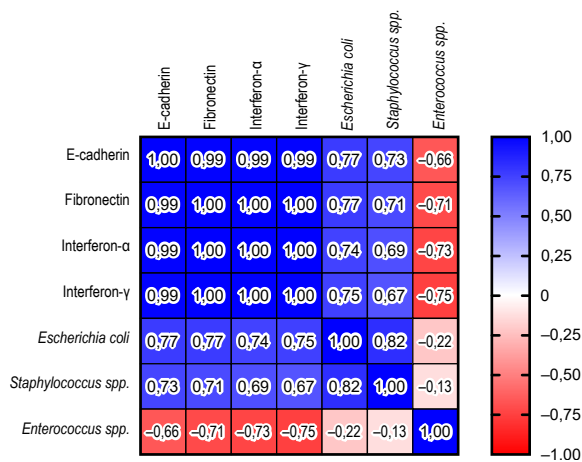
**Рис. 2.** Модуляція вмісту FN у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів за дії SCFA-M ( $M \pm SD$ ,  $n=5$ )  
**Fig. 2.** Modulation of FN content in duodenum of broiler chicken under SCFA-M action ( $M \pm SD$ ,  $n=5$ )



**Рис. 3.** Вміст IFN- $\alpha$  у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів за дії SCFA-M ( $M \pm SD$ ,  $n=5$ )  
**Fig. 3.** IFN- $\alpha$  content in duodenum of broiler chicken under SCFA-M action ( $M \pm SD$ ,  $n=5$ )

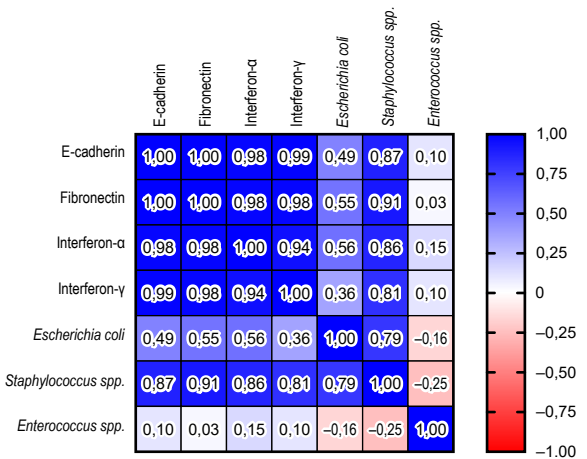
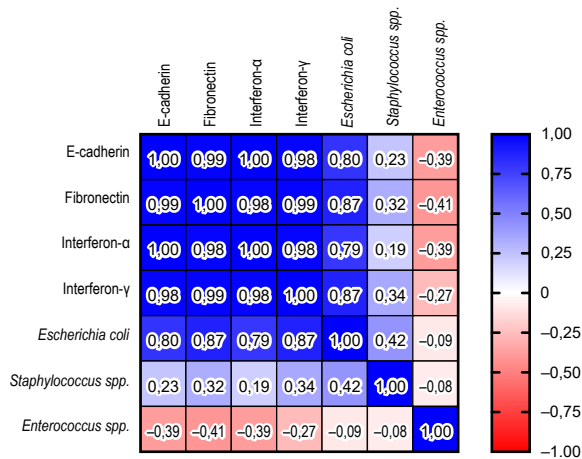


**Рис. 4.** Вміст IFN- $\gamma$  у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів за дії SCFA-M ( $M \pm SD$ ,  $n=5$ )  
**Fig. 4.** IFN- $\gamma$  content in duodenum of broiler chicken under SCFA-M action ( $M \pm SD$ ,  $n=5$ )



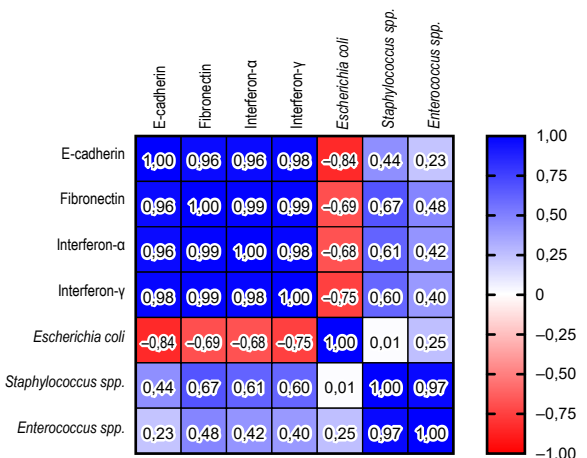
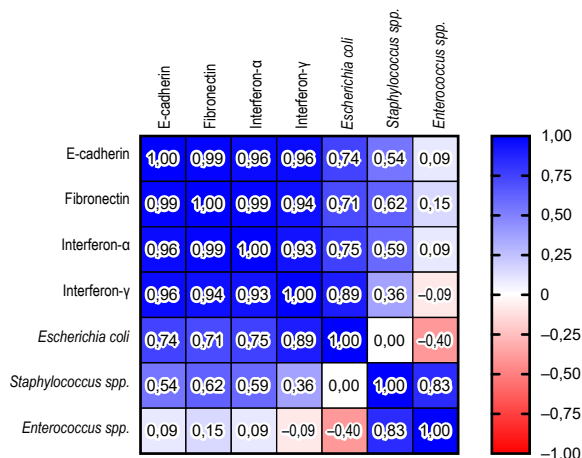
**Рис. 5.** Кореляційна матриця модуляції вмісту молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN-α та IFN-γ) та мікробіому у дванадцятипалій кишці 16-добових курчат-бройлерів ( $r, n=5$ )  
**Fig. 5.** Correlation matrix of the modulation of the molecular markers (E-cadherin, fibronectin, IFN-α and IFN-γ) content and the microbiome in the duodenum of 16-day-old broiler chickens ( $r, n=5$ )

$r = 0,71-0,89$ , тоді як з вмістом *Enterococcus spp.* кореляція відсутня. Водночас встановлено, що в курчат контрольної групи у цей час вміст *E. coli* у дванадцятипалій кишці обернено пов'язаний з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,40$ , а вміст *Staphylococcus spp.* пов'язаний з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = 0,83$ . В курчат дослідної групи вміст *E. coli* істотно не залежить від вмісту *Enterococcus spp.* та *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,01-0,25$ , однак вміст *Enterococcus spp.* у дванадцятипалій кишці сильно пов'язаний з вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,97$ . Крім цього, вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN-α та IFN-γ) у дванадцятипалій кишці 29-добових курчат-бройлерів дослідної групи має обернені кореляційні зв'язки з вмістом *E. coli* —  $r = -0,84...-0,68$  та прямі зв'язки зі *Staphylococcus spp.* і *Enterococcus spp.* —  $r = 0,23-0,91$ , однак зв'язки з вмістом незначні.



**Рис. 6.** Кореляційна матриця модуляції молекулярних маркерів (E-Cad, FN, IFN-α і -γ) та мікробіому дванадцятипалої кишки 22-добових курчат-бройлерів контрольної (а) та дослідної (б) груп ( $r, n=5$ )

**Fig. 6.** Correlation matrix of the modulation of the molecular markers (E-Cad, FN, IFN-α and -γ) content and the microbiome in the duodenum of 22-day-old broiler chickens ( $r, n=5$ )



**Рис. 7.** Кореляційна матриця модуляції молекулярних маркерів (E-Cad, FN, IFN-α і -γ) та мікробіому дванадцятипалої кишки 29-добових курчат-бройлерів контрольної (а) та дослідної (б) груп ( $r, n=5$ )

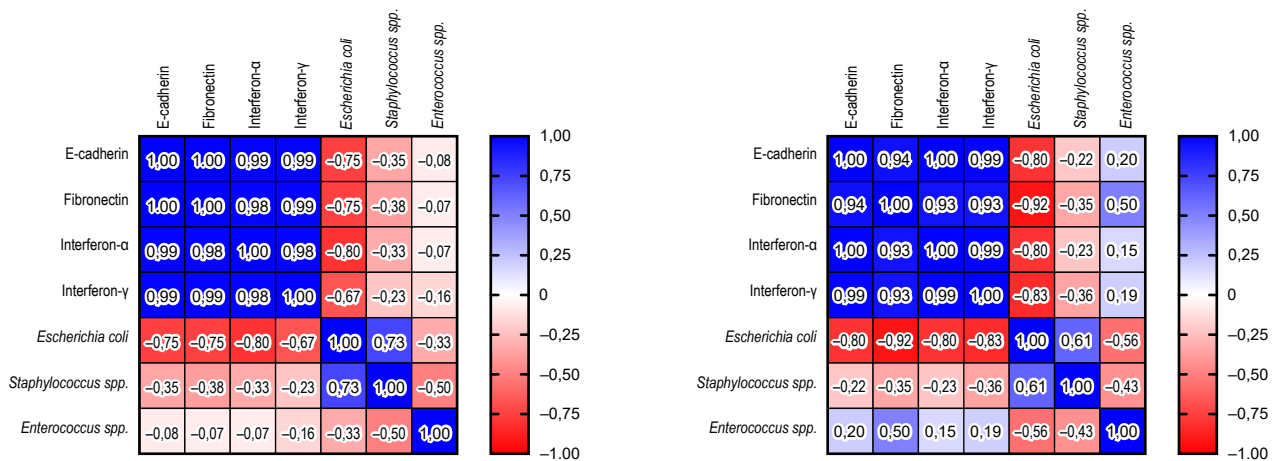
**Fig. 7.** Correlation matrix of the modulation of the molecular markers (E-Cad, FN, IFN-α and -γ) content and the microbiome in the duodenum of 29-day-old broiler chickens ( $r, n=5$ )

Результати аналізу кореляційних зв'язків вмісту молекулярних маркерів та мікробіому дванадцятипалої кишки 36-добових курчат-бройлерів контрольної і дослідної груп істотно відрізняються результатів 29-добових курчат (рис. 8). Зокрема, вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці 36-добових курчат-бройлерів контрольної групи має обернені кореляційні зв'язки з вмістом *E. coli* —  $r = -0,80 \dots -0,67$ , *Staphylococcus spp.* —  $r = -0,38 \dots 0,23$  і слабкі обернені зв'язки з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,16 \dots -0,07$ .

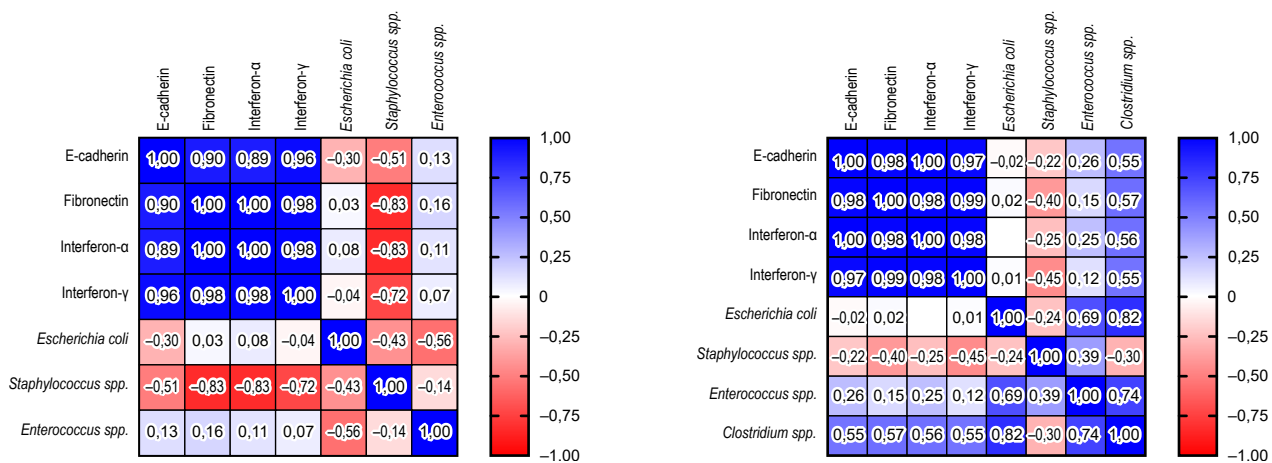
Аналіз результатів показав, що в курчат контрольної групи вміст *E. coli* у дванадцятипалій кишці обернено пов'язаний з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,33$ , та прямо пов'язаний із вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,73$ . Однак у курчат дослідної групи вміст *E. coli* в дванадцятипалій кишці більшою мірою обернено пов'язаний з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,56$ ,

та прямо пов'язаний з вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,61$ . Крім цього, вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці 36-добових курчат-бройлерів дослідної групи має сильні обернені кореляційні зв'язки з вмістом *E. coli* —  $r = -0,92 \dots -0,80$ , та слабкі з вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = -0,36 \dots -0,22$ , однак зв'язки з вмістом *Enterococcus spp.* прямі та слабкі.

Результати аналізу кореляційних зв'язків показали високий ступінь впливу складу мікробіому на модуляцію молекулярних маркерів дванадцятипалої кишки 45-добових курчат-бройлерів дослідної групи. Вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці 45-добових курчат-бройлерів контрольної групи має прямі слабкі кореляційні зв'язки з вмістом *E. coli* та *Enterococcus spp.* —  $r = -0,30 \dots 0,16$ , однак зв'язки з *Staphylococcus spp.* обернені і значно сильніші —  $r = -0,83 \dots -0,51$ .



**Рис. 8.** Кореляційна матриця модуляції молекулярних маркерів (E-Cad, FN та IFN- $\alpha$  і - $\gamma$ ) та мікробіому дванадцятипалої кишки 36-добових курчат-бройлерів контрольної (а) та дослідної (б) груп ( $r$ ,  $n=5$ )  
**Fig. 8.** Correlation matrix of the modulation of the molecular markers (E-Cad, FN, IFN- $\alpha$  and - $\gamma$ ) content and the microbiome in the duodenum of 36-day-old broiler chickens ( $r$ ,  $n=5$ )



**Рис. 9.** Кореляційна матриця модуляції молекулярних маркерів (E-Cad, FN та IFN- $\alpha$  і - $\gamma$ ) та мікробіому дванадцятипалої кишки 45-добових курчат-бройлерів контрольної (а) та дослідної (б) груп ( $r$ ,  $n=5$ )  
**Fig. 9.** Correlation matrix of the modulation of the molecular markers (E-Cad, FN, IFN- $\alpha$  and - $\gamma$ ) content and the microbiome in the duodenum of 45-day-old broiler chickens ( $r$ ,  $n=5$ )



В курчат контрольної групи вміст *E. coli* у дванадцятипалій кишці обернено пов'язаний з вмістом *Enterococcus spp.* —  $r = -0,56$ , та із вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = -0,43$ . На противагу, в курчат дослідної групи ці залежності відмінні, зокрема, вміст *E. coli* в дванадцятипалій кишці прямо пов'язаний з вмістом та *Enterococcus spp.* —  $r = 0,69$ , та обернено пов'язаний з вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = -0,24$ .

Також встановлено, що вміст *Clostridium spp.* у дванадцятипалій кишці курчат дослідної групи прямо пов'язаний з вмістом *E. coli* —  $r = 0,82$ , з *Enterococcus spp.* —  $r = 0,74$ , та обернено пов'язаний із вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = -0,30$ . Вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцятипалій кишці 45-добових курчат-бройлерів дослідної групи має слабкі кореляційні зв'язки з вмістом *Escherichia*, *Staphylococcus spp.* та *Enterococcus spp.* — від  $r = -0,45$  до  $r = 0,26$ , однак зв'язки з вмістом *Clostridium spp.* у дванадцятипалій кишці значно сильніші —  $r = -0,55 \dots 0,57$ .

Епітеліальні клітини, зв'язані між собою різними міжклітинними білками, є першою лінією захисту від бактерій та їхніх токсинів. Клаудіни, оклюдіни та інші білки, розташовані на апікальній поверхні базолатеральної мембрани, утворюючи парацелюлярні шляхи, регулюють проникність через епітеліальний моношар та відповідають за полярність клітин [19]. Цілісність структури суттєво залежить від рівнів експресії білків міжклітинних з'єднань [23]. Ми встановили фундаментальні взаємозв'язки модуляції вмісту молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) як у дванадцятипалій, так і сліпій кишці курчат-бройлерів протягом експерименту —  $r = 0,98-1,00$  ( $P \leq 0,001$ ).

У проведених дослідженнях уперше встановлено динаміку модуляції експресії молекулярних маркерів в сліпій та дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів. Зокрема, модуляція експресії E-cadherin у сліпій кишці курчат-бройлерів контрольної групи з 16-ї до 22-ї доби збільшується на 5,7%, після чого до 45-ї доби життя курчат поступово знижується на 7,2%. Водночас експресія E-cadherin в дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів є менш динамічною і протягом експерименту показує тенденцію до зниження.

Компонент екстра-целюлярного матриксу fibronectin відіграє важливу роль у підтриманні здоров'я кишки бройлерів, забезпечуючи клітинну адгезію, захист від патогенів та сприяючи процесам загоєння і ремоделювання тканин [8, 9]. Оптимальні умови утримання та збалансоване харчування є ключовими факторами, які сприяють підтриманню належного рівня fibronectin та забезпечують здоров'я і високу продуктивність птахів [5]. Експресія fibronectin у дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів контрольної групи з 16- до 36-добового віку збільшується на 5,2%, однак уже до 45-добового віку зменшується на 9,6%.

Інтерферони — це сімейство цитокінів, які проявляють свою біологічну активність, зв'язуючи специфічні рецептори клітинної мембрани, запускають

сигнальний шлях, кульмінацією якого є індукція транскрипції інтерферон-стимульованого гена (ISG) [17]. Таким чином, через ISG продукція IFN стимулює різноманітні клітинні та фізіологічні результати, зокрема протівірусну, апоптотичну, антипроліферативну, протипухлинну та імуномодулюючу дію [18]. Результати представленого дослідження показали, що продукція IFN- $\alpha$  була стимульована споживанням кормової добавки SCFA-M та, відповідно, посиленням реакцій вродженого імунітету у дванадцятипалій кишці курчат.

Показано, що деякі органічні кислоти можуть впливати на рівень експресії білків міжклітинної адгезії [10]. Зокрема, масляна кислота, яка є однією з основних жирних кислот, може сприяти зниженню експресії E-cadherin в окремих типах епітеліальних клітин. Зниження вмісту E-cadherin може ініціювати критично важливі наслідки послаблення клітинної адгезії та інших процесів, які відбуваються в епітеліальних тканинах кишечника [16, 2, 6]. Споживання курчатами дослідної групи SCFA-M мало істотний вплив на експресію E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$  в дванадцятипалій кишці. Зокрема, з 16-ї до 22-ї доби життя вміст E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  збільшується, відповідно, на 35,3% ( $P \leq 0,001$ ), 38,6% ( $P \leq 0,001$ ) та 78% ( $P \leq 0,001$ ). Вміст IFN- $\gamma$ , навпаки, був знижений на 46,4% ( $P \leq 0,001$ ). З 36-ї до 45-ї доби життя знижується рівень експресії E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$  в дванадцятипалій кишці курчат — на 21,0% ( $P \leq 0,001$ ), 15,6% ( $P \leq 0,001$ ), 10,4% та 10,2% нижчий відповідно порівняно з контролем. Попри таку тенденцію до зниження, вищий рівень експресії E-cadherin виявлено в курчат дослідної групи протягом усього періоду досліджень на 25,8–30,4% ( $P \leq 0,001$ ), FN — на 17,8–37,0% ( $P \leq 0,001$ ), IFN- $\alpha$  — на 21,0–71,6% ( $P \leq 0,001$ ), та менший вміст IFN- $\gamma$  — на 13,5%–49,9% ( $P \leq 0,01-0,001$ ) порівняно з показниками контрольної групи. Виявлені кореляційні співвідношення між складом мікробіому та модуляцією вмісту молекулярних маркерів бар'єрної функції тонкого кишечника курчат бройлерів представлені вперше.

Окремі результати недавніх досліджень показали, що стан мікробіоти впливає на модуляцію білків міжклітинної адгезії, зокрема зміни співвідношення головних таксонів мікробіоти індукують модуляцію вмісту адгезивних білків, серед яких E-cadherin, occludin та claudin [14, 7]. Сталий склад мікробіоти сприяє збереженню балансу між цими білками і забезпечує оптимальне функціонування бар'єрної функції кишечника [21]. Представлені нами результати співвідносяться з літературними даними про вплив мікробіоти на молекулярні механізми, які забезпечують сталу бар'єрну функцію кишечника продуктивних тварин [13]. Отримані в нашому дослідженні результати дозволили встановити значний рівень кореляції та взаємозалежності динамічних змін вмісту молекулярних маркерів і стану мікробіому дванадцятипалої та сліпої кишки курчат. Вміст молекулярних маркерів (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та IFN- $\gamma$ ) у дванадцяти-

палій кишці взаємопов'язаний з мікробіомом цих кишок. У 16-добових курчат-бройлерів вміст вказаних білків пов'язаний з вмістом у дванадцятипалій кишці *E. coli* та *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,67-0,77$ , та *Enterococcus spp.* —  $r = -0,66...-0,75$ ; у 22-добових курчат з вмістом *E. coli* —  $r = 0,79-0,87$ ; у 29-добових курчат-бройлерів з вмістом *E. coli* —  $r = -0,84...-0,68$ , та *Staphylococcus spp.* і *Enterococcus spp.* —  $r = 0,23-0,91$ ; у 45-добових курчат-бройлерів з вмістом *Staphylococcus spp.* —  $r = -0,83...-0,51$ . За задавання SCFA-М курчатам-бройлерам згадані закономірності дещо змінюються, зокрема зазначимо про сильні прямі зв'язки зі *Staphylococcus spp.* —  $r = 0,81-0,91$  з вмістом E-Cad, FN та IFN- $\alpha$  і IFN- $\gamma$  дванадцятипалій кишці 22-добових курчат-бройлерів. У 36-добових курчат-бройлерів дослідної групи простежили сильні обернені кореляційні зв'язки вказаних білків з вмістом *Escherichia coli* —  $r = -0,92...-0,80$ .

Споживання кормової добавки SCFA-М сприяло активації експресії E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$  та зниженню експресії IFN- $\gamma$  в дванадцятипалій кишці курчат-бройлерів. Водночас застосування SCFA-М індувало зниження вмісту *Escherichia coli* та *Staphylococcus spp.*, що свідчить про пригнічення проліферації патогенних та умовно патогенних таксонів у тонкому кишечнику курчат бройлерів. Визначені коефіцієнти кореляції між вмістом молекулярних маркерів бар'єрної функції кишечника та складом мікробіому вказують на взаємозв'язок між вмістом метаболітів, які продукуються ентеропатогенами та механізмами регуляції інтестинального бар'єру. Аналіз кореляційних матриць показав наявність як прямих, так і обернених залежностей впливу стану мікробіому на модуляцію молекулярних маркерів інтестинального бар'єру. Подальші дослідження молекулярних маркерів інтестинального бар'єру сприятимуть створенню ефективної і раціональної стратегії підтримки здоров'я травної системи.

## Джерела

1. Abdelli N, Solà-Oriol D, Pérez JF. Phytogetic feed additives in poultry: Achievements, Prospective and challenges. *Animals*. 2021; 11 (12): 3471. DOI: 10.3390/ani11123471.
2. Alaaeldin R, Abu-Rahma GEDA, Zhao QL, Fathy M. Modulation of apoptosis and epithelial-mesenchymal transition E-cadherin/TGF- $\beta$ /Snail/TWIST pathways by a new ciprofloxacin chalcone in breast cancer cells. *Anticancer Res*. 2021; 41 (5): 2383–2395. DOI: 10.21873/anticancer.15013.
3. Courjean O, Chevreux G, Perret E, Morel A, Sanglier S, Potier N, Engel J, van Dorsselaer A, Feracci H. Modulation of E-cadherin monomer folding by cooperative binding of calcium ions. *Biochemistry*. 2008; 47 (8): 2339–2349. DOI: 10.1021/bi701340d.
4. Desbois AP, Smith VJ. Antibacterial free fatty acids: Activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2010; 85 (6): 1629–1642. DOI: 10.1007/s00253-009-2355-3.
5. El-Sahn AA, Manaa EA, El-Barbary AM, Khalifah AM, Fayez S, Abdel-Daim ASA, Albadrani GM, Abdel-Daim MM, Abdel-Latif MA. Lemongrass extract enhances productive performance, blood biomarkers, immunity, and gut health of broilers. *Heliyon*. 2024; 10 (18): e37783. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e37783.
6. Fomicheva M, Tross EM, Macara IG. Polarity proteins in oncogenesis. *Curr Opin Cell Biol*. 2020; 62: 26–30. DOI: 10.1016/j.ceb.2019.07.016.
7. Ghosh S, Whitley CS, Haribabu B, Jala VR. Regulation of intestinal barrier function by microbial metabolites. *Cell Mol Gastroenterol Hepatol*. 2021; 11 (5): 1463–1482. DOI: 10.1016/j.jcmgh.2021.02.007.
8. Gimeno-LLuch I, Benito-Jardón M, Guerrero-Barberà G, Burday N, Costell M. The role of the fibronectin synergy site for skin wound healing. *Cells*. 2022; 11 (13): 2100. DOI: 10.3390/cells11132100.
9. Kanta J, Zavadakova A. Role of fibronectin in chronic venous diseases: A review. *Vascular Med*. 2020; 25 (6): 588–597. DOI: 10.1177/1358863X20947789.
10. Liu Q, Yu Z, Tian F, Zhao J, Zhang H, Zhai Q, Chen W. Surface components and metabolites of probiotics for regulation of intestinal epithelial barrier. *Microb Cell Fact*. 2020; 19: 23. DOI: 10.1186/s12934-020-1289-4.
11. Liu T, Tang J, Feng F. Medium-chain  $\alpha$ -monoglycerides improves productive performance and egg quality in aged hens associated with gut microbiota modulation. *Poult Sci*. 2020; 99 (12): 7122–7132. DOI: 10.1016/j.psj.2020.07.049.
12. Mantzios T, Tsiouris V, Kiskinis K, Economou V, Petridou E, Tsiotsos A, Patsias A, Apostolou I, Papadopoulos GA, Giannenas I, Fortomaris P. *In vitro* investigation of the antibacterial activity of nine commercial water disinfectants, acidifiers, and glyceride blends against the most important poultry zoonotic bacteria. *Pathogens*. 2023; 12 (3): 381. DOI: 10.3390/pathogens12030381.
13. Masiuk DM, Kokariev AV, Buzoianu SG, Firth AM, Nedzvetsky VS. An isotonic protein solution favorably modulated the porcine intestinal immune response and cellular adhesion markers and reduced PEDV shedding *in vivo*. *Vet Immunol Immunopathol*. 2024; 271: 110753. DOI: 10.1016/j.vetimm.2024.110753.
14. Masiuk DM, Nedzvetsky VS. Muramyl peptide blend ameliorates intestinal inflammation and barrier integrity in cell culture model. *Gastroenterologia*. 2024; 58 (3): 179–185. DOI: 10.22141/2308-2097.58.3.2024.621.
15. Nguyen TD, Prykhodko O, Hällenius FF, Nyman M. Monobutyrin reduces liver cholesterol and improves intestinal barrier function in rats fed high-fat diets. *Nutrients*. 2019; 11 (2): 308. DOI: 10.3390/nu11020308.
16. Osman IO, Garrec C, de Souza GAP, Zarubica A, Belhaouari DB, Baudoin JP, Lepidi H, Mege JL, Malissen B, La Scola B, Devaux C. Control of CDH1/E-cadherin gene expression and release of a soluble form of E-cadherin in SARS-CoV-2 infected Caco-2 intestinal cells: Physiopathological consequences for the intestinal forms of COVID-19. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022, 12: 798767. DOI: 10.3389/fcimb.2022.798767.
17. Park JW, Ndimukaga M, So J, Kim S, Truong AD, Tran HTT, Dang HV, Song KD. Molecular analysis of chicken interferon-alpha inducible protein 6 gene and transcriptional regulation. *J Anim Sci Technol*. 2023; 65 (1): 183–196. DOI: 10.5187/jast.2022.e101.
18. Parker N, Porter ACG. Identification of a novel gene family that includes the interferon-inducible human genes 6–16 and ISG12. *BMC Genom*. 2004; 5: 8. DOI: 10.1186/1471-2164-5-8.
19. Pérez-Reytor D, Puebla C, Karahanian E, García K. Use of short-chain fatty acids for the recovery of the intestinal epithelial barrier affected by bacterial toxins. *Front Physiol*. 2021; 12: 650313. DOI: 10.3389/fphys.2021.650313.
20. Pinho SS, Seruca R, Gärtner F, Yamaguchi Y, Gu J, Taniguchi N, Reis CA. Modulation of E-cadherin function and dysfunction by N-glycosylation. *Cell Mol Life Sci*. 2011; 68 (6): 1011–1020. DOI: 10.1007/s00018-010-0595-0.
21. Qiu P, Ishimoto T, Fu L, Zhang J, Zhang Z, Liu Y. The gut microbiota in inflammatory bowel disease. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022; 12: 733992. DOI: 10.3389/fcimb.2022.733992.

22. Salah AS, Ahmed-Farid OA, El-Tarabany MS. Carcass yields, muscle amino acid and fatty acid profiles, and antioxidant indices of broilers supplemented with synbiotic and/or organic acids. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2019; 103 (1): 41–52. DOI: 10.1111/jpn.12994.
23. Wang HB, Wang PY, Wang X, Wan YL, Liu YC. Butyrate enhances intestinal epithelial barrier function via up-regulation of tight junction protein Claudin-1 transcription. *Digest Diseases Sci.* 2012; 57: 3126–3135. DOI: 10.1007/s10620-012-2259-4.

## The modulation of intestinal barrier integrity in broiler chickens is associated with the microbiome changes

L. M. Tamchuk, D. M. Masiuk

Dnipro State Agrarian and Economic University, 25 Sergiy Yefremov str., Dnipro, 49009, Ukraine

Cell adhesion proteins play a crucial role in ensuring the barrier function of the intestinal epithelium by forming intercellular tight junctions that prevent the invasion of harmful substances, microorganisms, and toxins into the organism's internal environment. However, the comprehensive impact of SCFA-M on the modulation of these proteins and their connection with the microbiome of the duodenal intestine of broiler chickens has been overlooked by researchers, thus emphasizing the significance of these studies. The research was carried out on *Cobb 500* broiler chickens in conditions of industrial poultry farming. The experimental group chickens were administered with SCFA-M in drinking water (1% solution of C-3 C-10). The results of the experiment revealed that the administration of SCFA-M to chickens was characterized by increased expression of E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$ , and decreased expression of IFN- $\gamma$  in the duodenum of broiler. Specifically, SCFA-M administration to chickens was associated with an increase in the expression level of E-cadherin in the duodenal intestine by 25.8–30.4% ( $P \leq 0.001$ ), fibronectin by 17.8–37.0% ( $P \leq 0.001$ ), IFN- $\alpha$  by 21.0–71.6% ( $P \leq 0.001$ ), and a decrease in the expression of IFN- $\gamma$  by 13.5%–49.9% ( $P \leq 0.01$ – $0.001$ ) compared to the control group chickens. The correlations of molecular marker expression (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$ , and IFN- $\gamma$ ) in the duodenum of broiler chickens significantly varied throughout the technological cycle not only in magnitude but also in its trend. Obtained results demonstrated that the marker content was positively correlated with *Escherichia coli* content ( $r = 0.79$ – $0.87$ ) in 22-day-old broiler chickens. Contrary, marker content was negatively correlated with *E. coli* content ( $r = -0.84$ ... $-0.68$ ), *Staphylococcus spp.* and *Enterococcus spp.* ( $r = 0.23$ – $0.91$ ) in 29-day-old chickens. Furthermore, this index was negatively correlated with *Staphylococcus spp.* content ( $r = -0.83$ ... $-0.51$ ) in 45-day-old chickens. The exposure to SCFA-M induced the changes which associated with strong direct correlations of E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$ , and IFN- $\gamma$  with *Staphylococcus spp.* content in the duodenum of 22-day-old broiler chickens ( $r = 0.81$ – $0.91$ ). Molecular markers content exhibited strong inverse correlation links with *E. coli* content in 36-day-old broiler chickens ( $r = -0.92$ ... $-0.80$ ). Thus, the application of SCFA-M induced the beneficial effect on the modulation of molecular marker expression (E-cadherin, fibronectin, IFN- $\alpha$ , and IFN- $\gamma$ ) in the duodenum. The further research required to construct the optimized protocols for SCFA-M applying in poultry farming, which would replace or minimize the use of antibacterial drugs.

**Key words:** broiler chickens, SCFA, microbiome, E-cadherin, fibronectin, interferon- $\alpha$ , interferon- $\gamma$





## The influence of feed additive “Activo” on the content of total lipids and their classes profile in liver and skeletal muscles of pigs

T. Ya. Prudyus, M. B. Masiuk  
tarasvet126@gmail.com



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

### ORCID:

T. Prudyus <https://orcid.org/0000-0003-3594-7539>  
M. Masiuk <https://orcid.org/0000-0002-3930-7144>

### Authors' Contributions:

**PTY:** Conceptualization; Project administration; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Supervision; Writing — original draft, review & editing.  
**MMB:** Investigation; Writing — original draft.

### Declaration of Conflict of Interests:

None to declare.

### Ethical approval:

The research methodology had been approved by the Bioethics Committee of the Institute of Animal Biology of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine (Protocol no. 93-01 from 03.06.2021).

### Acknowledgements:

The authors would like to express their gratitude to O. V. Cherniuk for the opportunity and assistance in conducting the study based on farm data. Many thanks to V. V. Shurlo and “Alfa-Vet” LLC for providing the feed additive “Activo” for the study.



Attribution 4.0 International  
(CC BY 4.0)

With an increase in meat consumption the requirements for its quality also rise. As pork is the second most popular meat in the world, producers of this product are trying to improve its quality. The purpose of our research was to determine the effect of the feed additive “Activo”, containing essential oils of cinnamon, rosemary and oregano, and chili pepper extract, on the total lipids content and their individual class profile in liver and skeletal muscles of pigs. The study was conducted on pigs of the large white breed, weighing 70 kg, divided on two groups, according to the piglets-analogues principle, which then were divided into control and experimental groups. Pigs of both groups received standard feed (SF) intended for this age group. Pigs of the experimental group received the feed additive “Activo” in an amount of 0.1 kg/t of feed in addition to SF. The duration period of experiment was 40 days. Samples of liver, *longissimus dorsi*, and *latissimus dorsi* muscle tissues were used as material for the study. The total lipid content was determined using gravimetric method, and individual lipid profile using thin-layer chromatography on silica gel plates. The study has shown that the total lipid content in the liver, long and broad back muscles of pigs of the experimental group was 1.66 and 1.95 ( $P \leq 0.001$ ) and 1.26 ( $P \leq 0.05$ ) times higher, respectively, than in animals of the control group. The relative cholesterol esters content in the liver lipids of the experimental group pigs was 1.9 ( $P \leq 0.001$ ) times higher than in the control group. Instead, in the *latissimus dorsi* muscle, a lower content of triacylglycerols and a higher content of unesterified fatty acids ( $P \leq 0.05$ ), esterified cholesterol ( $P \leq 0.05$ ), and especially phospholipids ( $P \leq 0.001$ ) were admitted. It was determined significant decrease of unesterified cholesterol content in the *latissimus dorsi* muscle ( $P \leq 0.001$ ) and increase of phospholipids content ( $P \leq 0.001$ ) under the effect of the researched feed additive.

**Key words:** lipids, phospholipids, triacylglycerols, essential oils, feed additive, lipid metabolism

## Introduction

Growth and development intensity in pigs depends on a large number of factors, including the genetic potential, housing conditions, and feeding. Nowadays feed production technologies have made significant progress in pig production development. First of all, it is the use

of new feed additives, in particular substances of natural origin [3]. Over the past decade, the number of additional supplements included in the pig diet has increased significantly. Since 2006, this trend has received a new impetus, as the use of hormones and growth promoting antibiotics has been banned [2]. Antibiotics are often used where the housing conditions are not ideal, which lead

to a number of bacterial diseases. Another reason of the feed antibiotics use was animal growth promoting. Furthermore, no one paid attention to the fact that the use of growth promoting antibiotics negatively affects the production of quality offspring, increases the cost of animal keeping and the feed cost, and deteriorates the livestock and poultry products quality. Along with the use of enzymes, probiotics, medium-chain fatty acids, plant products in the form of essential oils have also been used [4]. A significant progress has been made in the research of various essential oil-based supplements and their effects on various metabolic pathways in animals, poultry, and fish [1, 7], especially on pig productivity and meat quality [2] in recent times. One of these additives is "Activo", which is a combination of biologically active substances extracted from aromatic herbs and spices. This feed additive contains: cinnamon oil, rosemary oil, chili pepper extract and oregano oil. According to many researchers, these components have antioxidant and anti-inflammatory [6] and hepatoprotective properties [8], stimulate the activity of digestive enzymes and gastric juice secretion, improve feed conversion [9], and exhibit bactericidal and antioxidant properties, inhibiting the growth and development of pathogenic microflora [5].

The purpose of the study was to determine the effect of the biologically active feed additive "Activo" on the total lipids content and their individual classes profile in the liver and skeletal muscles of piglets.

## Materials and Methods

The experiment was conducted at a pig farm located in the Odesa region, Ukraine. Pigs of large white breed, of the same age, weighing 70 kg, were divided into two groups: control and experimental, 43 animals each by the principle of pairwise analogues. Pigs were housed in the same box under the same conditions and consumed standard feed (SF) 380673220006-C5. The pigs of the experimental group were fed (SF) and supplemented feed additive "Activo" in the amount of 0.1 kg/t of finished feed.

Samples of liver tissue, long and broad back muscles taken from the animals at the end of the experiment were used for biochemical studies.

Duration of the experiment was 40 days. At the end of the study animals of both groups were control-slaughtered and samples of liver, *longissimus dorsi* and *latissimus dorsi* muscles were taken for laboratory studies.

The study is fully complied with the ethical requirements for the use of animals in experimental research (Strasbourg, 1986; Kyiv, 2002), and the research methodology was approved by the Bioethics Committee of the Institute of Animal Biology of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine (Protocol no. 93-01 from 03.06.2021).

The total lipids content in the studied samples was determined by the weight method after extraction with

a chloroform-methanol (2:1) mixture according to the Folch method. Separation of lipids into separate fractions was performed by thin-layer chromatography on glass plates. Lipid samples were applied to the plate with a microdispenser and placed in chromatographic chambers. After drying, the chromatograms were developed in a chamber saturated with iodine vapor. For the lipids quantification, the layers were scraped off the plates in test tubes, hydrochloric acid was added, and the mixture was heated up to 105°C. The optimal amount of each fraction was measured on a spectrophotometer. Separate classes of lipids were identified by comparison with a chromatogram with purified standards [7].

The Student's *t*-test and *Microsoft Excel* software was used for the statistical calculation of digital data.

## Results of the Study

The results of the studies showed that the feed additive "Activo" supplementation to the feed of the experimental group pigs had a significant effect on total lipids content and their individual classes profile in the liver and skeletal muscles (tables 1–3).

Thus, the total lipid content in the liver, *longissimus dorsi*, and *latissimus dorsi* muscles of the experimental group pigs was 1.66 and 1.95 ( $P \leq 0.001$ ) and 1.26 ( $P \leq 0.05$ ) higher comparing to control group. These data indicate the effect of the studied feed additive on the processes of lipid synthesis in the pigs' organism, which led to the accumulation of fat in the researched organs and tissues.

On the one hand, such an increase in the lipids amount in the researched tissues can be explained by fats presence in the feed additive [9], on the other hand, we did not find a significant increase in the relative content of triacylglycerols in the lipids composition of all samples. At the same time, a significant decrease in the content of this class lipids was noted among the lipids of the *longissimus dorsi* samples. In particular, the relative content of triacylglycerols decreased by 1.65 times ( $P \leq 0.001$ ) compared to the control values.

The total lipid content increase in pig liver samples was due to an increase of cholesterol esters amount (table 1). Thus, the relative content of cholesterol esters in the liver lipids of pigs fed with the feed additive was 1.9 times higher ( $P \leq 0.001$ ) than in the liver lipids of pigs of the control group.

The results of these studies indicate that the feed additive promotes, on the one hand, the intensification of fatty acid synthesis in the liver, and, on the other hand, their transport from the liver to other organs with blood. As for the relative content of other lipids classes in the liver — phospholipids, unesterified fatty acids and triacylglycerols — no significant changes were recorded under the influence of the feed additive, only a tendency to their decrease was found, but these data are not statistically significant.

**Table 1.** Lipids content and their individual classes profile in pig liver (M±m, n=5)

Parameter	Groups of animals	
	Control	Experimental
Total lipids, g/kg of raw mass	1.90±0.10	3.16±0.13***
Phospholipids, %	55.77±1.33	52±1.23
Unesterified cholesterol, %	8.79±0.83	10.82±0.76
Unesterified fatty acids, %	12.31±0.97	11.73±0.84
Triacylglycerols, %	18.98±0.50	17.07±0.76
Esterified cholesterol, %	4.15±0.33	7.97±0.45***

Note. Here and further: \* — P<0.05, \*\* — P<0.01, \*\*\* — P<0.001.

**Table 2.** Lipids content and their individual classes ratio in the tissue of the *longissimus dorsi* muscle of pigs (M±m, n=5)

Parameter	Group of pigs	
	Control	Experimental
Total lipids, g/kg of raw mass	1.46±0.11	2.86±0.16***
Phospholipids, %	44.05±0.82	51.48±0.39***
Unesterified cholesterol, %	9.87±0.67	8.73±0.19
Unesterified fatty acids, %	11.43±0.77	13.93±0.42*
Triacylglycerols, %	28.52±1.38	17.20±0.13***
Esterified cholesterol, %	6.13±0.45	8.66±0.65*

**Table 3.** Lipid content and their individual classes profile in the *latissimus dorsi* muscle tissue of pigs (M±m, n=5)

Parameter	Groups of animals	
	Control	Experimental
Total lipids, g/kg of raw mass	1.84±0.09	2.32±0.12*
Phospholipids, %	51.32±0.30	55.09±0.45***
Unesterified cholesterol, %	10.08±0.82	7.67±0.58*
Unesterified fatty acids, %	10.14±0.80	10.14±0.78
Triacylglycerols, %	21.45±1.14	22.74±0.36
Esterified cholesterol, %	7.61±0.61	4.00±0.07***

When analysing changes in the content of certain lipids classes in samples of *longissimus dorsi* muscle (table 2), in addition to the decrease in triacylglycerols noted by us, attention is drawn to the increase in the content of unesterified fatty acids (P≤0.05), esterified cholesterol (P≤0.05), and especially phospholipids (P≤0.001). These data indicate a positive effect of the feed additive containing biologically active essential oils and extracts on the processes of structural lipids synthesis, and especially phospholipids synthesis in the pigs' muscle tissue.

Similar changes were also admitted in the study of certain classes of lipids content in the *latissimus dorsi* muscle of piglets (table 3). Under the action of the researched

feed additive on the background of total lipids content increase (P≤0.05) in the broad back muscle of experimental group piglets, a significant increase in phospholipids content (P≤0.001) was found. Among other data, a decrease in the unesterified cholesterol content (P≤0.001) in the pigs' *latissimus dorsi* muscle of the experimental group compared to the control group is worthy of note.

Thus, summarising the data obtained, we can conclude that the feed additive "Activo", containing essential oils, supplementation to pig diet causes a significant increase in lipid synthesis in the liver and phospholipids in skeletal muscles.

## References

- Grytsyniak II, Smolianinov KB, Yanovych VG. Lipid metabolism in fish. Lviv, Triada plyus, 2010: 335 p. (in Ukrainian)
- Huang C, Chen D, Tian G, He J, Zheng P, Yu J, Mao X, Huang Z, Yan H, Wang Q, Wang H, Yu B. Effects of dietary plant essential oil supplementation on growth performance, nutrient digestibility and meat quality in finishing pigs. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2022; 106 (6): 1246–1257. DOI: 10.1111/jpn.13673.
- Hunchak A, Hunchak VM, Ratych IB. Biological effects of plants extracts in the poultry. *Sci Mess LNUVMBT Ser Vet Sci.* 2015; 17 (3): 19–31. Available at: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/513> (in Ukrainian)
- Modern technologies for feeding pigs without the use of antibiotics. Electronic resource. 2019. Available at: <https://vita.biz.ua/suchasni-tehnologiyi-godivli-svynej-bez-vykorystannya-antybiotyky>
- Leyva-López N, Gutiérrez-Grijalva EP, Vazquez-Olivo G, Heredia JB. Essential oils of oregano: Biological activity beyond their antimicrobial properties. *Molecules.* 2017; 22 (6): 989. DOI: 10.3390/molecules22060989.
- Pagliari S, Forcella M, Lonati E, Sacco G, Romaniello F, Rovellini P, Fusi P, Palestini P, Campone L, Labra M, Bulbarelli A, Bruni A. Antioxidant and anti-inflammatory effect of cinnamon (*Cinnamomum verum* J. Presl) bark extract after *in vitro* digestion simulation. *Foods.* 2023; 12 (3): 452. DOI: 10.3390/foods12030452.
- Prudyus TY, Kyrlyiv YI, Barylo BS. Effectiveness of the use of "Activo" essential oil extracts in the geese diet. *Modern Poultry Farming.* 2016: 12–16. (in Ukrainian)
- Rašković A, Milanović I, Pavlović N, Čebović T, Vukmirović S, Mikov M. Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC Complement Altern Med.* 2014; 14: 225. DOI: 10.1186/1472-6882-14-225.
- Reichling J, Schnitzler P, Suschke U, Saller R. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral and cytotoxic properties—an overview. *Forsch Komplementmed.* 2009; 16 (2): 79–90. DOI: 10.1159/000207196.
- Vlizlo VV (ed.), Fedoruk RS, Ratych IB. *Laboratory Research Methods in Biology, Animal Husbandry and Veterinary Medicine.* A guide. Lviv, Spolom, 2012: 764 p. (in Ukrainian)

## Вплив кормової добавки «Активо» на вміст загальних ліпідів та їх окремих класів у печінці та скелетних м'язах свиней

Т. Я. Прудюс, М. Б. Масюк  
tarasvet126@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

Зі збільшенням споживання м'яса зростають і вимоги до його якості. Оскільки м'ясо свинини є другим за популярністю у світі, то виробники цього продукту стараються підвищувати його якість. Мета наших досліджень полягала у з'ясуванні впливу



кормової добавки «Активо», яка містить олію кориці, олію розмарину, екстракт перцю чілі, олію орегано, на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів в печінці та скелетних м'язах свиней. Дослідження проводили на двох групах свиней великої білої породи масою 70 кг, розділених за принципом поросят-аналогів на контрольну та дослідну групи. Свині обох груп отримували стандартний комбікорм (СК), призначений для цієї вікової групи. Свині дослідної групи додатково до СК отримували кормову добавку «Активо» у кількості 0,1 кг/т комбікорму. Дослід тривав 40 діб. Матеріалом для досліджень слугували зразки тканин печінки, довгого м'яза спини, широкого м'яза спини. Загальний вміст ліпідів визначали гравіметричним методом, окремі класи ліпідів — методом тонкошарової хроматографії на пластинках із силікагелем. Дослідження показали, що загальний вміст ліпідів у печінці, довгому та широкому м'язах спини свиней дослідної групи був, відповідно, в 1,66 і 1,95 ( $P \leq 0,001$ ) та 1,26 ( $P \leq 0,05$ ) раза більший, ніж у тварин контрольної групи. Відносний вміст естерів холестеролу у ліпідах печінки свиней дослідної групи був у 1,9 ( $P \leq 0,001$ ) раза вищий, ніж у контролі. Натомість у широкому м'язі спини зафіксовано менший вміст триацилгліцеролів та більший — неестерифікованих жирних кислот ( $P \leq 0,05$ ), етерифікованого холестеролу ( $P \leq 0,05$ ) і особливо фосфоліпідів ( $P \leq 0,001$ ). За дії досліджуваної кормової добавки у широкому м'язі спини суттєво зменшився вміст неестерифікованого холестеролу ( $P \leq 0,001$ ) та збільшився вміст фосфоліпідів ( $P \leq 0,001$ ).

**Ключові слова:** ліпіди, фосфоліпіди, триацилгліцероли, ефірні олії, кормова добавка

**Тези доповідей**  
**Міжнародної науково-практичної конференції**  
**«Актуальні проблеми**  
**сучасної біології, тваринництва**  
**та ветеринарної медицини»,**

присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук,  
академіка УААН, заслуженого діяча науки і техніки України,  
директора Інституту біології тварин НААН з 1972 по 1993 р.  
**Петра ЛАГОДЮКА (08.06.1924 — 17.02.1994)**

*3–4 жовтня 2024 року, м. Львів, Україна*



**Abstracts of reports**  
**of International Scientific and Practical Conference**  
**“Actual Problems of Modern Biology,**  
**Animal Husbandry**  
**and Veterinary Medicine”,**

dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of birth  
of Doctor of biological sciences, Academician of UAAS,  
Director of the Institute of Animal Biology NAAS in 1972–1993  
**Petro Lahodiuk (08.06.1924 — 17.02.1994)**

*October 3<sup>rd</sup>–4<sup>th</sup>, 2024, Lviv, Ukraine*

## Петро Захарович Лагодюк — провідний вчений, громадський діяч, патріот

**Петро Захарович Лагодюк** — доктор біологічних наук, професор, академік НААН, Заслужений діяч науки і техніки України. Народився 8 червня 1924 р. в м. Берестечко Горохівського р-ну Волинської обл.

Наукова діяльність академіка тісно й тривало (понад 30 років) пов'язана з Українським науково-дослідним інститутом фізіології і біохімії сільсько-господарських тварин (нині Інститут біології тварин НААН). Тут він пройшов шлях від старшого наукового співробітника лабораторії фізіології лактації (1963–1968 рр.) до заступника директора з наукової роботи (1969–1972 рр.), а згодом — і директора Інституту (1972–1993 рр.).

П. З. Лагодюк був провідним вченим у галузі фізіології лактації тварин. Він зробив вагомий внесок у дослідження фракційного складу та антигенних властивостей розчинних білків тканин молочної залози телиць, нетелей і корів за лактації, ялових і тільних, порівняв їх імунохімічні властивості з білками молока і сироватки крові. З'ясував роль епітелію альвеол, вивідних протоків і молочних ходів у процесах утворення білків сироватки молока, вивчив роль низки гормонів у регуляції процесів молокоутворення, зокрема у регуляції біосинтезу білків сироватки молока і крові.

Дослідження вмісту розчинних білків у тканинах молочної залози показали, що їхня кількість пов'язана як з морфологічними змінами молочної залози, так і з секрецією молока. У період тільності, особливо у другій половині, концентрація розчинних білків у тканинах молочної залози є найвищою, тоді як за лактації кількість розчинних білків у тканинах молочної залози суттєво зменшується, що свідчить про їх інтенсивне використання для синтезу білків молока. Такі зміни пов'язані з фізіологічним станом організму і вказують на депонування імунних глобулінів у тканинах молочної залози та їх використання під час синтезу білків молозива і молока.

У лабораторії білків і амінокислот розроблено препаративний метод виділення чистого нативного альбуміну з сироватки крові і розчинних білків молочної залози, який дає можливість використовувати виділений білок для поглибленого дослідження, зокрема його амінокислотного і пептидного складу.

Академік П. З. Лагодюк провів велику дослідницьку роботу з вивчення гормональної регуляції лактації в жуйних. Отримані результати послугували теоретичним підґрунтям для продовження та поглиблення наукових досліджень його учнями. Під його керівництвом виконані роботи, які стосувалися вивчення імунохімічної спільності білків сироватки крові, тканин молочної залози, молозива і молока у різних видів тварин, особливостей ультраструктури секреторного епітелію вимені, методів штучного виклику (індукції) лактації у телиць і корів.

Заслужують уваги його праці, присвячені вивченню амінокислотного живлення тварин, з'ясуванню можливості поповнення певного дефіциту сірковмісних амінокислот мінеральною сіркою. Розроблено практичні рекомендації з питань ефективного використання кормового концентрату лізину і сульфату натрію в годівлі свиней та птиці. Вперше експериментально встановлено, що сірка мінеральних сполук використовується для синтезу білків яйця і тканин у птиці.

Результати досліджень, виконаних під керівництвом Петра Захаровича, висвітлювались у найавторитетніших журналах біохімічного та сільсько-господарського профілю. Він є автором і співавтором 420 наукових праць, п'яти книг, 15 науково-методичних і практичних рекомендацій, 10 авторських свідоцтв.

Як директор інституту, Петро Захарович усвідомлював, що наукова діяльність — це творчість, яка забезпечує перехід ідей у вічність, а вирішення конкретних завдань вимагає максимально ефективного використання наукового потенціалу, що реалізується за наявності відповідних матеріально-технічних засобів. Тому для успішного виконання програми наукових досліджень було придбано два амінокислотні аналізатори, два газорідинні хроматографи, мас-спектрометр, атомно-абсорбційний спектрометр, створено радіоізотопну лабораторію, збудовано віварій для проведення досліджень *in vivo* з використанням радіоактивних ізотопів на птиці та дрібних тваринах.

За час каденції на посаді директора інституту Петро Захарович приділив велику увагу підготовці наукових кадрів. Співробітниками інституту за цей період захищено 11 докторських і 112 кандидатських дисертацій. Під його особистим керівництвом захищено 4 докторські дисертації. Два його учні обрані членами-кореспондентами НААН, один — дійсним членом НААН. Необхідно також зазначити, що Петро Захарович дбайливо ставився до співробітників і своїх учнів. Він ніколи не робив перешкод для тих, хто хотів здобувати вершини науки, давав свободу дій у плануванні наукових досліджень і вміло їх корегував.

З ініціативи і за безпосередньої участі Петра Захаровича були налагоджені тісні зв'язки з профільними науково-дослідними інститутами Чехії і Словаччини. Проводились спільні дослідження, наукові конференції, симпозіуми. Як директор інституту, він приділяв особливу увагу налагодженню тісних зв'язків з виробництвом. Досвід роботи інституту з впровадження наукових розробок у виробництво був схвалений Міністерством сільсько-господарства України та Південним відділенням Всесоюзної академії сільськогосподарських наук. За досягнуті успіхи інститут у 1982–1985 рр. отримувал урядові нагороди.



Петро Захарович Лагодюк був активним у громадському житті. Він очолював Львівський біотехнологічний центр, був депутатом Львівської обласної ради, заступником голови правління Львівської обласної організації товариства «Знання», членом сільськогосподарської секції з державних премій Комітету з науки і техніки при Раді Міністрів УРСР, членом Центральної ради Українського біохімічного товариства, членом Ради фізіологічного товариства України та Всесоюзного біохімічного і фізіологічного товариства.

Академік П. З. Лагодюк відзначався оптимізмом, внутрішньою стійкістю, мав чітку громадянську позицію, побудовану на фундаментальних духовних цінностях за непростих життєвих обставин. Він жив у гармонії зі своєю совістю.

Петро Захарович Лагодюк був великим патріотом України. Його любов до Батьківщини починалася з любові до отчого порога, з любові до своєї малої Батьківщини — синьоокої Волині з її неповторної краси дзеркально-чистими озерами і пролісками, з любові до славного містечка Берестечка, до Пляшевої і Козацьких могил, де провів свої дитячі та юнацькі роки. Вихований на переказах про героїчні звитяги козаків, мріяв про те, щоб «Козацькі могили» — духовна святиня нашого народу — стали

національним пантеоном, бо розумів, що коли ми і наші грядущі покоління не знатимуть, за що «триста козаків тут, як скло, полягло і земля не приймає», від чого почорніло зеленее поле під Берестечком у далекому 1651 р. у найбільшій битві XVII ст., що відбулася у Європі, доти не станемо народом, ім'я якого — Українці.

Кожна людина повинна творити світ не тільки для себе, але й для інших. Тому для гостей інституту старався організувати екскурсії у Пляшову на «Козацькі могили», тому все робив для утвердження національної гідності, української мови, виховання патріотичних почуттів. У роки, коли влада забороняла проводити Шевченківські вечори, у нашому Інституті вони відбувалися. Був ініціатором зустрічей співробітників інституту з письменниками, поетами, акторами, співаками. Петро Захарович підтримував створення в Інституті первинного осередку «Народного руху України за перебудову», а також акції, які проводив осередок Руху.

Вже після припинення ним повноважень директора інституту Петро Захарович Лагодюк мав багато наукових ідей, які прагнув реалізувати. Однак не судилося.

Помер 17 лютого 1994 р. Похований у Львові на Личаківському цвинтарі.

*І. Б. Ратич*

## Статеві особливості метаболічних ефектів маргарину та інтервального голодування у молодих мишей

М. Байляк, В. Гурза, О. Абрам, М. Ватащук

maria.bayliak@pnu.edu.ua

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

Маргарин — популярний висококалорійний компонент західної дієти, який широко використовується у виробництві печива та спредів (рослинних аналогів вершкового масла). Основним компонентом маргарину є гідрогенізовані рослинні олії з невеликим вмістом транс-ненасичених жирних кислот та інших інгредієнтів (емульгаторів, солі, ароматизаторів, консервантів, регуляторів кислотності). Дослідження показують, що дієта, збагачена маргарином, може бути пов'язана з розвитком метаболічного синдрому. З іншого боку, як ефективний підхід для покращення здоров'я та профілактики метаболічних порушень пропонують інтервальне голодування. Тому метою нашого дослідження було вивчити фізіологічні та біохімічні ефекти споживання маргарину *ad libitum* і на тлі режиму голодування через день (інтервальне голодування) у молодих мишей обох статей.

У роботі використовували молодих (одномісячних) мишей лінії C57BL/6J, яких розділяли на групи (по три для кожної статі): 1 — контрольна група на стандартному раціоні, 2 — група, яка споживала стандартний раціон з додаванням маргарину *ad libitum*, і 3 — група, яка отримувала їжу (маргарин плюс стандартний раціон) через день, кожні 24 год. (інтервальне голодування). Друга і третя групи мали можливість вибору між маргарином та стандартною їжею. Всі групи мали необмежений доступ до води. Мишей утримували на експериментальних режимах протягом трьох місяців. Протягом експерименту визначали динаміку маси тіла, споживання мишами їжі та води. В кінці експерименту мишей умертвляли анестезією вуглекислим газом, забирали органи (печінку, вісцеральну жирову тканину) та кров для подальших аналізів.

У ході проведених експериментів встановлено, що самці та самки мишей по-різному реагують на експериментальні дієти. Зокрема, наші дослідження показали, що коли мишам дають вибір між стандартним кормом і маргарином, самки віддають перевагу маргарином більше, ніж самці, що в кінцевому підсумку призводить до більшого приросту маси тіла у самок. При цьому як у самців, так і в самок на дієті з маргарином *ad libitum* не розвивалися видимі ознаки ожиріння, проте спостерігався розвиток метаболічних порушень. Зокрема, самки на дієті з маргарином *ad libitum* демонстрували посилення перекисного окислення ліпідів зі зростанням активності антиоксидантних ферментів глутатіон-S-трансферази та глутатіонпероксидази в печінці і зниження активності антиоксидантного ферменту параоксонази в крові. У самців маргариновмісна дієта *ad libitum* призводила, навпаки, до вищого вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів у жировій тканині та зниження вмісту пероксидів ліпідів зі зростанням активності каталази у печінці та зниження рівня триацилгліцеридів у плазмі крові. Коли мишам давали раціон, доповнений маргарином, через день (режим інтервального голодування), самці швидше набирали масу тіла і зазнавали серйозних метаболічних змін — таких, як підвищення рівня глюкози у крові натщесерце, збільшення загальної кількості лейкоцитів у крові, зростання рівня триацилгліцеридів та різнонаправлені зміни в активностях антиоксидантних ферментів у печінці, зниження рівня прозапального інтерлейкіну IL-1 $\beta$  в жировій тканині порівняно із самцями, які отримували маргарин *ad libitum*. Водночас утримання самок мишей на режимі інтервального голодування призводило до уповільнення збільшення маси тіла і поліпшення метаболічного статусу, зокрема зниження маркерів запалення в жировій тканині та рівня пероксидів ліпідів у печінці, порівняно із самками, які споживали маргарин *ad libitum*, і контрольною групою самок.

Отримані результати свідчать про підвищену метаболічну реакцію самок на маргариновмісну дієту *ad libitum* порівняно з самцями на такій же дієті. Дієта, доповнена маргарином у поєднанні з голодуванням через день, мала сприятливіший вплив на стан здоров'я самок мишей, аніж самців. Це дослідження підкреслює складність метаболічних змін, спричинених дієтою, та важливість врахування статевих відмінностей у дослідженнях харчування.

**Ключові слова:** миші, маргарин, інтервальне голодування

## Вплив S-пропіл-4-амінобензотіоату на показники антиоксидантної системи у тканинах щурів

I. Бобало<sup>1</sup>, В. Гавриляк<sup>1</sup>, А. Пилипець<sup>2</sup>, В. Лубенець<sup>1</sup>

v.havryliak@lpnu.ua

<sup>1</sup>Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Відомо, що синтетичні естери тіосульфокислот проявляють широкий спектр біологічних активностей, показники яких часто перевищують ефективність природних аналогів сульфуровмісних сполук. Серед синтетичних похідних тіосульфокислот вже існують речовини, запропоновані як новітні та ефективні засоби для захисту рослин від мікроорганізмів та комах, регулятори росту рослин, біоцидні добавки до різноманітних продуктів, консерванти фруктів та овочів, речовини, що захищають від радіації та лікарські засоби.

Використання у медичній практиці синтетичних сульфуровмісних сполук з лікувальною чи профілактичною метою передбачає обов'язкове ґрунтовне попереднє дослідження цих речовин. Основним критерієм оцінки можливості використання таких нових субстанцій у лікувальному або профілактичному застосуванні є віддалені наслідки їхньої дії на живий організм, що може проявлятися у гепатотоксичній, нейротоксичній, ембріотоксичній, тератогенній та інших діях. Тому найменші порушення протеїнового, ліпідного чи вуглеводного обміну є проявом цих негативних наслідків у живому організмі.

Літературні дані свідчать, що такі жиророзчинні сульфуровмісні речовини, як диалілсульфід, диалілдисульфід, диалілтрисульфід та аджоев, ефективніше пригнічують проліферацію різних типів ракових клітин, ніж їхні водорозчинні похідні, що підкреслює доцільність дослідження жиророзчинних похідних 4-амінобензотіосульфокислоти. З іншого боку, водорозчинні солі тіосульфокислот є найефективнішими антиоксидантами та протизапальними засобами серед ряду алкілтіосульфонатних сполук. Вони не тільки пригнічують процеси перекисного окислення в клітинах, а й індують експресію генів, які кодують антиоксидантні ферменти.

Тому мета цієї роботи полягала у вивченні фізіологічного ефекту від введення синтезованої речовини пропіл-4-амінобензотіоату на антиоксидантну систему крові, тканин печінки та нирок у щурів.

Дослідження проведені на самцях щурів лінії Вістар з середньою масою 225 г, яких утримували у стандартних умовах віварію. Для експерименту щурів розділили на дві групи — контрольну та дослідну, яким згодували стандартний комбікорм для лабораторних тварин. Для вивчення антиоксидантної активності тваринам дослідної групи внутрішньошлунково вводили олійний розчин пропіл-4-амінобензотіоату з розрахунку 100 мг/кг маси тіла, а контрольним тваринам — відповідну кількість олійного розчину. Дослід тривав тридцять діб. Матеріалом для дослідження слугували еритроцити, плазма крові, тканини нирок та печінки щурів.

Встановлено, що пропіловий естер тіосульфокислоти по-різному впливає на активність ферментів антиоксидантної системи. Варто зазначити, що найпомітнішими змінами було збільшення активності супероксиддисмутази в еритроцитах на 23,9% та в нирках щурів на 100%; зменшення активності каталази у печінці на 30,7% і в нирках на 12,3%; збільшення активності глутатіонредуктази у печінці на 33,6% та зменшення її активності в еритроцитах на 30,1%; тенденція до підвищення активності глутатіонпероксидази у печінці на 87,2% та в нирках на 38,3% щодо контролю.

Було визначено вплив S-пропіл-4-амінобензотіоату на утворення продуктів вільнорадикального окиснення — відновленого глутатіону, ТБК-активних продуктів та гідропероксидів ліпідів. Результати дослідження показали зростання вмісту відновленого глутатіону у печінці на 50,0%; збільшення кількості ТБК-активних продуктів у печінці на 21,6%, зменшення їх у плазмі крові на 19,1% і в нирках на 61,4%. Також варто відмітити збільшення вмісту гідропероксидів ліпідів у печінці на 42,9%, їх зменшення у плазмі крові на 19,2% і в нирках на 17,1% щодо тварин контрольної групи.

Отже, похідні тіосульфокислот можуть бути перспективними субстанціями для створення засобів з антиоксидантною дією, проте механізми їх впливу на живі організми ще вивчені недостатньо. Тому варто розширити спектр таких досліджень, а також працювати у напрямі підвищення розчинності цих субстанцій.

**Ключові слова:** щури, S-пропіл-4-амінобензотіоат, антиоксидантна активність, печінка



## Протизапальні властивості м'якої лікарської форми з капсаїциноїдами в умовах короткотривалої форми запалення

Ю. Бойко<sup>1</sup>, О. Зеленіна<sup>1</sup>, Д. Остапів<sup>2</sup>, В. Смурага<sup>1</sup>

yuriyalex@gmail.com

<sup>1</sup>Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В умовах ведення бойових дій дедалі більшого значення набувають підходи до лікування змішаних травм та ран, зокрема ускладнених інфекційним процесом. Ефективні терапевтичні засоби повинні позитивно впливати на патогенез ранового процесу, стимулювати репаративно-регенеративні здатності тканин. Також важливим є аспект протизапальної та антимікробної дії. Зменшення набряку, знеболювальна дія, нормалізація кровообігу в пораненому осередку поряд з недопущенням інфікування є важливими компонентами загальної терапевтичної стратегії. Для забезпечення вищезазначених ефектів ми розробили м'яку лікарську форму для зовнішнього застосування, в якій використана комбінація з капсаїциноїдів рослинного походження та хлоргексидину, поміщених у мазеву основу. Наші попередні дослідження [Бойко, 2024] показали, що вказана м'яка лікарська форма є ефективною у випадку карагінан-індукованого запалення за тривалого використання — протягом семи діб. Крім помітного протизапального ефекту, спостерігали відсутність розвитку інфекційної мікрофлори в місці запалення. Метою цього дослідження є вивчення протизапального ефекту м'якої форми в умовах короткотривалого використання.

Дослідження проводили на молодих білих щурах-самцях вагою 170–200 г, утримуваних на змішаному раціоні віварію з вільним доступом до корму та води, з чергуванням темної та світлої фази 12/12 год. Всі дослідження на тваринах проводили відповідно до біоетичних норм, регламентованих міжнародним та національним законодавством. Тварин поділили на дві групи — дослідну та контрольну по п'ять тварин у групі. Всім тваринам під хлороформним наркозом під плантарну поверхню лівої кінцівки вводили 0,2 мл 0,2% водного розчину карагінану. Надалі місце введення флогогену у тварин дослідної групи оброблялось м'якою лікарською формою з капсаїциноїдами та хлоргексидином з інтервалом 30 хв. протягом 6 год. після введення карагінану. Вимірювали об'єм і товщину ділянки запалення.

Різниця в показниках об'єму запальної ділянки досягала 20% через 30 хв. після індукції запалення (більший об'єм у тварин контрольної групи). Надалі спостерігали збільшення різниці у морфометричних показниках тварин дослідної та контрольної груп. Після шостої години запального процесу об'єм запальної ділянки у тварин дослідної групи склав  $1,14 \pm 0,098$  мл, у тварин контрольної групи —  $1,675 \pm 0,13$  мл. Різниця у показниках об'єму після шостої години між двома групами тварин є статистично вірогідною ( $P < 0,05$ ). Капсаїциноїди, які входять до складу мазі, в умовах короткотривалої дії забезпечують подразнювальний ефект та покращують гемодинамічні процеси в запальному осередку.

Досліджена м'яка лікарська форма з капсаїциноїдами та хлоргексидином виявила помітні протизапальні властивості в умовах як довготривалого, так і короткотривалого експериментального запального процесу та потребує подальшого детальнішого дослідження.

**Ключові слова:** запалення, капсаїциноїди, гексидини, карагінан.

## The myostatin gene (*MSTN*) as a genetic marker for the improvement of economic traits in sheep

T. V. Buslyk<sup>1</sup>, M. Yu. Peka<sup>2</sup>

tvbuslyk@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production NAAS, Poltava, Ukraine

The myostatin (*MSTN*) gene, also known as growth and differentiation factor 8 (*GDF8*), acts as a negative regulator of skeletal muscle mass deposition and is a member of the transforming growth factor- $\beta$  (TGF- $\beta$ ) superfamily [Beyer et al., 2013]. Several polymorphisms in the *MSTN* gene have been reported to be associated with growth and carcass characteristics of many mammals, including sheep [Stefaniuk et al., 2014; Grochowska et al., 2019; Zhao et al., 2023; Pan et al., 2024].

The *MSTN* gene is located on chromosome 2 in sheep (*Ovis aries*) at the end of the long arm (2q32.2 locus) [Bellinge et al., 2005]. According to Ensembl data, 188 variants of the sheep *MSTN* gene have been identified to date, including 1 stop-gained variant, 1 frameshift variant, 3 missense variants, three synonymous variants, 43 intronic variants, 73 upstream gene variants, and 64 downstream variants.

In this study, a predictive assessment of the expected effects of missense SNPs in the sheep *MSTN* gene on protein function was conducted. The bioinformatic tools SIFT, PROVEAN, PolyPhen-2, MutPred2, and SNAP2 were employed for the analysis. The results from these sequence-based methods indicated that, among the SNPs considered (rs417816017, rs1092937975, rs1086923328), the missense variant rs1086923328 may have an impact. This polymorphism results in an amino acid substitution from threonine to isoleucine (T324I).

Based on the above findings, we propose an algorithm to improve economically important traits in sheep breeding: (1) conducting a preliminary bioinformatic analysis, (2) performing a genetic-population analysis to assess the polymorphism of the *MSTN* gene and determine whether the population is polymorphic for some SNPs, (3) carrying out an associative analysis of the *MSTN* gene polymorphisms and growth characteristics, and (4) selecting breeding animals with genotypes that exhibit better growth indicators. Understanding the effects of specific *MSTN* gene polymorphisms on economically relevant traits could inform strategies for genetic improvement of growth traits and feed efficiency in local sheep breeds.

**Key words:** *MSTN* gene, sheep breeding, growth traits, bioinformatic analysis

## Вплив екстракту кропиви дводомної на біохімічний профіль крові щурів, уражених шестивалентним хромом

О. Бучко

buchko\_oksana@ukr.net

Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів, Україна

Сполуки, до складу яких входить Хром у високих концентраціях, широко використовуються в текстильній, гальванічній та оборонній промисловостях, виробництві сахарину, хроматів, нержавіючої сталі, процесах очищення жирів, олій тощо. Однак вплив сполук Cr у шестивалентному стані на організм працівників, задіяних у згаданих виробництвах, може провокувати ураження печінки, нирок, поширення дерматитів, пошкодження шлунково-кишкового тракту, рак дихальних шляхів, серцево-судинних розладів тощо. Його дія полягає в тому, що клітини накопичують високу концентрацію Cr(VI) через аніонну транспортну систему. Усередині клітини реакції відновлення, які супроводжують транспортну систему, також сприяють накопиченню Cr(VI). Дослідження показали, що більша частина шкоди, спричиненої токсичністю Хрому, спричинена спалахом утворення АФК під час його поступового відновлення в організмі з Cr(VI) до нетоксичного Cr(III). Таким чином, для посилення біохімічної адаптації організму до токсичної дії важких металів, в тому числі і Cr, завжди актуальним є пошук сполук або їх комплексу, які би проявляли антиоксидантну активність, були легко доступними до застосування, мали адсорбуючі властивості і не провокували побічних ефектів на організм людини та тварин. Метою досліджень було з'ясувати дію 40% екстракту кропиви дводомної на деякі біохімічні показники крові щурів за ураження шестивалентним хромом.

Дослідження проведено в умовах віварію на білих щурах-самцях лінії Вістар масою 190–230 г, розділених на 3 групи: контрольна (С) та 2 дослідні (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>) по 7 тварин у кожній. Контрольній і дослідним групам згодовували стандартний комбікорм для лабораторних щурів. Щурам дослідної групи D<sub>1</sub> протягом 22 діб випоювали 40%-етанольний екстракт кропиви дводомної (*Urtica dioica* L.) у кількості 5 мл/кг маси тіла та з 15-ї доби експерименту внутрішньоочеревинно вводили калію біхромат (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) у дозі 3 мг Cr(VI)/кг маси тіла щоденно протягом 8 діб. Тваринам групи D<sub>2</sub> протягом 22 діб випоювали 40% етанол у кількості 5 мл/кг маси тіла та з 15-ї доби вводили K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> за такою ж схемою і дозою, як щурам групи D<sub>1</sub>. Тваринам групи С протягом 22 діб випоювали 40% етанол у кількості 5 мл/кг маси тіла і з 14 доби експерименту щоденно внутрішньоочеревинно вводили 0,9% розчин NaCl протягом 8 діб. На 23-ю добу експерименту щурів усіх груп декапітували за легкого ефірного наркозу. Об'єктом дослідження слугувала плазма крові тварин, в якій визначали концентрацію загального протеїну та фракційний склад білків крові, вміст глюкози, активність аланінамінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ) і лужної фосфатази (ЛФ) за допомогою наборів фірми «Simko LTD». Відмінності між значеннями в контрольній і дослідних групах визначали за допомогою тесту Тьюкі, де відмінності вважали вірогідними за P<0.05. Результати визначали як середнє ± стандартна похибка.

У результаті досліджень встановлено, що біхромат калію викликає в крові щурів різке підвищення активності АСТ і АЛТ та зниження концентрації загального протеїну стосовно контролю. Ці зміни супроводжуються значним зростанням відсотку β- та γ-глобулінів, зниженням α<sub>1</sub>- та α<sub>2</sub>-глобулінів і загального відсотку альбумінів щодо контрольних тварин. Коефіцієнт А/Г у крові щурів уражених хромом становив 0,86 щодо 1,2 в контрольних тварин. Ці дані можуть свідчити про порушення протеїнового обміну, токсичне ураження печінки та порушення її протеїн-синтезувальної функції, напруження імунітету та виникнення запальних процесів у організмі щурів за дії Cr(VI).

Профілактичне випоювання екстракту кропиви перед введенням шестивалентного Хрому стабілізувало описані негативні зміни в крові щурів: концентрація загального протеїну була на рівні контролю, активність АСТ та АЛТ була суттєво нижчою, ніж у щурів групи D<sub>2</sub>, відсотковий вміст β- та γ-глобулінів був нижчим, а вміст α<sub>1</sub>- та α<sub>2</sub>-глобулінів — вищим стосовно тварин, яким вводили тільки біхромат калію. Загальний відсоток альбумінів у плазмі крові щурів за превентивної дії екстракту кропиви був практично на рівні контрольних тварин, а коефіцієнт А/Г становив 1,04. У крові щурів групи D<sub>1</sub> спостерігали часткове підвищення в межах фізіологічної норми концентрації глюкози та активності ЛФ стосовно контрольних тварин, що може свідчити про активацію енергетичних та процесів фосфорилування під впливом екстракту кропиви. В результаті досліджень можна зробити висновок, що екстракт кропиви дводомної, а точніше, комплекс біологічно активних речовин, які входять до її складу, стимулюючи окисно-відновні, анаболічні та енергетичні процеси в організмі, активує адаптаційні механізми, знімає напруження імунітету, гальмує та зменшує руйнівний вплив Cr(VI) на метаболізм у щурів.

**Ключові слова:** екстракт *Urtica dioica* L., щурі, шестивалентний хром, метаболізм

## Відбір штамів *Bacillus licheniformis* за антагоністичними властивостями щодо грампозитивних бактерій з метою конструювання біотичного препарату для перепелів

Г. Бучковська<sup>1</sup>, О. Віщур<sup>1</sup>, О. Чечет<sup>2</sup>, О. Горбатюк<sup>3</sup>, О. Піщанський<sup>3</sup>, Н. Мех<sup>3</sup>  
galina.buchkovska11@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ГО «Інститут єдиного здоров'я», м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

У процесі інтеграції України до ЄС основним завданням аграрного комплексу є пошук інтенсивних напрямів розвитку тваринництва і птахівничої галузі з використанням новітніх технологій із застосуванням екологічно безпечних препаратів, які забезпечать економію ресурсів та зменшать собівартість продукції.

За новою концепцією ведення птахівництва і перепільництва зокрема, для профілактики бактеріальних захворювань необхідно забезпечити високий рівень імунного потенціалу їхнього організму. Кишкова мікробіота та імунна система органів травлення є потужним периферичним комплексом імунного захисту. В умовах промислового ведення перепільництва найбільш економічно вигідним є застосування біотичних препаратів, зокрема пробіотичних культур — представників роду *Bacillus*, виділених зі шлунково-кишкового тракту птиці, які мають високі антибактеріальні властивості [Крисенко та ін., 2010].

Випробування проведені на базах науково-дослідного бактеріологічного відділу (НДБВ) Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ), м. Київ, та Інституту біології тварин (ІБТ), м. Львів.

Із 167 зразків лігатурованих відрізків товстого відділу кишечника перепелів, доставлених із перепільничих господарств різних областей України, виділено 33 штами *Bacillus licheniformis*. Дослідження з визначення рівня антагоністичної активності дослідних штамів *B. licheniformis* стосовно грампозитивних бактерій проводили *in vitro* в умовах лабораторії методом відтермінованого антагонізму. Як індикаторний тест використовували грампозитивну тестову культуру *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 [Похиленко та ін., 2007; Кучерук та ін., 2018]. Дослідження із застосуванням методу відтермінованого антагонізму дослідних штамів *B. licheniformis* виконували посівами на чашки з МПА, підтитрованих до концентрації  $10^2$  КУО/мл дослідних бактеріальних суспензій для отримання росту поодиноких колоній. Кожен дослідний штам висіяли на чашки з МПА у трьох повторюваностях. Після 24 год. інкубації в термостаті за температури  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  на чашки висівали ресуспендовану в напіврідкому агарі з температурою  $45 \pm 1^\circ\text{C}$  добову тестову культуру *S. aureus* ATCC 6538, заливаючи і рівномірно розподіляючи напіврідкий агар на поверхні чашок з дослідними штамми. Поряд з основним дослідом, виконано контроль на активність росту кожного дослідного штаму *B. licheniformis* і тестової культури *S. aureus* ATCC 6538. Після 24 год. інкубування за активного росту відповідних мікроорганізмів на контрольних чашках проведено облік результатів вимірювання діаметрів зон інгібування росту тестової культури *S. aureus* ATCC 6538 навколо колоній з відповідними дослідними штамми *B. licheniformis*.

Рівень антагоністичної активності дослідних штамів вважали умовно низьким з діаметром зони затримки росту у межах 7–14 мм, середнім — в межах 14–26 мм, високим — в межах 27–36 мм, дуже високим рівнем антагонізму — понад 36 мм. За аналізом результатів випробувань із 33 дослідних штамів *B. licheniformis* дуже високі антагоністичні властивості проявляли 5 культур (15,2% від досліджених), що підтверджують величини діаметрів зон інгібування росту на рівні  $36,3 \pm 0,3$ – $43,3 \pm 0,3$  мм. Високий рівень антагоністичної дії був притаманний 6 (18,2% від досліджених) дослідним штамам *B. licheniformis* з показником діаметрів зон інгібування росту в діапазоні  $28,3 \pm 0,3$ – $35,3 \pm 0,3$  мм. Решта штамів *B. licheniformis* (66,6%) мали середній та низький рівень антагоністичних властивостей, оскільки межа величин діаметрів інгібування росту була меншою від 14 мм.

Одержані дані свідчать, що 5 штамів *B. licheniformis* є перспективними для використання у конструюванні біотичного препарату, оскільки вони були дуже високо антагоністично активними щодо бактерицидного впливу на грампозитивні бактерії, що підтверджують величини діаметрів зон інгібування росту грампозитивної тестової культури *S. aureus* ATCC 6538.

**Ключові слова:** *Bacillus licheniformis*, антагоністична активність, інгібування росту, метод відтермінованого антагонізму



## Селекція штамів дріжджів для одержання біоетанолу із зернових субстратів

*М. Войтецька, С. Хом'як, В. Лубенець*

maria.voitetska.mbtb.2023@lpnu.ua

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

Актуальність проблеми одержання біоетанолу зумовлена поступовим вичерпуванням покладів природної нафти і газу. Також відбувається постійне збільшення собівартості видобування та посилюються екологічні ризики навколо родовищ. Спирт, особливо етанол, вже давно застосовується як заміник бензину в двигунах внутрішнього згоряння. Різниця між етанолом, який використовується у харчовому виробництві, і етанолом, який використовують як біопаливо для забезпечення енергетичних потреб, полягає в тому, що в другому випадку в біоетанолі не може бути присутньою вода, проте допускаються домішки метанолу, сивушних олій і навіть бензину. Тому отримання етанолу з відновлюваної сировини, зокрема зернових субстратів, набуває дедалі більшої популярності завдяки зменшенню залежності від вугільних палив та негативного впливу на довкілля. Відновлювальна рослинна сировина, особливо рослинні субстрати, все ще залишаються відносно дорогою сировиною, на вартість якої впливають світові ціни продовольства, які зараз дуже високі. Але застосування сучасних аграрних методів, особливо біогербіцидів, в перспективі зменшить собівартість рослинної сировини.

Метою дослідження є вибір та оптимізація штамів дріжджів для ефективного виробництва біоетанолу як альтернативного палива з рослинних субстратів.

Для отримання стійких осмо- та етанолорезистентних штамів дріжджів штами виділяли з природних джерел. Як сировину використали рисові та гречані субстрати. Рис містить велику кількість крохмалю, гречка — складні цукри.

Для селекції нових штамів було зроблено такі кроки:

1. Зерно рису та гречки подрібнювали на млинку, щоб отримати дрібне борошно (діаметр помолу 1 мм). Далі до помеленого зерна додали буферно-пептонну воду у співвідношенні 1:3. Цей розчин містить поживні речовини та забезпечує оптимальні умови для росту дріжджів під час селекції.

2. Два типи борошна з пептонною водою ферментували протягом доби для активації дріжджів. Для пригнічення бактерійної мікрофлори додавали антибіотик хлорамфенікол у концентрації 0,075 мг/мл.

3. Потім з ферментаційної суміші виділяли зразки для подальшого аналізу та селекції. Зразки засіяли на чашку з поживним середовищем, яке містило необхідні поживні речовини для росту дріжджів, та інкубували протягом трьох діб у термостаті за 30°C.

4. Одержані дріжджові культури стабілізували методом кратних пересівів на спеціальних поживних середовищах, де забезпечувалися оптимальні умови для росту та розвитку бажаних штамів.

5. Після пасажувань відібрали штами — RC (виділений з рису) та BC (з гречки), які були потенційно придатними для виробництва біоетанолу.

Далі отримані штами тестували для перевірки їхньої ефективності у виробництві біоетанолу. Порівнювали два селекційні штами RC та BC з трьома промисловими штамми. Для цього кукурудзяне зерно попередньо прогідролізували  $\alpha$ -амілазою, а на отриманому суслі проводили ферментативне бродіння одним з досліджуваних штамів дріжджів за різних температур: 30°C, 32,5°C, 35°C, 37°C протягом 11 днів. Після завершення процесу бродіння отриману брагу переганяли у дистиляційному апараті та визначали міцність спирту за допомогою аерометра. Штам BC виявився найкращим за виходом етанолу при температурі 30°C. Штам RC був найбільш продуктивним за всіх інших досліджуваних температур (32,5–37°C).

Отриманий штам RC виявився найбільш економічно вигідним у виробництві біоетанолу з кукурудзи як за виходом біоетанолу, так і за широким температурним діапазоном.

**Ключові слова:** біоетанол, дріжджі, бродіння

## Застосування сучасних дезінфектантів у системі заходів біологічної безпеки у тваринництві

А. Волторністий<sup>1</sup>, О. Шеляг<sup>2</sup>

andriy3000@i.ua

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ТОВ «Веллфарм», м. Харків, Україна

Сучасний світ з його екологічними та популяційними проблемами ставить перед людством щораз нові виклики. Епідемії інфекційних захворювань, зокрема такі вірусні хвороби, як COVID-19, показали, наскільки швидко в сучасних умовах може розповсюджуватися інфекція. З того часу ми стали свідками ще кількох нових епідемій вірусних захворювань людини і тварин. Актуальним у цьому плані є також захворюваність на африканську чуму свиней (АЧС), тобто проблеми, які виникають у медицині, характерні також і для тваринництва. Останнім часом у різних регіонах України збільшилась кількість випадків АЧС — як у приватному секторі, так і у великих господарствах. Це призвело до величезних економічних втрат і зменшення поголів'я свиней. Вірус АЧС надзвичайно стійкий до широкого діапазону температур і кислотно-лужної реакції середовища. Поки що людство не винайшло ефективного засобу знищення його збудника — ДНК-вмісного вірусу родини *Asfarviridae*.

З огляду на це, надзвичайно актуальним є питання профілактики цього захворювання. У цьому контексті заслуговує на увагу забезпечення тваринництва і ветеринарної медицини ефективними дезінфекційними засобами. Адже відомо, що збудники інфекційних хворіб, і це стосується не тільки бактеріальних інфекцій, характеризуються високим ступенем стійкості до чинників зовнішнього середовища. Вірус АЧС може зберігатися у трупах, м'ясі та м'ясній продукції від декількох днів до декількох місяців, а в окремих випадках — і років.

Вважаємо за доцільне зауважити, що успіх у протидії вірусним інфекціям є комплексним завданням: планові вакцинації необхідно поєднувати з підвищенням біологічної безпеки. Чільне місце серед профілактичних заходів займає ефективне застосування сучасних дезінфектантів. Водночас необхідно зазначити, що до дезінфекційних засобів існує низка вимог: крім своєї високої ефективності та спектру дії у широких межах, засіб має бути безпечним як для тварин, так і для персоналу, що з ним працює.

За останні роки у цій царині, зокрема в галузі свинарства, здобув популярність засіб *Virkon S*, вироблений фірмою LANXESS, представником якої в Україні є корпорація *Веллфарм*, — дезінфектант з широким спектром біологічної дії проти таких збудників інфекцій, як віруси, бактерії, патогенні грибки. Препарат відповідно проявляє високу віруцидну, бактерицидну і фунгіцидну дію. Цей засіб добре зарекомендував себе у широкому спектрі рН, за різних температур і на різних поверхнях. До переваг засобу варто також додати його низьку залишкову токсичність та високу екологічну безпеку — важливо, що його діюча речовина має високий ступінь біологічного розкладу. Висока біологічна ефективність *Virkon S* була доведена експериментально. Зокрема показано, що препарат у розведенні 1:100 і навіть 1:600 за експозиції 30 хв. ефективно знезаражує патологічні матеріали, заражені вірусом епідемічної діареї свиней. Крім цього, показано високу ефективність цього препарату щодо матеріалів, що містять вірус АЧС. Вказані результати досліджень мають високий рівень вірогідності, оскільки підтверджені у референтній європейській лабораторії INIA.

Насамкінець необхідно також згадати, що нещодавно на ринку ветпрепаратів з'явився і модифікований продукт *Virkon LSP*, який є навіть ефективнішим і випускається у рідкій формі. Крім цього, препарат є стійкішим до ультрафіолетового опромінення, його можливо застосовувати у формі аерозолю і запінення.

Як підсумок, можна констатувати, що успіх у профілактиці та боротьбі з актуальними інфекційними захворюваннями — зокрема такими, як АЧС та інші, неможливий без застосування сучасних методів і засобів, до яких зокрема належать такі препарати широкого спектру дезінфекційної дії, як *Virkon S* та *Virkon LSP*.

**Ключові слова:** дезінфекція, тваринництво, профілактика, африканська чума свиней, *Virkon S*, *Virkon LSP*

## Біологічні особливості прийому личинок та отримання маточного молочка різними підвидами бджіл

П. Воробець, Ю. Салига

pvorobets86@gmail.com,

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Бджільництво є однією із перспективних галузей сільського господарства, що забезпечує запилення сільськогосподарських культур, а також виробництво меду, перги, прополісу, гомогенату трутневих личинок та маточного молочка, яке має потенціал для лікування різних захворювань людини. Встановлення особливості прийняття личинок різними підвидами бджіл та ефективність отримання маточного молочка бджолиного у наш час є одним з важливих та актуальних завдань. Особливо, що стосується з'ясування продукування маточного молочка різними підвидами бджіл, які є досить поширені у західному регіоні України, а саме *Apis mellifera carpatica*, *A. mellifera carnica*, *A. mellifera ligustica* та *A. mellifera sossimai*.

Дослідження проводили на власній присадибній пасіці, розташованій у Львівській обл.

Щоб забезпечити рівні умови для усіх вищевказаних підвидів бджіл, було сформовано 4 групи однакових за силою бджолосімей, забезпечених достатньою кількістю медових та пергових рамок. Добір бджолиних сімей для досліджень здійснювали методом аналогів за силою, кількістю розплоду та кормів.

Варто зазначити, що маточне молочко найкраще отримувати у пізньовесняний та ранньолітній періоди, коли бджолосім'ї досягають максимальної сили і мають велику кількість молодих бджіл з добре розвиненими гіпофарингеальними залозами, здатними продукувати маточне молочко. Сукупність цих факторів веде за собою високий відсоток прийнятих личинок та гарний налив маточного молочка.

У досліді використовували двокорпусні 6-рамкові вулики (Дадана Блатта). Відбір маточного молочка з маточників проводили через кожні 72 год. (3 доби) після перенесення личинок віком 12–24 год., оскільки молочка в цей період в маточнику найбільше. Відбір маточного молочка в ранні терміни (48 год.) не дозволяє отримати його максимальну кількість у маточнику, а за відбору у пізніші терміни (96 год.) личинка переростає і з'їдає надлишок молочка. Кожна бджолина сім'я, яка брала участь у досліді, отримувала по 35 перенесених личинок. У безвзятковий та дощовий періоди бджолосім'ї підгодовували цукровим сиропом. Дослідження тривало близько 90 днів і завершилось наприкінці липня. Пізніші терміни відбору маточного молочка (протягом серпня) недоцільні, оскільки в цей час сила бджолосімей різко падає, зменшується кількість молодих бджіл, що призводить до зниження продукування маточного молочка.

У результаті проведених досліджень щодо відбору маточного молочка встановлено, що підвид бджіл *A. mellifera ligustica* є беззаперечним лідером у його продукуванні. Перебуваючи в однакових умовах, бджоли цього підвиду виробляли найбільшу кількість маточного молочка впродовж усього досліду — 394,5 г. Найменшу кількість маточного молочка отримали від підвиду бджіл *A. mellifera carnica* — 264 г. Підвиди бджіл *A. mellifera carpatica* та *A. mellifera sossimai* працювали майже на одному рівні, різниця між ними склала всього 6 г.

Італійський підвид бджіл загалом за весь досліджуваний період прийняв найбільшу кількість даних їм личинок і, відповідно, мав найбільше навантаження. Середня наповненість маточників маточним молочком у них також була вищою.

Отже, для ефективного виробництва маточного молочка в умовах західного регіону України з представлених чотирьох підвидів бджіл доцільно використовувати найбільш продуктивний італійський підвид *A. mellifera ligustica*. Прийняття найбільшої кількості личинок на вигодовування зовсім не знизило їхню продуктивність, як можна було очікувати, а їхні маточники мали рекордне наповнення маточним молочком.

**Ключові слова:** підвиди бджіл, маточне молочко, личинки

## Вплив горіхового листа в кормі на параметри антиоксидантного стану в курей

О. Гавілей, С. Панькова

elena.gaviley@gmail.com

Державна дослідна станція птахівництва Інституту тваринництва НААН, с. Бірки, Чугуївський р-н, Харківська обл., Україна

Фітодобавки, на відміну від лікарських препаратів, можна застосовувати для клінічно-здорових тварин практично впродовж всього життя. Завдяки наявності в їхньому складі фенольних речовин, багато з них мають антиоксидантні властивості, що дає додаткові переваги для їх застосування [El-Baz & Khidr, 2024]. Як перспективне джерело рослинної сировини для створення біологічно активних добавок, великий інтерес представляє листя горіха волоського (*Juglans regia* L.), оскільки в своєму складі має величезну кількість біологічно активних речовин (поліфеноли, таніни, юглон тощо), які виявляють антиоксидантний, протимікробний, протизапальний імуностимулювальний ефект для організму людини і тварини [Vieira et al., 2019]. Багато дослідників вказують про позитивний вплив додавання листя горіха у комбікорм для несучок на імунну функцію організму та здоров'я птиці [Popescu et al., 2020], антиоксидантну здатність плазми крові, продуктивність та якісні показники яєць [Abbasi Rad et al., 2014; Eratalar S. et al., 2017]. Отже, листя горіха волоського має потенціал як фізіологічно функціональний інгредієнт з антиоксидантними якостями в кормах для курей. Тому метою цього дослідження було оцінити вплив введення горіхового листа до раціону курей-несучок на їх антиоксидантний захист та параметри перебігу обмінних процесів у курей.

Дослід проведено на курях батьківського стада породи Бірківська барвіста. Для цього методом випадкової вибірки було сформовано 4 групи-аналоги з додаванням горіхового листа в кількостях 0,5% (Д1), 1% (Д2) та 1,5% (Д3) від загального об'єму корму. Контрольний раціон (К) не містив добавок. Для виявлення впливу фітодобавок на стан антиоксидантної системи проведено біохімічні дослідження крові на початку і наприкінці експерименту за загальноприйнятими методиками.

Стан антиоксидантного захисту у птахів під впливом горіхового листа оцінювали за активністю в крові ферментів супероксиддисмутази (СОД) та каталази (КАТ), а також рівнем ТБК-активних продуктів (малоновий діальдегід). СОД каталізує дисмутацію супероксидних радикалів у кисень і перекис водню, а КАТ має вирішальне значення для розкладання перекису водню на воду та кисень, захищаючи клітини від окисного пошкодження. Обидва ферменти є критично важливими для захисту клітин від активних форм кисню.

В результаті дослідів встановлено, що активність супероксиддисмутази в курей контрольної групи до кінця досліду знизилася на 6,8% ( $P < 0,05$ ) порівняно з початком, тоді як у всіх дослідних групах відмічено її підвищення: в Д1 — на 13,9%, у Д2 — на 20,8% і в Д3 — на 8,6%. Спостерігали також підвищення цього показника щодо контролю, різниці між контрольною та дослідними групами для Д1 складала 23,6%, Д2 — 29,1% та Д3 — 4,2%. Кращі показники одержані в групах Д1 і Д2. Підвищена активність СОД в цих групах передбачає кращу роботу з окислювальним стресом і вказує на те, що добавки з листя горіха у кількості 0,5% та 1% допомагають підтримувати цілісність і функціонування клітин у курей.

Активність каталази у птиці контрольної групи за час досліджень не зазнала суттєвих змін, тоді як у дослідних групах збільшення активності цього ферменту було помітним і коливалося від 11,0% в Д1 до 17,7% в Д2. Група, яка споживала 1,5% горіхового листа, демонструвала нижчу активність каталази з-поміж інших дослідних груп та менш суттєве її підвищення до кінця досліду — на 6,4% ( $P < 0,05$ ). Найсуттєвіше збільшення активності каталази відмічено у курей, вміст листя у кормі яких становив 1%, — на 16,6% порівняно з контролем. Спостережуване збільшення КАТ вказує на підвищену здатність корму, який містив 1% листя горіха, пом'якшувати окислювальний стрес, що корисно для загального здоров'я та продуктивності курей.

Малоновий діальдегід (МДА) є маркером перекисного окислення ліпідів та окисного стресу. Наші дані показують зниження рівня МДА у всіх групах до кінця експерименту, причому найбільш значне зниження спостерігали в групі Д2. В курей контрольної групи впродовж експерименту не відзначено змін у вмісті МДА в сироватці крові. У всіх дослідних групах цей показник до кінця досліду був нижчим, ніж у контрольній групі, на 6,75% (Д1), 12,83% (Д2) і 2,06% (Д3). Це вказує на те, що додавання до корму горіхового листа ефективно знижує окислювальний стрес у курей, причому 1% добавка (Д2) демонструє найбільший вплив. Цей ефект можна пояснити високим вмістом антиоксидантів у листі горіха, серед яких — вітаміни А, Е та С, які нейтралізують вільні радикали та захищають клітинні ліпіди від окисного пошкодження.

Одержані дані експерименту свідчать, що введення до раціону курей листя горіха волоського сприяє покращенню антиоксидантного статусу, знижуючи окислювальний стрес.

**Ключові слова:** кури, листя горіха волоського, антиоксидантний стан, окислювальний стрес



# Modification of dispersed phases of rumen of calves with surface-active substances. Inhibition of the biohydrogenation process

Z. Hamkalo<sup>1</sup>, J. Rivis<sup>2</sup>, V. Kaplinskyi<sup>1</sup>, O. Smolyaninova<sup>1</sup>  
zenon.hamkalo@ukr.net

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAS, Obroshino, Lviv region, Ukraine

Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) beneficial to human health such as  $\alpha$ -linolenic (18:3n-3), linoleic (18:2n-6) and oleic (cis-9 18:1) are found in feed for ruminants in sufficient quantity, but already in the rumen they are converted into saturated fatty acids by cis-trans isomerization followed by hydrogenation of double bonds [Ferlay et al., 2017]. This process is called biohydrogenation. Understanding the essence of the biohydrogenation process (PB) is important in many scientific aspects of the formation of theoretical and methodological foundations, starting from molecular mechanisms of biological evolution to modern problems of physiology, biochemistry and physico-chemistry of surface phenomena in ruminants. It is believed that PB in the anaerobic environment of the rumen can be an example (model) of energy transformations of the first primitive organisms in the oxygen-free atmosphere of the Earth. The role of PB research in improving the quality of food products of animal origin is especially important. Thus, in 1987, anti-carcinogenic, and later anti-diabetic, anti-atherogenic and immunomodulating properties of conjugated linoleic acid (CLA) were established [Toral et al., 2024]. It is also known that rumen microorganisms use the same pools of molecular ( $H_2$ ) or metabolic (2H) hydrogen for the processes of methanogenesis and PUFAs biohydrogenation [Yang et al., 2019]. In general, the importance of PB research is evidenced by the number of scientific publications, especially for the period 2000–2024. For example, for the term “biohydrogenation in ruminants” in the *Google Scholar* search engine under the heading “for the entire period” we find 16,500 articles, since 2000 — 14,000, 2020 — 4,650 and 612 in 2024, respectively. Unfortunately, only these results correspond to the query “biohydrogenation in ruminants” (in Ukrainian): 35, 33, 3 and 0. Analysis of the global trend in this scientific problem indicates a continued search for ways to assess the relationship between PB, feed efficiency and methane emissions [Toral et al., 2024]. It is worth paying special attention to the study of the biological action of fatty acids as regulators and modifiers of biochemical processes on the surface of solid phases, since PUFAs, in addition to their well-studied metabolic role, are also surface-active substances. Traditionally, it is believed that PUFAs are toxic to bacteria and, thanks to PB, eliminate this effect [Maia et al., 2010]. Since PB is characteristic mainly of bacteria of the *Butyrivibrio* group, it is important to establish the mechanism of such selectivity for PUFAs. In our opinion, high-molecular-weight PUFAs as surface-active substances, depending on the concentration, should be adsorbed on the surface of almost all dispersed phases (solid feed particles, microorganisms, gastrointestinal tract walls, etc.). Given that PUFAs adsorption requires the presence of a hydrophilic carboxyl group, such an interaction will lead to hydrophobization of the surface of cellular structures and a change in the hydrophilic-hydrophobic balance of the flow of nutrients through biological membranes. Previously, we [Hamkalo & Rivis, 2000] developed an effective inhibitor of the biohydrogenation process using surfactants, protected by a Patent for the invention (UA 28242). Let's consider this material in more detail.

The experiment was conducted at the research farm “Obroshino” on 4 groups of bulls of 10 animals each. The duration of the experiment is 70 days. In addition to the main diet, the animals of the experimental groups were fed the drug *Doxan*, which contained the surfactant sodium dodecyl sulfate ( $C_{12}H_{25}SO_4Na$ ). Blood taken from the jugular vein 2.5 hours after taking the drug, as well as scar fluid, were studied. The content of high molecular and volatile fatty acids (VFAs) was determined by gas-liquid chromatography [Rivis et al., 2017].

It was established that feeding *Doxan* at a dose of 1.5–2.5 mg/kg of live weight of the calf significantly ( $P < 0.05$ ) increases the content of linoleic and linolenic fatty acids in the blood plasma by 2.2 and 1.7 times, respectively (fraction NEFAs) and 1.3 and 1.5 times (EFAs fraction). In blood plasma, the content of stearic FA ( $C18:0$ ), as the final product of PB, decreased by 27%. Under these conditions, the content of VFAs in the scar fluid decreased by 20–30%, and the largest decrease was observed for propionic and butyric acids. Against the background of a decrease in the content of VFAs in the ruminal fluid of the calves of the experimental group, compared to the control group, no signs of tympany were observed after feeding. Thus, the use of a surface-active drug led to a change in PB and a decrease in the formation of VFAs. We believe that the basis of its action is a non-specific mechanism — the enveloping (coating) effect of surface-active sodium dodecyl sulfate on rumen microorganisms and solid feed particles, which prolongs the contact time of microorganisms with the substrate and improves the assimilation of PUFA feed.

**Key words:** Polyunsaturated fatty acids (PUFAs), biohydrogenation, conjugated linoleic acid (CLA), surface-active substances, ruminant nutrition

## М'язова тканина теплокровних як продуцент біологічно активних сполук

*В. Гащишин, І. Гложик, Р. Тимочко-Волошин, Н. Параняк,  
Х. Шавель, С. Решетило, Ю. Борецький*  
biolog@idufk.edu.ua

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів, Україна

М'язова тканина становить значний відсоток маси тіла. Загалом скелетні м'язи є неоднорідною тканиною, яка складається з м'язових волокон, сполучнотканинного каркасу, а також судин і нервів. Саме м'язове волокно складається з міосимпласту й міосателітоцитів (стовбурових клітин м'язів), вкритих спільною базальною мембраною.

Міосателітоцити здатні диференціюватися у міоцити і відповідають за регенерацію скелетних м'язів людини протягом усього життя. Неактивовані міосателітоцити є надзвичайно стабільними і можуть зберігати життєздатність тривалий час, навіть після смерті організму. Хоча це одноядерні клітини, їхні ядра становлять близько 10% всіх ядер м'язового волокна. За потреби це забезпечує швидку доставку генетичного матеріалу до місця пошкодження м'язового волокна.

М'язові волокна поділяють на три основні типи: тип I — повільноскоротливі, стійкі до втоми; тип IIa — швидкоскоротливі і менш стійкі до втоми; тип IIx (IIx людини відповідають IIb у тварин), які найшвидше стомлюються, проте забезпечують найвищу короткотривалу потужність м'яза. Саме ці волокна продукують основну кількість лактату під час інтенсивних скорочень, коли запаси креатинфосфату вичерпані. Ефективне перенесення та перерозподіл лактату між різними тканинами організму є дуже важливим, враховуючи участь лактату не лише в енергетичному забезпеченні м'язової та нервової тканин, а й у низці регуляторних механізмів. Як ефектор, лактат задіяний у регуляції ангиогенезу, диференціації міосателітоцитів, регенерації м'язових волокон, поляризації макрофагів та перебігу запальних процесів, а також бере участь в епігенетичних механізмах регуляції обміну м'язової тканини. Активне скорочення м'язових волокон супроводжується утворенням і екскрецією у кров'яне русло багатьох метаболітів (ІМФ, аланіну, продуктів метаболізму ПОЛ тощо), які є низькомолекулярними ефекторами ряду регуляторних механізмів. Також при цьому зростають біосинтез та секреція ряду відносно низькомолекулярних білків, які регулюють метаболічні процеси в цілому організмі. Ці білки називають міокінами (або екзеркінами — від англ. *exerkines*). Дослідження останніх років підтвердили, що міокіни впливають практично на всі системи організму. Найбільш вивченими міокінами на сьогодні є інтерлейкіни (IL-6, LIF, IL-4, IL-7, IL-8, та IL-15), міостатин, міонектин (CTRP15), ірисин, фактор росту фібробластів 21 (FGF21), нейротрофічний фактор мозку (BDNF), інсуліноподібний фактор росту-1 (IGF-1), фолістатиноподібний білок-1 (FSTL-1), декорин, SPARC (остеонектин). Більшість міокінів здійснюють свою дію через ендокринні, паракринні та/або аутокринні шляхи всередині м'язів, багато з них також діють як ендокринні агенти — через лімфу і кров. Міокіни відіграють одну з головних ролей у взаємодії між скелетними м'язами, печінкою, кістковою та жировою тканинами. Вони підвищують чутливість тканин до інсуліну і задіяні у регуляції важливих метаболічних процесів — таких, як вуглеводний, білковий і ліпідний обміни. Міокіни відіграють значну роль у регуляції таких процесів, як міогенез, остеогенез, термогенез, ліполіз, ріст і поділ клітин нервової та м'язової тканин, васкуляризація тощо. Рівень синтезу й екскреції цих регуляторів позитивно корелює з інтенсивністю та тривалістю фізичного навантаження. Надмірне фізичне навантаження може призвести до хронічного запалення м'язової тканини. Основною причиною цього є різке збільшення кількості мікророзривів мембран міоцитів, репарація яких потребує тривалого часу. Необхідно зауважити, що виникнення певної кількості мікророзривів мембран міоцитів під час фізичного навантаження необхідне для підтримки високої працездатності м'яза. Запальні процеси і відчуття болю — невід'ємні елементи адаптації до фізичного навантаження, які є пусковим механізмом активації стовбурових клітин м'язів та розвитку процесів регенерації. Одним із ключових низькомолекулярних попередників прозапальних медіаторів є арахідонова кислота (АК) (5,8,11,14-ейкозотетраєнова кислота), яка входить до складу фосфоліпідів мембран. За порушення цілісності клітинних мембран активується фосфоліпаза А2, яка гідролізує фосфоліпіди і вивільняє арахідонову кислоту. Вільна арахідонова кислота є метаболічним попередником медіаторів запальних процесів: простагландинів, лейкотрієнів та ліпоксинів. Простагландини специфічно зв'язуються відповідними рецепторами, що призводить до активації каскаду реакцій запального процесу. Запалення супроводжується активацією і проліферацією стовбурових клітин м'язів. У нормі запальні процеси м'язової тканини швидко закінчуються внаслідок повного відновлення структури клітин і волокон, що відбувається за участі активованих стовбурових клітин м'язів. Низькомолекулярні метаболіти м'язової тканини та міокіни вивільняються у кров та переносяться у різні тканини, модулюючи роботу всіх систем організму.

**Ключові слова:** м'язові волокна, регенерація міоцитів, міокіни, лактат

## Вплив наносомального препарату наночастинок цинку і біологічно активних речовин на гематологічні показники організму самців кролів

*І. Гевкан, І. Яремчук, С. Корнят, М. Шаран, О. Штапенко, В. Сирватка*  
gevkan.iv@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В галузі нанотехнології зростає кількість досліджень щодо отримання наночастинок металів «зеленим» методом з вивченням їхнього впливу на біологічні об'єкти для залучення наночастинок металів до технологій конструювання високоефективних біотехнологічних засобів. Особливо перспективними є дослідження з розробки препаратів на основі наносом з введенням до їхнього складу наночастинок цинку та жирних кислот і біологічно активних речовин оливкової олії та фосфоліпідів соняшникового лецитину, з дослідженням впливу на гематологічні показники організму самців кролів, а надалі — на інтенсивність сперматогенезу. Використання наночастинок ZnO в середовищі для кріоконсервації захищає сперму, запобігаючи загальним пошкодженням клітин, а саме пошкодженню ДНК та перекисному окисленню ліпідів клітинної мембрани, збільшуючи рухливість сперми порівняно. Жирні кислоти оливкової олії та лецитину є частиною фосфоліпідів клітинної мембрани, водночас вони є і джерелом енергії, а попередники біоактивних медіаторів ліпідів мають сильний вплив на клітинні реакції та функції сперміїв. В дослідженнях, проведених на кролях з порушенням Манше-акросоми сперміїв та зниженням ефективності запліднення яйцеклітин за умов гіперхолестеринемії, введення до раціону оливкової олії запускає субклітинні механізми регенерації обмінних процесів, які беруть участь у формуванні сперматозоїдів і ефективності запліднення яйцеклітин. Плинність мембрани, гнучкість, плавлення, поділ та кривизна клітин сперміїв суттєво залежать від складу жирних кислот фосфоліпідів. Фосфоліпід соняшникового лецитину, до якого входять три його види — фосфатидилхолін, фосфатидилетаноламін, фосфатидилінозит — з високою кількістю ПНЖК дозволяють збільшити гнучкість мембрани сперміїв завдяки множинним подвійним зв'язкам, тоді як насичені або трансжирні кислоти роблять її жорсткою. Додавання 1% лецитину до раціону кролів покращує якість сперми, збільшуючи об'єм еякуляту, концентрацію сперматозоїдів, загальний вихід сперміїв і їхню загальну рухливість, зменшуючи відсоток мертвих сперматозоїдів, що корелює зі збільшенням концентрації тестостерону в крові. Актуальним завданням є забезпечення есенціальними мікроелементами та біологічно активними речовинами у зонах з вираженою їх недостатчею цінних в генетичному плані самців тварин, яке можна вирішити застосуванням наносомальних препаратів наночастинок цинку, зокрема наноаскорбату цинку, та біологічно активних речовин оливкової олії та фосфоліпідів соняшникового лецитину. Мета досліджень — розробити технологію створення наносом з додаванням до їхнього складу наночастинок і біологічно активних речовин та з'ясувати вплив застосування аерозольної обробки комбікорму на гематологічні показники у самців кролів.

Визначення впливу наносомальних препаратів наночастинок цинку з жирними кислотами оливкової олії та лецитином провели у віварії Інституту біології тварин НААН на статевозрілих самцях кролів породи термонська біла 6–6,5-місячного віку, вагою 4,5–4,7 кг. Було сформовано дві групи тварин — дослідну та контрольну по 10 самців у кожній. В дослідній групі повнораціонний стандартизований комбікорм ТОВ «КреМікс» аерозольно обробляли наносомальним препаратом наночастинок цинку у розрахунку концентрації чистого цинку — 50,0 мг/кг комбікорму, оливкової олії — 3,5 мл/кг комбікорму і соняшникового фосфоліпиду — 1,4 мл/кг комбікорму, та згодовували впродовж 90 діб (період сперматогенезу — 48 діб, період дозрівання сперматозоїдів у епідидимусі — 10–14 діб та оцінка якості спермопродукції — 30 діб) у кількості 5% до їх маси.

За даними гематологічних показників крові, не встановлено змін у кількості еритроцитів в  $1\text{ см}^3$ , вмісті гемоглобіну, величині гематокриту і середньому об'ємі еритроцита під впливом згодовування комбікорму, обробленого наносомальним препаратом наночастинок цинку, оливкової олії та соняшникового лецитину. Проте варто зазначити, що наносомальний препарат в дослідній групі у динаміці проведення дослідження на 40-у добу провокує незначну тенденцію до зниження середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті порівняно з 20-ю добою та її зростання на 60-у добу. Наночастинок цинку у складі наносом не мають токсичного впливу на організм самців кролів завдяки пролонгованому виділенню з наносом, а зростання середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті вказує на позитивний вплив наносомального препарату наночастинок цинку на гематологічні показники. Встановлено, що серед показників тромбоцитів лише їх абсолютний вміст виявляє вірогідні зміни в динаміці проведення дослідження.

Вміст лейкоцитів під впливом наносомального препарату до 20-ї доби дослідження також суттєво не міняється, проте на 40-у та 60-у добу є незначна тенденція до їх зниження у дослідній групі порівняно з контролем та перерозподіл їх відсоткового співвідношення. На основі досліджень можна зробити висновок, що застосування наносомального препарату наночастинок цинку після аерозольної обробки ним комбікорму з подальшою сушкою забезпечує ефективне зберігання, а під час згодовування кролям — всмоктування препарату в кишечнику завдяки піноцитозу, пролонгованому виділенню з наносом без інтоксикації з вираженим впливом на процеси кровотворення, що проявляється зростанням середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті та абсолютного вмісту тромбоцитів.

**Ключові слова:** наносомальний препарат, наночастинок цинку, кролі, гематологічні показники

## The preservation of the gene fund of chicken breeds in Georgia

*Anatoli Giorgadze, Marine Barvenashvili*

anatoli Giorgadze@yahoo.com

Georgian Academy of Agricultural Sciences, Tbilisi, Georgia

The preservation of the gene fund of local poultry for our country has not only scientific, but also great practical importance, as they are also working objects with high genetic potential for breeders. This is important from national, state, scientific and economic points of view.

The scientists determined that a small genetic line of birds represents modern poultry farming in the world, which is why the breeds of agricultural birds are almost uniform in origin. According to the breeders, the mentioned fact will definitely lead to the disappearance of valuable and necessary alleles, which local birds possessed. Further progress in poultry breeding is impossible without the use of genetic diversity. The breeding of new crosses necessarily requires extensive involvement in the selection of the “less economical” local bird gene pool.

The intensification of the poultry industry, with the wide spread of imported highly productive hybrid birds, created a threat to the preservation of the gene pool of local birds. This creates the danger of degeneration and extermination of chicken breeds that have been widespread in Georgia, including the following local breeds: Chalisferi, Shavi, Megrula, Natsara, Keltitvela. These local breeds of chickens are characterized by valuable genetic traits. They are a source of rare marker genes, characterized by auto-sexuality, good adaptation to hot climates, the best quality of eggs and meat, less demand for nutrition and care, and high resistance to a number of diseases.

**Key words:** population, alleles, genotype, selection, productivity, local chicken



## Вплив підвищення температури навколишнього середовища на фізіологічний стан корів

*М. Горкава, О. Данчук*

*gorkava.margarita@ukr.net*

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України, смт Хлібодарське, Одеська обл, Україна

Температура навколишнього середовища є критичним фактором, який впливає на фізіологічний стан, продуктивність та загальний добробут корів. Як і всі теплокровні тварини, корови мають механізми терморегуляції, що дозволяє їм підтримувати стабільну внутрішню температуру тіла. Проте екстремальні температури довкілля можуть перевантажити ці механізми та негативно позначитися на здоров'ї та продуктивності тварин. Тепловий стрес виникає, коли температура навколишнього середовища перевищує оптимальний діапазон для корів — зазвичай близько 10–20°C.

За підвищення температури корови відчувають стрес і можуть мати ускладнення у роботі низки фізіологічних процесів. Підвищення температури призводить до збільшення частоти дихання, потовиділення і серцебиття. Щоб адаптуватись, тварини можуть дихати частіше і більше часу проводити в стані стояння, внаслідок чого споживають менше корму та води [West, 2003]. Тепловий стрес може спричиняти зниження молочної продуктивності, що підтверджують численні дослідження: наприклад, за тривалого теплового стресу молочна продуктивність зменшувалася на 10–25% [Nardone et al., 2010]. Тепловий стрес негативно впливає на фертильність корів, знижуючи якість яйцеклітин та зменшуючи ймовірність запліднення. Він також може підвищувати частоту викиднів [Hansen, 2004].

Температурні коливання здатні змінювати поведінку корів, зокрема режим харчування та відпочинку. Під час теплового стресу корови можуть витратити більше часу у пошуках прохолодних місць, що знижує їхню активність та продуктивність. Крім того, корови можуть змінити свій режим харчування, споживаючи корм переважно вночі, коли температура є нижчою, що впливає на травлення та загальний стан здоров'я [Verma, 2005]. Зміна харчової поведінки через стрес призводить до зниженого споживання корму, що, у свою чергу, зменшує надходження необхідних для виробництва молока поживних речовин. Крім зниження кількості виробленого молока, може постраждати і його якість: наприклад, за впливу теплового стресу в молоці знижується вміст жиру та білка [Rhoads et al., 2009]. Зменшення споживання корму також може призвести до втрати ваги та погіршення загального фізичного стану тварин.

Підвищення температури навколишнього середовища не тільки впливає на фізіологічний стан корів, але й може ослабити їхню імунну систему. За вищих температур зростає вироблення гормону стресу кортизолу, що призводить до придушення імунної відповіді. Це може підвищити сприйнятливість до інфекційних захворювань — таких, як мастит та респіраторні інфекції. Дослідження показують, що корови, які зазнають теплового стресу, мають підвищений ризик захворіти на мастит, що призводить до зниження якості молока [Johnson et al., 2015].

Важливо зменшувати вплив високих температур на корів через штучне контролювання умов середовища. Зокрема, це охолоджувальні системи — наприклад, вентилятори та misting-системи для зниження температури влітку, а також тепловий захист і забезпечення достатньої кількості корму в холодні місяці. Крім того, правильне управління раціонами харчування, зокрема додавання електролітів та антиоксидантів, може допомогти коровам краще витримувати стресові умови [Collier et al., 2012].

Температура навколишнього середовища є важливим фактором, який впливає на фізіологічний стан, продуктивність та загальний добробут корів. Впровадження адаптаційних стратегій — таких, як охолоджувальні системи, забезпечення належних умов утримання та оптимізація раціонів харчування, — є необхідним для збереження продуктивності та здоров'я корів в умовах змін клімату.

**Ключові слова:** корови, тепловий стрес, молочна продуктивність, зміни клімату

## Ферулова кислота активує транскрипцію гену *Mitf* у плодової мушки *Drosophila melanogaster*, проте не впливає на його ортолог у мишей

Д. Господарьов, М. Байляк, О. Дем'янчук

dmytro.gospodaryov@pnu.edu.ua

Кафедра біохімії та біотехнології, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Ферулова кислота — антиоксидантна фенольна сполука, яка продукується кишковою мікрофлорою, а також присутня в значних кількостях у насінні льону, пшениці та квасолі. Недавні дослідження показали, що ферулова кислота збільшує тривалість життя у вільноживучих нематод *Caenorhabditis elegans*, впливаючи на інсуліновий сигнальний шлях [Li et al., 2021]. Було також показано, що ефіри ферулової кислоти покращують пам'ять у різних модельних організмів — від бджіл до мишей [Michels et al., 2018]. Експерименти на модельних організмах вказують на те, що збільшення тривалості життя досягається як пригніченням інсулінового сигнального шляху, так і активацією автофагії. Одним з відомих регуляторів біогенезу лізосом та автофагії є транскрипційний фактор TFEB. Метою нашого дослідження було встановити, чи впливає ферулова кислота на автофагію у таксономічно віддалених тварин і чи опосередкований цей вплив транскрипційним фактором TFEB.

В дослідженні використовували 21-денних плодкових мушок *Drosophila melanogaster* лінії *Canton-S* та однорічних мишей лінії C57BL/6J. Комах утримували в демографічних клітках (150 мух на клітку) на середовищі, яке містило 5% сахарози, 5% дріжджів, 1,2% агару та 0,18% метил 4-гідроксибензойної кислоти, за температури 25°C та вологості 50–60%. Ферулят натрію додавали до середовища в концентрації 200 мкмоль/л. Мишей утримували за 22±2°C і вологості 50–60% на їжі, яка містила 4,8% жирів, 21,8% білка та 3,9% клітковини. Експериментальна група споживала воду з ферулятом натрію протягом 12 тижнів до забиття. Кількість феруляту для мишей становила 4 мг речовин на 100 г ваги протягом 24 год.

Рівень інформаційної рибонуклеїнової кислоти (іРНК) оцінювали за допомогою кількісної полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі. РНК очищували за допомогою набору *Monarch Miniprep*, комплементарну дезоксирибонуклеїнову кислоту (кДНК) синтезували за допомогою набору *ProtoScript II*, а кількісну ПЛР проводили за допомогою набору *Luna Universal*. Всі реактиви — виробництва *New England BioLabs*.

Для порівняння контрольної та дослідної груп використовували непарний гетероскедастичний *t*-тест Стьюдента для двобічного розподілу, орієнтуючись на рівень вірогідності 0,05.

Ми виявили, що споживання плодовими мушками середовища з ферулятом натрію призводило до зростання в їхньому тілі рівня іРНК гену *Mitf*, який є ортологом TFEB у людини, у 2,1 раза порівняно з контролем. У ссавців TFEB регулює біогенез лізосом та утворення автофагосом. Цікаво, що ферулят натрію не спричинявав активації транскрипції інших генів, залучених у формуванні автофагосом, зокрема гена *Atg8a*. Втім, споживання води з ферулятом натрію не призводило до активації транскрипції гена TFEB у печінці однорічних мишей. Тим не менш, миші, які пили воду з ферулятом, мали у 2,6 раза вищий, ніж в контролі, рівень іРНК гену *ATG5*, який кодує ключовий білок, залучений у формуванні автофагосом.

Наші результати показують, що ферулят натрію може активувати транскрипцію *Mitf* у безхребетних, що, в свою чергу, призводить до біогенезу лізосом та активації автофагії. Ферулят також активує транскрипцію гену *ATG5*, одного з маркерів автофагії, у печінці мишей, проте не впливає на транскрипцію TFEB. Ймовірно, механізм впливу феруляту на експресію генів різний у хребетних та безхребетних тварин. Втім, незважаючи на те, що ферулят може впливати на різні сигнальні шляхи у тварин таксономічно віддалених груп, в обох досліджуваних випадках ми бачимо схожий ефект — збільшення рівня іРНК маркерів автофагії.

**Ключові слова:** ферулова кислота, *Drosophila melanogaster*, миші, інсуліновий сигнальний шлях, автофагія, транскрипційний фактор TFEB

## Метаболізм есенціальних макроелементів у козенят

М. Гоцуляк, В. Сахнюк

mhotsuliak@btsau.edu.ua

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

Кози є одними з найперших одомашнених тварин, їх приручили понад 10 тис. років тому [Monteiro, 2018]. Станом на 2024 р. світова популяція кіз становить понад 1 млрд, а близько 60% поголів'я тварин розташоване в Азії.

Доведено позитивний вплив матері на продуктивні якості потомства. Материнський організм впливає на плід як генетично, так і середовищно. Умови ембріонального розвитку та постембріональний період годівлі молоком повністю залежать від здоров'я матері. Раннє відлучення козенят від козематок досить часто спричинює стрес, що у подальшому гальмує ріст і розвиток молодняку [Ібатуллін, 2016; Rai, 2022; Agenäs 2017; Antunović, 2020].

Метою роботи було вивчити метаболізм есенціальних макроелементів у новонароджених козенят. Дослідження проводили на козенятах до 0–5-добового віку. Молозиво випоювали через 30–50 хв. після народження. Новонароджених утримували разом із матерями на вільному підсосі. Козенята народжувались із масою тіла 2,10–3,80 кг. Температура тіла була в межах від 38,5 до 39,7°C, частота пульсу — 116–140 уд./хв, кількість дихальних рухів — 20–38/хв. Смоктальний рефлекс у 52% новонароджених проявлявся через 20–30 хв, ще у 48,0% козенят — через 35–50 хв. Будова тіла була симетричною і пропорційною, конституція — ніжна за помірного розвитку підшкірної клітковини і м'язової тканини, шкіра — еластичною, слизові оболонки носа і ротової порожнини — блідо-рожевого забарвлення, помірно вологі, кон'юнктива — переважно блідо-рожева або рожевого забарвлення, у 16,0% анемічна.

Біохімічними дослідженнями ми встановили, що концентрація есенціального елемента кальцію загального в сироватці крові новонароджених козенят була у межах від 2,13 до 3,18 ммоль/л, а його середнє значення становило  $2,63 \pm 0,051$  ммоль/л. Якщо за мінімальну фізіологічну межу Са заг. вважати 2,30 ммоль/л [Влізло, 2012], його оптимальний вміст ми встановили у 88,0% від кількості досліджених ( $2,65 \pm 0,042$  ммоль/л;  $2,30$ – $2,93$  ммоль/л). Зниження вмісту кальцію загального (гіпокальціємію) діагностували в сироватці крові 8,0% тварин, що було незначно нижче за мінімальну межу норми. Підвищення концентрації Са заг. понад 3,0 ммоль/л, що вважається максимальною фізіологічною межею [Влізло, 2012], діагностували лише в 1 козеняті зі значенням 3,18 ммоль/л.

Визначення в сироватці крові концентрації кальцію іонізованого як однієї з важливих складових Са заг., а особливо його частки в загальній структурі цього макроелемента, має важливе діагностичне і прогностичне значення. Ми встановили, що вміст іонізованої фракції кальцію в сироватці крові новонароджених тварин був у межах від 0,53 до 1,24 ммоль/л ( $0,95 \pm 0,041$  ммоль/л), а її частка в структурі кальцію загального складала в середньому 36,1%. Фізіологічну концентрацію кальцію іонізованого виявили у 16,0% досліджених козенят ( $1,16$ – $1,24$  ммоль/л). За оптимального вмісту кальцію загального та іонізованого в сироватці крові новонароджених козенят частка іонізованої фракції складає в середньому 44,9%. Зниження вмісту іонізованого кальцію діагностували у 84% новонароджених козенят ( $0,53$ – $1,06$  ммоль/л), а його співвідношення до кальцію загального у тварин цієї групи складало 0,34:1.

Концентрація іншого електроліту, неорганічного фосфору, у сироватці крові козенят коливалася у достатньо широкому діапазоні — від 2,14 до 6,85 ммоль/л за середнього значення  $5,1 \pm 0,26$  ммоль/л. Оптимальні значення фосфору неорганічного в сироватці крові ми встановили у 12% козенят —  $2,17$ – $2,28$  ммоль/л. У 88,0% досліджених новонароджених козенят діагностували підвищення вмісту Рн у сироватці крові, а його концентрація була в межах від 3,96 до 6,85 ммоль/л. Ймовірно, це пов'язане зі зниженням активності прищитоподібних залоз у новонароджених козенят — збільшується реабсорбція фосфору в нирках [Левченко, 2010].

Кальцієво-фосфорне співвідношення у новонароджених козенят становило у середньому 0,57:1 за оптимальних значень кальцію загального і фосфору неорганічного в сироватці крові — 1,07:1.

Вміст магнію в сироватці крові новонароджених козенят коливався у межах від 0,67 до 1,09 ммоль/л ( $0,91 \pm 0,021$  ммоль/л). Оптимальні значення магнію (не менше 0,90 ммоль/л) в сироватці крові ми встановили у 64,0% козенят —  $0,90$ – $1,09$  ммоль/л, ще у 36,0% тварин діагностували гіпомагніємію.

Отже, вивчення метаболізму у новонароджених козенят дає можливість установити фізіологічні показники мінерального обміну, що дозволить застосовувати комплекс науково-обґрунтованих заходів для профілактики та лікування виявлених порушень. Оптимальні значення кальцію загального у сироватці крові встановлені у 88,0% новонароджених козенят 0–5-добового віку, порушення його обміну діагностували у 12,0% тварин. У 16,0% козенят рівень іонізованого кальцію був оптимальним, зниження його вмісту виявили у 84,0% новонароджених, а його співвідношення до кальцію загального складало 0,34:1.

Концентрація неорганічного фосфору була оптимальною у сироватці крові 12,0% новонароджених козенят, підвищення його вмісту встановили у 88,0% тварин. Кальцієво-фосфорне співвідношення за оптимального вмісту кальцію загального та фосфору неорганічного в сироватці крові новонароджених козенят становило 1,07:1 ммоль/л.

Фізіологічні значення магнію встановлено у сироватці крові 64,0% козенят, ще у 36,0% новонароджених діагностували гіпомагніємію.

**Ключові слова:** козенята, кальцій загальний та іонізований, фосфор неорганічний, магній

## Розробка стандартної операційної процедури щодо збору, просторової прив'язки даних за допомогою геоінформаційних систем, ідентифікації та підготовки до лабораторних досліджень членистоногих, потенційних переносників збудників трансмісивних інфекцій

С. Гужвинська, Є. Ващик, В. Кошелєв, Н. Бородай

aspirantura.iecv@gmail.com

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

Стрімкий розвиток інформаційних технологій забезпечує створення нових інформаційних продуктів та впровадження їх в різні галузі науки. Геоінформаційні системи (ГІС) дають змогу добре відображати початкову інформацію та допомагають використовувати електронні еколого-географічні картографічні моделі для проведення наукових експериментів [Є. Крижановський, 2014]. Цим системам надають важливе значення в своїй роботі ентомологи, епізоотологи, інфекціоністи під час моніторингу у межах населених пунктів кількості членистоногих, які становлять загрозу можливого зростання числа хвороб, що передаються трансмісивним шляхом. Трансмісивні хвороби, а саме лихоманка Західного Нілу, блутанг, хвороба Шмалленберга, геморагічна лихоманка Крим-Конго, поширення яких відбувається за допомогою членистоногих, потребують епідеміологічного нагляду та динамічної оцінки [Young et al., 2019].

Метою роботи було розробити Стандартну операційну систему (СОП), основою якої є проведення збору, ідентифікація та підготовка до лабораторних досліджень членистоногих — потенційних переносників збудників трансмісивних інфекцій, та створення цифрових карт і просторових документів для застосування у ветеринарії, зокрема під час вивчення факторів ризику поширення збудників трансмісивних захворювань.

Епізоотологічний моніторинг трансмісивних захворювань проводили за допомогою картографічного, епізоотологічного та статистичного методів досліджень. Для створення електронних карт користувались зібраними епізоотологічними даними, що має географічну прив'язку. Були проаналізовані дані Міжнародного епізоотичного бюро щодо епізоотичної ситуації трансмісивних захворювань. У роботі використовували матеріали геоінформаційної бази даних, яку наповнюють та підтримують співробітники лабораторії.

В СОП наведено інформацію щодо методів відбору кліщів, двокрилих та великих комах. Наведено алгоритм маркування та ідентифікації зразків за допомогою системи контролю патогенів. Представлено покрокову інструкцію до створення електронних документів із прив'язкою геоданих, яка передбачає використання програми *ArcGIS Desktop* та її застосунок *ArcMap*. В *ArcMap* було створені карти з шарів просторових даних, визначені її символіки, пошукові запити щодо атрибутів цих даних та аналіз просторових стосунків. Інтерфейс *ArcMap* містить список шарів мапи, область відображення, меню й інструментальні засоби. Алгоритм районування території України з урахуванням основних факторів ризику поширення трансмісивних інфекцій розробляли, дотримуючись наступної схеми: збір даних → обробка та аналіз інформації → створення мапи в *ArcMap* → контроль якості → створення кінцевого продукту. Для візуалізації потенційних ризиків поширення збудників трансмісивних інфекцій проводили картографічний аналіз об'єктів ветеринарного нагляду, які мають епізоотичне значення при захворюваннях. З цією метою в середовищі *ArcGIS* у вигляді полігонів відображали держави, області, зони ризику поширення захворювань, лініями — дороги, а крапками — населені пункти, спалахи захворювань, тваринницькі господарства. Всі вищенаведені векторні дані зберігали у вигляді шейп-файлів. Для проведення епізоотичного аналізу використовували атрибутивні таблиці геоданих, в яких відображали характеристики об'єкту ветеринарного нагляду, як-от характеристики величини, тип геометрії, географічні координати, числові значення. Наприклад, для полігонального шару, який відображає адміністративний розподіл Харківської обл., було внесено дані щодо географічних координат тваринницьких господарств з утримання великої рогатої худоби та овець, із зазначенням в атрибутивних таблицях чисельності поголів'я. Вищезазначені дані було отримано з Департаменту агропромислового розвитку Харківської ОДА. Прив'язку географічних координат кожного об'єкту проводили за допомогою стандартного інтерфейсу *Google Map*, а їхнє узагальнення та створення бази даних з урахуванням чисельності поголів'я — за допомогою програмного забезпечення *Microsoft Excel*. Для візуалізації створених баз даних за допомогою пакету *ArcGIS* розробили умовні позначки об'єктів ветеринарного нагляду та присвоїли атрибутивні значення, які характеризують чисельність поголів'я в господарствах, інструменту градієнтної заливки полігональних величин.

Відпрацьовано теоретичні основи механізму типізації територій з використанням ГІС-технологій, які враховують основні фактори ризику поширення збудників трансмісивних вірусних інфекцій, а саме ендемічність територій, наявність векторів та абіотичних факторів, які сприяють їхньому поширенню.

**Ключові слова:** геоінформаційні системи, збудники інфекцій, трансмісивні хвороби



## Оленяча ферма як «агроекосистема» галузі

Р. Гунчак, Р. Микитюк

roman.hunchak@gmail.com

ФГ «Аміла», с. Радовичі, Ковельський р-н, Волинська обл., Україна

В останні роки у світі й в Україні зокрема спостерігають інтенсифікацію розвитку оленярства як галузі тваринництва. Це обумовлено зокрема погіршенням стану природних оселищ диких тварин та кліматичними змінами. В агроекосистемі вирощування оленя благородного (*Cervus elaphus*) важливим є забезпечення добробуту тварин за різних умов утримання (ферма, вольєр, мисливські угіддя), збереження біологічного та ландшафтного різноманіття територій, збалансованого використання природних ресурсів і соціального розвитку. Оленяча ферма — це організована структурна одиниця агроекосистеми, яка характеризується утриманням тварин в неволі. До чинників, які визначають її успішність (продуктивність, відтворювання стада, трофейні якості), належить характер годівлі (підгодівлі), забезпеченість водою, макро- і мікроелементами тощо.

Однією з таких ферм у географічній зоні Полісся Волині є ФГ «Аміла», розташована в с. Радовичі Ковельського р-ну Волинської обл. Основою проекту вирощування оленів в господарстві був досвід тривалої співпраці з фахівцями з Латвії. У 2015–2017 рр. до господарства було завезено для акліматизації з Латвії, Литви та Республіки Польща близько 200 племінних самок і самців. Інтродукція диких тварин в умовах помірного мікроклімату і багатой різноманіттям зони Полісся пройшла успішно. На сьогодні у спеціалізованому господарстві налічується понад 1000 особин. Ферма має статус племінної. Розведення підвиду оленя благородного (*C. elaphus*) відбувається у чистоті ліній. На початку було завезено тварин трьох популяцій (англійська, угорська, східно-європейська) і двох кросбридів (латвійського і литовського). Система утримання та обліку дорослих самок і самців (тварини кожної популяції, зокрема самці, мають інвентарний номер і перебувають в окремих загонах) дозволяє отримувати молодняк відповідної генетичної лінії.

Ферма з вирощування оленя побудована за типовим «європейським» проектом і займає 160 га. Територію розділено на 20 окремих і рівних за площею відсіків. Висота стовпів і відгороджувальної спеціальної сітки (виробництво Португалії) становить 2,5 м. Наявні всі необхідні агротехнічні споруди: система розділювальних лабіринтів для переміщення тварин до центрального боксу, де проводять зважування, чіпування, спилування рогів, переформатування стада, ветеринарно-санітарні та профілактичні обробки тощо; «піднавіси» для захисту оленів від сонця влітку та сильних морозів взимку. Крім цього, за допомогою автоматичних напувалок створено всі умови для вільного доступу до води впродовж доби і всіх періодів року. Годівля тварин комбінована. Використовують пасовищну систему з підгодівлею зерновими сумішками. Для максимального балансування раціону за поживними і біологічно активними речовинами застосовують спеціальну, виготовлену з урахуванням потреби оленя вирощеного у цій природно-географічній зоні білково-мінерально-вітамінну добавку (БМВД), розроблену за участю фахівців «ТОВ АБМ ТРЕЙД» (м. Луцьк). В умовах ФГ «Аміла» олені упродовж доби з'їдають такого корму в середньому 1,5–1,6 кг на 1 тварину взимку і 0,95–1,0 кг — влітку.

Важливою умовою в годівлі тварин є наявність в їхньому раціоні у теплий період року трави, а в зимовий період — сіна. З урахуванням певних особливостей процесів травлення в оленів, у господарстві створено умови для їх забезпечення високоякісним сіном упродовж року. У створенні кормового агроценозу було враховано й вимоги до пасовищ, рослинність яких за поживністю відповідала б потребам оленів. У нашому випадку це червона й рожева конюшина, райграс, тимофіївка лугова, мятлик луговий, вівсяниця лугова тощо. Тривалість перебування тварин та їх випасання в окремих клітках різні і залежить від пори року, погодних умов, своєчасного підкошування та піддобрювання, витривалості травостою до витоптування; зазвичай це 12–18 днів. Забезпеченість повноцінного живлення оленів у господарстві вирішується підгодівлею їх спеціальними преміксами та брикетами-«лизунцями», які містять відповідні мінеральні речовини та вітаміни.

Одним із важливих заходів ветеринарно-санітарного забезпечення здоров'я тварин та чистоти довілля є дослідження випорожнень оленів на наявність в їхньому організмі гельмінтів. Проведені нами восени 2021 р. копрологічні дослідження засвідчили досить високу зараженість, яка становила 23,7%; зокрема було виявлено 9 видів гельмінтів і 2 — найпростіших. Домінували нематоди *Trichostrongylus axei* (33,3%) та *Ostertagia ostertagia* (20%), а з трематод — *Dicrocoelium dendriticum* (33,3%). З огляду на таку паразитологічну ситуацію, одноразову профілактичну дегельмінтизацію визначено як обов'язкову. Оптимальний період для її проведення — серпень-вересень.

Таким чином, створення і сталий розвиток оленячої ферми як елемента агроекосистеми галузі повинні базуватись на гармонійному використанні природних екосистем для забезпечення здоров'я та благополуччя тварин і без шкоди для довкілля.

**Ключові слова:** олені, спеціалізована ферма, агроекосистема

## Вплив пенконазолвмісного фунгіциду «Топаз» на антиоксидантну систему карася сріблястого (*Carassius auratus* L.)

В. Гусак

viktor.husak@pnu.edu.ua

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

Триазоловий пенконазолвмісний фунгіцид «Топаз» широко використовується в сільському господарстві для боротьби з грибовими хворобами виноградної лози, ягідних, плодових і декоративних культур. Як і всі фунгіциди, «Топаз» негативно впливає на ґрунт та воду, забруднюючи їх, чим прискорює процес порушення біологічної рівноваги в природному середовищі [Zheng et al., 2016]. Риби широко використовуються в дослідженні токсикологічних впливів різних забруднювачів; їхні метаболічні та біохімічні відповіді відіграють значну роль в оцінці потенційного ризику, пов'язаного з водним забрудненням. Проте на сьогодні мало інформації про вплив триазолових фунгіцидів на водні організми, зокрема і на риб. Тому метою цієї роботи було дослідити вплив пенконазолвмісного фунгіциду «Топаз» на антиоксидантну систему (96 год експозиції) карася сріблястого (*Carassius auratus* L.).

Досліди проводили у скляних акваріумах об'ємом 120 л (100 л води) у статичному режимі з додаванням комерційного фунгіциду «Топаз» (*Syngenta Crop Protection AG*, Швейцарія), який містить пенконазол [1-(2,4-дихлор-β-пропілфеніл)-1Н-1,2,4-триазол] у концентрації 100 г/л. Групи з п'яти риб поміщали в акваріуми з різними номінальними концентраціями фунгіциду: 1,5, 15 або 25 мг/л. Риби перебували в цих умовах протягом 96 год. (під час експозиції смертності не спостерігали). Риб контрольної групи утримували так само, але без додавання «Топазу» до води. Воду в акваріумі не змінювали протягом 96 год., щоб уникнути стресу для тварин. Рівень розчиненого кисню, температуру та рН контролювали кожні 24 год. Досліди проводили у двох незалежних експериментальних повторях із загальною кількістю не менше п'яти біологічних повторів для кожного вимірюваного параметру. Після експозиції риб забивали транспинальним розтином без анестезії, відбирали тканини (з'ябра, печінку та нирки), промивали у крижаному 0,9% розчині NaCl, висушували промоканням на фільтрувальному папері, заморожували та зберігали до використання за  $-70^{\circ}\text{C}$ . Всі експерименти проводили у суворій відповідності до вимог Комітету з етики Прикарпатського національного університету. Вміст пероксидів ліпідів визначали методом FOX (ферумксиленоловий оранжевий) [Hermes-Lima et al., 1995]. Карбонільні групи білків у тканинах, а також активності антиоксидантних ферментів визначали, як описано раніше [Lushchak et al., 2005]. Дані представлені як середнє значення  $\pm$  середнє квадратичне відхилення. Статистичний аналіз проводили за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA з наступним тестом Даннета для порівняння декількох експериментальних обробок з одним контрольним значенням. Статистично значущим вважалося значення вірогідності  $P < 0,05$ .

Отримані нами результати чітко демонструють, що вплив «Топазу» на риб (принаймні у використовуваних концентраціях) не спричиняє суттєвого оксидативного стресу, але призводить до порушень гомеостазу активних форм кисню (АФК) у з'ябрах, печінці та нирках, які мають різну спрямованість. Порушення процесів, пов'язаних з АФК, у відповідь на дію фунгіциду в карасів серед трьох досліджуваних тканин були найбільш вираженими в з'ябрах. Високий базальний рівень АФК знижувався за «Топаз»-індукованого стресу, що може бути пов'язано з підвищенням активності супероксиддисмутази (СОД), каталази, глутатіон-S-трансферази (GST), глутатіонредуктази і глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (Г6ФДГ), а також збільшенням рівнів тіолвмісних сполук. З трьох досліджуваних тканин печінка карася сріблястого має найпотужнішу систему антиоксидантного захисту, про що свідчить підвищення рівнів низько- і високомолекулярних тіолвмісних сполук за умов стресу, а також висока конститутивна активність СОД, каталази, глутатіонпероксидази і глутатіон-S-трансферази. У нирках лише чотири з 10-ти вимірюваних параметрів були змінені за найвищої концентрації «Топазу»: рівень низькомолекулярних тіолвмісних сполук та активності глутатіонпероксидази, GST і Г6ФДГ, що свідчить про відносно слабку реакцію антиоксидантного захисту в цьому органі. Припускається, що вплив «Топазу» на організм тварин у вибраних концентраціях індукував слабкий оксидативний стрес, що призводило до посилення регуляції антиоксидантного захисту [Lushchak, 2014]. Таким чином, це запобігало підвищенню рівнів пероксидів ліпідів і навіть знижувало вміст карбонільних груп білків, які є загальноновизнаними маркерами оксидативного стресу.

Результати цього дослідження вказують на те, що гострий вплив триазольного фунгіциду «Топаз» на карася сріблястого підвищує ефективність антиоксидантної системи в з'ябрах, печінці та нирках риб. Це може свідчити про розвиток слабого (низькоінтенсивного) оксидативного стресу, який посилює захисні механізми, що відповідають за захист риб від шкідливого впливу АФК.

**Ключові слова:** антиоксидантні ферменти, азольні фунгіциди, маркери оксидативного стресу, «Топаз», триазоли

## Phage therapy for chronic and antibiotic-resistant infections

*Olena Danylyuk*

ukrainiandetroit@gmail.com

Henry Ford Health, Detroit, MI, USA

The rise of antibiotic-resistant bacteria has become a critical challenge in treating chronic and resistant infections. Antibiotic overuse and genetic mutations have contributed to the spread of resistant pathogens, making conventional therapies less effective. Recently, the potential of phage therapy, in combination with conventional treatments, has gained special attention. Bacteriophages are highly specific, targeting harmful bacterial strains while leaving beneficial bacteria intact, and their unique mechanism of action allows them to bypass conventional resistance mechanisms. Clinical studies demonstrate the safety and efficacy of phage therapy across various settings, with potential delivery methods including local, intravenous, and oral administration. Continued research is needed to address the challenges of phage therapy, such as standardization, phage engineering, strategies to prevent the development of bacterial resistance to phages, etc. Phage therapy could be a pivotal option in the fight against antibiotic resistance, offering targeted and personalized treatment options for patients, especially soldiers with life-threatening infections. This presentation aims to demonstrate the therapeutic potential of phage therapy and its role in overcoming the limitations of antibiotic treatment, particularly in chronic wounds and bone infections.

**Key words:** phage therapy, antibiotic resistance, chronic infections, bacteriophages, resistance management

## Застосування фагової терапії за хронічних і антибіотикорезистентних інфекційних захворювань

*Олена Данилюк*

ukrainiandetroit@gmail.com

Henry Ford Health, Детройт, штат Мічиган, США

Зростання кількості бактерій, стійких до антибіотиків, є дуже серйозною проблемою в лікуванні хронічних та резистентних інфекцій. Надмірне використання антибіотиків та генетичні мутації сприяють поширенню стійких патогенів, що робить традиційні методи лікування неефективними. Останнім часом особливу увагу приділяють терапевтичному потенціалу фагової терапії у подоланні антибіотикорезистентності, особливо в поєднанні з традиційними методами лікування. Бактеріофаги мають високу специфічність, а їхній унікальний механізм дії дозволяє обійти звичні механізми резистентності. Клінічні дослідження підтверджують безпечність та ефективність фагової терапії, зокрема за локального, внутрішньовенного та перорального застосування. Подальші дослідження вкрай необхідні для ефективного клінічного впровадження фагової терапії, зокрема стандартизації штамів, інженерії фагів, створення фагових бібліотек, а також стратегій для запобігання розвитку резистентності бактерій до фагів. Фагова терапія може стати ключовим елементом у боротьбі з антибіотикорезистентними інфекціями, з можливістю підбору індивідуальних варіантів лікування у спеціальних випадках, зокрема за гострих і хронічних інфекцій ран і кісток, що є дуже актуальним для військових поранень.

**Ключові слова:** фагова терапія, антибіотикорезистентність, бактеріофаги

## Вплив тонусу автономної нервової системи на вміст загального білка та його фракцій у свиноматок

В. Данчук, В. Карповський

vladdanchuk11@gmail.com

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

Дослідження індивідуальних особливостей організму тварин становить значний науковий інтерес у сучасній фізіології. Останні наукові дані свідчать про те, що рівень продуктивності та функціонування сільськогосподарських тварин значною мірою детермінується тонутом автономної нервової системи [Donkelaar et al., 2020]. Автономна нервова система відіграє центральну роль у процесах адаптації організму до змін навколишнього середовища, регулюючи всі внутрішні процеси та підтримуючи гомеостаз. Зокрема, симпатичний відділ автономної нервової системи забезпечує мобілізацію ресурсів організму у відповідь на стресові впливи, тоді як парасимпатичний відділ здійснює базальну регуляцію фізіологічних функцій [Cargara et al., 2020]. Важливість автономної нервової системи в регуляції адаптаційно-трофічної функції [LeBouef et al., 2023] стає особливо критичною в періоди вагітності та опоросу у свиноматок [Wiechers et al., 2021]. Виявлені особливості метаболізму у тварин з різним тонутом автономної нервової системи вказують на варіації в рівні тканинного дихання, що безпосередньо впливає на їхню резистентність і продуктивність [Hryshchuk et al., 2023]. Проте питання вегетативної регуляції білкового обміну у свиноматок залишаються малодослідженими і висвітлені лише у поодиноких роботах. Тому проведення комплексних досліджень щодо впливу тонусу автономної нервової системи на концентрацію загального білка та його фракцій у крові свиноматок в критичні періоди онтогенезу є актуальним та необхідним. Це дозволить значно розширити сучасні знання про вегетативну регуляцію фізіологічних функцій організму та сприятиме розробці нових підходів до підвищення продуктивності свиноматок з урахуванням тонусу автономної нервової системи.

Експериментальну частину роботи виконано на 15 свиноматках великої білої породи, 2–3-го опоросу, яких за результатами випробування тонусу автономної нервової системи (АНС) розділили на три групи (по 5 тварин): нормотоніки, симпатикотоніки і ваготоніки. Матеріалом для досліджень слугували зразки крові свиноматок, відібрані за десять і одну добу до опоросу та через добу і п'ять діб після опоросу. Кров для дослідження отримували з яремної вени. У всіх зразках крові у навчально-науковій лабораторії ветеринарно-діагностичних досліджень кафедри біохімії і фізіології тварин імені академіка М. Ф. Гулого вимірювали вміст загального білка, глобулінів та їх фракцій. Одержані цифрові значення опрацьовували статистично за допомогою прикладного програмного комплексу *Microsoft Office Excel 2019*: визначали середньоарифметичну величину, її похибку та проводили одно- та двофакторний дисперсійний аналіз. Результати вважали вірогідними за  $P \leq 0,05$ . Експеримент проведено із дотримання вимог Закону України №3447–IV від 21.02.2006 «Про захист тварин від жорстокого поводження» та узгоджено з принципами «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986).

Встановлено вірогідний вплив як тонусу АНС, так і опоросу на вміст загального білка та білкових фракцій в крові свиноматок. Доведено більший вплив опоросу свиноматок на вміст загального білка, показник білкового коефіцієнту та частки альбумінів і глобулінів у крові свиноматок ( $F=27,2-87,8 > FU=3,26; P<0,001$ ), ніж тонусу АНС ( $F=12,3-14,5 > FU=3,26; P<0,001$ ). Зазначимо про відсутність впливу вегетативного статусу тварин на фракції глобулінів в крові свиноматок ( $F=1,7-3,2 < FU=3,26; P>0,05$ ), тоді як вплив опоросу на вміст різних фракцій глобулінів був вірогідним ( $F=7,6-10,8 > FU=3,26; P<0,001-0,002$ ). Крім цього, за аналізу вмісту  $\alpha$ - і  $\gamma$ -глобулінів встановлену вірогідну міжфакторну взаємодію між тонутом АНС свиноматок та опоросом ( $F=2,7-3,8 > FU=2,6; P<0,05$ ), що вказує на вплив тонусу АНС на опорос у цих тварин, однак ці результати потребують додаткових досліджень.

Переважає симпатичного тонусу автономної нервової системи у свиноматок вірогідно впливає на вміст загального білка в плазмі крові через добу ( $\eta^2\chi=0,71; P<0,01$ ) та п'ять діб після опоросу ( $\eta^2\chi=0,47; P<0,05$ ), тоді як переважання ваготонії впливає на вміст загального білка в крові тільки через п'ять діб після опоросу ( $\eta^2\chi=0,59; P<0,01$ ). Щодо впливу тонусу АНС на частку альбумінів, глобулінів та їх відношення, то вірогідний вплив встановлено лише за 10 та одну добу до опоросу і лише у свиноматок-ваготоніків ( $\eta^2\chi=0,49-0,59; P<0,05$ ). Крім цього встановлено вплив тонусу АНС у свиноматок ваготоніків на частку  $\alpha$ -глобулінів за десять діб та за добу до опоросу ( $\eta^2\chi=0,58-0,73; P<0,01$ ),  $\beta$ -глобулінів — за добу до опоросу ( $\eta^2\chi=0,42; P<0,05$ ) та  $\gamma$ -глобулінів — через десять діб після опоросу ( $\eta^2\chi=0,40; P<0,05$ ). Щодо свиноматок-симпатикотоніків, встановлено вплив тонусу АНС на частки  $\alpha$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -глобулінів за добу до опоросу ( $\eta^2\chi=0,45-0,47; P<0,05$ ).

Таким чином, встановлено ступінь і характер впливу тонусу автономної нервової системи свиноматок на вміст загального білка та його фракцій в їхній крові.

**Ключові слова:** свиноматки, опорос, тонутом автономної нервової системи, загальний білок, альбуміни, глобуліни



## Адаптація лактуючих корів до літніх перепадів температури в умовах лісостепу

О. Данчук, В. Данчук, І. Антонік, М. Горкава

Dan-vv1@ukr.net

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, м. Одеса, Україна

Глобальне потепління на планеті створює велике занепокоєння щодо забезпечення продуктами харчування дедалі більшої кількості населення Землі. На думку окремих авторів, нейтральна температура навколишнього середовища для європейських лактуючих корів має бути від  $-0,5^{\circ}\text{C}$  до  $20^{\circ}\text{C}$ , тоді як відносна вологість — від 40% до 60% [Manzoog A. et al., 2019; Frigeri et al., 2023]. Метою цієї роботи було дослідити особливості механізмів адаптації дійних корів до літніх перепадів температури в умовах лісостепу України.

Дослід проведено в умовах ферми с. Калиня Кам'янець-Подільського р-ну Хмельницької обл. На фермі утримують велику рогату худобу української чорно-рябої та української червоно-рябої породи, утримання — безприв'язне на глибокій підстилці. Доступ до кормів та води — вільний. Середня продуктивність по фермі сягає 7–8 тис. літрів молока за лактацію. Температурно-вологісний індекс (ТНІ), розрахований за Kibler H. H. [1964], слугував індикатором теплового стресу (HS). Вивчали рухову активність та фізіологічні характеристики дійних корів.

Продуктивність молочного стада під час літнього періоду лактації в умовах лісостепу істотно залежить від показника ТНІ. На початку червня, коли показник ТНІ за декілька днів різко підскочив з 71 до 76, надій від 196 корів знизився з 4,32 т до 3,46 т молока за добу. Гострий температурний стрес спричинив різке зниження продуктивності дійних корів в середньому для стада з 22 до 17 літрів молока на дійну корову. Раптове підвищення показника ТНІ провокує істотне зниження рівня лактації наступного дня після дії температурного фактора, але зменшення на наступний день показника до ТНІ 73 уже супроводжувалось відновленням молочної продуктивності тварин. Наступні короткотривалі коливання показника ТНІ (*min* 67, *max* 80) протягом червня 2024 р. не призвело до істотного впливу на продуктивність молочного стада загалом. У кліматичних умовах липня 2024 р. дійні корови зазнавали хронічного теплового стресу протягом 20 днів (ТНІ 75–85). За таких умов продуктивність дійного стада поступово знижувалась до показника 3,76 т молока. Ефект був довготривалий і перервався лише за показника ТНІ 72 в 20-тих числах місяця.

Хронічний тепловий стрес у дійних корів викликає зниження їх продуктивності залежно від рівня лактації. Корови віком 2 роки 1–4 місяця тільності (травень–серпень) під впливом хронічного теплового стресу знижували свою продуктивність залежно від рівня секреторної активності молочної залози. Наприклад, корова Конвалія з рівнем лактації 40–41 кг/добу на другому місяці тільності (червень) знижувала свою продуктивність до 34 кг/добу на кінець липня; корова Макуха у червні мала молочну продуктивність на рівні 28–29 кг/добу, а в кінці серпня — 25; корова Земфіра у червні — 16–21 кг/добу, наприкінці серпня — 17 кг/добу. Незважаючи на достатню кількість місця біля водопою, окремі тварини в пік температур займали біля нього місце тривалий час і не допускали інших. Навіть після того, як у приміщенні було встановили додаткові місця для напування, поведінка домінуючих тварин не змінилась.

Хронічний тепловий стрес призводить до зниження молочної продуктивності корів внаслідок дії температурного фактора на організм незалежно від рівня лактації: чим вищий рівень продуктивності тварин, тим більший відсоток недоотриманого молока. Тепловий стрес провокує загострення етологічних взаємовідносин між тваринами, пов'язаних з доступом до води.

**Ключові слова:** корови, лактація, тепловий стрес, молочна продуктивність

## Гістохімічні особливості окремих органів медоносних бджіл (*Apis mellifera* L.) за різних вуглеводних дієт та впливу препарату «Ariplasma»

Д. Дмитрієв

daniil.dmytriiev@gmail.com

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна

*Apis mellifera* L. або західні медоносні бджоли — комахи, які належать до ряду перетинчастокрилих, надродина *Apoidea*, родини бджолиних (*Apidae*). Представники цієї родини відповідають за запилення приблизно 70% усіх видів сільськогосподарських культур у всьому світі. Однак вирішальну роль у запиленні рослин та забезпеченні екосистемної рівноваги відіграє саме *A. mellifera*. Крім того, у зв'язку із виробництвом бджолопродуктів *A. mellifera* має неоціненне значення і для сільського господарства. У світлі зростання інтересу до збереження біорізноманіття та стану навколишнього середовища, дослідження змін, які відбуваються в організмі бджіл під впливом різноманітних чинників, набувають особливої актуальності.

Масштабні втрати популяції медоносних бджіл (*Apis mellifera*) за останні десятиліття загрожують катастрофічними наслідками як екосистемі, так і продовольчій безпеці України [Федоряк та ін., 2022]. Особливу увагу спрямовано на виявлення факторів, які погіршують морфофункціональний стан бджіл. Показано, що стресові фактори біотичної й абіотичної природи змінюють перебіг фізіологічних процесів в організмі *Apis mellifera*, пригнічуючи їхній імунітет, що призводить до загибелі цілих колоній.

Експеримент проводили в лабораторних умовах на базі кафедри молекулярної генетики та біотехнології Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Підгодовлю бджіл здійснювали влітку 2020 р. Для цього рамку із запечатаним розплодом відібрали із університетської пасіки та утримували в термостаті за температури +34°C та відносної вологості 80%. Після появи імаго бджіл поміщали у боксигодівнички по 150–170 особин в кожній, формуючи вибірки, та годували розчином суміші моноцукрів (глюкоза 25% + фруктоза 25%) за умов, які вважаються оптимальними для бджіл у літній період (температура +28°C та відносна вологість 70%), впродовж 5-и діб з метою адаптації до імагінального живлення. На 6-у добу, не змінюючи температурних умов, комах перевели на різні вуглеводні дієти: 1) глюкоза 50%; 2) фруктоза 50%; 3) сахароза 50%; 4) глюкоза 25% + фруктоза 25%; 5) глюкоза 25% + фруктоза 25% + «Ariplasma» (15 мкл на 100 мл розчину); 6) фруктоза 50% + «Ariplasma» (15 мкл на 100 мл розчину).

Препарат «Ariplasma» додавали в дозі 15 мкл на 100 мл розчину. Всі дієти містили 1% розчин суміші амінокислот для збалансованості азотовмісними компонентами. Доступ до їжі був *ad libitum*. Така підгодівля тривала 6 діб. На 16-й день бджіл вилучали і проводили належні маніпуляції відповідно до мети дослідження: відокремлювали травний тракт та фіксували його у 7% розчині нейтралізованого формаліну. Виготовляли гістологічні зрізи за стандартною гістотехнічною методикою [Варенюк & Держинський, 2019].

Мікропрепарати мікроскопіювали за допомогою світлового мікроскопа *Micromed MX-30*. Цифрове фото зрізів виготовляли за допомогою програмного забезпечення *ScopePhoto software*. Гістохімічне забарвлення на вуглеводи ШИК-реакцію та на білки проводили бромфеноловим синім за методом *Mikel Calvo*. Загалом було виготовлено 67 препаратів зі зрізами та 502 фотознімки тканини.

За мікроскопіювання отриманих зрізів встановлено, що на всіх мікропрепаратах найпозитивнішу реакцію на білки проявляли м'язові шари та ядра клітин, тобто структури із найвищим вмістом білків. Найбільш ШИК-позитивними виявилися базальна мембрана та рабдом. Перитрофічна мембрана однаково добре забарвлювалася обома барвниками, що свідчить про наявність тут і білкового, і вуглеводного компонентів.

У другій частині роботи було здійснено оцінку рівня окислювальної модифікації білків у цитоплазмі епітеліоцитів вентрикулюсу і мальпігєвих судин, а також у просвіті вентрикулюсу.

Результатами промірів у низці точок встановлено, що в цитоплазмі епітеліоцитів як середньої кишки, так і мальпігєвих судин бджіл з усіх досліджуваних вибірок коефіцієнт G/B не перевищував одиницю, що вказує на переважання тут аміногруп над карбонільними.

В особин з усіх досліджених вибірок структуру середньої кишки можна вважати нормальною, за винятком вакуолізації цитоплазми. Мальпігєві судини на усіх дієтах мали розширений просвіт.

Показано позитивний вплив препарату «Ariplasma» на структуру середньої кишки на монофруктозній дієті через активізацію метаболічних (інтенсифікація та секреції) процесів та пригнічення вакуолізації. У цитоплазмі епітеліоцитів кишки і мальпігєвих судин показано переважання основних білків, а у просвіті кишки — кислих. При додаванні препарату «Ariplasma» рівень ОМБ вірогідно знизився у клітинах кишки та мальпігєвих судин лише за монофруктозної дієти.

**Ключові слова:** *Apis mellifera*, вуглеводна дієта, «Ariplasma»

## Effects of exercise intensity on running performance and skeletal muscle metabolic gene expression in mice with peripheral artery disease

S. Drozdovska<sup>1,2</sup>, L. Wang<sup>1</sup>, L. Mazzolai<sup>3</sup>, G. Millet<sup>1</sup>, M. Pellegrin<sup>1,3</sup>  
sdrozdovska@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Sport Sciences, University of Lausanne, Lausanne, Switzerland

<sup>2</sup>National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Angiology Division, Heart and Vessel Department, Lausanne University Hospital, Lausanne, Switzerland

Lower extremity peripheral artery disease (PAD) is a growing health issue caused by lower limb arteries obstruction. Patients with PAD experience ischemic pain in the lower extremities during exercise and have impaired functional capacity. Exercise training is a powerful tool to improve muscle performance and functional capacity in patients with PAD; however, the effect of exercise intensity on functional capacity and skeletal muscle adaptations remains unknown. This study aimed to compare the effects of moderate-intensity continuous training (MICT) and high-intensity interval training (HIIT) on running performance and expression of genes related to metabolic pathways in skeletal muscles of mice with PAD.

C57BL/6 mice were subjected to unilateral iliac artery ligation and were divided into three groups: sedentary (SED), MICT (40 min running at 70% of maximal aerobic speed), and HIIT (8×2.5 min running at 90% of maximal aerobic speed, interspersed with 2.5 min running at 50%). Mice were trained 3 times/week for 8 weeks. Running performance was assessed using an incremental running test until exhaustion. Real-time quantitative reverse transcription polymerase chain reaction was used to determine mRNA level of genes related to metabolic pathways in both ischemic and non-ischemic gastrocnemius and soleus muscles.

Running performance was improved in response to MICT and HIIT (+33% and +30% vs. baseline, respectively,  $P < 0.01$ ), with no difference between the two exercise intensities. MICT upregulated mRNA expression of GLUT4, LDHA, and TFAM in the ischemic soleus muscle (1.8-, 1.8-, 1.7-fold vs. SED, respectively,  $P < 0.05$ ). Compared to SED, HIIT upregulated PFK (1.4-fold), CS (1.3-fold), HSL (1.2-fold) mRNA expression in the ischemic gastrocnemius muscle and mtND6 (1.5-fold), CYTB (1.6-fold) in the ischemic soleus muscle ( $P < 0.05$ ). In the non-ischemic soleus muscle, HIIT caused upregulation of PGC1A and CYTB (3.7- and 1.4-fold vs. SED, respectively) but downregulation of HK2 and CD36 gene expression (0.8- and 0.3-fold vs. SED) ( $P < 0.05$ ).

MICT and HIIT are equally effective in improving running performance in a mouse model of PAD but have different effect on metabolic gene expression in ischemic and non-ischemic muscles.

**Key words:** lower extremity peripheral artery disease, exercise training, skeletal muscle metabolism, gene expression

## Yeast extracts: production technology and application perspectives

V. Yerokhin, V. Lubenets

volodymyr.a.yerokhin@lpnu.ua

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Baker's yeast has been used for the manufacture of many products since ancient times. Since the middle of the last century, attention has been growing to the products of yeast cell processing, including yeast extracts. Due to its natural origin, high content of nutrients, vitamins, proteins, minerals, as well as taste properties, it has become a very popular component in the food industry. Yeast extract has become the fourth most important natural food flavoring agent after monosodium glutamate, nucleotides, and hydrolyzed proteins [Vucurovic et al., 2022].

Yeast extract is a complex multicomponent mixture, the main components of which are cell wall material and cell contents. The complexity of yeast extract is displayed not only in the different types of macromolecules and small molecules it contains, but also in the variety of nutrients. For example, for yeast extracts obtained from the same raw materials and production conditions, but with different processing times, there can be significant differences in product composition, while different production methods and different raw materials lead to even greater diversity. Because of this, it is these differences in yeast extract production methods that lead to a diversification of yeast extract products that can meet the needs of different industries and applications.

The technology for the production of yeast extracts is based on the induced lysis of cells with subsequent separation of the intracellular substance. Yeasts have strong cell walls, so cell lysis to release their contents is a major challenge in the production of yeast extracts. There are four main types of processes used to produce extracts: autolysis, plasmolysis, enzymatic hydrolysis, and physical destruction, each with its own advantages and disadvantages. Yeast extracts produced by different production technologies from the same raw material can differ significantly in their properties, so the choice of process must take into account the desired properties of the final product. Standard control methods commonly used to assess process compliance and extract properties are measurement of the degree of yeast cell lysis (as determined by analysis of cell morphology and cell viability tests) and the degree of protein/polysaccharide hydrolysis (as determined by total soluble matter content, soluble protein content and total carbohydrate content).

The most common in industry is the method of enzymatic hydrolysis due to its manufacturability and controllability of the process. Enzymatic decomposition is very similar to autolysis in that both use mild conditions and enzymes to lyse cells. The difference is that enzymatic degradation uses exogenous enzymes, while autolysis uses endogenous yeast enzymes. The principle of enzymatic decomposition is that under the action of enzymes, cell wall proteins are destroyed with the release of intracellular contents into the environment. Further processing with enzymes allows to deepen the hydrolysis by splitting the proteins and peptides released from the cell. The main types of enzymes used for hydrolysis are endo- and exoproteases. The most effective enzymes are fruit proteases such as papain, ficin, bromelain. Enzymatic hydrolysis by papain was compared with autolysis under the same conditions. At the same time, papain showed a synergistic effect with various cellular enzymes and significantly increased the yield of the extract. Likewise, when autolysis, plasmolysis, and enzymatic hydrolysis were compared, enzymatic degradation released the most soluble substances and peptides from yeast cells. Industrial enzymatic digestion often uses a mixture of several exogenous enzymes, resulting in rapid cell lysis and controlled breakdown of macromolecules, as well as higher yields of soluble substances. However, the use of such enzyme mixtures requires careful process optimization to achieve maximum extraction efficiency and minimize enzyme consumption and costs.

Currently, yeast extracts are used in animal feed, food industry, cosmetics, pharmaceuticals, medicine and biotechnology. Yeast extract is also a well-known cosmetic ingredient; amino acids, polysaccharides, polypeptides, proteins, and other substances in yeast extract have beneficial biological effects such as moisturizing the skin, stimulating cell renewal, slowing skin aging, and accelerating wound healing when applied externally [Kim & Yun, 2006].

Yeast extracts, among other things, have been used in medicine due to their biological activities, high nutritional content, and improvement of intestinal microbiota balance dysfunction. The use of yeast extracts in medicine is also related to their anti-inflammatory properties, for example, in the treatment of emphysema and pneumonia [Rafael et al., 2019]. In addition to anti-inflammatory and anti-cancer effects, the soluble form of  $\beta$ -glucans in yeast extracts has other health benefits, such as lowering blood cholesterol and lipids, without the side effects of synthetic drugs [Zekun et al., 2023]. Beta-glucans from yeast extracts have great potential for developing treatments for conditions such as obesity, pneumonia, cardiovascular disease, and skin diseases.

Thus, the use of yeast extracts as natural, economically feasible and promising products for various areas of application is an urgent task. Although yeast extracts have been used in the food industry for a long time, their use in the fields of feed industry, cosmetology, pharmacy, and medicine is quite limited and requires further research. Currently, the technology for the production of yeast extracts is being developed and implemented in permanent production at the Lviv biotechnological company *Enzym Company PJSC*. Further research in this direction is focused on expanding the product line of extracts for the needs of different areas of their use.

**Key words:** yeast extract, enzymatic hydrolysis, yeast-based product



## Overexpression of flavocytochrome $b_2$ from the yeast *Ogataea polymorpha* in *Escherichia coli* cells

A. Zakalskiy, O. Zakalska, M. Gonchar

zakalski53@gmail.com

Institute of Cell Biology NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine

Flavocytochrome  $b_2$  (EC 1.1.2.3; L-lactate : cytochrome c oxidoreductase, FC  $b_2$ ) from the thermotolerant methylotrophic yeast *Ogataea polymorpha* is a thermostable enzyme prospective for a highly selective L-lactate analysis in the field of medicine, nutrition and quality control of goods.

Earlier, the recombinant strain *O. polymorpha* overexpressing the gene *O. polymorpha* *CYB2*, encoding FC  $b_2$ , under the control of a strong alcohol oxidase promoter was selected [Dmitruk et al., 2008]. The purified preparations of the enzyme were used for the construction of the highly selective enzymatic kits and amperometric biosensor for L-lactate analysis in human liquids and foods [Smutok et al., 2013, 2017].

In current report, we describe a construction of the *Escherichia coli* recombinant strain overproducing (His)<sub>6</sub>-tagged FC  $b_2$  of *O. polymorpha* and isolation of the enzyme. The *CYB2* gene of *O. polymorpha* 356 line DL1, coding for FC  $b_2$ , has been amplified and cloned. The recombinant strain of *E. coli* that overproduces the (His)<sub>6</sub>-tagged inactive FC  $b_2$  of *O. polymorpha* as inclusion bodies has been constructed. After solubilization of inclusion bodies in the presence of 0.3% N-lauroylsarcosine or 0.1% sodium dodecyl sulfate, the target enzyme was denatured. The enzyme preparations are sufficiently stable and possess activity of 0.5–0.7 U/mg. The yield of the FC  $b_2$  is approximately 25 mg from 1 L culture. The most prominent advantages of the obtained FC  $b_2$  preparation are a high yield of the enzyme; simple isolation of inclusion bodies containing the enzyme; a possibility to apply the fast procedure for solubilization-renaturation of the enzyme, and its high stability under conditions designed. These findings can be used to develop a cost-efficient large-scale procedure for isolation and purification by metal-affinity chromatography of a highly specific FC  $b_2$ , necessary for construction of enzymatic kits and biosensors for assay of L-lactate.

**Key words:** flavocytochrome  $b_2$ , enzyme, *Ogataea polymorpha*, *Escherichia coli*

## Аналіз генеалогічної структури спортивного поголів'я коней в Україні

*Т. Ільницька*

llynskay@gmail.com

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

Розведення спортивних коней є найперспективнішим напрямом розвитку конярства в Україні. Останні 20 років, незважаючи на економічну ситуацію, було створено декілька сучасних кінних заводів, які розводять коней вестфальської, ганноверської та інших порід західноєвропейського походження [Ткачова, 2021]. Військові дії негативно вплинули на розвиток галузі: скоротилось поголів'я, були окуповані або знищені племінні господарства. Однак спортивне конярство продовжує розвиватись — імпортують племінних тварин, проводять змагання з кінного спорту, існує попит на коней високої якості. Внаслідок тривалої селекційно-племінної роботи з імпортованим поголів'ям склалися всі передумови для створення нової породи коней під назвою «українська спортивна», спільною рисою якої з українською верховою є спортивний напрям продуктивності з вірогідними відмінностями за типом будови тіла, походженням, та перевагами за показниками рівня спортивної продуктивності [Ільницька, 2020].

Проведено оцінку чисельності та породного складу коней, які брали участь у змаганнях з класичних видів кінного спорту за 2020–2023 рр. Всеукраїнська федерація кінного спорту України надала електронні протоколи технічних результатів 70 змагань різного рівня. Проаналізовано родоводи коней ( $n=117$ ), залучених до реалізації схваленої Програми створення породної групи коней спортивного напрямку використання [Ільницька & Бондаренко, 2020], які належать господарствам різних форм власності Київської, Вінницької, Полтавської та Дніпропетровської обл. Визначено лінійну приналежність та умовну кровність за чистокровною верховою породою, враховуючи до 5 покоління предків включно.

За результатами обробки даних за 3 роки у змаганнях брало участь 357 коней, зареєстрованих у 15 племінних книгах. З них найчисленнішою є група тварин вестфальської породи ( $n=110$ ). Другою за чисельністю є група коней створюваної української спортивної породи ( $n=70$ ). Коні української верхової породи лідирують у змаганнях з виїздки, але їхня частка в загальній кількості з року в рік зменшується. Аналіз поголів'я коней в динаміці 2020–2023 рр. показав, що коней української верхової породи замінили помісі спортивних порід. Відмічено збільшення поголів'я коней західноєвропейських порід — до 32%. Більшість спортивних коней народжено в господарствах України ( $n=250$ ), однак тільки 30% — в атестованих суб'єктах з племінної справи у конярстві.

Аналіз родоводів підконтрольного поголів'я коней, залучених до реалізації Програми створення породної групи коней спортивного напрямку використання, показав, що найбільше серед них представників ліній німецьких спортивних порід: голштинської — Коррадо I (11,11%) та Калетто I (10,26%); ганноверської — Флінга (10,26%) та Гранде (9,40%). Необхідно зазначити, що представників ліній та споріднених груп української верхової породи нараховується менше, ніж 3%. Були визначені лінійні поєднання, які трапляються в родоводах досліджуваного поголів'я. Найпоширеніші поєднання лінії Коррадо I (1985) голштинської та Ледікіллер (1961) чистокровної верхової порід з іншими європейськими лініями.

Аналіз породної належності батьків зареєстрованих коней свідчить, що 21% жеребців та 34% кобил належать до створюваної породи. Серед плідників лідирують представники вестфальської породи (34%), серед кобил — української верхової породи (32%). Незалежно від породи, в Україні народились 49% задіяних плідників та 85% кобил.

Аналіз за умовною кровністю за чистокровною верховою породою показав, що більшість досліджуваного поголів'я ( $n=91$ , 77%) мають у родоводі від 25,01 до 50% умовної кровності. Західні науковці встановили, що кращі конкурні коні мають у середньому 42,97% умовної кровності за чистокровною верховою породою [Roman-Porovici et al., 2022]. Було визначено, що зареєстровані жеребці мають відсоток середньої кровності  $37,87 \pm 2,52$  ( $Cv=39,40\%$ ), кобили —  $42,04 \pm 1,55$  ( $Cv=31,93\%$ ). Високий коефіцієнт варіації може свідчити про неврахування показника умовної кровності за чистокровною верховою породою в доборі батьківських пар.

Одержані дані свідчать, що за генеалогічною структурою поголів'я, залучені до реалізації Програми створення породної групи коней спортивного напрямку використання, відрізняються від наявної української верхової породи. Враховуючи сучасний стан поголів'я коней спортивного напрямку використання, в Україні проходить активний процес формування нового селекційного досягнення у конярстві.

**Ключові слова:** коні, кінний спорт, генеалогічна структура, спортивне конярство, лінії, створювана українська спортивна порода

## Вплив добавки «Модифікована ліпосомальна емульсія» на продуктивні показники та збереженість поголів'я курчат-бройлерів

Б. Кирилів, Я. Сірко, О. Стефанишин, А. Гунчак  
kby@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Використання жирів у годівлі птиці сприяє підвищенню поживної цінності кормів, а також спричиняє зниження швидкості проходження кормових мас через травний канал. Як наслідок, підвищується ступінь перетравності кормів. Адже чим повніше засвоюється корм в організмі, тим менше утворюється шкідливих відходів. Однак ефективність введення жирів до раціонів та інтенсивність їх всмоктування залежить від походження і якості ліпідних добавок. Водночас зі спожитим кормом до організму не завжди надходить необхідна для синтезу продукції кількість енергії й поживних речовин. За споживання птицею надлишку корму енергія може втрачатися як тепло або відкладатися у вигляді жиру. Отже, актуальність дослідження інтенсивності обмінних процесів в організмі курчат-бройлерів за зміни якісного і кількісного складу джерел метаболічної енергії в їхніх раціонах визначається назрілою необхідністю розроблення методів їх коригування з метою підвищення ефективності засвоєння поживних речовин, продуктивності та якості продукції.

З метою дослідження впливу додавання до раціонів курчат-бройлерів добавки «Модифікована ліпосомальна емульсія» на продуктивність і збереженість поголів'я дослід проведено в умовах віварію Інституту біології тварин НААН. Для бройлерів *Cobb 500* виготовили комбікорм за рецептом збалансованого раціону з урахуванням рекомендацій для максимальної реалізації генетичного потенціалу цього кросу. Курчат 10-добового віку після попереднього зважування кожної особини сформували у п'ять груп по 10 курчат — контрольну і чотири дослідні. Співвідношення півник/курочка (в межах групи) становило 4/6. Утримання і годівля відповідали технологічним вимогам вирощування курей в клітках. Птиця контрольної групи отримувала комбікорм без додаткових добавок. Раціони для курчат-бройлерів дослідних груп різнилися від контрольного за якістю та кількістю жиру: зокрема, в комбікормах для птиці 1-, 2-, 3- та 4-ї дослідних груп частину соєвої олії замінювали введенням ліпосомальної емульсії в кількості, яка становила 20, 30, 40, 50% від вмісту жиру в олії. Упродовж всього проведення дослідів слідували за фізіологічним станом курчат-бройлерів, приростами маси тіла та збереженістю поголів'я. Після дорощування птиці до 45-добового віку кожен особину з групи зважували та проводили забій. Виконано часткове анатомічне розбирання та обвалення тушок бройлерів.

Упродовж всього періоду проведення дослідів поведінка птиці (активність, споживання корму і води) була природною. Розладів процесів травлення не фіксували, збереженість поголів'я курчат-бройлерів у всіх групах (контрольна і чотири дослідні) становила 100%. Максимальний приріст маси за період дослідів був у курчат, яким до раціону вводили модифіковану емульсію в кількості 20% (Д 1) від кількості жиру в соєвій олії (К). Зокрема, маса курчат 45-добового віку, порівняно з масою бройлерів 10-добового віку (на період постановки на дослід), збільшилась у контрольних та дослідних 1–4-ї груп у 5,91; 5,98; 5,32; 5,42 та 5,74 раза відповідно.

Проведено обчислення конверсії корму і виявлено, що ці показники у курчат контрольної та дослідних груп були низькими — у межах 1,61–1,67). Вихід тушки з субпродуктами від курчат 1-ї та 3-ї дослідних груп переважав контроль на 1–2%, найбільшим (вищий на 3,5%) вихід був у бройлерів 4-ї дослідної групи, яким до комбікорму вводили жирову добавку у вигляді ліпосомальної емульсії в кількості 50% від вмісту жиру в соєвій олії, тоді як відносний вихід грудних м'язів та м'язів стегна був вищим у птиці першої дослідної групи. Варто відзначити, що отримані результати щодо високого виходу тушки з тельбушками від курочок 4-ї групи обумовлені збільшенням маси самого тельбушка. Саме у птиці цієї групи спостерігали найбільше відкладення жиру, зокрема й на внутрішніх органах та по ходу кишечника.

Отримані результати визначення продуктивності (приростів маси) курчат-бройлерів та анатомічного розбирання їх тушок свідчать про можливість використання в годівлі птиці жирової добавки «Модифікована ліпосомальна емульсія». При цьому оптимальною, для введення до комбікормів курчат-бройлерів є заміна жировою добавкою 20% олії раціону.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, продуктивність, вихід тушки, ліпосомальна емульсія

## Розробка промислової технології отримання молочної кислоти

Д. Кіїв, С. Василюк

dmytro.i.kiiv@lpnu.ua

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

Інтенсивний розвиток виробництва біодеградабельного пластику (ПЛА-пластик, або полілактид) значно збільшив світові потреби у молочній кислоті (МК). Оптимальним підходом до виробництва оптично чистої МК є біотехнологічний процес, під час якого з простих вуглеводів здійснюється біосинтез цільового продукту за допомогою ферментних систем мікроорганізмів. Як основних продуцентів молочної кислоти зазвичай використовують молочнокислі бактерії (МКБ), проте з цією метою також можуть застосовувати генетично модифіковані бактерії роду *Bacillus*, мікроорганізми *Escherichia coli* та *Corynebacterium glutamicum* [Abdel-Rahman et al., 2013]. Правильний вибір мікроорганізму-продуцента відіграє ключову роль у створенні рентабельної промислової технології виробництва молочної кислоти. Основними вимогами до продуцентів МК є: висока та стабільна метаболічна активність; толерантність до високих значень концентрації цільового продукту чи його солей у живильному середовищі (ЖС); низькі метаболічні потреби та здатність до біосинтезу на дешевих, природних субстратах. Метою цієї роботи було розробити рентабельну промислову технологію отримання молочної кислоти.

Дослідження проводили на базі науково-дослідної лабораторії ДП «Ензим» (м. Ладижин, Вінницька обл.) з використанням музейних штамів культур МКБ. Для розробки технології отримання молочної кислоти було обрано чотири штами бактерій *Lactobacillus* spp. Дослідження проводили двоетапно: перший етап передбачав оцінку максимальної продукції МК за різної концентрації глюкози, другий — здатність до синтезу молочної кислоти на кукурудзяному екстракті, дешевому джерелі азоту. Склад ЖС на першому етапі: глюкоза — 90, 130, 150, 180 та 220 г/л; дріжджовий екстракт — 30 г/л; CaCO<sub>3</sub> — 10 г/л; на другому етапі: глюкоза — 180 г/л, кукурудзяний екстракт — 60 г/л, CaCO<sub>3</sub> — 10 г/л. Для моделювання процесу синтезу МК було вибрано колби Ерленмеєра місткістю 0,3 дм<sup>3</sup> з коефіцієнтом заповнення 50%, кількість посівного матеріалу — 10%, температура культивування — 40±2°C, перемішування відсутнє, значення рН підтримували в діапазоні 4,5–6,0 додаванням 10% р-ну Ca(OH)<sub>2</sub>, тривалість культивування — 96 год. Наприкінці процесу ферментації концентрацію молочної кислоти аналізували методом високоефективної рідинної хроматографії (LC-20; Shimadzu, Кіото, Японія), а концентрацію глюкози — методом Шарля-Бертрана чи модифікованим методом Сомоджи-Нельсона.

На першому етапі поступове збільшення концентрації глюкози від 90 до 150 г/л дозволило вибрати три штами молочнокислих бактерій, які повністю перетворювали джерело вуглецю в молочну кислоту з виходом ≤90%. Натомість її оптимальна концентрація у складі живильного середовища, за якої спостерігається повна конверсія моносахариду в молочну кислоту, становить 180 г/л. При цьому було встановлено, що збільшення вмісту глюкози в ЖС понад 180 г/л призводить до повного пригнічення синтезу МК молочнокислими бактеріями.

Проведення другого етапу передбачало повну заміну дріжджового екстракту на кукурудзяний. В результаті досліджень були відібрані два штами МКБ, здатні синтезувати на дешевому джерелі азоту сумарно до 70,85 г/л молочної кислоти із середнім виходом в 63,01%.

Отримані в дослідженнях дані можуть лягти в основу рентабельної промислової технології біосинтезу молочної кислоти на дешевих субстратах.

**Ключові слова:** молочна кислота, біосинтез, молочнокислі бактерії, біотехнології, природні субстрати



## The effect of vanadium citrate on hemolysis of erythrocytes in female and male rats

H. Klymets<sup>1</sup>, R. Iskra<sup>2</sup>

klimets.halyna@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Molecular Genetics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

<sup>2</sup>Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

Vanadium reduces erythrocytes' deformability, and such cells are rather frequently retained in the reticuloendothelial system of the spleen [Kogawa et al., 1976]. In blood serum, vanadium can interact with low (citrate, lactate, oxalate, amino acids, etc.) and high molecular mass (transferrin, albumin, immunoglobulins, etc.) components. Also, the red blood cells can transport vanadium ligands towards the target cells [Sanna et al., 2021]. That's why vanadium compounds are high-potential therapeutic agents. It is known that prenatal and postnatal use of vanadium had suppressive impacts on childhood cellular immunity [Zhang et al., 2021]. It is important to understand the effect of vanadium citrate on the hematopoietic system in the prenatal and postnatal period in rats of different sexes. Therefore, our work aimed to investigate the effect of vanadium citrate on erythrocyte membranes' resistance to a weak acid hemolytic in females and males who consumed vanadium citrate until the 37<sup>th</sup> day.

The studies were conducted on rats that consumed vanadium citrate solution in concentrations of 0.03 (group II), 0.125 (group III), and 0.5 µg V/ml (group IV) from birth to 37 days. Offspring of females who did not consume vanadium citrate solution were considered the control group (group I). Decapitation of female and male rats was carried out on the 37<sup>th</sup> day. The material for the study was erythrocytes of rat's blood. Washed erythrocytes were diluted with 0.85% NaCl in a ratio of 1:1000 to a final extinction of ~0.700 at a wavelength of 630 nm. 2 ml of erythrocyte suspension was added to the cuvette and the same volume of hemolyzing solution of 0.004 N HCl in 0.85% NaCl was added. From the moment the hemolytic was added and every 30 seconds, changes in the excitation were recorded until the value stopped.

The duration of erythrocyte hemolysis depends on the time required for the hemolytic to overcome the membrane impermeability barrier, the rate of destruction of intracellular structures, and the time during which the mechanical strength of the membranes resists the increasing osmotic pressure inside the cell [Starikovych et al., 2009]. In females consuming a solution of vanadium citrate at a concentration of 0.03 µg V/ml, hemolysis of the maximum number of erythrocytes was accelerated and observed at 2 min, while the time of total hemolysis decreased compared to the control. The percentage of maximum hemolysis in females of the same group was 29.67%, which is 9.5% less than in the control group. The time of total hemolysis in females consuming 0.125 µg V/ml remained practically unchanged compared to the control group. Vanadium citrate at a concentration of 0.5 µg V/ml helps to delay the time of hemolysis of the maximum number of erythrocytes compared to the control.

All 4 erythrograms of 37-day-old female rats are single-peaked. Under the effect of vanadium citrate at concentrations of 0.125 and 0.5 µg V/ml (in groups III and IV, respectively), the erythrograms shift to the right. This indicates the hemopoietic effect of vanadium citrate in these groups.

The results of the study showed that the peak of erythrocyte hemolysis in 37-day-old males of group II was 2.2 min, at which time the maximum hemolysis was 25.14%, which is 14.03% less than in the control group. The leftward shift of the erythrogram may indicate a lack of young male erythrocytes resistant to the action of acidic hemolytic agent in group II rats after administration of vanadium citrate at a concentration of 0.03 µg V/ml. The time of hemolysis in males of the II, III, and IV groups under the effect of vanadium citrate decreased by 0.4–0.5 min compared to the control group.

In group IV, there is a tendency to increase the percentage of maximum hemolysis compared to the control group.

The erythrograms of male rats are single-peaked. Under the effect of vanadium citrate in concentrations of 0.125 and 0.5 µg V/ml, the erythrograms shift to the right. This indicates the hemopoietic effect of vanadium citrate in these groups.

Consuming vanadium citrate affects the resistance of erythrocyte membranes to the action of acidic hemolytic. As well, consuming rats with vanadium stabilizes the membrane structures of red blood cells. There are no significant differences between the effect of acidic hemolytic on the stability of erythrocyte membranes in males and females.

**Key words:** vanadium citrate, erythrograms, females and males, rats

## Вплив цитрату Ge на процеси перекисного окиснення ліпідів в організмі бджіл та білковий профіль гемолімфи

I. Ковальчук<sup>1,2</sup>, Т. Химинець<sup>2</sup>, М. Цап<sup>1</sup>, А. Пилипець<sup>1</sup>, Р. Андрошулік<sup>1</sup>, М. Романович<sup>1</sup>  
irenakovalchuk@ukr.net

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

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

Важливу роль у забезпеченні здоров'я і продуктивності тварин відіграють нові напрями одержання та застосування біологічно активних речовин, зокрема нанотехнології та наноматеріали. Актуальним залишається вивчення механізмів дії розроблених наноматеріалів, які можуть мати застосування у бджільництві. У вітчизняній та світовій практиці ведення бджільництва для підвищення якості росту та розвитку бджолосімей у весняний та осінній періоди широко застосовують штучну підгодівлю. Відомо, що опірність організму медоносних бджіл залежить від мінерального живлення, що впливає на обмінні процеси на рівні тканин, органів і систем, життєздатність та резистентність. Додавання до корму бджіл у різних дозах сполук окремих елементів як метаболічних стимуляторів органічного та неорганічного походження впливає на корекцію фізіолого-біохімічних процесів та підвищує продуктивність. До таких мінеральних компонентів у бджіл належать Кобальт, Цинк, Магній, Германій та Селен.

Встановлено високу біологічну активність нанотехнологічного цитрату Ge, одержаного методом ерозійно-вибухової аквананотехнології. Доведено стимулювальний вплив нанотехнологічного Ge на імунофізіологічну реактивність і резистентність організму, його детоксикаційну й антиоксидантну функцію. Германій має широкий спектр біологічної дії, запобігає старінню і загибелі клітин організму. Результати досліджень вказують на активізаційний вплив додавання до корму або питної води визначених мікрокількостей цитрату Ge на мінеральний, ліпідний і білковий обмін в організмі бджіл. Доведено, що додавання цитрату Ge до цукрового сиропу у період підгодівлі бджіл підвищувало їхню життєздатність і збереженість.

У зв'язку з цим, науково-практичний інтерес становить вивчення впливу цитрату Германію у компонентах підгодівлі на процеси перекисного окиснення ліпідів в організмі бджіл та білковий профіль гемолімфи.

Дослідження проведені на медоносних бджолах карпатської породи з сімей дослідної пасіки у літньо-осінньо-весняний період. Сформовано дві групи бджолосімей, аналогів за масою бджіл, силою сім'ї, віком матки, по три сім'ї у кожній групі. Бджоли першої (контрольної) групи у літньо-осінній період отримували підгодівлю з 50% цукрового сиропу (ЦС) в кількості 2 л /сім'ю/тиждень. Друга група бджіл (Д1) додатково з 2 л цукрового сиропу отримувала 0,1 мкг/мл Ge у вигляді нанотехнологічного цитрату. Для визначення стану сімей після зимівлі було оцінено зимостійкість за порівнянням даних головних весняних ревізій (лютий-березень-квітень). З контрольної та дослідної групи відбирали живих бджіл для проведення фізіолого-біохімічних досліджень з визначенням ГПЛ, ТБК-активних продуктів у гомогенаті тканин та відносного вмісту фракцій розчинних білків у гемолімфі за загальноприйнятими методами. Отримані цифрові дані за етапами досліджень статистично опрацьовували за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft Excel* з використанням коефіцієнта Стьюдента (Р).

Вміст гідроперекисей ліпідів і ТБК-активних продуктів у гомогенаті тканин організму бджіл дослідної групи за дії нанотехнологічного цитрату Ge вірогідно знижувався ( $P < 0,01$ ) порівняно з контрольною групою. Встановлені відмінності впливу нанотехнологічного цитрату Ge на процеси перекисного окиснення ліпідів у тканинах організму бджіл можуть визначатися малою дозою застосування цитрату Ge (0,1 мкг/мл ЦС). Дані літератури вказують, що сполуки германію можуть проявляти як антиоксидантні, так і прооксидантні властивості залежно від дози і форми їх застосування. У гемолімфі бджіл дослідної груп встановлено вірогідно вищий відносний вміст  $\gamma$ -глобулінів на тлі нижчого рівня  $\beta$ -глобулінів порівняно як з контрольною групою, так і підготовчим періодом. Вищий відносний вміст  $\gamma$ -глобулінової фракції у дослідний період, але на нижчому рівні, відзначено і для контрольної групи порівняно з підготовчим періодом. Це може зумовлюватися впливом сезонного чинника щодо нагромадження резервних білків у організмі бджіл на період зимівлі.

Встановлені між групами відмінності співвідношення класів ліпідів у тканинах бджіл вказують на метаболічну активність цитрату германію у застосованій дозі. Виявлені вірогідні відмінності у співвідношенні класів ліпідів у тканинах бджіл контрольної групи у підготовчий і дослідний періоди, але на нижчому рівні, можуть зумовлюватися впливом сезонного фактора, що характеризується нагромадженням ліпідів у жировому тілі цих комах.

**Ключові слова:** бджоли, бджолосім'ї, наноцитрат Ge, перекисне окиснення ліпідів, білковий профіль гемолімфи

## Дослідження стійкості комплексів полімерних сполук з антисенс-олігонуклеотидами за різних температурних умов

**М. Козак**

mariya\_kozak@yahoo.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Молекулярні процеси, які спричиняють загибель нейронів, охоплюють набуття фізіологічним пріоном PrP<sup>Sc</sup> неправильної конформації, порушення його процесингу та амілоїдогенез. Досі не з'ясовані до кінця всі функції фізіологічного пріона PrP<sup>Sc</sup>, молекулярні механізми його агрегації та явища інфекційності патологічного пріона PrP<sup>Sc</sup>. Отже, існує потреба у створенні зручних тваринних моделей як із надекспресією, так і, навпаки, з низькою експресією PrP<sup>Sc</sup>. Оскільки антисенс-олігодезоксинуклеотиди (асОДН) блокують трансляцію комплементарних мРНК, за їх допомогою можна цільово інгібувати біосинтез білків. Проте асОДН є чутливими до дії нуклеаз і потребують носіїв для захисту від деградації [Kozak M. R., 2013]. Носіями-транспортерами слугують полімерні сполуки, ефективність застосування яких доведена у дослідженнях *in vitro* та *in vivo* [Kushkevych M. V., 2018; Ivanytska L. A., 2011].

Мета роботи — створити комплекси асОДН з новосинтезованими полімерами на основі диметиламіноетилметакрилату та оцінити способи і наслідки довготривалого зберігання їх за різних температур.

Науковці Національного університету «Львівська політехніка» під керівництвом проф. О. С. Заїченка синтезували і передали для досліджень олігомери 1Д, 2Д, 3Д, МП-27, МП-2, МП-3 на основі диметиламіноетилметакрилату (ДМАЕМ). Встановлено, що полікатионні полімерні системи, які характеризуються позитивним зарядом (1Д, 2Д, 3Д, МП-27, МП-2, МП-3), утворюють комплекси з асОДН і тому можуть бути засобами адресної доставки нуклеїнових кислот. За допомогою методів електрофорезу у поліакриламідному гелі і вільній дифузії в гелі агарози досліджено вплив різних температурних умов та способів зберігання/використання на створені комплекси полімерів з асОДН.

Зберігання комплексів катионного полімера з асОДН як за 2–4°C, так і за кімнатної температури виявило здатність цих комплексів додатково зв'язувати асОДН і не залежало від тривалості зберігання (1 рік, 1 місяць, 1 тиждень і 1 доба). Комплекси було заморожено протягом 1 року, 1 місяця, 1 тижня і 1 доби, після чого їх розморожували у кожному варіанті 1, 2, 5, 10 і 30 разів. Встановлено, що досліджувані комплекси полімерів і асОДН є стійкими до багаторазового заморожування/розморожування, і також до довготривалого заморожування.

Висновки: полікатионні полімери на основі ДМАЕМ утворюють стабільні комплекси з асОДН. Отримані комплекси можна зберігати як за 2–4°C, так і за кімнатної температури. Досліджувані комплекси здатні додатково зв'язувати асОДН. Комплекси полімеру і асОДН є стійкими до багаторазового заморожування і розморожування.

**Ключові слова:** антисенс-олігонуклеотиди, полімерні комплекси, температурна стабільність, пріони

## Activity of glutathione regeneration enzymes in the liver of rats with toxic injury after partial hepatectomy

H. Kopylchuk, I. Nykolaichuk, M. Ursatyi

m.ursatyi@chnu.edu.ua

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

Currently, the problem of developing dysfunctional liver impairments under the influence of xenobiotic compounds is gaining particular significance. Critically important in maintaining the functional activity of the liver and restoring homeostatic balance after tissue loss, considering the injury caused by toxic agents, is its unique ability for compensatory regeneration. The property of liver cells to regenerate makes it possible to carry out segmental resections and/or transplantation, which is especially important in the terminal stages of diseases. The regenerative potential depends on the highly coordinated interaction of components of proliferative signaling pathways and can be impaired due to the presence of drug-induced injuries (DILI) [Rodimova, 2023; Córdoba-Jover, 2019]. One of the main causes of DILI today is still the use of acetaminophen-containing drugs (paracetamol, APAP), which can cause both dose-dependent and idiosyncratic hepatotoxicity [Liao, 2023].

It should be noted that the leading role in supporting the liver's regenerative response belongs to the thiol-containing tripeptide glutathione. Glutathione is involved not only in the antioxidant defense of cells and detoxification reactions of xenobiotics, including APAP, but also in ensuring such critical cellular processes as the modulation of cell proliferation and regulation of redox-dependent signaling [Vašková, 2023; Lu, 2020]. Given the above, the aim of the work was to evaluate the redox status of glutathione and the activity of its regeneration enzymes in the cytosolic fraction of liver cells in rats under conditions of acetaminophen-induced injury following partial hepatectomy (PH).

Experimental animals were divided into two groups: control rats, which underwent a partial resection of 2/3 of the liver tissue (C/PH), and rats that underwent partial hepatectomy after acetaminophen-induced injury through prior two-day administration at a dose of 1250 mg/kg body weight (TI/PH). Experiments were performed at 0 (control), 24 (initiation phase), 48 (proliferative phase), 72 (termination phase), and 168 (remote period) hours after PH.

The research results demonstrated that in the cytosolic fraction of the liver in the C/PH group of rats, there was a statistically significant decrease in the content of reduced glutathione (GSH) in the initiation period (24 h) with an increase in its level during active cell proliferation (48 h) compared to the control (0 h). Given the contribution of GSH to the activation of NF- $\kappa$ B, which promotes cell cycle progression, the established increase in GSH levels at 48 h in rats of the C/PH group is probably associated with the proliferative response of hepatocytes and the need for cells to transition into the S phase [Riehle, 2013]. In addition, the identified changes may be the result of a compensatory reaction that develops to the increased need for antioxidant protection after PH. However, in the liver cells of animals from the TI/PH group, we noted an absolutely opposite trend in the changes regarding the components of glutathione redox status. The GSH content decreases throughout the entire regenerative period with minimal values under conditions of active course of synthetic processes. It is known that blocking GSH formation in the liver contributes to the suppression of DNA synthesis by 33% during liver regeneration [Lu, 2020]. Therefore, it is likely that the depletion of the GSH pool upon administration of high doses of APAP [Kopylchuk, 2023] under the conditions of partial hepatectomy can lead to a disruption of the cascade of regenerative events.

Maintenance of intracellular glutathione reserves in the reduced state is realized by its *de novo* synthesis and the regeneration of the oxidized form (GSSG) in the NADPH-dependent glutathione reductase (GR) reaction. It should be noted that in the liver cells of animals from the TI/PH group at 48 and 72 h after PH, we registered a significant increase in GSSG content against the background of a decrease in GR activity compared to 0 h. In our opinion, the obtained data may result from the inhibition of NADPH cofactor supply under the conditions of the simultaneous decrease in glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) activity, which we established in this group of animals.

Therefore, the regeneration of liver tissue in rats with toxic injury after PH is characterized by a redistribution of glutathione redox forms. The decrease in GSH content throughout the entire regeneration period occurs against the background of an increase in GSSG levels in the phases of active proliferation and termination, along with the simultaneous suppression of the functional activity of glutathione regeneration enzymes — GR and G6PD.

**Key words:** glutathione, glutathione reductase, glucose-6-phosphate dehydrogenase, partial hepatectomy, acetaminophen



## Дослідження впливу внутрішньогрунтової ерозії на винос дрібнозему в бурих гірських лісових ґрунтах та розробка системи протиерозійних заходів

Ю. Корінець, П. Хірівський  
kiuia777@gmail.com

Львівський національний університет природокористування, м. Львів, Україна

Зі зростанням впливу людини на природу відбулися досить значні порушення рівноваги природи, що вплинуло на фауну і життя багатьох видів рослин, пов'язаних з лісом. Вирубування лісу й ерозія набули глобальних розмірів.

Насадження на гірських схилах мають велике значення не лише як джерело отримання деревини, а й як важливий водоохоронно-захисний фактор. Вони виконують протиерозійну, водорегуляційну, водоохоронну та ґрунтозахисну функції: запобігають змиву і розмиву ґрунту, утворенню зсувів та обвалів, захищають нижні частини схилів і річки від селевих потоків та повеней, забезпечують стабільність запасів мінеральних джерел тощо.

Для кардинального вирішення проблеми боротьби з ерозією ґрунтів перед лісоводами постають великі завдання — на основі глибокого вивчення природи ерозійних явищ створити системи лісогосподарських заходів, спрямовані на запобігання і боротьбу з пошкодженням ґрунту ерозійними процесами. Ми досліджували вплив внутрішньогрунтової ерозії на винос дрібнозему в бурих гірських лісових ґрунтах.

Встановлено, що бурі гірські лісові ґрунти Карпат під природною рослинністю досить стійкі до ерозійних процесів. Інтенсивний розвиток ерозійних процесів на лісосіках зумовлений впливом механічних сил, причиною яких є вирубування і особливо наземний первинний транспорт лісоматеріалів. Деревина, падаючи і зсуваючись по схилах, ущільнюють дрібнозем і погіршують його водно-динамічні властивості. Всі ці зміни сприяють появі стоку і площинного змиву.

Особливої шкоди завдає механічна ерозія, яка пошкоджує або повністю зносить верхній акумулятивний горизонт ґрунту. Глибші шари ґрунту, які опиняються на поверхні, внаслідок меншої водостійкості макроструктури швидко запливають і втрачають свою водопроникність. Внаслідок цього дрібнозем інтенсивно розмивають стічні води.

Задернування поверхні ґрунту злаками дещо ущільнює ґрунт і сприяє формуванню стоку. Однак суцільна дернина запобігає змиванню дрібнозему.

Досить часто дрібнозем лише частково заповнює порожнечу між камінням. Такі різновиди називаються підвишеними ґрунтами і мають провальну інфільтраційну здатність. На їхній поверхні не спостерігають поверхневого стоку.

За утворення внутрішньогрунтового стоку на непошкоджених малоскелетних бурих лісових різновидах зовсім відсутній винос дрібнозему з горизонтів.

На сильнокам'янистих ґрунтах після вирубування лісу інтенсивно змивалися дрібноземи й найважливіші елементи живлення з верхніх горизонтів ґрунту. Значні втрати спричиняють різке зниження лісорослинних властивостей скелетних ґрунтів, а іноді перетворюють їх у непридатні для лісопоновлення кам'янисті розсипи.

Для запобігання гірській ерозії і боротьби з нею рекомендують такі вимоги до вирубування і технологію лісосічних робіт, які б забезпечували збереження водорегуляційних, ґрунтозахисних та інших властивостей лісу, а також успішне поновлення головними і цінними породами. В різновікових складних букових і змішаних ялиново-ялицево-букових, ялиново-буково-ялицевих, ялиново-ялицевих та ялицево-ялинових деревостанах застосовувати лише довгострокові групово-вибіркові, улоговинні і добровільно-вибіркові вирубування.

Необхідно запровадити як обов'язкову практику для лісозаготівельних організацій найпростіші протиерозійні заходи одразу ж після вирубування. Одночасно з цими заходами проводити додаткові роботи, щоб зберегти підріст і поліпшити його якості.

**Ключові слова:** Карпати, біоценоз, внутрішньогрунтова ерозія, вирубування лісів, протиерозійні заходи

## Accumulation of Chromium in rat liver tissue of Cr(VI) exposed rats under the influence of ethylthiosulfanylate alone and in combination with vitamin E

B. I. Kotyk<sup>1</sup>, R. Ya. Iskra<sup>2</sup>, L. I. Ponkalo<sup>1</sup>, O. Z. Svarchevska<sup>3</sup>

bohdan.kotuk@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine

Hexavalent Chromium (Cr(VI)) compounds are widely used in key industrial sectors and cause ecosystem pollution as a result of violations of production standards and industrial waste disposal processes. Organisms living in the contaminated areas are at high risk of poisoning by Cr(VI) compounds through the respiratory tract, skin, mucous membranes and gastrointestinal tract. Organizations such as the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the US Environmental Protection Agency (EPA) define Cr(VI) as a global ecosystem contaminant and a Group 1 carcinogen [Chen Q. Y. et al., 2019; DesMarias T. L. et al., 2019]. Cr(VI) accumulates in the cells of living organisms and induces oxidative stress, which leads to activation of cytotoxicity, cellular mutagenesis, carcinogenesis and apoptosis [DesMarias T. L. et al., 2019]. Compounds with antioxidant properties and vitamins are effective protectors against Cr(VI)-induced toxicity and can reduce the level of Cr(VI) accumulation in body tissues [Parveen K. et al., 2009; Mehany H. A. et al., 2013; Abu Zeid E. H. et al., 2018]. Ethylthiosulfanylate (ETS) is a synthetic sulfur-organic biologically active compound that belongs to the class of thiosulfonate compounds and is characterized by positive antioxidant properties [Liubas N. M. et al., 2022]. Vitamin E is a natural non-enzymatic antioxidant that effectively counteracts oxidative stress and is often used in combination with other antioxidants to counteract Cr(VI)-induced oxidative stress [Balakrishnan R. et al. 2013; Hassan M. et al., 2019].

Therefore, the aim of our study was to investigate the accumulation of Chromium in rat liver tissue of rats after preliminary 2-weeks exposure to vitamin E and ETS and subsequent 2-weeks intoxication with  $K_2Cr_2O_7$  (Cr(VI)).

The study was conducted in the Laboratory of biochemistry adaptation and ontogenesis of animals of the Institute of Animal Biology NAAS on male *Wistar* laboratory rats weighing  $135 \pm 5$  g. The animals were divided into 4 groups of 5 rats each. Group 1 (control group) received intraperitoneal injection of 150  $\mu$ l of physiological saline once daily for 2 weeks; group 2 was injected intraperitoneally with  $K_2Cr_2O_7$  dissolved in physiological saline solution (2.5 mg Cr(VI)/kg body weight) once daily for 2 weeks; group 3 was administrated intragastrally with 1000  $\mu$ l of oil solution of ETS at a dose of 100 mg ETS/kg body weight once daily for 2 weeks and then injected intraperitoneally with  $K_2Cr_2O_7$  solution (2.5 mg Cr(VI)/kg body weight) once daily for 2 weeks; group 4 was administrated intragastrally with 1000  $\mu$ l of oil solution of ETS (100 mg ETS/kg body weight) and vitamin E (20 mg ETS/kg body weight) once daily for 2 weeks and then injected intraperitoneally with  $K_2Cr_2O_7$  solution (2.5 mg Cr(VI)/kg body weight) once daily for 2 weeks. The rat liver was used as the study material. In liver tissue homogenates, the total Chromium content (mg/kg tissue) was determined by using the method of atomic adsorption with electrothermal atomization. Mathematical and statistical (ANOVA) calculations were performed using *Microsoft Excel* software packages.

As a result of the studies, a statistically significant increase in the content of total Chromium in the liver tissue of laboratory rats of 2, 3 and 4 experimental groups was found. The increase in the content of total Chromium in the liver tissue of animals of group 3 and group 4 was 26 and 38% lower compared to group 1.

Exposure to Cr(VI) for 2 weeks led to a significant accumulation of Chromium in the liver tissue of animals of all experimental groups. The preliminary effect of ETS alone or in combination with vitamin E at the studied doses did not prevent the corresponding accumulation, but contributed to a percentage decrease in Chromium accumulation in the rat liver.

**Key words:** hexavalent Chromium (Cr(VI)), rats, liver

## Асоціація між тривалістю поросності свиноматок та ознаками їх гнізда при народженні: метааналіз\*

О. Крамаренко, С. Крамаренко

kssnail1990@gmail.com

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Тривалість поросності — це важлива комплексна полігенна ознака свиноматки, що значною мірою формує її продуктивні якості та впливає на формування плоду протягом ембріонального періоду [Liu et al., 2022]. Вона визначається за тривалістю періоду від останнього плідного запліднення свиноматки до її опоросу. У більшості випадків поросність свиноматки триває три місяці, три тижні та три дні, тобто 114–115 днів. Вона залежить від цілої низки факторів — таких, як порода свиноматки та кнур-плідника, номер опоросу, рік та/або сезон опоросу тощо [Yang et al., 2023]. Протягом останніх днів поросності остаточно формуються органи і зростає жива маса плоду, тому подовження терміну поросності може забезпечувати кращий розвиток та більшу життєздатність порослят після народження [See et al., 2019; Shi et al., 2023]. Головною метою цього дослідження став аналіз зв'язку між тривалістю поросності свиноматок та ознаками їх гнізда під час народження (із використанням алгоритму метааналізу).

Пошук літературних джерел проводили у бібліографічних базах даних *PubMed* та *Google Scholar* за ключовими словами «pig», «swine», «sow», «reproductive traits», «gestation length» та їхніми сполученнями за останні чотири роки (2019–2023 рр.). Всього було проаналізовано 101 публікацію, яка відповідала цим критеріям. Далі на підставі отриманих значень коефіцієнту фенотипової кореляції ми провели метааналіз із використанням програми *Meta-Mar v. 3.5.1* (<https://www.meta-mar.com>). Результати метааналізу становлять «генеральну» оцінку коефіцієнту фенотипової кореляції і 95% довірчий інтервал [Borenstein et al., 2021].

Внаслідок того, що для всіх ознак гнізда під час народження оцінки індексу гетерогенності вихідних даних були дуже високими (97,0–100,0%), ми використали модель метааналізу із випадковими факторами.

Для коефіцієнту кореляції між тривалістю поросності та загальною кількістю порослят у гнізді і кількістю живих порослят у гнізді під час народження «генеральні» оцінки склали  $-0,12$  та  $-0,11$  відповідно. В обох випадках 95% довірчий інтервал для «генеральних» оцінок не містив нуль, що свідчить про наявність вірогідного (від'ємного) зв'язку між цими двома ознаками та тривалістю поросності.

Що стосується кількості мертворождалих порослят у гнізді, то в цьому випадку «генеральна» оцінка була дуже низькою ( $-0,02$ ) і потрапляла у 95% довірчий інтервал (від  $-0,06$  до  $+0,01$ ); отже, не можна вважати доведеним вірогідний зв'язок між тривалістю поросності та цією ознакою.

В аналізі кореляції між тривалістю поросності та загальною масою гнізда під час народження «генеральна» оцінка коефіцієнту фенотипової кореляції становила  $-0,12$  із 95% довірчим інтервалом від  $-0,18$  до  $-0,06$ . Оскільки нуль не потрапив у 95% довірчий інтервал, це свідчить про наявність вірогідного (від'ємного) зв'язку між тривалістю поросності та загальною масою гнізда під час народження.

Нарешті, для кореляції між тривалістю поросності та середньою масою живого новонародженого поросляти «генеральна» оцінка коефіцієнту фенотипової кореляції складала  $+0,06$  із 95% довірчим інтервалом від  $+0,01$  до  $+0,11$ . Як і в попередньому випадку, це свідчить про наявність вірогідного (додатного) зв'язку і між цими ознаками.

Результати метааналізу свідчать, що отримані «генеральні» оцінки коефіцієнту фенотипової кореляції між тривалістю поросності, з одного боку, та загальною кількістю порослят у гнізді, кількістю живих порослят у гнізді і загальною масою гнізда при народженні, з іншого, були вірогідні та від'ємні ( $-0,12 \dots -0,11$ ). Отримана оцінка між тривалістю поросності та середньою масою живого новонародженого поросляти була вірогідна та додатна ( $+0,06$ ). Ми не довели вірогідного зв'язку між тривалістю поросності та кількістю мертворождалих порослят у гнізді. Перспективами подальших досліджень може бути аналіз впливу тривалості поросності свиноматок на ріст та виживаність порослят-сисунів до відлучення.

**Ключові слова:** тривалість поросності, відтворювальні якості, свиноматки, метааналіз

\*Робота виконана в рамках НДР Миколаївського національного аграрного університету «Розробка методів прогнозування біологічних та продуктивних характеристик сільськогосподарських тварин на підставі ДНК-маркерів, багатовимірних та інформаційно-статистичних методів» (номер державної реєстрації 0123U101191).

## Видовий склад земноводних на території м. Дубляни (Львівська ОТГ)

К. Кремпа<sup>1,2</sup>

krempakatia@gmail.com

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Земноводні мають велике значення у формуванні біорізноманіття як одного із функціональних складових екосистем. Вони живляться комахами-шкідниками, зберігаючи при цьому урожай, і самі є важливою трофічною ланкою для харчування різних видів тварин. Проте наукового матеріалу про земноводних є менше, аніж про інших представників фауни. Нестача інформації про них утруднює процеси організації їх охорони та збереження, особливо за умов антропогенного впливу.

Ці тварини живуть у двох середовищах: наземному і водному. Забруднення навколишнього середовища, фрагментація біотопів, загибель земноводних на дорогах під час міграційних шляхів, поширення інвазійних видів, які можуть поїдати дорослих особин і їхні личинки, зростання кількості небезпечних інфекцій, збудниками яких є патогенні гриби, зміна клімату і втрата придатних місць для розмноження призводить до зникнення багатьох видів земноводних [Бухало, 2009; Некрасова, Титар, 2012; Решетило, Микітчак, 2008; Федонюк, 2013].

На території України на сьогодні зареєстровано 20 видів земноводних, усі вони охороняються згідно з II і III додатками Бернської конвенції як «види, що потребують особливої охорони» і «види, які потребують охорони», та згідно з Червоним списком МСОП. П'ять видів хвостатих земноводних і три види безхвостих земноводних занесено до Червоної Книги України [Писанець, 2007].

Амфібії є дуже чутливими до середовища існування. Багато видів амфібій адаптувалися до умов існування поруч з людиною у містах, вибираючи водойми на території паркових зон.

Обліки земноводних і плазунів здійснювали протягом 2018–2024 рр. на території м. Дубляни. Земноводних досліджували у місцях їх масового скупчення під час нересту, для визначення виду особин відловлювали сачком або руками. Вивчення видового складу амфібій і їхньої чисельності проводили за допомогою маршрутних обліків під час шлюбного періоду. Здійснювали обхід берегових ліній водойм та обліковували кладки і чисельність земноводних [Лада, 1999; Романов, 2005].

На території м. Дубляни за весь період обліків земноводних було зареєстровано 3 види з 20 видів земноводних, які трапляються на території України, а саме: *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), *Bombina bombina* (Linnaeus, 1758), *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771).

**Ключові слова:** охорона видів, земноводні, Дубляни, *Bufo bufo*, *Bombina bombina*, *Pelophylax ridibundus*



## Динаміка живої маси імпортованих кізочок альпійської породи французької селекції в умовах Прикарпаття

М. Кузів, Є. Федорович, Н. Кузів, В. Тодорюк

kuzivmarkiyam@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В Україні галузь козівництва не нова, однак широкого розвитку вона не отримала. Проте інтерес до козівництва останніми роками зростає, імпортується племінне поголів'я кіз, створюються нові племінні господарства та пропагується здорове харчування на основі козиного молока [Попова В. О. та ін., 2019]. За даними різних авторів, у світі нараховується близько 1200 порід кіз [Федорович Є. І. та ін., 2022]. В нашій країні розводять переважно кіз молочного напрямку продуктивності. Серед молочних порід кіз найпоширеніші зааненська, альпійська, тогенбурзька і англо-нубійська. Відомо, що генетично запрограмовану продуктивність може бути реалізовано лише за сприятливих умов вирощування тварин. Тому проблема вирощування племінного молодняку і надалі залишається актуальною. Воно повинне ґрунтуватись на біологічних закономірностях вікового росту й розвитку та сприяти повному прояву генетичного потенціалу продуктивності тварин. Враховуючи різноманітність природно-кліматичних зон України та імпорт здебільшого племінного молодняку, актуальним вбачається дослідження вагового росту тварин в нових умовах розведення.

Мета роботи — дослідити ваговий ріст імпортованих кізочок альпійської породи французької селекції в умовах Прикарпаття.

Дослідження проведені у фермерському господарстві «Добра корівка» Львівської обл. на імпортованих кізочках альпійської породи французької селекції. У господарство із Франції (район Ліона, місто Юриньї, ферма «Scea de la baratte») завезли кізочок 4-місячного віку. Живу масу тварин досліджували ретроспективним аналізом даних зоотехнічного обліку. Абсолютні та середньодобові прирости живої маси визначали за загальноприйнятими методами, відносну швидкість росту живої маси обчислювали за формулою С. Броді, напругу росту — за коефіцієнтами приросту, кратність збільшення живої маси вираховували, поділивши живу масу в 3-, 6-, 9- та 12-місячному віці на живу масу новонароджених кізочок. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення *Microsoft Excel*.

Встановлено, що імпортовані кізочки альпійської породи французької селекції характеризувалися високими показниками живої маси у всі вікові періоди. Жива маса новонароджених тварин становила 3,9 кг і відповідала вимогам класу «еліта» інструкції з бонітування кіз молочних порід (2018 р.). У 3-, 6- та 9-місячному віці цей показник, відповідно, становив 16,9; 24,5 та 33,1 кг і перевищував вимоги класу «еліта». У річному віці жива маса кізочок становила 37,4 кг і перевищувала вимоги I класу. Коефіцієнт мінливості живої маси, залежно від вікового періоду, коливався від 4,0 до 10,0%.

Кратність збільшення живої маси кізочок від народження до 3-місячного віку становила 4,3, до 6-місячного — 6,2, до 9-місячного — 8,6 і до 12-місячного віку — 9,5 рази.

Середньодобові прирости живої маси кізочок були найвищими від народження до 3-місячного віку і становили 143,0 г. Від 3- до 6-місячного віку цей показник знизився на 60,3 г ( $P < 0,001$ ). Від 6- до 9-місячного віку, порівняно з віковим періодом 3–6 місяців, середньодобові прирости зросли на 12,7 г ( $P < 0,001$ ). У віковий період 9–12 місяців, порівняно із періодом 6–9 місяців, середньодобові прирости були нижчими на 41,8 г ( $P < 0,001$ ). Такі зміни середньодобових приростів у вікові періоди 3–6 і 6–9 місяців можна пояснити процесом адаптації кізочок до нових умов, оскільки вони потрапили у господарство в 4-місячному віці.

За весь період досліджень від народження до 12 місяців середньодобовий приріст в імпортованих тварин становив 110,1 г, а абсолютний — 33,5 кг.

Найбільшими напруга та відносна швидкість росту живої маси були від народження до 3-місячного віку тварин і з кожним подальшим віковим періодом ці показники знижувалися.

Одержані дані свідчать, що імпортовані кізочки альпійської породи французької селекції в умовах Прикарпаття у 12-місячному віці досягали живої маси 37,4 кг. Найвищими абсолютні та середньодобові прирости, відносна швидкість та напруга росту живої маси кізочок були у віковий період від народження до трьох місяців.

**Ключові слова:** розведення, кози, жива маса, середньодобовий приріст

## Розробка технології лужної екстракції $\beta$ -глюканів з клітинних стінок дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* для використання у кормах

О. Курило<sup>1</sup>, Н. Булботка<sup>2</sup>, Т. Булботка<sup>2</sup>, З. Губрій<sup>1</sup>, В. Лубенець<sup>1</sup>

oleksii.kurylo.mnbtm.2023@lpnu.ua

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ПрАТ «Компанія Ензим», м. Львів, Україна

Актуальність проблеми виробництва  $\beta$ -глюканів зумовлена їхніми імунomodуючими, протипухлинними та антиоксидантними властивостями, що мають важливе значення для медицини, харчової промисловості та ветеринарії.  $\beta$ -глюкани є природними біологічно активними сполуками, які можна приймати перорально як харчову добавку або як частину щоденного раціону, і які вважають безпечними для використання. У тваринництві  $\beta$ -глюкани використовуються як добавки для підвищення імунітету, покращення здоров'я шлунково-кишкового тракту та підвищення стійкості до інфекцій. Медичне значення та ефективність  $\beta$ -глюканів підтверджено *in vitro*, а також за допомогою клінічних досліджень на тваринах і людях. Потреба в дієтичних добавках і функціональних продуктах, які містять  $\beta$ -глюкани, в Україні задовольняється лише за рахунок їх імпорту. Розробки власних підприємств дозволять випустити на український промисловий ринок доступні та якісні препарати, а також зміцнити економіку нашої держави, вивівши розвиток біотехнологічної галузі на новий рівень.

Метою дослідження є розробка технології виробництва  $\beta$ -глюканів з клітинних стінок дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, що дозволить отримати високоякісний продукт з важливими функціональними властивостями, зі значним потенціалом до застосування у фармацевтичній, харчовій промисловості та сільському господарстві.

Через жорсткість і велику товщину стінки дріжджова клітина *S. cerevisiae* є стійкою до літичної дії і деякі окремі процеси не дуже ефективні для її розриву. Для виділення та очищення  $\beta$ -глюканів з дріжджів використовують різні методи, які б не порушили їхню тривимірну структуру, а якщо це відбувається, то відновлення випадкових переходів полімерного ланцюга можна досягти сушінням за 55–60°C. Лужна та лужно-кислотна екстракція є одним з найпоширеніших методів екстракції  $\beta$ -глюканів. Основним методом виділення  $\beta$ -глюканів є лужна екстракція, яка передбачає обробку клітинних стінок дріжджів концентрованим розчином NaOH за високої температури (90°C) протягом двох годин. Цей метод дозволяє ефективно руйнувати компоненти клітинної стінки, видаляючи білки, ліпіди та інші небажані сполуки і зберігаючи структурну цілісність  $\beta$ -глюканів. Далі одержаний осад, який містить  $\beta$ -глюкани, промивають, центрифугують і сушать до отримання чистого продукту. Сушіння проводять до досягнення рівня залишкової вологості не більше 3%, що необхідно для збереження якості  $\beta$ -глюканів та запобігання мікробній контамінації під час зберігання.

Статистична обробка охоплювала аналіз ефективності процесу та оцінку якості кінцевого продукту. Виконано детальний аналіз ефективності процесу на основі матеріального балансу та розрахунків конверсії. Дані оброблялися з використанням програмного забезпечення для статистичного аналізу, щоб визначити оптимальні параметри кожного етапу виробництва. Зокрема, аналізували показники виходу продукту, конверсії сировини, а також оцінювали варіації виходу продукту за різних умов процесу. Обчислено матеріальний баланс процесу, за яким із 23,750 кг живильного середовища вдалося отримати 7,576 кг  $\beta$ -глюканів. Оптимальної конверсії досягли на рівні 99,95%. Лужна екстракція забезпечила високу якість продукту з мінімальною кількістю домішок, що підтвердили фізико-хімічні показники кінцевого продукту: чистота  $\beta$ -глюканів сягала понад 90%. Економічні розрахунки підтвердили доцільність використання методу на промисловому рівні. Отриманий продукт є біологічно активним і має високий рівень розчинності, що робить його ідеальним для використання як харчової добавки та як компонента кормів для тварин.

Розроблена технологія лужної екстракції  $\beta$ -глюканів є економічно вигідною та ефективною для промислового виробництва. Штам дріжджів і метод, використаний для виділення та очищення дріжджового  $\beta$ -глюкану, є важливими факторами, які впливають на кінцеву структуру дріжджового  $\beta$ -глюкану, залежно від чого ці речовини можна використовувати в медицині, харчовій промисловості, сільському господарстві. Попри те, що метод лужної екстракції сильно руйнує полімерні ланцюги  $\beta$ -глюканів і призводить до нижчого виходу екстракту, його надійність переважає недоліки, тому цей метод є поширеним підходом для отримання частинок  $\beta$ -глюканів. Отриманий продукт відповідає високим стандартам якості, що підтверджує його доцільність для використання в харчовій промисловості та тваринництві. Застосування  $\beta$ -глюканів як кормової добавки сприяє покращенню здоров'я тварин, підвищенню імунітету та загальної продуктивності, що може значно зменшити залежність від антибіотиків. Впровадження власного виробництва  $\beta$ -глюканів в Україні забезпечить доступність якісних добавок на внутрішньому ринку та сприятиме розвитку біотехнологічної галузі.

**Ключові слова:** корми,  $\beta$ -глюкани, *Saccharomyces cerevisiae*, лужна екстракція

## Державний контроль і нагляд у системі специфічної профілактики маститів у корів за допомогою автогенних вакцин

Б. М. Куртяк<sup>1</sup>, О. І. Віщур<sup>1,2</sup>, М. С. Романович<sup>1</sup>, О. П. Руденко<sup>1</sup>

kurtakbohdan@gmail.com

<sup>1</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Мастити корів — одна з глобальних проблем молочного скотарства, яка завдає значних економічних збитків. За даними вітчизняних авторів, захворювання корів на мастит охоплює від 10 до 70% стада, а 8–16% корів хворіють двічі й більше впродовж лактації. На сьогодні розроблені і впроваджуються у виробництво методи ранньої діагностики, профілактики й лікування цього захворювання із застосуванням різних антимікробних препаратів і фізіотерапевтичних засобів, проте їхня ефективність і наслідки не завжди задовільні. Водночас актуальні вимоги у світлі подолання негативних наслідків антибіотикорезистентності мікроорганізмів, яка є глобальною медико-біологічною проблемою, передбачають серйозні обмеження у застосуванні на молочно-товарних фермах низки антибактеріальних препаратів, що ускладнює профілактику та лікування маститів.

Застосування автогенних вакцин як специфічного засобу профілактики маститів у корів можна вважати інноваційним підходом до ефективного вирішення проблеми профілактики маститів у молочному скотарстві.

Мета досліджень полягала у з'ясуванні впливу експериментально-дослідного серії (ЕДС) автогенної вакцини для профілактики маститів у корів.

Дослідження проводили на двох групах корів чорно-рябої молочної породи в одному із молочно-товарних господарств Львівської обл. Вакцину вводили коровам дослідної групи внутрішньом'язово в ділянці крупа, дворазово: перше введення — 2,0 см<sup>3</sup>, друге — 3,0 см<sup>3</sup> з перервою 10–14 діб між введеннями. Коровам контрольної групи у відповідні періоди аналогічно вводили фізіологічний розчин дозою 2,0 см<sup>3</sup>.

Кров для дослідження від щеплених корів брали на 21-у добу після другого введення вакцини, через місяць і через 2 місяці після отелення.

Проведені дослідження показали, що введення ЕДС автогенної вакцини позитивно впливало на рівень аглютининів у сироватці крові щеплених корів та активність природних факторів захисту. До антигенів *Escherichia coli* рівень аглютининів сягав 1:1024±307, до антигенів *Staphylococcus aureus* — 1:576±102, а до антигенів *Streptococcus pneumoniae* і *Str. dysagalactiae* — 1:144±26 та 1:72±13 відповідно. Аналіз динаміки титрів аглютининів у сироватці крові вакцинованих корів показав її сталу тенденцію до різкого зниження щодо всіх імуногенів. Титри антитіл до антигенів *E. coli* на другий місяць знизилися у 4,6 раза, до антигенів *S. aureus* — у 3,5, *S. intermedius* — у 2,3, *Str. pneumoniae* — у 4,7 і *Str. dysagalactiae* — у 4 рази. Це свідчить про те, що, незважаючи на відносно високий титр поствакцинальних аглютининів, їхній рівень через 50–60 діб суттєво знижується і для підтримання його на високому рівні необхідно провести додаткове (третє) введення вакцини.

Дворазове введення ЕДС вакцини мало стимулювальний вплив на активність природних механізмів захисту. Про це свідчать вірогідна вищі фагоцитарна активність, фагоцитарний індекс нейтрофілів крові, бактерицидна та лізоцимна активність сироватки крові корів дослідної групи порівняно з контрольною. Показники бактерицидної і лізоцимної активності сироватки були найвищими на 21-у добу після другого введення вакцини і становили 79±8,6% і 26,6±0,9% відповідно.

Аналіз зоотехнічно-господарських показників упродовж року застосування вакцини вказує на їхню позитивну динаміку, зокрема на зниження у 5,5 раза захворюваності корів на мастити і в 6 разів на ендометрити, а також зменшення у 8 разів захворюваності новонароджених телят.

**Ключові слова:** корови, автогенні вакцини, мастит, отелення, профілактичні заходи

## Рівень стійкості до антибіотиків ізолятів *Escherichia coli*, виділених зі зразків кормів для тварин і птиці

Н. Курята<sup>1</sup>, Ю. Салига<sup>1</sup>, О. Чечет<sup>2</sup>, О. Горбатюк<sup>3</sup>, О. Піщанський<sup>3</sup>, Л. Баланчук<sup>3</sup>  
sviryaga@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ГО «Інститут єдиного здоров'я», м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

Досягнення благополуччя тварин і птиці, високої продуктивності, забезпечення резистентності їхнього організму до бактеріальних захворювань, високої збереженості поголів'я та отримання якісної і безпечної продукції тваринного походження неможливе без створення міцної кормової бази, яка передбачає систему і структуру виробництва високоякісних, безпечних і біологічно повноцінних кормів на принципах концепції «Єдине здоров'я» і згідно з національною стратегією та планом дій з боротьби зі стійкістю до антибіотиків [Simiachko, 2020; Avercheva, 2021]. Наявна в Україні система моніторингу кормів для тварин не охоплює усіх ризиків з боку їхнього виробництва, виявлення критичних точок, розробки системи прогнозування щодо можливого забруднення того чи іншого компонента сировини для виробництва кормів. Зокрема, це стосується і їх забруднення умовно- та патогенними мікроорганізмами родини *Enterobacteriaceae*, що є причиною виникнення інфекційних захворювань серед тварин, птиці, людей і має епідеміологічне значення [Feshchenko et al., 2010; Levkivskiy et al., 2011].

Дослідження проводили на базах науково-дослідного бактеріологічного відділу (НДБВ) Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ, м. Київ) та Інституту біології тварин (ІБТ, м. Львів). В дослідженнях з визначення стійкості до антибіотиків фенотиповим диско-дифузійним методом (ДДМ) застосовано диски з препаратами згідно з рекомендаціями EUCAST останньої версії *Version 14.0, 2024*. Диски з антибіотиками попередньо пройшли контроль якості з тестовою культурою *Escherichia coli* ATCC 25922 та відповідали всім вимогам щодо діаметрів зон інгібування росту.

Результати досліджень з вивчення впливу антибіотиків різних груп на дослідні штами *E. coli* показав достатньо високий рівень резистентності останніх. Аналіз результатів випробувань дослідних штамів *E. coli* підтверджував їхню стійкість до антибіотиків групи карбапенемів — іміпенему, ертапенему у 9,5% штамів серед досліджених; до групи монобактамів — азтреонаму у 4,8%; до антибіотиків групи різних агентів — фосфоміцину і триметоприму у 23,8% штамів; до групи цефалоспоринів — цефтазидиму у 9,5%, цефокситину у 38,1%; до групи пеніцилінів — ампіциліну у 9,5%; до групи тетрациклінів — тігецикліну у 4,8%; до групи фторхінолонів — моксіцикліну у 4,8%, офлоксацину у 9,5%, левофлоксацину у 14,3%, норфлоксацину у 28,6%; до групи аміноглікозидів — амікацину і гентаміцину у 4,8%; до групи пеніцилінів/інгібіторів — амоксициліну/клавуланової кислоти у 71,4% серед дослідних штамів *E. coli*. Встановлено поліантибіотикорезистентність, тобто одночасну стійкість до чотирьох і більше антибіотиків різних груп, у 23,8% дослідних штамів ешерихій.

Цефалоспоринони — група антибіотиків, частину із яких відносять до індикаторних, призначених для виявлення ймовірної продукції набутих ферментів резистентності в ентеробактерій. За аналізом результатів досліджень, антибіотик цефепім (30 мкг) виявився найбільш бактерицидно ефективним, оскільки всі дослідні штами ешерихій проявляли чутливість до препарату. До індикаторного антибіотика цефтазидиму (10 мкг) виявлено високу стійкість у двох дослідних *E. coli* — 9,5% серед досліджених. За аналізом результатів досліджень стійкість до індикаторного антибіотика цефокситину (30 мкг) виявлено у восьми штамів *E. coli* — 38,1% серед досліджених. Такі дослідні штами ешерихій надалі повинні підлягати обов'язковому скринінгу на підтвердження продукції набутих ферментів.

Одержані дані свідчать, що стійкість дослідних штамів *E. coli*, виділених зі зразків кормів для тварин і птиці, до індикаторних антибіотиків цефтазидиму, цефокситину досить висока і вказує на ймовірні ризики зараження тварин і птиці штамми *Escherichia coli* з набутою резистентністю через корми та зараження людини через сировину і продукцію тваринного походження. Такі ризики є надто значними, критичними і потребують інших підходів щодо мікробіологічних досліджень кормів з виявлення патогенних бактерій, дослідження їхньої стійкості до антибіотиків, виявлення штамів, які продукують ферменти резистентності, та проведення аналізу одержаних результатів досліджень для розробки способів запобігання їхньому розповсюдженню.

**Ключові слова:** антибіотикорезистентність, *Escherichia coli*, карбапенеми, концепція «Єдине здоров'я»



## Зміни рівня лактату та активності гліколітичного ензиму сироватки крові лабораторних щурів за умов споживання енергетичного напою

Н. Литвинюк, А. Ерстенюк

natalitvinyuk.ifnmu@gmail.com

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

На сьогодні енергетичні напої набувають широкого застосування серед молоді, особливо для зменшення напруги під час інтенсивних фізичних чи емоційних навантажень. Це кофеїновмісні безалкогольні напої зі стимулювальним ефектом. З літературних джерел відомо, що надмірне їх споживання має негативні наслідки для здоров'я людини: спричиняє блювоту, прискорене серцебиття, підвищення артеріального тиску, судоми, психози, мігрені тощо. Такі порушення зазвичай супроводжуються зміною активності окремих ферментів крові. Визначення активності ензимів сироватки крові є діагностичним критерієм для встановлення локалізації патологічного процесу, характеру змін чи інтенсивності порушення. Важливим показником метаболічної активності клітин є визначення концентрації лактату та активності лактатдегідрогенази (ЛДГ) — цитозольного гліколітичного ензиму. Він має різні ізоферментні форми і широко застосовується у медичній практиці для діагностики захворювань різних органів, каталізує як реакцію перетворення пірувату в лактат (анаеробний гліколіз), так і зворотну реакцію (окисні процеси у мітохондріях). Також відомо про безпосередній вплив компонентів енергонапою на активність ЛДГ: кофеїн впливає на підвищення активності ензиму, а таурин, навпаки, — на зниження, особливо в м'язових волокнах. Відомо, що глюкоза як складник енергонапою також призводить до зниження активності ЛДГ. Подібна дія характерна для інозину, ще одного компонента енергонапою. В науковій літературі немає інформації про комплексну дію цих речовин на активність лактатдегідрогенази. Тому метою дослідження було визначити зміни активності ЛДГ сироватки крові щурів за умов споживання енергонапою.

Вплив енергетичних напоїв вивчали на статевозрілих щурах-самцях масою 180–200 г. Тварин утримували на стандартному раціоні віварію за відповідних умов освітлення, температурного режиму та вологості. Тварини усіх груп отримували воду. Експериментальних тварин поділили на п'ять груп: 1-а група — інтактні тварини, які отримували питну воду; 2–4-а група — тварини, які отримували енергонапій впродовж місяця: в 2-ій групі забір матеріалу здійснювали на перший день після завершення споживання енергонапою, в 3-ій — на 10-й день, у 4-ій — на 20-й день, і в 5-ій групі — на 30-й день після завершення споживання напою. Досліди на тваринах проводили з дотриманням вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин (Страсбург, 1986). Активність лактатдегідрогенази визначали спектрофотометричним методом. Концентрацію лактату визначали за реакцією з параоксидифенілом. Статистичну обробку результатів проводили з використанням програми *Statistica 8*, враховуючи *t*-критерій Стьюдента. За критичний рівень вірогідності під час перевірки статистичних гіпотез вважали  $P < 0,05$ .

У результаті проведених досліджень встановлено зниження активності лактатдегідрогенази у сироватці крові щурів в 1,3 раза ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольною групою на першу добу після 30-денного споживання енергетика. На 10-, 20-, 30-у доби, після відміни енергонапою спостерігали підвищення активності ензиму, порівняно з контролем, в 1,17 раза ( $P < 0,05$ ), 1,14 раза ( $P < 0,05$ ) та 1,1 раза ( $P < 0,05$ ) відповідно. Водночас підвищену концентрацію лактату, порівняно з інтактними тваринами, спостерігали на 1-у добу — в 1,2 раза ( $P < 0,05$ ) з тенденцією до нормалізації в наступні періоди дослідження.

Отримані результати вказують на зміну активності лактатдегідрогенази та підвищення концентрації лактату, що може мати негативні наслідки для енергетичного метаболізму клітин і призводити до клітинної дисфункції.

**Ключові слова:** енергетичний напій, щури, лактатдегідрогеназа, кофеїн, таурин, інозин, глюкоза, комплексна дія

## Вживаність свіжоотриманої сперми баранів у розріджувачах за додавання глюкози

I. Лобачова

LIV-post@ukr.net

Інститут тваринництва степових районів ім. М.Ф. Іванова «Асканія-Нова» —  
Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства,  
с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Технологія глибокого заморожування сперми баранів потребує вдосконалення, оскільки складна будова шийки матки вівцематок гальмує просування послаблених деконсервованих спермій. Сьогодні ці труднощі долаються завдяки техніці лапароскопічного осіменіння, що обмежує застосування широкомасштабної селекції. Одним з можливих напрямків поліпшення технології заморожування є вдосконалення складу криозахисних середовищ. Речовинами, які часто додають у розчини для маніпуляцій зі спермою, є глюкоза [Salamon S., Maxwell W., 2000] та Трис (*Biocell, AndroMed*). Відомо, що останній поліпшує буферну ємність середовища, а ось дія глюкози на сперму визначена недостатньо. Метою цього дослідження було вивчити вплив та доцільність доповнення глюкозою та Трисом розчинів для розріджування сперми баранів перед її заморожуванням.

Використано свіжоотриману сперму баранів асканійської тонкорунної породи. Еякулят від кожного барана ділили на дві частини, одну з яких розріджували глюкозою, а другу — Трисом у співвідношенні 1:2. Отримані суміші у скляних закритих флаконах розміщували у термостаті за  $t$  37°C). Вплив речовини визначали, порівнюючи показники виживаності та динаміки рухливості спермій баранів після одноетапного розріджування різними розчинами та подальшого витримування суміші за фізіологічної температури. Рухливість (активність) спермій оцінювали за 10-бальною шкалою через кожну годину до повного зникнення ознак руху. Основою усіх розріджувачем був розчин, який містив сахарозу (0,1 г/мл), сечовину (0,008 г/мл), гліцерин (6%), жовток (20% за об'ємом). Глюкозу додавали у кількості 0,005 г/мл, Трис — 0,002 г/мл. Проведено два досліді. В першому ( $n=11$ ) рухливість та виживаність сперми у контрольному (без добавок) розчині порівнювали з аналогічними показниками у розріджувачі, до якого додавали глюкозу та Трис разом. У другому досліді ( $n=7$ ) порівнювали рухливість та виживаність клітин у розчині, який містив тільки Трис, з показниками в розріджувачі, що містив лише глюкозу. У досліді використали сперму від одних і тих самих баранів, час між дослідідами становив один тиждень.

У першому досліді початкова рухливість сперми становила  $7,9 \pm 0,2$  бала. За витримування у контрольному розчині виживаність сперми дорівнювала  $7,6 \pm 0,7$  год. проти  $2,4 \pm 0,3$  у розріджувачі з глюкозою і Трисом ( $P < 0,001$ ), абсолютна виживаність —  $36,4 \pm 3,9$  Абс.Од. проти  $11,6 \pm 0,9$  ( $P < 0,001$ ). Рухливість сперми у контрольному розчині повільно і майже лінійно зменшувалась до нуля протягом 9 годин. У розріджувачі з глюкозою і Трисом показник рухливості спадав до  $1,6 \pm 0,7$  бала вже через 2 години витримування, до  $0,2 \pm 0,1$  після 3 годин і далі дорівнював нулю.

У другому досліді початкова рухливість сперми становила  $7,6 \pm 0,2$  бала. За витримування у розчині з Трисом виживаність дорівнювала  $9,7 \pm 0,8$  год. проти  $2,1 \pm 0,3$  у розріджувачі з глюкозою ( $P < 0,001$ ), абсолютна виживаність —  $48,2 \pm 3,8$  абс.од. проти  $10,3 \pm 0,7$  ( $P < 0,001$ ). Рухливість сперми у розріджувачі з Трисом після першої години зменшувалася до  $5,5 \pm 0,5$  бала, але потім загальмовувала падіння і через 9 годин становила  $2,3 \pm 0,9$  бала. Певна частка спермій в розчині з Трисом зберігала рух понад 11 годин. У розріджувачі з глюкозою рухливість сперми спадала до  $0,9 \pm 0,5$  бала вже через 2 години витримування, до  $0,2 \pm 0,2$  бала після трьох годин і далі дорівнювала нулю.

Порівняння результатів першого і другого досліді свідчить про позитивний вплив Трису на спермії. Ймовірним поясненням такої дії може бути здатність речовини підтримувати рН середовища. У досліді виявлено негативний вплив глюкози на спермії під час витримування їх за фізіологічної температури. Трис не блокував негативну дію глюкози, що свідчить про відсутність зв'язку між впливом вуглеводу та можливою зміною рН розчину продуктами утилізації глюкози. Тож додавання глюкози до розчинів для розріджування сперми баранів недоцільне.

**Ключові слова:** баран, сперма, розріджувач, виживаність

## Порівняння використання різних енергетичних речовин в розчинах для розморожування сперми бугаїв

I. Лобачова<sup>1</sup>, О. Щербак<sup>2</sup>, А. Троцький<sup>2</sup>

LIV-post@ukr.net

<sup>1</sup>Інститут тваринництва степових районів ім. М.Ф. Іванова «Асканія-Нова» — Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

<sup>2</sup>Інститут розведення і генетики тварин ім. М.В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Техніка осіменіння сільськогосподарських тварин розмороженою спермою потребує подальшого вдосконалення. Зокрема, існують відмінності між тваринами-плідниками за запліднювальною здатністю їхньої деконсервованої сперми, що обмежує використання репродуктивного матеріалу видатних самців. Один з можливих способів подолання цієї проблеми — вдосконалення складу розчинів, зокрема насичення їх речовинами, які спермії можуть використовувати як додаткове джерело енергії. Для перевірки цього припущення дослідили динаміку рухливості та виживаність розморожених еякульованих та епідидимальних спермій бугаїв за витримування їх у середовищах, доповнених різними типами енергетичних речовин. Використано сперму, заморожену за методом відкритих гранул у лактозо-жовтково-гліцериновому розріджувачі. Гранули розморожували прямим зануренням в 1 мл контрольного (сахарозо-цитратного) або експериментального розчину (доповненого 0,01 мг/мл пірувату натрію — вар. 1, 0,08 мг/мл лактату натрію — вар. 2, або 1,0 мг/мл глюкози — вар. 3). Після розморожування  $\frac{1}{2}$  частку суміші залишали у флаконі (аеробні умови), а залишок переміщували у пайету, яку закупорювали з обох боків (анаеробні умови). Відтавання та наступне витримування зразків здійснювали за 37°C. Дослід проведено за принципом «пар-аналогів», кількість повторів для кожного варіанту становила  $n=3$ .

Рухливість деконсервованих еякульованих спермій після розморожування коливалась від  $3,3\pm 0,4$  до  $3,8\pm 0,4$  бала. За витримування в аеробних умовах рухливість спермій протягом 6 год. спостереження лінійно зменшувалась в усіх варіантах і наприкінці у контролі дорівнювала  $0,3\pm 0,4$ , у вар. 1 —  $1,0\pm 1,4$ , вар. 2 —  $0,4\pm 0,4$ , вар. 3 —  $0,3\pm 0,4$  бала. За витримування в анаеробних умовах рухливість спермій лінійно зменшувалась протягом перших 2–3 годин до  $0,3\text{–}1,0$  бала у всіх варіантах розчинів. У наступні години швидкість зниження рухливості спадала, проте наприкінці періоду спостереження (6 годин) ані в контрольному, ані в дослідних варіантах руху спермій не зафіксовано. Виживаність еякульованих спермій за витримування в аеробних умовах у контролі становила  $4,7\pm 1,2$ , у вар. 1 —  $6,0\pm 1,4$ , вар. 2 —  $5,0\pm 1,3$ , вар. 3 —  $5,3\pm 1,2$  год.; в анаеробних умовах у контролі —  $3,5\pm 1,4$ , у вар. 1 —  $3,8\pm 1,8$ , вар. 2 —  $3,5\pm 0,0$ , вар. 3 —  $3,0\pm 2,1$  год. Різниця між показниками варіантів не була вірогідною.

Рухливість деконсервованих епідидимальних спермій після розморожування коливалась від  $2,8\pm 0,5$  до  $3,0\pm 0,7$  бала. Вже після першої години рухливість спермій зменшувалась до  $1,1\text{–}1,9$  бала за витримування у флаконах і до  $1,0\text{–}1,7$  бала — у пайетах. У наступні години рухливість повільно спадала в усіх варіантах. За витримування в аеробних умовах після 6 годин спостереження показник активності у контролі становив  $0,7\pm 0,8$ , у розчині вар. 1 —  $0,7\pm 0,8$ , вар. 2 —  $0,8\pm 1,0$ , вар. 3 —  $0,5\pm 0,6$  бала. В анаеробних умовах показник активності після 5 годин витримування спадав до  $1,0\pm 0,9$ ,  $0,8\pm 1,0$ ,  $0,7\pm 0,8$  та  $0,5\pm 0,6$  бала відповідно, але після наступного годинного витримування виявлено рух лише одиноких спермій у контрольному розчині. Виживаність епідидимальних спермій за витримування в аеробних умовах у контролі становила  $3,3\pm 2,8$ , у вар. 1 —  $3,0\pm 3,1$ , вар. 2 —  $3,3\pm 3,5$ , вар. 3 —  $3,2\pm 3,0$  год., в анаеробних умовах у контролі —  $3,7\pm 2,0$ , у вар. 1 —  $3,0\pm 1,8$ , вар. 2 —  $2,5\pm 1,8$ , вар. 3 —  $2,3\pm 2,0$  год. Різниця між показниками варіантів не була вірогідною.

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що додавання енергетичних речовин у розчин для розморожування не сприяє збільшенню рухливості та виживаності деконсервованих еякульованих та епідидимальних спермій бугаїв. Можна припустити про нездатність клітин використовувати додані речовини як позаклітинне джерело енергії.

**Ключові слова:** бугай, сперма, деконсервація, виживаність

## Розмір частинок борошна бобових визначає ступінь вивільнення глюкози у процесі симульованого травлення

Б. Луговий, П. Катирвел

Bohdan.Luhovyy@msvu.ca

Університет Маунт Сент Вінсент, Галіфакс, Нова Шотландія, Канада

Вживання неолійних бобових культур, зокрема квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.), сочевиці (*Lens culinaris* Medik.), жовтого гороху (*Pisum sativum* L.) і турецького гороху (*Cicer arietinum* L.) має позитивні коротко- та довготермінові ефекти на показники кардіометаболічних ризиків. Канадські харчові рекомендації заохочують регулярно вживати бобові продукти як джерело білка й альтернативу м'ясним продуктам. Окрім цільних бобових продуктів, харчове виробництво використовує нові інгредієнти — такі, як бобові борошна, виготовлені з використанням різних технологій помолу. Метою роботи було дослідити ефект розміру частинок борошна квасолі і сочевиці на *in vitro* вивільнення глюкози у процесі симульованого травлення.

У дослідженні використовували 5 зразків борошна квасолі і 5 зразків борошна сочевиці, відмінні за розміром частинок. Зразки квасолевого борошна: грубе — 1.1 мм, звичайне — 631 мкм, дрібне — 302 мкм, дуже дрібне — 144 мкм, пудра — 26.8 мкм. Зразки борошна сочевиці: грубе — 1.04 мм, звичайне — 583 мкм, дрібне — 305 мкм, дуже дрібне — 160 мкм, пудра — 28 мкм. Симульоване травлення борошна виконували за допомогою модифікованого методу Енгліста [Englyst K. N. et al, 2006]. Концентрацію глюкози вимірювали в дуплікатах зразків за допомогою гексокіназного методу ([www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Sigma/Bulletin/gahk20bul.pdf](http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Sigma/Bulletin/gahk20bul.pdf)) із середнім коефіцієнтом варіації між зразками у дуплікаті 1.7%. Статистичну обробку результатів виконували за допомогою варіаційного аналізу з Тюкі-Креймер *post hoc* тестом.

Виявлено ефект розміру частинок борошна квасолі ( $P=0.0004$ ) і сочевиці ( $P=0.0002$ ), ефект часу ( $P<0.0001$ ) та їх взаємодії ( $P<0.0001$ ) на вивільнення глюкози у процесі симульованого травлення борошна протягом 180 хв. На початку травлення (0 хв) не було різниці у концентрації глюкози між зразками, проте з 15 хв і аж до 180 хв зразки з меншим розміром частинок продукували вище вивільнення глюкози порівняно зі зразками, розмір частинок яких був більший. Розмір частинок мав ефект на кумулятивне вивільнення глюкози, виміряне загальною площею під кривою для глюкози протягом 180 хв ( $P<0.0001$ ). Для зразків борошна квасолі звичайне борошно мало на 22% вищу площу порівняно з грубим борошном і на 19, 45 і 100% нижчу площу порівняно з дрібним, дуже дрібним і пудрою ( $P<0.05$ ). Для зразків борошна сочевиці не було різниці у площі між борошном звичайного і грубого помолу, проте площа була на 71%, 78% і 100% вищою для дрібного, дуже дрібного і пудри порівняно з площею для звичайного борошна ( $P<0.05$ ). Спостерігали зворотну кореляцію між середнім розміром частинок борошна квасолі і сочевиці та загальною площею під кривою для глюкози ( $r = -0.9$ ;  $P<0.0001$ ).

Наведені результати стосуються сирих зразків борошна квасолі і сочевиці, проте схожі результати були отримані для зразків борошна, котрі зазнали термічної обробки для відтворення процесу випікання, характерного для продуктів, у яких такі борошна можуть застосовуватися. У термічно оброблених зразках різницю в площі спостерігали між зразками грубого помолу супроти зразків дуже дрібного помолу і пудри ( $P<0.05$ ), та зразків звичайного помолу супроти зразків дуже дрібного помолу і пудри ( $P<0.05$ ).

Розмір частинок борошна квасолі і сочевиці визначає ступінь вивільнення глюкози з борошна у процесі симульованого травлення протягом 180 хв. Практичні наслідки роботи важливі для створення функціональних харчових продуктів, призначених для контролю глюкози крові і зниження ризиків, пов'язаних з діабетом.

**Ключові слова:** глюкоза, бобові, квасоля, сочевиця, розмір помолу борошна



## Вплив зовнішніх факторів на ефективність роботи собак-детекторів

К. Лук'яненко, О. Порошинська, С. Шмаюн, Р. Шаганенко, О. Кошелєв, В. Козій  
lukianenko.kateryna@btsau.edu.ua

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

Собаки є одними з найкращих біологічних детекторів різних матеріалів, однак на виявлення ними вибухових речовин впливає низка факторів, зокрема умови довкілля [Kane et al., 2024; Furton et al., 2001]. Оцінка ефективності службових собак ґрунтується як на традиційному розумінні (суб'єктивна оцінка поведінки), так і на наукових даних, базованих на вивченні фізіологічних особливостей собак, механізмів нюху та впливу різних факторів зовнішнього середовища [Hayes et al., 2018; Farr et al., 2021; Kokocińska-Kusiak et al., 2021]. Розуміння цих факторів є ключовим для відбору, навчання, оцінки та ефективного використання службових собак.

У цьому дослідженні звернено увагу на фактори довкілля, які впливають на ефективність собак-детекторів. Зокрема оцінено вплив високої температури, вологості, швидкості потоку повітря, шуму, сторонніх запахів та шкідливих газів на ефективність оперативного використання собак спеціального призначення.

Пошук відповідних літературних джерел здійснювали на платформах *Google Scholar* та *ScienceDirect* за ключовими словами «собаки-детектори», «зовнішнє середовище», «вплив», «умови роботи», «ефективність» («detector dogs», «external environment», «influence», «working conditions», «efficiency»).

Точність і ефективність використання службових собак залежить від впливу різних штучних і природних фізичних факторів зовнішнього середовища та відповідних мікро- і макрокліматичних умов [Farr et al., 2021].

Вплив автомобільних вихлопних газів. Собаки дуже чутливі до вихлопу автомобілів. Зокрема, важливу складову цих газів, окис вуглецю, пропонують використовувати для евтаназії собак [Moreland, 1974]. У наукових дослідженнях доведено негативний вплив автомобільного вихлопу на дихальну систему собак [Lewis et al., 1974; Stuart et al., 1970]. Морфометрична та морфологічна оцінка легеневих уражень у тварин, які хронічно зазнають впливу вихлопів, показала розвиток гіперплазії незроговілих бронхіальних клітин, розширення повітряного простору та ураження бронхіального епітелію, які корелюють з функціональними порушеннями [Hyde et al., 1978].

Ми не знайшли результатів прямих наукових досліджень впливу вихлопних газів безпосередньо на нюховий апарат собак. Однак I. Lusebrink зі співавт. [Lusebrink et al., 2015] встановили, що оксид азоту, важлива складова вихлопного газу дизельних автомобілів, здатний суттєво змінювати запах багатьох квітів, що значно знижує здатність бджіл розпізнавати їх за запахом. Можна припустити, що вихлопні гази можуть значимо впливати на здатність собак розпізнавати запахи вибухових речовин.

Згідно з даними В. Rudell та співавт. [1996], вплив дизельних вихлопів провокував симптоми ураження дихальної системи та бронхоконстрикцію в людей незалежно від рівня їх очищення чи концентрації. В іншому дослідженні [Rudell et al., 1994] люди під впливом вихлопних газів відчували неприємний запах, подразнення очей та носа, подразнення горла, головний біль, запаморочення, нудоту, втому та кашель. Вчені виявили особливу небезпечність вихлопних газів автомобіля, який працює на холостому ходу. Можна припустити наявність у таких вихлопах більшої кількості шкідливих речовин за рахунок неповного згоряння палива.

Погіршення здатності виявляти запахи вибухових речовин виявлені і під час застосування інших хімічних засобів [Jenkins et al., 2016].

Вплив втоми та фізичного навантаження. Здатність вихлопних газів підвищувати втомлюваність також може негативно впливати на нюхову здатність собак-детекторів. Результати низки наукових досліджень вказують, що фізична втома призводить до зниження нюхової чутливості собак. Aviles-Rosa E. зі співавт. [2024] оцінювали вплив інтенсивності тренувань на нюхову чутливість собак. Результати досліджень показали суттєве зниження детекторної ефективності собак за втоми внаслідок фізичного навантаження.

У зв'язку з цим, багато інших вчених також наголошують на важливості створення оптимальних умов для роботи собак-детекторів [Kranz et al., 2014; Aviles-Rosa et al., 2022; DeGreeff et al., 2021]. Дослідники наголошують: нехтування такими правилами може значно знижувати ефективність роботи собак, що ставить під загрозу життя як їхніх провідників, так і осіб, яких вони повинні захищати.

Результати сучасних наукових досліджень доводять, що вплив зовнішніх факторів — таких, як висока температура, вологість, швидкість потоку повітря, шуму, сторонніх запахів та шкідливих газів, — має значний вплив на ефективність роботи собак-детекторів. Ускладненні умови роботи не тільки знижують їхню працездатність, але й негативно впливають на фізіологічні показники. Розуміння та врахування цих факторів можуть забезпечити максимальну ефективність роботи собак-детекторів та їх провідників.

З огляду на отримані результати, вважаємо перспективним напрямком подальших досліджень вивчення механізмів адаптації нюхового апарату собак-детекторів до тривалого впливу вихлопних газів, з особливою увагою до фізіологічних показників, та розробку заходів для мінімізації негативного впливу зовнішніх факторів на їхню ефективність у службовому собаківництві.

**Ключові слова:** собаки-детектори, вихлопні гази, фізичне навантаження і втома, організація роботи

## About the issue of optimization of methods and techniques of sows' insemination

*O. Mashner, S. Rotari*

sveatoslav.rotari@doctorat.utm.md

Scientific and Practical Institute of Biotechnologies in Zootechny and Veterinary Medicine, Maximovca, Anenii Noi district, Republic of Moldova

The use of artificial insemination in pig farming dates back to the 30s of the last century, however, the industrial application of this method became widespread in the 80s. Currently, most pig farms have switched from the practice of natural mating of animals to artificial insemination, which is due to both the economic feasibility and technological advantages of this method.

The use of the method of artificial insemination of sows has demonstrated its practical feasibility and effectiveness. The procedure is not complicated, does not require significant time costs and is easily mastered by employees of pig farms.

Analysing production results of sows in farm with full production cycle, is easy to see that sow herd is completed on 60% from sows of 1<sup>st</sup>–3<sup>rd</sup> parity. But the best results have animals 4<sup>th</sup>–6<sup>th</sup> parity. The rate of those sows about 25% from all herd.

Trial of sows' insemination of all age groups, with cervical (Conventional Artificial Insemination, CAI) with one or two repetitions, and post cervical (Intrauterine Artificial Insemination, IAI) with different semen dose volume (30,40,50,60,100 ml) shows that the best correlation of fertility rate and amount of liveborn piglets have sows of 4<sup>th</sup>–5<sup>th</sup> parity inseminated with IAI with semen dose 40–50 ml, concentration of sperm cells 30 mln/ml.

The difference between same age groups inseminated with CAI was higher on 0,98 average liveborn piglets and 5,1% of fertility rate in case of 4<sup>th</sup> parity sows, and on 0.95 average liveborn piglets and 6.2% of fertility rate in case of 5<sup>th</sup> parity sows.

The commercial potential is to increase amount of liveborn on 1970 piglets and on 1910 piglets based on fertility rate. Total 3880 piglets per year in farm conditions.

At the same time, reduced volume of semen dose in case of post cervical insemination give about 3560 semen dose economy per year.

Obtained results shows real possibility to make reproduction process more economical efficient.

**Key words:** sow, fertility, artificial insemination, semen dose, optimization

## Поширеність геморагічної хвороби кролів в Україні у 2021–2023 роках

А. Меженський, Н. Меженська, Я. Криця, А. Меженський, С. Ничик  
nataamezh@gmail.com

Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

Геморагічна хвороба кролів (чума кролів, геморагічна пневмонія кролів — ГХК, *англ.* RHD) є найбільш загрозливою та «проблемною» інфекцією як для промислових кролівничих господарств, так і невеликих присадибних ферм в усьому світі [Lukefahr & others, 2022; Дуда та ін., 2022; Chen & others, 2022]. Її збудниками є віруси ГХК першого (RHDV (Gl.1)) та другого (RHDV2 (Gl.2)) типів, які належать до роду *Lagovirus* сімейства *Caliciviridae*. ГХК (RHDV (Gl.1)) була вперше зареєстрована в Китаї у 1984 р. [Liu et al., 1984], а в 2011 р. у Франції з'явився новий варіант RHDV [Le Gall-Reculé et al., 2011], який пізніше отримав назву RHDV2 (Gl.2) або вірус другого типу. З кінця 80-х рр. XX ст. на території України циркулював вірус першого типу (RHDV (Gl.1)), а наприкінці 2017 р. до нього приєднався RHDV2 (Gl.2). На сьогодні обидва типи вірусу мають епізоотичне значення та щороку провокують спалахи ГХК в країні [Музикіна, 2021].

Метою роботи є дослідити поширеність ГХК, спричиненої RHDV (Gl.1) та RHDV2 (Gl.2), в Україні у 2021–2023 рр.

Дослідження виконано в лабораторії «Науково-дослідний навчальний центр діагностики хвороб тварин» Інституту ветеринарної медицини НААН пасивним епізоотичним моніторингом ГХК в кролівничих господарствах України в рамках державної тематики НДР 35.01.01.02.(П) «Удосконалення діагностики геморагічної хвороби кролів із застосуванням молекулярно-генетичного методу». ГХК діагностувалася комплексно за результатами епізоотологічних, клінічних, патоморфологічних, молекулярно-генетичних (RT-PCR) та імунохроматографічних досліджень, проведених загальноприйнятими методами. Поширеність або широту розповсюдження ГХК в Україні визначали через облік зареєстрованих нами впродовж року на території певних областей країни спалахів ГХК та розрахунку показника неблагополуччя країни у відсотках [Ярчук та ін., 2002; Недосєков та ін., 2015]. Отримані дані обробляли статистично з використанням програми *Microsoft Office Excel v. 16.0*.

Епізоотичний процес за ГХК розглядали як певну кількість епізоотичних осередків (неблагополучних пунктів), у яких реєстрували певну кількість захворілих та загинув тварин. Встановлено, що формою прояву епізоотичного процесу за ГХК в Україні у 2021–2023 рр. були епізоотичні спалахи, виникнення яких на території областей країни пов'язане з циркуляцією вірусу певного типу або одразу обох типів вірусу.

Показник неблагополуччя країни з ГХК, спричиненої обома типами вірусів (RHDV (Gl.1) та RHDV2 (Gl.2)) разом, у 2021 р. становив 40,0%, у 2022 р. він зменшився до 28,0%, а у 2023 р. встановлено його підвищення до 48,0%, тобто практично у половині областей України було зареєстровано цю хворобу.

Показник неблагополуччя України з ГХК, спричиненої суто вірусом першого типу (RHDV (Gl.1)), у 2021 р. становив 36,0%, у 2022 р. — 20,0%, а у 2023 р. — 24,0%. ГХК, обумовлена дією вірусу другого типу (RHDV2 (Gl.2)), зумовлювала показник неблагополуччя України на рівні 16,0% у 2021 р., 12,0% у 2022 р. та 36,0% у 2023 р.

Отримані дані свідчать, що у 2021–2022 рр. в Україні була поширенішою ГХК, спричинена вірусом першого типу (RHDV (Gl.1)), але у 2023 р. в країні почав «домінувати» вірус ГХК другого типу (RHDV2 (Gl.2)), що підтверджується збільшенням на 12,0% широти його розповсюдження порівняно з вірусом першого типу RHDV (Gl.1).

**Ключові слова:** геморагічна хвороба, кролі, RHD, епізоотичний моніторинг

## Ліпідні емульсії у годівлі курчат-бройлерів

I. М. Михайлицький, Я. І. Кирилів

imykhaylytsky@gmail.com

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, с. Оброшине, Львівська обл., Україна

Основною метою птахівництва кожної країни є збільшення виробництва дієтичних, високопоживних продуктів — яєць і м'яса для забезпечення фізіологічних потреб людського організму. Сучасні кроси бройлерів проявляють свій генетичний потенціал у середньодобових приростах 55–60 г, витратах корму 1,6–2,0 кг на 1 кг приросту. Таких результатів досягають завдяки використанню повноцінних комбікормів, розроблених відповідно до трьох вікових періодів: стартовий (1–3 тижні), ростовий (гроуерний — 4–5 тижнів), фінішний (6 тижнів і старші).

На початку, протягом перших семи діб життя бройлерів рекомендують згодовувати суперпрестартер, бажано у вигляді дрібної гранули або крупки.

Інтенсивний ріст бройлерів потребує високопоживних раціонів, багатих за вмістом на протеїн та енергію. Протеїн є основним джерелом амінокислот, а за їх дефіциту для збалансування додають синтетичні амінокислоти. Для підвищення рівня енергії до раціону додають рослинні корми з високим вмістом енергії за рахунок ліпідів у їхньому складі. Проте їх додавання обмежується через високий вміст клітковини та антипоживних факторів і вони не забезпечують необхідну кількість енергії, тому виникає необхідність додавати олії.

Зважаючи на високий вміст у раціонах бройлерів різних олій, дорожчає вартість комбікормів, які використовують у годівлі курчат-бройлерів, та собівартість одного кілограма приросту. Дуже часто у годівлі бройлерів використовують гранульовані комбікорми, а високий вміст олії негативно впливає на якість гранул, зокрема вони швидко розсипаються, що негативно впливає на транспортування кормів.

У дослідженні поставлено за мету вивчити вплив як замітника олій водної емульсії ферментативних жирних кислот, а саме пальмітинової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, арахідонової, ліноленової у раціонах курчат-бройлерів на зоотехнічні показники вирощування та якість м'яса тушки курчат-бройлерів.

З метою оцінки впливу згодовування природного ліпідного комплексу ЛЛС на показники продуктивності методом аналогів буде сформовано чотири групи одноденних курчат-бройлерів. Основний раціон (контрольна група) міститиме олію соєву, зернові, білкові та вітамінно-мінеральні компоненти. Досліджуваний раціон (дослідна група) буде складатися із жирової емульсії ЛЛС, зернових, білкових та вітамінно-мінеральних компонентів.

Отже, вплив емульсії на здешевлення годівлі, вартості тушки, покращення економічних показників вирощування (конверсія корму, вихід і якість м'яса, споживання та якість корму, показник ефективності вирощування, збереженість), твердість і форму гранули комбікорму має неабияке практичне значення.

**Ключові слова:** бройлери, ліпідна емульсія



## Дослідження алілових тіосульфонатів як перспективних антиоксидантів

Н. Монька<sup>1</sup>, Н. Любас<sup>2</sup>, Е.Ізмерлі<sup>1</sup>, В. Лубенець<sup>1</sup>

Vira.I.Lubenets@lpnu.ua

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Львівська медична академія імені Андрея Крупинського, м. Львів, Україна

Рослини роду *Allium*, до яких належать часник, цибуля, цибуля-порей тощо, давно відомі своїми корисними властивостями, зокрема антимікробною та протівірусною активністю. Завдяки високому вмісту сірко-вмісних сполук (таких, як аліцин) вони здатні пригнічувати ріст багатьох патогенних бактерій, грибків і вірусів. Виділення біоактивних речовин з рослин і їх подальше використання для створення ліків — це перспективний напрямок у фармакології. Однією з ключових переваг цього підходу є мінімальний ризик розвитку побічних ефектів, оскільки такі речовини вже тривалий час використовуються в харчуванні тварин. Проте для досягнення терапевтичної концентрації активних речовин часто потрібно більше, ніж звичайне споживання продуктів у раціоні. Тому виділення й оптимізація дозування цих сполук дозволяє ефективніше використовувати їх у ветеринарній медицині для лікування та профілактики захворювань.

Аліцин, головний активний компонент часнику, є добре відомим представником тіосульфінатів і має широкий спектр дії, проте це малостійка сполука. Процеси біотрансформації тіосульфонатів призводять до утворення різноманітних похідних сполук сульфору, які також мають біологічну активність. Діалісульфіди, вінільні похідні сульфору (наприклад, S-алілцистеїн і D-алілмеркаптоцистеїн), є одними з таких продуктів трансформації. Вони мають потенційні терапевтичні властивості, зокрема антиоксидантну, протизапальну та навіть протиракову дію. Ці сполуки сульфору можуть відігравати важливу роль у фізіологічних процесах організму та їх можна використати для підтримки імунної системи, боротьби з інфекціями та захисту від оксидативного стресу.

Метою роботи є дослідження синтезу та властивостей S-алілових естерів тіосульфоокислот — S-аліл-4-амінобензентіосульфонату (АТС) та S-аліл-4-ацетиламінобензентіосульфонату (ААТС) — близьких структурних аналогів аліцину, а саме як будова молекул цих сполук впливає на їхню реакційну активність та процеси біотрансформації тіосульфонатів, що робить їх практично цінними агентами у розробці нових ветпрепаратів та антиоксидантів для кормів.

Ми провели визначення активності ензимів антиоксидантної системи (АОС) та вмісту відновленого глутатіону (ВГ) у крові та тканинах (печінці, нирках, селезінці, скелетних м'язах, мозку) щурів-самців лінії Вістар за впливу АТС та ААТС у концентраціях 50 і 100 мг/кг маси тіла. Дослідження провели на трьох групах щурів: I — контрольна, II, III — дослідні, яким до кормів додавали, відповідно, АТС та ААТС протягом 21-ї доби. Одержані цифрові дані обробляли статистично за допомогою програми *Microsoft Excel*, використовуючи метод *one-way ANOVA*.

Вставлено, що АТС в дозі 100 мг/кг у крові тварин зумовлює зростання супероксиддисмутази та каталази активності і вмісту ВГ на тлі зниження глутатіонредуктази активності, а у тканинах спостерігаються різноспрямовані зміни, зокрема зростання вмісту ВГ у печінці і нирках, однак зниження його у селезінці та мозку, а також зменшення активності супероксиддисмутази у нирках, каталази у скелетних м'язах і селезінці, глутатіонпероксидази у печінці, нирках і скелетних м'язах. Вплив АТС у дозі 50 мг/кг зумовлював зростання всіх ензимів АОС у крові, супероксиддисмутази у печінці і нирках, глутатіонпероксидази у печінці, нирках і мозку, однак зниження активності глутатіонредуктази у нирках, каталази у скелетних м'язах та супероксиддисмутази у мозку.

ААТС у дозі 100 мг/кг у крові зумовлював зростання супероксиддисмутази та каталази активності на тлі зниження глутатіонпероксидази і глутатіонредуктази активності. У тканинах ААТС в дозі 100 мг/кг призводив до зростання активності каталази у печінці, глутатіонпероксидази у селезінці, вмісту ВГ у печінці і нирках на тлі зниження активності супероксиддисмутази у нирках і селезінці, каталази у селезінці, глутатіонпероксидази у печінці, нирках і скелетних м'язах, глутатіонредуктази — у нирках і мозку та зменшення вмісту ВГ у скелетних м'язах і селезінці. За дії ААТС в дозі 50 мг/кг у крові зростали супероксиддисмутаза активність і вміст ВГ на тлі зниження глутатіонпероксидази активності. Спостерігали зростання супероксиддисмутази активності у печінці, глутатіонпероксидази у нирках і скелетних м'язах, глутатіонредуктази у скелетних м'язах, вмісту ВГ у печінці і нирках на тлі зниження активності супероксиддисмутази у селезінці і мозку, каталази у скелетних м'язах і мозку та глутатіонредуктази у печінці.

Отже, додавання щурів до раціону S-естерів тіосульфоокислот у досліджуваних дозах виявилось ефективним у регуляції стану про/антиоксидантної системи в організмі тварин. Отримані результати свідчать про те, що тіосульфонати можуть мати дозозалежний вплив на окисно-відновний баланс у різних тканинах, зокрема у печінці та нирках, причому нижчі дози (50 мг/кг маси тіла) тіосульфонатів є потенційно ефективнішими для підтримки їх антиоксидантного захисту.

**Ключові слова:** алілові тіосульфонати, *Allium*, S-аліл-4-амінобензентіосульфонат, S-аліл-4-ацетиламінобензентіосульфонат, антиоксидантна система

## Вплив екстрактів плодів *Cornus mas* сортів «Uholok», «Koralovyi» та екстракту *Cornus mas* × *Cornus officinalis* на ключові продукти анаеробного гліколізу в еритроцитах щурів за стрептозотоцин-індукованого цукрового діабету

А. Мороз<sup>1</sup>, І. Бродяк<sup>1</sup>, А. Кучарська<sup>2</sup>, Н. Сибірна<sup>1</sup>

Anna.Moroz@lnu.edu.ua

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Вроцлавський університет природничих наук, м. Вроцлав, Польща

За цукрового діабету (ЦД) тривала гіперглікемія зумовлює різноманітні структурно-функціональні зміни еритроцитів, що призводять до порушень у їхньому метаболізмі. Через відсутність мітохондрій основним джерелом енергії для еритроцитів є анаеробний розпад глюкози. Глюкоза транспортується в еритроцити полегшеною дифузією за допомогою транспортера GLUT2. Майже увесь відсотковий вміст цього моносахариду (90%) зазнає катаболітного розпаду в гліколізі з подальшим перетворенням на ключові продукти проміжного метаболізму вуглеводів — піруват та лактат. Піруват за участі ензиму лактатдегідрогенази (ЛДГ, ЕС 1.1.1.27) може відновлюватися до L-лактату. За змінами вмісту цих маркерних показників в еритроцитах можна охарактеризувати інтенсивність обмінних процесів. Ще одним діагностично важливим показником є співвідношення між концентрацією цих метаболітів (Л/П). Тому метою нашої роботи було дослідити вплив екстрактів плодів дерену справжнього сортів «Uholok», «Koralovyi» та екстракту плодів гібриду *Cornus mas* × *Cornus officinalis* на вміст кінцевих продуктів гліколітичного розпаду глюкози в еритроцитах крові щурів зі стрептозотоцин-індукованим діабетом.

Дослідження проводили на щурах самцях лінії *Wistar* масою 150–170 г. Експериментальний ЦД індукували внутрішньоочеревинним введенням стрептозотоцину у дозі 55 мг/кг маси тіла, розчиненого в 10 мМ цитратному буфері. Тварин поділили на п'ять груп (по вісім тварин у кожній): контроль — здорові тварини (1); тварини з ЦД (2); діабетичні щури, котрим перорально вводили екстракт плодів дерену сорту «Uholok» (3); щури з ЦД, яким *per os* вводили екстракт плодів дерену сорту «Koralovyi» (4); діабетичні щури, котрим перорально вводили екстракт плодів *C. mas* × *C. officinalis*. Усі досліджувані екстракти вводили у дозі 20 мг/кг маси тіла впродовж 14 днів. Щурам груп 1 та 2 протягом 14 днів вводили питну воду. Після закінчення експериментального періоду (25-й день експерименту) тварин усіх груп декапітували під ефірним наркозом і відбирали кров для досліджень.

В еритроцитах тварин із ЦД виявлено підвищення концентрації пірувату в 1,3 раза, рівня L-лактату — в 2,9 раза та зростання значення Л/П в 2,3 раза порівняно з контролем. Вірогідне підвищення усіх вищезгаданих показників спричинене активацією анаеробного гліколізу. Оскільки ЛДГ відіграє ключову роль в енергетичному обміні і в нормі наявна в усіх клітинах організму і плазмі крові, варто було дослідити її активність за ЦД. Під час досліджень виявили підвищення активності цього ензиму в 1,9 раза у плазмі щурів із ЦД. Введення екстракту плодів *C. mas* сорту «Uholok» діабетичним тваринам зумовлювало вірогідне зниження пірувату в еритроцитах в 1,3 раза, L-лактату — в 2,8 раза, а також зменшення співвідношення Л/П в 2,3 раза. За введення екстракту плодів *C. mas* сорту «Koralovyi» та екстракту плодів гібриду *C. mas* × *C. officinalis* щурам з ЦД спостерігали зменшення концентрації пірувату в 1,1 раза, рівня L-лактату — в 2,7 та 2,8 раза, співвідношення Л/П — в 2,5 та 2,6 раза відповідно. Також введення досліджуваних екстрактів плодів дерену діабетичним щурам зумовлювало вірогідне зниження активності лактатдегідрогенази у плазмі крові до значень контрольної групи тварин. Отже, екстракти плодів дерену справжнього сортів «Uholok», «Koralovyi» та екстракту плодів гібриду *C. mas* × *C. officinalis* можуть бути потенційними природними препаратами для запобігання метаболічних порушень за діабету 1 типу.

**Ключові слова:** цукровий діабет, дерен справжній, лактат, піруват, лактатдегідрогеназа

## Characteristics of the woolly coat of alpacas on selected farms in southern Poland

*M. Murawski, A. Urban, A. Kosiek*

rzmmuraw@cyf-kr.edu.pl

Department of Animal Biotechnology, University of Agriculture in Kraków, Poland

Alpaca breeding is a relatively new branch of farm animal breeding in Poland. First of all, they produce fiber. At the current stage of this breeding direction development, farms are mainly focused on the production of breeding material for sale or to increase their own herds. Currently, these herds do not breed animals for meat, only for fiber. The fiber from the Huacaya breed is crimped, and its thickness is compared to the thickness of the wool of merino sheep, however, the fiber of these alpacas is thinner and more durable. On the other hand, the fiber of the Suri breed has a distinct shine, is not crimped and can be compared to the appearance of the wool of Angora goats. Among the alpacas examined, there is a noticeable color variation in the coat. The aim of the conducted research was to describe selected morphological parameters of the wool fiber of alpaca wool coat.

Totally 43 fiber samples from the alpacas of the Huacaya and 13 from the Suri breed were collected. In the woolly hair of each breed there are fractions of the core thicker (23.65  $\mu\text{m}$ ) and the coreless thin (18.54  $\mu\text{m}$ ) hair ( $P \leq 0.05$ ). The thickness of hair fibers from the first cut after birth was 17,9  $\mu\text{m}$  and was thinner ( $P \leq 0.001$ ) than the wool fibers of animals that were already cut at least once (24.38  $\mu\text{m}$ ). The dominant color of the wool coat fibers of the alpacas tested was white present in 32.14% of animals, at the same time it was the wool with the thinnest fiber. Other colors of alpaca wool are beige, fawn, brown, silver gray and black.

The alpaca wool results obtained in the studies indicate its high qualitative and functional qualities as compared to alpaca wool grown in the world, as well as in comparison with the commonly known sheep wool.

**Key words:** alpaca, wool, wool thickness, wool color, breeding

## Вплив ізопротеренолу на LCC-канали ядерної мембрани нейронів Пуркінєє мозочка щурів

С. Надтока, О. Котик, А. Котлярова

n.serhiy.oleks@gmail.com

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

Вивільнення іонів  $\text{Ca}^{2+}$  із ендоплазматичного ретикулуому потребує наявності компенсаторного притоку йонів, однак наразі невідомо, які саме канали відповідають за його забезпечення. Одними з кандидатів на цю роль є LCC-канали (*large conductance cation channels*), вперше описані Marchenko зі співавторами [Marchenko et al., 2005] та пізніше виявлені також у кардіоміоцитах [Котик та ін., 2016]. Перевірка цього припущення вимагає знаходження специфічного блокатора LCC-каналів, для чого важливо провести тестування ефекту низки речовин на електрофізіологічні параметри цих каналів. У цій роботі вивчено дію представника родини агоністів  $\beta$ -адренорецепторів, а саме ізопротеренолу. Цю речовину обрали на підставі її вираженого впливу на клітини міокарду [Brembilla-Perrot et al., 2005; Desimine et al., 2018] — саме ті клітини, де було виявлено LCC-канали, а також із урахуванням припущення про залученість цих каналів у функціонуванні збудливих клітин [Marchenko et al., 2005; Fedorenko et al., 2014].

В експерименті використовували 3-тижневих щурів лінії *Wistar*. Після декапітації виділяли мозочок, фрагменти кори якого поміщали у розчин для гомогенізації (калію глюконат — 150 ммоль/л, HEPES — 10 ммоль/л; HEPES-калієва сіль — 10 ммоль/л; pH=7,2), до якого було додано інгібітор протеаз у співвідношенні 40 мкл інгібітора до 1 мл вищеприписаного розчину для запобігання деградації іонних каналів. Після цього зразки гомогенізували і центрифугували за 5,5 тис. об./хв протягом 5 хв. Супернатант відбирали, а преципітат, який містив ядра, ресуспендували у робочому розчині (KCl — 150 ммоль/л; EGTA — 1 ммоль/л; HEPES — 8 ммоль/л; HEPES-K — 12 ммоль/л; pH=7,2). Пошук ядер клітин Пуркінєє здійснювали за допомогою інвертованого мікроскопа (*Leica DM IRB*, Німеччина) після їх осідання із суспензії на дно ванночки, розміщеної на предметному столику мікроскопа. Іонні струми крізь канали ядерної мембрани реєстрували методом *patch-clamp* у конфігурації *nucleus attached*. Обробку результатів здійснювали у програмах *Origin 2018* та *Clampfit 10.7*.

За дії ізопротеренолу у концентраціях від 0,1 до 10 ммоль/л спостерігали появу «миготіння», тобто швидкі та короточасні спроби каналу закритись-відкритись, що свідчить про механічне блокування пори каналу молекулами досліджуваної речовини. Крім цього, було встановлено зниження ймовірності перебування каналів у відкритому стані (*Popen*) та дозозалежне зниження амплітуди струму крізь LCC-канали. Якщо до додавання ізопротеренолу амплітуда струму крізь LCC-канали за прикладеного потенціалу  $-40$  мВ становила  $-7,60 \pm 0,39$  пА, то за концентрації 0,5 ммоль/л діючої речовини спостерігали її статистично вірогідне зниження до  $-6,52 \pm 0,34$  пА, а за концентрації 2 ммоль/л — до  $-3,66 \pm 1,11$  пА.

Таким чином, з урахуванням зменшення амплітуди струму та зниження значення *Popen* LCC-каналів за дії ізопротеренолу, цю речовину можна розглядати як їх блокатор, водночас наявність ефекту миготіння вказує на те, що це блокування має значною мірою механічну природу.

**Ключові слова:** LCC-канали, нейрони Пуркінєє, петч клемп, ізопротеренол



## Організація серійного контролю якості ветеринарних імунобіологічних засобів в Україні

О. Напненко<sup>1</sup>, А. Головка, Є. Безвін<sup>2</sup>

napnenko19@gmail.com

<sup>1</sup>ТОВ «ВП „Укрзооветпромстач“», м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Державний науково-контрольний інститут біотехнології і штамів мікроорганізмів, м. Київ, Україна

Виробництво будь-якої продукції, зокрема ветеринарних імунобіологічних засобів (ВІЗ), передбачає контроль якості кожної серії. Сама організація процесу та підходи змінюються відповідно до прогресу в біотехнологіях виробництва ВІЗ та з урахуванням законодавства у сфері ветеринарної медицини. Тривалий час в Україні відбувається гармонізація нормативних документів України до європейських вимог. Одним зі значних кроків є розроблення та прийняття Закону України «Про ветеринарну медицину» (№1206-IX), яким задекларовано виробництво ветеринарних препаратів з дотриманням принципів належної виробничої практики (НВП). Варто звернути увагу, що згаданий Закон уже прийнятий, але його введення в дію відтерміноване у зв'язку з воєнним станом в Україні. Цією публікацією хочемо привернути увагу як фахівців, так і державних службовців сфери ветеринарної медицини до того, що частина підзаконних проектів на сьогодні або не існує, або чинні документи суперечать низці постулатів прийнятого Закону. Це стосується і виробництва, контролю якості та державної реєстрації ВІЗ.

Відповідно до чинного Положення про державну реєстрацію ветеринарних препаратів: «Забороняється реєстрація препаратів, які можуть погіршити ветеринарно-санітарний та епізоотичний стан або заподіяти шкоду здоров'ю людей чи тварин». Виконання цього пункту можливе лише за ретельно спланованої системи контролю якості і доведення безпечності та ефективності ВІЗ.

Під час написання цієї роботи ми здійснили аналіз чинних в Україні та Європі документів, які регламентують порядок та методи контролю якості ВІЗ: зокрема це Регламент (ЄС) 2019/6 (REGULATION (EU) 2019/6) Європейського парламенту та Ради про ветеринарні лікарські засоби; Європейська Фармакопея та Перелік матеріалів реєстраційного досьє та порядок його формування, затверджений наказом Державного комітету ветеринарної медицини від 14.07.2008 №133 (далі — Перелік).

Відповідно до Переліку «3.6. Розділ F. Методи дослідження кінцевого продукту», основними характеристиками ВІЗ є фізико-хімічні показники з вказанням лімітів; ідентифікація і дослідження активної діючої сполуки, речовин; ідентифікація і дослідження ад'юванту; ідентифікація і дослідження допоміжних речовин; нешкідливість; стерильність і відсутність контамінації; повнота інактивації; залишкова волога.

Аналізуючи підходи до контролю якості ВІЗ в Європі, ми встановили певні невідповідності українських вимог, особливо щодо біологічних показників якості, зокрема відсутності контамінації, повноти інактивації, дослідження нешкідливості та активності ВІЗ. Зупинимося на цих пунктах окремо.

Відсутність контамінації живих ВІЗ сторонніми мікроорганізмами контролюється за відсутністю бактерій, мікроскопічних грибів, мікоплазми та сторонніх вірусів, проте, відповідно до вимог Європейської Фармакопеї, цей показник у разі акредитації підприємства відповідно до вимог НВП можна не контролювати у готовому продукті, якщо доведено, що система контролю сировини та проміжних продуктів виробництва засвідчує відсутність контамінації.

Європейський підхід до повноти інактивації мікроорганізмів в інактивованих вакцинах передбачає вивчення динаміки інактивації, відсутності живих мікроорганізмів та залишку інактиванта у проміжних продуктах виробництва щодо окремо кожного виду, штаму виробничого мікроорганізму до змішування суспензій антигенів. У готовому продукті цей показник рекомендовано не контролювати, якщо його відповідність доведено на проміжних етапах.

Згідно з рішенням Європейського Агентства лікарських засобів (*European Medicines Agency*) та комітету ветеринарних препаратів, необхідно зменшити, а за можливості — вилучити із контролю якості ВІЗ методи, які передбачають залучення до випробувань тварин. Згідно з Європейським регламентом, випробування ВІЗ на цільових видах тварин здійснюються на етапах розробки нового препарату і на етапі отримання головної посівної культури виробничих штамів мікроорганізмів, а в контролі готового продукту за посерійного контролю рекомендовано за можливості замінити методи контролю якості на контроль активності в штучних системах: активність в культурі клітин, визначення КУО бактерій на живильних середовищах або визначення вмісту антигенів імунохімічними методами.

Частково невідповідність українських вимог усунуто гармонізацією вимог Державної фармакопеї України у частині «Вакцини для застосування у сфері ветеринарної медицини». У відповідних фармакопейних статтях передбачено: «Немає потреби контролювати кожну серію вакцини, якщо вона витримала відповідне випробування на серії, що містить мінімальну активність». Проте це на сьогодні суперечить Переліку.

Отже, необхідно якомога швидше розробити та затвердити підзаконні акти до Закону України «Про ветеринарну медицину» у сфері виробництва та обігу ветеринарних препаратів, гармонізовані з європейськими вимогами, щоб уникнути виробничого конфлікту із набранням чинності та введенням в дію Закону.

**Ключові слова:** ветеринарні імунобіологічні засоби, контроль якості, нормативні документи

## Заборона регулювання чисельності диких тварин у період дії воєнного стану: проміжні екологічні та епізоотичні наслідки для України

В. Новицький<sup>1</sup>, В. Смаголь<sup>1</sup>, В. Білоус<sup>2</sup>, Н. Міняйло<sup>2</sup>

vasiliy\_nov@ukr.net

<sup>1</sup>Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Україна має надзвичайно високий ступінь господарського освоєння території — 92%. Сільськогосподарське використання перевищує 70%, а розораність земельного фонду становить 56% від загальної площі держави і є лідируючим показником у світі [Мартин та ін., 2015]. У зв'язку з цим, саморегуляційні функції домінуючих екосистем, зокрема їхніх фауністичних комплексів, зводяться до примітивного рівня, тому повсюдно потребують кваліфікованого втручання людини у вигляді елімінативних, протиепізоотичних, біотехнічних, природоохоронних та інших заходів. Проте із введенням воєнного стану в Україні частина їх зазнала часткового або цілковитого згорання: наприклад, необґрунтована у територіальному та видовому вимірах заборона на регулювання чисельності диких тварин.

Як наслідок, чисельність лисиці звичайної цього року сягнула позначки 416,7% порівняно з показниками 2021 р., коли становила близько 48 тис. ос. Екологічно допустима щільність цього виду в регіонах нині у 6–8 і більше разів перевищує встановлені норми. Чисельність вовка за вказаний період зросла на 52,6% (≈2900 ос.), а інвазивного шакала азійського — на 439,8% (≈1850 ос.). Це вже призвело до нападів цих хижаків на худобу та людей, зокрема у південних і західних областях. Сюди наразі спрямовані й основні вектори експансії шакала, який, займаючи проміжну екологічну нішу, не відчуває суттєвої конкуренції з боку місцевих видів псових (*Canidae*).

Згідно з діагностичними дослідженнями 2023 р., у центральних областях України кожна п'ята лисиця звичайна була інфікована смертельним для людей і домашніх тварин вірусом сказу (*Rabies virus*). На початку 2024 р. кількість неблагополучних за цим захворюванням пунктів перевищувала показники до повномасштабного вторгнення в 1,7 раза і за збереження наявної динаміки до кінця року досягне позначки 1250 проти 640 осередків у 2021 р. За час воєнного стану суттєвого згорання зазнали кампанії з пероральної антирабійної імунізації диких м'ясоїдних тварин: територіально — у 3,7 раза (–317 тис. км<sup>2</sup>), кількісно — у 3,6 раза (–8 млн. доз). У 2023 р. кількість звернень громадян до закладів охорони здоров'я з укусами хижих тварин перевищила показники попереднього року на 17,5% і сягнула 54 тисячі осіб; на 54,5% більше людей отримали щеплення проти сказу (17 тис. осіб). У ЗМІ з'явилися повідомлення про загибель людей від цього смертельного зооантропонозу. Варто врахувати, що кількість неперевірених приватних повідомлень у регіонах була значно більшою за офіційну статистику, яку наразі важко отримати.

У 2024 р. чисельність дикого кабана вже перевищила показник до повномасштабного вторгнення на понад 46% (≈44 тис. ос.), а кількість випадків АЧС (*Pestis africana suum*), порівняно з 2022 р., збільшилася до 880%, хоча географічні тенденції поширення інфекції дають підстави вважати, що на загальному епізоотичному фоні офіційно фіксують лише поодинокі випадки. Це є прямим наслідком недосконалого нормативно-правового забезпечення діяльності профільних суб'єктів господарювання як під час епідемії, так і дії воєнного стану зокрема. Як наслідок, спостерігають подальше поширення цієї інфекції на товарні свинарські підприємства та приватний сектор.

Попри вищезазначене, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України досі не оприлюднило жодних поточних чи прогнозованих наслідків стрімкого росту чисельності диких і безпритульних тварин на загальне біорізноманіття. Водночас тенденції поширення АЧС мають турбувати низку інших центральних органів виконавчої влади (ЦОБВ), оскільки вже незабаром можуть призвести до введення обмежень на експорт Україною фуражних зернових у 2024–2025 рр. і, відповідно, тяжких наслідків для національної економіки.

На тлі перманентної невизначеності державних органів немає підстав прогнозувати поліпшення екологічної та епізоотичної ситуації у 2024–2025 рр. Псевдоекологічний популізм і неготовність більшості відповідальних ЦООВ та ОВА брати на себе відповідальність за непопулярні політичні рішення можуть вже найближчим часом призвести до катастрофічних наслідків, суттєво вплинувши на обороноздатність держави і добробут населення загалом.

Задля досягнення екологічного балансу, ветеринарно-санітарного та епізоотичного благополуччя у природному довіллі, пункт 4 Рішення Державної надзвичайної протиепізоотичної комісії (ДНПК) при Кабінеті Міністрів України від 26 грудня 2023 р. в частині забезпечення регулювання чисельності дикого кабана та хижих хутрових м'ясоїдних тварин проведенням полювання цього року має беззаперечно виконуватися в більшості областей. При напрацюванні ОВА цільових рішень варто взяти до уваги успішний довід Миколаївщини і Черкащини минулого та поточного років з організації полювання у період дії воєнного стану, а також зважити на Звернення Громадської ради при Державному агентстві лісових ресурсів України від 2 травня 2024 р. до Ради національної безпеки і оборони України (РНБО) в частині рекомендацій прифронтовим та прикордонним ОВА формувати диференційовані підходи до територіального розмежування на адміністративні райони, де полювання у мисливський сезон 2024–2025 рр. буде: а) дозволене у штатному режимі; б) регламентоване та контрольоване; в) заборонене.

**Ключові слова:** дикі тварини, регулювання чисельності, сказ, імунізація, воєнний стан, нормативні документи

## Прогнозування білок-білкових взаємодій на основі впливу L-аргініну та Бетаїну у тварин за умов теплового стресу через структурну та функціональну асоціацію, проведена з допомогою алгоритму SPRING

I. Олійник, Н. Салига, Б. Котик, Н. Приймич

lakmus3041@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Біологічна функція багатьох білків надається через їхню взаємодію з іншими білками. Тому, щоб повністю зрозуміти функцію кожного білка в організмі, потрібно спочатку досягти комплексної мережі білок-білкових взаємодій (ББІ), які відбуваються всередині клітини. Одним із найпростіших методів прогнозування обчислювальної взаємодії є визначення того, чи подібна пара білків не має запиту до вже відомої взаємодії. Багато програм безпосередньо використовують подібність послідовностей для цієї мети, оскільки операція порівняння послідовностей є швидкою, а даних послідовностей достатньо [Li Y., Ilie L., 2017].

SPRING — це шаблонний алгоритм для прогнозування структури білок-білковий комплекс. Конвеєр спочатку пропускає один ланцюг білкового комплексу через бібліотеку PDB із зв'язуючими частинами, отриманими з оригінальних записів олігомеру. Потім складні моделі для запиту виводяться з асоціацій партнерів зв'язування шаблону за допомогою попередньо обчисленої таблиці пошуку. Модель найкращої орієнтації нарешті вибирається за SPRING-показником, який є комбінацією різьблення Z-показника, контактів інтерфейсу та відповідності TM-вирівнювання між шаблонами мономер-димер.

Малі білки теплового шоку (sHsps) належать до сімейства молекулярних шаперонів і захищають клітини від різних видів стресу, особливо теплового, відновлюють пошкоджені білки в клітині [Bukau B., 1998] і відіграють важливу роль у підтримці клітинного протеостазу [Yu A., 2019]. Однією з найважливіших функцій sHsps є запобігання агрегації білків зв'язуванням ненативних або неправильно згорнутих білкових молекул і утриманням їх у конформації, здатній до згортання. Крім того, sHsps беруть участь у регуляції багатьох клітинних процесів і допомагають підтримувати білковий гомеостаз.

Аргінін (Arg) регулює антиагрегаційну активність деяких sHsps, збільшуючи гідрофобні поверхні, що призводить до підвищення антиагрегаційної активності sHsps. Таким чином, вплив Arg на шаперонну активність  $\alpha$ B-Cr є специфічним для білка-мішені.

Концентрація та баланс між різними добавками, зокрема бетаїном та аргініном, можуть безпосередньо модулювати шаперонову активність білкових шаперонів і впливати на ББІ між шапероном і клієнтським білком у клітинах під стресом. Тому розуміння механізмів впливу хімічних шаперонів на активність білкових та їх ББІ є актуальним завданням.

У цій роботі ми вивчали вплив Arg і Bet на  $\alpha$ B-Cr і його ББІ з цільовим білком з допомогою SPRING, ми побудували мережі та встановили безпосередній вплив цих амінокислот на шаперони теплового стресу, виявили асоційовані зв'язки та здійснили кластерний аналіз, згідно з яким виявили, що Arg і Bet мають значний вплив на  $\alpha$ B-Cr та його взаємодію з цільовими білками. SPRING-аналіз показав, що ці амінокислоти регулюють активацію і стабільність шаперонів теплового стресу, особливо в умовах клітинного стресу. Кластерний аналіз виявив кілька функціональних груп білків, асоційованих із цими амінокислотами, що вказує на їхню важливу роль у забезпеченні правильного згортання білків та захисту клітин від стресу. Подальше вивчення цих зв'язків може допомогти розкрити нові механізми регуляції клітинної відповіді на стрес та розробити терапевтичні стратегії для лікування захворювань, пов'язаних з порушенням білкового гомеостазу.

Таким чином, наші дослідження сприяють розумінню механізму взаємодії між шаперонами та білками.

**Ключові слова:** шаперони, білок-білкові взаємодії (ББІ), SPRING-аналіз, L-аргінін, бетаїн

## Екологічні аспекти поширення мікобактерій

А. Палій<sup>1</sup>, А. Завгородній<sup>1</sup>, Ю. Салига<sup>2</sup>, В. Білушко<sup>1,2</sup>, В. Каплінський<sup>2</sup>, М. Цап<sup>2</sup>, М. Романович<sup>2</sup>  
bw.pochta@gmail.com

<sup>1</sup>Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

На сьогодні в Україні виділяють понад 50 видів мікобактерій. Вивчено понад 20 видів, які є патогенними або умовно-патогенними для людей. На території України, крім збудників туберкульозу, ізолюють мікобактерії II, III і IV груп за класифікацією Раньона. Види, які належать до I групи (фотохромогенні), в Україні не виділяють. Найчастіше від тварин, людей або з об'єктів довкілля ізолюють такі види атипових мікобактерій: *Mycobacterium scrofulaceum*, *M. fortuitum*, *M. goodii*, *M. vaccae*, *M. phlei*, *M. avium-intracellulare complex* та інші [Zavgorodniy A., Paliy A., 2021].

Мікобактерії мають високу екологічну пластичність, пристосовуючись до широкого спектра середовищ — до ґрунтів і вод, до екстремальних умов, як-от висока чи низька температура або високий вміст металів. Деякі види мікобактерій (як, наприклад, *M. smegmatis*) мешкають у ґрунті й активно беруть участь у процесах біодеградації органічних речовин. Мікобактерії здатні утворювати складні симбіотичні чи патогенні зв'язки з іншими організмами. Наприклад, у ґрунтових системах вони можуть співіснувати з грибами або найпростішими, сприяючи розщепленню органічних речовин та мінералізації. Залежно від певних умов навколишнього середовища, мікобактерії здатні зберігати свої властивості впродовж багатьох років [Montero E. et al, 2022].

Мікобактерії також активно реагують на антропогенні зміни в довкіллі, зокрема на забруднення води, зміну температурного режиму або збільшення рівня токсичних сполук. Дослідження показують, що в умовах забруднення водних екосистем підвищується поширення умовно-патогенних видів мікобактерій — таких, як, наприклад, *M. intracellulare*, що може стати загрозою для здоров'я людей. Людська діяльність має великий вплив на різні мікроорганізми, це стосується й мікобактерій. Цей вплив умовно можна розподілити на локальний і глобальний. До глобальних належать зміни клімату (глобальне потепління), поява антибіотикорезистентних і хіміорезистентних форм, що зумовлюють інфекційні захворювання (зокрема туберкульоз), які важко вилікувати за допомогою традиційних лікарських засобів. Локальний вплив антропогенних факторів охоплює зміни еко-географії та імунобіохімічних властивостей мікобактерій внаслідок господарської діяльності людини — наприклад, осушення або, навпаки, створення штучних водних екосистем, організації тваринницьких і птаховничих комплексів з високою концентрацією поголів'я тощо [Busol V., 2022]. Ведення воєнних дій також значно впливає на екологію мікобактерій, зокрема зумовлює ризик спалахів туберкульозу та інших небезпечних захворювань.

Відомо, що захворювання на туберкульоз у великої рогатої худоби можуть бути спричинені збудниками видів *M. bovis* і *M. tuberculosis*; при цьому характер перебігу захворювання у тварин суттєво відрізняється. Окремо варто зупинитись на проблемі неспецифічних реакцій як у тварин, так і в людей на мікобактеріальні алергени (туберкулін, ААМ), які використовують для прижиттєвої діагностики захворювання на туберкульоз. Більшість атипових видів, маючи спільні антигени зі збудниками туберкульозу, є причиною параалергічних реакцій внаслідок формування у макроорганізмі стану гіперчутливості сповільненого типу. Це значно ускладнює діагностику туберкульозу, яка має бути комплексною, а у тварин, зокрема у великої рогатої худоби (ВРХ), стає підставою для заборів з діагностичною метою здорових, продуктивних особин, що спричинює економічні втрати [Zavgorodniy A., Bilushko V., 2020].

В Україні від жовтня 2016 р. в галузі тваринництва проведено повне оздоровлення від туберкульозної інфекції, проте, наприклад, у першому півріччі 2024 р., за даними Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики та ветсанекспертизи (м. Київ), під час планових алергічних досліджень було виявлено 208 особин ВРХ із 44 господарств у 8-ми областях, які позитивно реагували на внутрішньошкірне введення туберкуліну для ссавців у стандартному розчині. Причини цього явища потребують ретельних досліджень кожного конкретного випадку з метою диференціації специфічних реакцій від параалергічних. Особливої актуальності ці питання набувають під час воєнного стану, коли бувають випадки переміщення поголів'я ВРХ із зони бойових дій у безпечніші регіони.

Мікобактерії є екологічно важливими мікроорганізмами, які відіграють значну роль у природних екосистемах, а також мають значний вплив на здоров'я людей і тварин. Враховуючи високу стійкість цих мікроорганізмів до змін довкілля, повільний ріст та здатність спричиняти низку небезпечних захворювань, вважаємо, що стратегію боротьби з поширенням мікобактеріозної інфекції треба вибудовувати на підставі комплексних підходів і завчасно планувати заходи профілактики та діагностики.

**Ключові слова:** мікобактерії, екологія, туберкульоз, мікобактеріози, довкілля



## Визначення віруліцидної дії наночастинок металів срібла, цинку та міді контактнo-суспензійним методом щодо збудника високопатогенного грипу птиці\*

А. Палій, О. Рула, С. Ткаченко, Н. Сумакова, А. Завгородній, Л. Коваленко  
paliy.dok@gmail.com

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

Одним з перспективних напрямів досліджень у ветеринарній медицині є застосування нанотехнологій. На їх основі розробляють низку засобів, серед яких протимікробні сполуки займають провідне місце. За результатами попередніх досліджень, розроблено спосіб отримання дезінфекційного засобу, який охоплює хімічний синтез наночастинок, їх стабілізацію, отримання колоїдного розчину наночастинок металів Ag, Zn, Cu та використання стабілізаторів (патент України на корисну модель №156095). Також доведено, що дезінфекційний засіб на основі бінарних наночастинок в розведенні 1:40 та 1:100 не проявляє цитотоксичності на культуру клітин лінії КСТ. За результатами визначення гострої токсичності на щурах досліджуваний препарат віднесено до VI класу токсичності (речовини відносно нешкідливі —  $LD_{50} > 15000.0$  мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності — до IV класу (мало-небезпечні речовини —  $LD_{50} > 5000.0$  мг/кг) [Kovalenko et al., 2024]. Метою роботи було встановити віруліцидну активність суміші наночастинок металів щодо збудника високопатогенного вірусу грипу птиці (H5N1).

Досліджуваний засіб — суміш наночастинок металів: Ag — 151,2 мг/л; Zn — 287,76 мг/л; Cu — 12,0 мг/л; загальна концентрація наночастинок склала 450,96 мг/л. Як стабілізатори наночастинок металів були застосовані цитрат Na — 7,5 г/л; цетилтриметиламонію бромід (СТАВ) — 20,0 г/л; аскорбінова кислота — 34,24 г/л. Розчини наночастинок готували на стерильній дистильованій воді. У роботі застосовували вірусологічний метод (вірусологічні дослідження біоматеріалу щодо виявлення збудника грипу А) (СОП ХП-02В-2014) та серологічний метод дослідження (методика постановки реакції гемаглютинації з метою визначення гемаглютининів в біологічних матеріалах — реакція затримки гемаглютинації) (СОП ХП-05С-2014). Вірусологічні дослідження проводили згідно з рекомендаціями OIE (*World Organisation for Animal Health* — Всесвітня організація з охорони здоров'я тварин) з використанням 10-добових курячих ембріонів, отриманих від курей-несучок з благополучних щодо інфекційних захворювань птахогосподарств. Усі досліди з вірусом грипу А проводили з дотриманням правил біологічної безпеки у шафі біологічної безпеки 2-го класу захисту, який унеможливорює потрапляння збудника у довкілля.

У роботі використали епізоотичний вірус грипу А/курка/Сиваш/02/05 (H5N1), який співробітники ННЦ «ІЕКВМ» ізолювали від загинлих курей під час спалаху високопатогенного грипу птиці в АР Крим у 2005 р. За результатами секвенування та визначення патогенності для курчат, зазначений штам вірусу належав до високопатогенних, внутрішньовенний індекс патогенності становив 3,0 (максимальна величина), за інфікування курчат спричиняв 100% захворюваність та летальність. Вірус призводив до 100% загибелі курячих ембріонів через 24–72 год. після інфікування. Вірус А/курка/Сиваш/02/05 H5N1 депонований у Державному науково-контрольному інституті біотехнології та штамів мікроорганізмів (м. Київ), реєстраційний номер 383, патент України на корисну модель №20245.

Як вірусоміщуючу рідину використовували освіжену екстраембріональну рідину курячих ембріонів, які загинули після інфікування матровою розплідкою. Інфекційна активність вірусу становила 8–9 Іг ЕІД/0,2 см<sup>3</sup>, титр гемаглютининів — 1:512–1:1024.

Дослідження дезінфекційних властивостей засобу проводили за принципом контактнo-суспензійного методу, який полягає у спроможності протимікробної сполуки на тест-об'єкті (метал, кахель, деревина) нейтралізувати інфікувальні властивості вірусу з біологічним навантаженням (суміш сироватки крові великої рогатої худоби та вірусу). Як тест-об'єкти для визначення знезаражувальних властивостей використали пластини з нефарбованої деревини, металу та кахель розмірами 100×100 мм. На тест-об'єкти наносили суміш вірусу та розведеної на фосфатно-сольовому буфері сироватки ВРХ 1:2. Через 10–15 хв. після підсихання нанесеної суміші дослідний засіб розпилювали у кінцевих концентраціях 1,0 та 3,0%. Через 30, 90 та 120 хв. стерильним аплікатором робили змив, переносили його до флакону з розчином антибіотиків на фосфатно-сольовий буфер та після контакту (20 хв.) інфікували курячі ембріони.

За нашими результатами встановлено, що досліджуваний засіб у концентраціях 1,0–3,0% за експозиції від 30 хв. знезаражує вірус, нанесений на деревину. На інших поверхнях (кахель та метал) знезараження вірусу починається після експозиції 90 хв. На контрольних тест-об'єктах без додавання протимікробного засобу гемаглютинація в еритроцитах курячих ембріонів була присутня упродовж всього періоду дослідження — до 120 хв.

**Ключові слова:** вірус пташиного грипу, курчата, наночастинок металів, знезараження

\*Дослідження фінансовано Національним фондом досліджень України за бюджетні кошти у рамках виконання проекту №2021.01/0076 «Створення інноваційного дезінфекційного засобу на основі наночастинок металів для знешкодження збудників емерджентних інфекційних хвороб» за конкурсом «Наука для безпеки і сталого розвитку України».

## Рівень окисної модифікації протеїнів у щурів за споживання енергетичного напою

Х. Парцей, Г. Ерстенюк, Г. Токарік, С. Шкурашівська, Л. Курас

hrustuna012y@gmail.com

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Енергетичні напої містять високі концентрації стимулювальних речовин — таких, як кофеїн, таурин, глюкуронолактон, а також вітаміни групи В та інші компоненти, які не тільки підвищують фізичну та розумову працездатність, а й можуть стимулювати розвиток оксидативного стресу — стану, під час якого порушується баланс між активними формами кисню і здатністю організму їх нейтралізувати. Це, у свою чергу, може спричинити пошкодження клітин і розвиток хронічних захворювань [Buratti, 2020; Partsei, 2023]. Окислювальні процеси в організмі призводять до пошкодження важливих біомолекул, зокрема протеїнів, ліпідів та ДНК [Halliwell, 2015]. Окисна модифікація протеїнів є одним із ключових біомаркерів оксидативного стресу, оскільки протеїни виконують важливі функції у клітинах та можуть зазнавати незворотних змін під дією вільних радикалів. Пошкодження протеїнів призводить до порушення їхніх структурно-функціональних властивостей, що може сприяти розвитку різноманітних патологічних станів, серед яких — серцево-судинні захворювання, нейродегенеративні порушення, онкологічні захворювання тощо [Sadowska, 2022]. У зв'язку з цим, метою дослідження було вивчення впливу енергетичного напою на стан пероксидації протеїнів, що є актуальним не лише для медицини та біохімії, а й для широкої громадськості, оскільки ця тема торкається важливих аспектів харчової безпеки та здоров'я населення.

Експериментальні дослідження провели на білих щурах лінії Вістар масою 150–220 г, яких утримували в умовах віварію ІФНМУ. Під час проведення біохімічних досліджень дотримувалися відповідних етичних і законодавчих норм та вимог щодо утримання тварин, їх харчування та проведення маніпуляцій: Європейської конвенції про гуманне ставлення до лабораторних тварин (Страсбург, 18.03.1986); «Про заходи щодо подальшого вдосконалення організації форм роботи з використанням експериментальних тварин» та положення «Загальних принципів експериментів на тваринах», ухваленого Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.) згідно з Законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2010 р.). Тварини перебували в клітках по 5 особин за відповідних умов освітлення, температурного режиму та стандартного раціону харчування, з вільним доступом до води та їжі. Щурів поділили на 6 груп: 1-а група (контрольна) — практично здорові щури, які отримували стандартний раціон віварію і вживали тільки питну воду; 2–5-а група (дослідні) — щури, які отримували енергетичний напій упродовж 30 днів експерименту: 2-га група — забір матеріалу проводили на 1-у добу по завершенню прийому енергетичного напою, 3-я група — на 10-у добу, 4-а група — на 20-у добу, 5-а група — на 30-у добу по завершенню прийому енергетичного напою. Введення безалкогольного енергетичного напою «Вит» в організм *per os* здійснювали щодобово упродовж 30 днів з використанням напувалок. Тварин розсадили в індивідуальні клітки на час споживання енергетичного напою. Розрахунок необхідної кількості напою на одного щура проводили з перерахунку на 1 кг маси тіла із врахуванням коефіцієнту видової специфічності для щурів. Тварин зважували перед початком експерименту та щотижня на кожному із етапів дослідження. Забір матеріалу (плазма крові) проводили в умовах наркозу (внутрішньом'язево тіопентал натрію, 60 мг/кг) декапітацією на 1-, 10-, 20-, 30-у доби по завершенню експерименту. Інтенсивність пероксидації протеїнів встановлювали за кількістю продуктів окиснювальної модифікації протеїнів методом спектрофотометрії. Оптичну щільність утворених динітрофенілгідрозонів (ум.од.) реєстрували на спектрофотометрі *Specord M40* (Німеччина) за довжини хвиль 356, 370, 430, 530 (нм). Одержані цифрові дані статистично обраховували з використанням програми *Statistica 7* з урахуванням критерію *t* Стьюдента.

Експериментальні дані проведених нами досліджень показали, що в щурів за умов споживання енергетичного напою спостерігали вірогідне зростання на 1-, 10-, 20- та 30-у доби рівня альдегідпохідних (356 нм) — на 27% ( $P < 0,001$ ), 79% ( $P < 0,001$ ), 64% ( $P < 0,001$ ), 36% ( $P < 0,001$ ), та кетонпохідних нейтрального характеру (370 нм) — на 20% ( $P < 0,001$ ), 48% ( $P < 0,001$ ), 32% ( $P < 0,001$ ) і 3% відповідно, а також зростання рівня альдегідпохідних (430 нм) — на 23%, 46% ( $P < 0,05$ ), 40% ( $P < 0,001$ ), 19%, та кетонпохідних основного характеру (530 нм) — на 65% ( $P < 0,001$ ), 37% ( $P < 0,001$ ) 20% та 54% ( $P < 0,001$ ) відповідно порівняно з контролем.

Аналіз одержаних результатів вказує на активацію процесів вільнорадикального окиснення в експериментальних тварин, які споживали енергетичний напій, що може підвищити ризик розвитку патологій, пов'язаних з оксидативним стресом та окисною модифікацією протеїнів. Це є вагомим аргументом для обмеження споживання енергетичних напоїв та проведення подальших досліджень для виявлення наслідків тривалого їх вживання.

**Ключові слова:** енергетичний напій, щури, окисна модифікація протеїнів

## Дріжджові пробіотики як альтернатива антибіотикам

О. Політило, О. Стефанишин

Ron45042@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Антибіотики широко використовують у тваринництві для профілактики захворювань та стимуляції росту тварин. Однак їх довготривале і масове застосування призвело до глобальної проблеми розвитку резистентних до антибіотиків мікроорганізмів як у тварин, так і у людей [Ferri et al., 2017]. Бактерії, які розвивають стійкість до антибіотиків, можуть передаватися від тварин до людей через харчові продукти або навколишнє середовище, що становить серйозну загрозу для громадського здоров'я.

За останні роки стало очевидним, що необхідно шукати альтернативи антибіотикам для збереження ефективності лікування інфекцій. Одним із таких напрямків є використання пробіотиків — живих мікроорганізмів, які можуть позитивно впливати на здоров'я тварин, зокрема дріжджів [Abid et al., 2022]. Дріжджі вже давно використовують як харчові добавки для тварин, але останні дослідження показали, що деякі їхні штами мають пробіотичний потенціал, здатний замінити антибіотики.

Особливий інтерес становлять маловивчені дріжджі — такі, як *Torulaspora delbrueckii* та *Yarrowia lipolytica*, які можуть мати унікальні властивості для покращення здоров'я тварин без ризику розвитку резистентності до антибіотиків [Barth & Gaillardin, 1997].

Протягом останніх десятиліть резистентність до антибіотиків стала однією з головних проблем ветеринарної медицини та громадського здоров'я [Schwarz et al., 2017]. Використання антибіотиків у кормах для тварин сприяє поширенню стійких до ліків мікроорганізмів, які можуть передаватися через м'ясо, молочні продукти та фекалії тварин [Granados-Chinchilla & Rodríguez, 2017]. Антибіотики (такі, як тетрациклін) широко використовуються для профілактики захворювань у свійської птиці, свиней та великої рогатої худоби [Shariatmadari, 2012]. Однак багато досліджень показують, що їх надмірне використання сприяє виникненню резистентних штамів бактерій — таких, як *Escherichia coli* та *Salmonella enteritidis*.

Дріжджові пробіотики, зокрема *Saccharomyces cerevisiae* та *S. boulardii*, мають доведені переваги у підтримці здоров'я тварин. Вони допомагають регулювати кишкову мікрофлору, знижувати ризик розвитку патогенних мікроорганізмів та покращувати імунний статус [Fathi et al., 2012]. Відомо, що дріжджі можуть поліпшувати процеси травлення та сприяти засвоєнню поживних речовин [Gao et al., 2008].

Маловивчені дріжджові штами, такі як *Yarrowia lipolytica* та *Candida utilis*, також демонструють перспективні пробіотичні властивості [Pang et al., 2022]. Наприклад, *Y. lipolytica* здатна виживати в агресивних умовах шлунково-кишкового тракту та продукувати ферменти, які сприяють розщепленню ліпідів та білків. *C. utilis* відома своєю здатністю покращувати склад мікробіоти кишечника та підвищувати різноманітність мікроорганізмів [Reyes-Vecerril et al., 2021].

Попередні результати показали, що застосування дріжджових пробіотиків позитивно впливає на склад кишкової мікрофлори та імунний статус тварин. Відзначено зменшення кількості патогенних мікроорганізмів у кишечнику бройлерів, які отримували пробіотики, особливо штами *Y. lipolytica* та *Pichia pastoris*. Ці результати свідчать про те, що дріжджові пробіотики можуть замінити антибіотики у тваринництві, зменшуючи ризик виникнення резистентних до антибіотиків штамів бактерій [Mountzouris et al., 2015].

Дослідження також показали, що дріжджі стимулюють вироблення імуноглобулінів та активність травних ферментів, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин. Це призводить до підвищення приросту ваги та загальної продуктивності тварин [Wang et al., 2016]. Крім того, спостерігали покращення гістологічної структури кишечника, що свідчить про покращення його функціонального стану під впливом пробіотиків [Fathi et al., 2012].

Однак важливо зазначити, що ефективність пробіотиків може залежати від концентрації та тривалості їх застосування, а також від специфіки умов утримання тварин. Тому подальші дослідження необхідні для уточнення оптимальних доз та умов використання дріжджових пробіотиків у тваринництві.

**Ключові слова:** антибіотикорезистентність, дріжджові пробіотики, здоров'я тварин, імунна система, кормові добавки

## Вплив сезону народження на формування живої маси телиць молочних порід

Ю. Полупан, С. Прийма

yupolupan@ukr.net

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

Відомо, що в сільськогосподарських підприємствах з розведення великої рогатої худоби молочних та молочно-м'ясних порід на весняні та літні місяці припадає удвічі більша кількість отелень, ніж в осінні та зимові [Резникова Н. Л., 2009]. Регулювання отелень за сезонами з метою рівномірного виробництва молока впродовж року має здійснюватися насамперед на молочних комплексах і фермах. Проте є інформація, що корови осіннього і зимового сезонів народження переважають за показниками продуктивності своїх ровесниць, народжених навесні та влітку [Федорович Є. І. та ін., 2019]. Інші автори [Носевич Д. К. та ін., 2018] повідомляють про помітну перевагу за надоєм первісток літнього сезону отелення порівняно з аналогами, які отелились взимку, або перевагу за інтенсивністю росту телиць, народжених навесні. У наших попередніх дослідженнях [Полупан Ю. П. та ін., 1999] відмічено майже рівномірний розподіл і неістотні різноспрямовані відхилення від середньої живої маси бугайців української чорно-рябої молочної породи різних місяців (сезонів) народження впродовж першого року вирощування.

Суперечливість результатів досліджень різних авторів та широке впровадження цілорічної однотипної годівлі молочної худоби повнораціонними кормосумішами зумовили необхідність проведення додаткових досліджень впливу сезону народження на вікову динаміку живої маси молодняку новостворених молочних і голштинської порід у нових технологічних умовах.

Динаміку живої маси та середньодобових приростів досліджували у стаді племінного заводу ТОВ «Агрофірма „Світанок”» Мар'їнського р-ну Донецької обл. на 1262 телицях українських червоної та чорно-рябої молочних і голштинської порід. З підконтрольних 359 телиць народились взимку, 226 — навесні, 333 — влітку і 344 — восени. Для аналізу використовували електронну інформаційну базу СУМС ОРСЕК (станом на листопад 2021 р.). Живу масу оцінювали за її величиною у новонароджених телиць та у віковій динаміці на «ювілейну» дату методом лінійної інтерполяції з 3-місячним інтервалом до 18-місячного віку.

Групові середні та їх стандартні похибки визначали методами математичної статистики [Osadcha Yu. V. et al., 2022] засобами програмного пакета *Statistica 12.0* [Фетісов В. С., 2018]. Однофакторним дисперсійним аналізом за співвідношенням факторіальної та загальної дисперсій (сум квадратів відхилень) визначали силу впливу сезону народження на загальну фенотипову мінливість живої маси телиць.

Порівнянням групових середніх не встановлено істотної різниці у живій масі новонароджених телиць у різні пори року. Народжені взимку телиці у середньому важили  $37,3 \pm 0,23$  кг, навесні —  $37,3 \pm 0,31$  кг, влітку —  $37,2 \pm 0,20$  кг і восени —  $37,4 \pm 0,20$  кг. Тобто різні сезонні умови утримання тільних корів матерів і докільля не впливали на внутрішньоутробний розвиток телиць. У перших три місяці постнатального розвитку (молочний період) вищими середньодобовими приростами живої маси вирізняються телиці осіннього ( $667 \pm 6,6$  г) і зимового ( $638 \pm 6,3$  г) сезонів народження, переважаючи групу гірших за цим показником народжених влітку ровесниць, відповідно, на  $74 \pm 9,9$  г або 12,5% ( $t_0=7,47$ ,  $P<0,001$ ) і на  $45 \pm 9,7$  г або 7,6% ( $t_0=4,64$ ,  $P<0,001$ ). Це зумовило перевагу за живою масою у віці 3 місяців телиць осіннього і зимового сезонів народження над ровесницями літнього та весняного. Зокрема перевага тварин осіннього отелення над телицями, народженими влітку, сягає  $7,0 \pm 0,96$  кг або 7,7% ( $t_0=7,29$ ,  $P<0,001$ ).

По завершенню молочного періоду і переведенні на споживання значної частки грубих кормів у віці від 3 до 6 місяців телиці осіннього отелення зберігають перевагу за середньодобовими приростами живої маси ( $844 \pm 8,0$  г). У цей період спостерігають компенсаторний ріст у телиць, народжених влітку ( $819 \pm 8,3$  г). У тварин, народжених взимку і навесні, інтенсивність росту у цей період виявляється помітно нижчою (відповідно,  $676 \pm 8,3$  і  $692 \pm 10,4$  г). Найпомітніше компенсаторний ріст спостерігається у телиць весняного ( $984 \pm 12,8$  г) і літнього ( $957 \pm 10,9$  г) сезонів народження у віці 6–9 місяців. Для порівняння, у цей період прирости живої маси телиць зимового сезону народження становлять  $784 \pm 11,3$  г, осіннього —  $748 \pm 10,9$  г, що вірогідно ( $P<0,001$ ) нижче на 173–236 г або на 22,1–31,6%. У віці 9–12 місяців кращим ростом живої маси характеризуються телиці зимового ( $1113 \pm 10,7$  г) і весняного ( $1054 \pm 10,6$  г), повільнішим — осіннього ( $938 \pm 10,2$  г) і літнього ( $832 \pm 11,3$  г) сезонів народження. У віці 12–15 місяців міжгрупова різниця за середньодобовими приростами знижується до 30–125 г (3,6–17,0%), в 15–18 місяців — до 6–74 г (0,8–11,3%) за збереження різної спрямованості за сезонами народження.

Виявлені у багатьох випадках вірогідні відмінності в інтенсивності росту телиць різних сезонів народження завдяки механізмам компенсаторного росту вже до однорічного віку зумовлюють зниження різниці у живій масі телиць препубертатного і пубертатного віку. Якщо у віці трьох місяців максимальна міжгрупова різниця за живою масою телиць становить 7,0 кг або 7,7% ( $98,2 \pm 0,65$  кг у народжених восени



проти  $91,2 \pm 0,71$  кг влітку), у шість місяців зростає до 19,5 кг або 12,5% ( $175,2 \pm 1,06$  кг у народжених восени проти  $155,7 \pm 1,26$  кг навесні), у дев'ять — до 24,5 кг або 10,5% ( $253,2 \pm 1,71$  кг у народжених влітку проти  $228,7 \pm 1,68$  кг взимку), то в однорічному віці вона знижується до 12,7 кг або 3,9% ( $341,7 \pm 1,95$  кг у народжених навесні проти  $329,0 \pm 2,07$  кг восени). На другому році постнатального розвитку різниця у живій масі телиць різних сезонів народження залишається неістотною (до 7,8 кг або 1,9% у 15 місяців і до 9,2 кг або 2,0% — у півторарічному віці). Отже, помітна різноспрямована різниця у живій масі телиць різних сезонів народження у віці 3–9 місяців завдяки механізмам компенсаторного росту і, певно, однотипній цілорічній годівлі повнораціонними кормосумішами до однорічного віку практично нівелюється і залишається низькою до 18 місяців.

Найвищі показники середньодобових приростів у всіх групах спостерігались в період інтенсивного статевого дозрівання у віці 6–12 місяців. Назагал в перший рік постембріонального розвитку середньодобовий приріст в усі сезони народження становив близько 800 г, що засвідчило достатньо високий рівень інтенсивності вирощування молодняку впродовж першого року вирощування у господарстві.

Дисперсійний аналіз підтверджує відсутність впливу сезону народження на живу масу новонароджених телиць ( $\eta_x^2 = 0,04 \pm 0,24\%$ ,  $F = 0,17$ ,  $P = 0,914$ ). У віці 3 місяців сила впливу організованого фактора зростає до  $4,6 \pm 0,23\%$  ( $F = 20,05$ ,  $P < 0,001$ ), у шість — до  $13,2 \pm 0,21\%$  ( $F = 63,78$ ,  $P < 0,001$ ), у дев'ять становить  $8,6 \pm 0,22\%$  ( $F = 39,45$ ,  $P < 0,001$ ). В однорічному віці сезон народження зумовлює вже лише  $1,6 \pm 0,23\%$  ( $F = 6,99$ ,  $P < 0,001$ ) загальної фенотипової мінливості живої маси телиць. У 15 місяців вплив сезону на досліджувану ознаку знижується до  $0,6 \pm 0,25\%$  ( $F = 2,46$ ), у півторарічному віці — до  $0,7 \pm 0,27\%$  ( $F = 2,42$ ) за невірогідного рівня статистичної значущості. Вплив сезону народження на середньодобові прирости живої маси зростає від  $5,0 \pm 0,23\%$  ( $F = 22,26$ ,  $P < 0,001$ ) від народження до трьох місяців до  $24,8 \pm 0,18\%$  ( $F = 138,45$ ,  $P < 0,001$ ) у 9–12 місяців з подальшим зниженням до  $4,4 \pm 0,24\%$  ( $F = 18,40$ ,  $P < 0,001$ ) у 12–15 місяців і  $1,4 \pm 0,27\%$  ( $F = 5,01$ ,  $P = 0,002$ ) у 15–18 місяців.

Отже, порівнянням групових середніх та дисперсійним аналізом встановлено помітний різноспрямований вплив сезону народження на живу масу телиць та її середньодобові прирости у віці 3, 6 і 9 місяців. Завдяки механізмам компенсаторного росту і, певно, однотипній цілорічній годівлі повнораціонними кормосумішами до однорічного віку міжгрупова різниця практично нівелюється і лишається низькою до 18 місяців.

**Ключові слова:** телиці, жива маса, сезон народження

## Вплив водорозчинних жирних кислот на ріст і розвиток ремонтного молодняку курей-несучок

Я. Процайло, Я. Кирилів

kyryliv@ukr.net

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, с. Оброшине, Львівська область, Україна

Яєчна продуктивність промислових курей-несучок суттєво залежить від правильного вирощування ремонтного молодняку. Для отримання бажаного результату використовують кроси яєчного напрямку продуктивності з високим генетичним потенціалом. Проте для його реалізації необхідно забезпечити ефективну годівлю, яку регулюють залежно від віку та живої маси. У перший період вирощування (1–7 тижнів) жива маса курей збільшується у 18–20 разів, тому їм рекомендовано згодовувати комбікорм з високим вмістом протеїну та обмінної енергії (20% та 1214 мДж в 100 г) за низького рівня сирової клітковини. Важливо, щоб до 4-місячного віку молодняк досягнув стандартної живої маси. Проте добрі показники живої маси не дають гарантії майбутньої високої продуктивності, оскільки вона залежить від багатьох інших факторів.

В сучасній годівлі птиці всіх напрямів продуктивності останнім часом почали застосовувати ліпідні добавки як доступне та ефективне джерело енергії. Це насамперед рослинні олії різного походження, найчастіше соняшникова і соєва. Застосування олій підвищує собівартість кормів, скорочує період зберігання та певною мірою ускладнює процес грануляції. В зв'язку з цим, тривають дослідження із пошуку та застосування їх заміників, що є актуальним і перспективним. Метою нашої роботи було вивчити можливість використання в раціонах для вирощування ремонтного молодняку курей-несучок різних доз добавок ліпідного походження, що дасть можливість здешевити технологію вирощування, покращити розвиток репродуктивних органів та вторинних статевих ознак.

Для реалізації цієї мети ми застосували концентрат водорозчинних концентратів жирних кислот (ELC — *essential lipid complex*) в кількості від 0,4 до 1,0%. Доза додавання комплексу жирних кислот була найнижчою у ремонтного молодняку і найвищою — у репродуктивних курей-несучок.

Травлення жирів у птиці інтенсивно проходить у тонкому відділі кишечника. Тут відбувається гідроліз триацилгліцеролів та інших ефірів за дії ліпаз і жовчі. Жовч містить жовчні кислоти, за впливу яких ліпіди емульгуються, утворюючи добре розчинні у водному середовищі міцели. За рахунок цього процесу збільшується площа доступу ферментів до ліпідів і травлення проходить інтенсивніше. Ненасичені жирні кислоти при цьому не розщеплюються, а всмоктуються у такому вигляді, як надійшли з кормом. Тому застосування ліпідного комплексу жирних кислот охоплює процес травлення та емульгацію жирів. В раціоні вже присутні емульговані жири.

В результаті наших досліджень встановлено, що всі дози водорозчинних концентратів жирних кислот, порівняно з контролем, дали позитивний результат в процесі вирощування. Проте доза з добового до 27-денного в 0,7% та від 28 до 56 днів в 0,6% була ефективнішою порівняно з іншими дозами та контрольною групою, яка отримувала у відповідні періоди 0,6% і 0,5% соняшникової олії. У 112 днів вирощених курчат перевели у приміщення для продуктивних курей-несучок, їм згодовували також різні дози залежно від рівня обмінної енергії, основним джерелом якої є соєва макуха та кукурудза. Жива маса курчат кросу ломан ЛСП-класик в 112-денному віці складала 1283,57 г, а в дослідних — від 1183,50 до 1277,51 г.

У дослідженні маси яєчників та довжини яйцепроводу було встановлено, що в III дослідній групі вона була вищою порівняно з контролем, відповідно, на 11,27% та 14,21%. В інших дослідних групах вона також була вищою на 4,25% та 5,29% за масою яєчників та 6,27 і 4,29 за довжиною яйцепроводу.

Якщо порівняти висоту гребінчиків у контрольній і дослідних групах, то вони також відрізнялися і були вищими або рівними у всіх дослідних групах порівняно з контрольною. Найвища маса гребінчиків була у третій та четвертій дослідних групах.

В наших дослідженнях застосовані пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева, арахідонова та лінолева жирні кислоти у різних співвідношеннях. У дослідженнях зарубіжних вчених було встановлено, що жирні кислоти проявляють позитивний вплив на фізіологічний стан, продуктивність та засвоєння корму. З початку 2000-х рр. спостерігається тенденція до заборони антибіотичних стимуляторів росту. Як альтернативу почали використовувати жирні кислоти як природні джерела для пригнічення росту бактерій і кишкових колоній патогенів [Nguyen DH. et al., 2018; Gomez-Osorio L.-M. et al., 2021]. У літературі існує кілька гіпотез щодо антимікробної активності цих жирних кислот. Одна із них базується на основному принципі, що недисоційовані кислоти можуть проникати через клітинну стінку бактерій, що призводить до порушення нормальної фізіології певних типів, зокрема збільшення розчинності, проникності та нестабільності бактеріальної мембрани.

В результаті досліджень встановлено, що заміна соняшникової олії на комплекс водорозчинних жирних кислот сприяє кращому розвитку репродуктивних органів та вторинних статевих ознак. Ефективність вирощування ремонтного молодняку курчат остаточно буде визначена у досліді на курях-несучках за яєчною продуктивністю.

**Ключові слова:** кури-несучки, молодняк, водорозчинні жирні кислоти, годівля

## Вплив пробіотиків, ефірних олій та специфічних імуноглобулінів на склад молока свиноматок, ріст і розвиток поросят раннього віку

Т. Прудіус

tarasvet126@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Інтенсивний розвиток свинарства значно виділяє роль свиноматок в свинарстві, оскільки вони несуть основне навантаження, при чому їхня продуктивність постійно зростає. На це впливає і зростання народжуваності поросят та їх вага в час відлучення. Тому важливим є максимально зберегти даних тварин від виснаження під час лактації та забезпечити формування та згодовування якісного молока поросят раннього віку.

Метою досліджень було встановити вплив пробіотиків, ефірних олій та специфічних імуноглобулінів на склад молока свиноматок, їхній вплив на ріст і розвиток поросят.

Для дослідження взяли кормову добавку «ЕнзАктив Мікс», до складу якої входить *Saccharomyces cerevisiae* з активністю  $\geq 1,5 \times 10^{10}$  КУО/г та комплекс ферментів — фітаза, протеаза, ксиланаза, целюлаза,  $\alpha$ -амілаза,  $\beta$ -глюконаза; кормову добавку «Активо», яка є комбінацією ефірних олій та їхніх екстрактів — олії кориці, розмарину, орегано, перцю чилі; а також кормову добавку «Глобіген Джамп Старт», куди входять специфічні імуноглобуліни, отримані із курячого жовтка та дріжджів. Досліди проводили паралельно. У досліді №1 використовували кормову добавку «ЕнзАктив Мікс», в досліді №2 — «Активо», а в досліді №3 — «Глобіген Джамп Старт». Свиноматок відібрано за принципом аналогів 2–3-го опоросу, які не мали перегулів. Дослід почався із моменту заходження свиноматок до родильного приміщення за 5 днів до планового опоросу або на 110-у добу поросності, де із кормом вони отримували вищезгадані кормові добавки. Поросят, отриманих від свиноматок контрольних та дослідних груп, зважували під час народження. Повторні зважування проводили на 5-, 14- і 28-му добу життя поросят. Із 5-ї доби життя поросят дослідних груп задавали пре-стартерний корм із вищепереліченими добавками.

Дослідження зразків нативного молока від свиноматок з досліді №1, отриманого на 21-у добу лактації, показало зростання масової частки білка в дослідній групі на 5,65%. Варто відмітити, що амінокислотний профіль дослідної групи практично не відрізнявся від контрольної. Незначно зріс показник феруму в молоці дослідної групи на 32%. На зростання маси тіла поросят (16,58%,  $P < 0,01$ ) на 5-у добу життя в дослідній групі могло вплинути зростання білка в молоці.

Дослідження молока від свиноматок з досліді №2 показало зростання масової частки білка в дослідній групі на 9,69%. Зростання білка в молоці лактуючих свиноматок дослідної групи, пояснює і збільшення живої маси поросят дослідної групи на п'яту добу життя на 5,4% ( $P < 0,01$ ) щодо контрольної групи. Потрібно зауважити, що поросята контрольної групи під час народження мали вищу живу масу тіла на 3,85% щодо поросят дослідної групи. Поряд зі збільшенням масової частки білку в молоці, відбулося зростання амінокислотного складу. Відмічено зростання лізину в дослідній групі на 13,18%, аланіну — на 13,11%, треоніну — 7,14%, гістидину — 22,22% щодо (К) групи. Вміст феруму в молоці свиноматок дослідної групи був вищим на 13,13% від контролю.

Показники молока в дослідній групі №3 мали дещо нижчу тенденцію, що становило зростання білка на 3,2% в дослідній групі. Не спостерігали і змін щодо амінокислотного складу молока. Що стосується мікрота макроелементів, то в дослідній групі показник цинку збільшився на 15,92%, фосфору — на 6,89%, магнію — 23%, натрію — 7,7%.

В результаті проведених досліджень встановлено, що застосування досліджуваних кормових добавок в складі комбікорму для лактуючих свиноматок мало позитивний вплив на покращення складу їхнього молока, особливо в період піку лактації, на ріст та розвиток поросят раннього віку в період, коли вони споживають тільки молоко свиноматок.

**Ключові слова:** лактуючі свиноматки, поживність молока свиноматок пробіотики, ефірні олії, специфічні імуноглобуліни

## Ефект згодовування добавки «Активіо» на ліпідний склад печінки та скелетних м'язів свиней

*Т. Прудіус, К. Смолянінов, М. Масюк, Н. Брода, Д. Мудрак*  
tarasvet126@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В останні роки важливого значення набуває розробка нових, ефективних та недорогих ветеринарних препаратів з широким спектром біологічної дії. При цьому дуже важливо визначити їх вплив на природну резистентність, інтенсифікацію обміну речовин, і як наслідок, зростання продуктивності сільськогосподарських тварин. В центрі нашої уваги — препарат «Активіо», який є комбінацією біологічно-активних речовин, виділених із ароматичних трав і спецій. До складу добавки входять: олія кориці, олія розмарину, екстракт перцю чилі, олія орегано, які проявляють широкий спектр впливу на різні ланки метаболізму в організмі тварин. Розглядаючи цей спектр, можна стверджувати, що серед всього різноманіття ефектів центральне місце посідають антиканцерогенна і антисклеротична дія жирних кислот, які входять до складу цих олій. У представленому дослідженні наведено фрагмент комплекснішої роботи з вивчення впливу кормової добавки «Активіо» на різні ланки обміну речовин і продуктивності в організмі свиней.

Метою наших досліджень було вивчити вплив біологічно активної кормової добавки «Активіо» на окремі ланки обміну ліпідів в органах і тканинах свиней. Для цього ми провели дослідження її впливу на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів у печінці та скелетних м'язах поросят.

Під час проведення експерименту до комбікорму дослідної групи було додатково введено додатковий корм «Активо» в кількості 0,2 кг/т готового комбікорму. У відібраних для дослідження тканинах визначали вміст загальних ліпідів ваговим методом після екстракції за методом Фолча. Розділення ліпідів на окремі фракції проводили методом одномірної тонкошарової хроматографії на скляних пластинках.

На основі отриманих нами даних можна зробити висновок про те, що додавання до комбікорму поросят кормової добавки «Активіо», яка містить природні біологічно-активні речовини, призводить до значних змін вмісту окремих фракцій ліпідів у печінці та скелетних м'язах поросят. Зокрема, це найяскравіше проявляється у зростанні вмісту загальних ліпідів у печінці і особливо їхньої структурної форми — фосфоліпідів у скелетних м'язах поросят. Підсумовуючи отримані нами дані, можемо зробити висновок, про те, що додавання до комбікорму поросят кормової добавки «Активіо», яка містить природні біологічно-активні речовини, зокрема олію кориці, олію розмарину, екстракт перцю чилі, олію орегано, призводить до значного зростання синтезу ліпідів у печінці, і особливо структурних ліпідів у скелетних м'язах свиней.

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



## Показники несучості та біохімічний склад крові курей-несучок у період яйценосності

Н. Пустова

pustovanatasha@ukr.net

Подільський державний університет, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна

Гематологічні дослідження крові птиці особливо важливі, тому що кров бере участь у всіх фізіологічних процесах організму. Сучасне птахівництво застосовує різні засоби для прогнозування продуктивності курей з використанням показників інтер'єру — біохімічний склад крові птиці у різні вікові періоди. Основною продукцією курей є яйця та м'ясо, на виробництво яких витрачається значна частина білків. Динаміка рівня білка та білкових фракцій у сироватці крові, взаємопов'язаних з продуктивністю птиці, має важливе значення для прогнозування продуктивності. Рівень продуктивності та динаміка несучості курей повністю відображаються на показниках крові.

Метою досліджень було виявити кращий крос курей за показниками інтер'єру (біохімічного складу крові) і продуктивності (несучості) за загальноприйнятими методиками. У ході досліджень визначали яєчну продуктивність ( $n=50$  особин для кожного кросу) і біохімічні показники крові ( $n=5$  для кожного кросу). Дослідження проводили на курях-несучках різних кросів зарубіжної селекції: *Hisex White*, *Hisex Brown*, *Hy-Line W-36*, *Hy-Line Brown*; в період продуктивного використання (20, 45 та 75 тижнів) в умовах господарства товарного типу зони Поділля (агрофірма «Авіс»). Умови годівлі та утримання були однаковими для усіх піддослідних кросів курей-несучок (згідно з нормами).

Досліджено біохімічний склад крові курей-несучок різної селекції у продуктивний період 20, 45 та 75 тижнів. Показники крові курей характеризують функціонування усіх систем організму та пов'язані з продуктивністю птиці. Інтенсивність обмінних процесів у крові птиці підвищується в період напруженого росту та розвитку організму, а також у період яйценосності, що призводить до підвищення або зменшення тих чи інших показників крові відповідно до продуктивності птиці у певний період вирощування та продуктивного використання. Біохімічні показники крові у курей повністю відображають зміни функціонування систем організму, пов'язаних з продуктивністю.

У дослідженнях найбільшу кількість загального білка і глобулінів у крові виявлено у 20-тижневому віці курей, що свідчить про інтенсивний синтез білків організмом птиці на початку несучості. Альбуміно-глобулінове співвідношення крові птиці кросу *Hy-Line Brown* було найвищим порівняно з курми інших піддослідних кросів, що є результатом підвищення альбумінів і зменшення глобулінів крові з віком. Значна частина кальцію була у крові курей-несучок 45-тижневого віку кросу *Hisex Brown* (5,11 ммоль/л) і *Hisex White* (5,02 ммоль/л), найменша — в птиці кросу *Hy-Line Brown* (4,21 ммоль/л). Аналогічні зміни відбувалися з кількістю у крові фосфору, що може свідчити про високу несучість птиці, якщо в її крові міститься підвищена кількість мінеральних речовин — кальцію і фосфору.

Результати досліджень свідчать, що у крові курей 20-тижневого віку кросу *Hy-Line Brown* спостерігали найбільшу кількість загального білка й альбумінів, у птиці кросу *Hy-Line W-36* — найменшу кількість загального білка, глобулінів, фосфору, у курей кросу *Hisex White* — найменшу кількість альбумінів та коефіцієнта А/Г, і найбільшу — глобулінів. Птиця кросу *Hisex Brown* мала більшість біохімічних показників крові середні порівняно з трьома іншими кросами птиці, максимальну кількість виявили лише кальцію і фосфору. У птиці кросу *Hy-Line Brown* були найменші показники кальцію та фосфору у крові. Найвищу кількість коефіцієнта А/Г у крові серед досліджуваної птиці виявили в курей кросу *Hy-Line W-36*.

Результати біохімічних показників крові досліджуваних кросів курей-несучок свідчать, що організму високопродуктивної птиці властивий інтенсивний обмін білків, вуглеводів та мінеральних речовин. Фізіологічна періодизація функціонування організму птиці відображається у вікових зрушеннях біохімічних показників крові, що в курей чітко проявляється.

**Ключові слова:** кури, кров, альбумін, глобулін, кальцій, фосфор

## Мікробіота кишківника котів

М. Л. Радзиховський<sup>1</sup>, Н. В. Курята<sup>2</sup>, О. В. Дишкант<sup>1</sup>

nickvet@ukr.net

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин, м. Львів, Україна

Шлунково-кишкова мікробіота — це різноманітний консорціум бактерій, архей, грибів, найпростіших і вірусів, які мешкають у кишечнику всіх ссавців. Відносини між мікробною асоціацією і господарем мають глибокий вплив на здоров'я тварин. Збалансована мікробна популяція шлунково-кишкового тракту (ШКТ) забезпечує харчові та метаболічні переваги для свого господаря, регулює імунну систему та різні сигнальні молекули, захищає кишечник від проникнення та активації патогенів і сприяє його здоровій структурі та оптимальній роботі [Barko et al., 2018].

Домашні коти (*Felis catus*) є м'ясоїдними тваринами, у яких ріст та розвиток залежать від достатнього споживання тваринної тканини для задоволення потреб у харчуванні. Багато харчових і клінічних досліджень показали, що мікробіота у кішок може залежати від кількох факторів, зокрема стану організму, віку, дієти та запальних захворювань [Ghosh et al., 2013]. Усі ці фактори мають різні масштаби впливу — деякі з них можуть бути дуже незначними, і наразі невідомо, наскільки вони важливі [Bermingham et al., 2018]. Шлунково-кишковий мікробіом є важливим фактором здоров'я ссавців, який бере участь у життєво важливих фізіологічних процесах і керує розвитком організму.

Матеріалом дослідження був патологічний матеріал, відібраний під час патологоанатомічного розтину, а саме: проби тонкого та товстого відділу кишечника з вмістом. В умовах лабораторії кафедри проводили засіви (культивування) 10%-вої суспензії кишківника з вмістом на відповідні для кожного збудника живильні середовища.

Дослідження шлунково-кишкової мікробіоти кішок є сферою постійного розширення, адже встановити чітку межу кількості мікроорганізмів надзвичайно важко, враховуючи, що на стан мікробного пейзажу впливає багато факторів, а саме: раціон, ареал існування, вік, кастрована тварина або ні тощо. Також важливим у визначенні мікробного заселення кишечника є те, що концентрація бактерій зростає аборально (тобто бере початок з ротової порожнини) за довжиною шлунково-кишкового тракту [Carding et al., 2015]. Незважаючи на вищеперераховані фактори, у домашніх котів є подібність до інших ссавців і більшість шлунково-кишкової мікробіоти (понад 99%) складається з переважних типів бактерій *Firmicutes* (клостридії, ентерококи, лактобактерії), *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* (біфідобактерії) та *Proteobacteria* (ентеробактерії такі як еширихії). Найпоширенішими групами культивованих бактерій були *Bacteroides*, *Clostridium*, *Enterococcus*, *Streptococcus* та *Eubacteria*.

Цей напрямок у вивченні мікробіоти ШКТ котів є перспективним і необхідним, адже дослідження бактеріального фону корисне для здоров'я не тільки самих котів, але і їхніх господарів, оскільки тварини-компаньйони мають таке ж середовище проживання, подібний режим харчування та мікробні спільноти, що й люди. Крім того, бактерії ШКТ здатні проявляти певний вплив на психіку людини, тому мікробіом навіть називають «другим мозком»; це явище отримало назву «весь кишечник — мозок». Про саму залежність між станом мікрофлори кишечника та психікою людини відомо вже досить давно, а у тварин-компаньйонів такий взаємозв'язок ще залишається на етапах вивчення.

**Ключові слова:** коти, шлунково-кишковий тракт, мікробіота

## Стан Т- і В-клітинної ланки специфічного імунітету телят за впливу комплексного ліпосомального препарату

*М. Рацький*

markianratskiy@gmail.com

Львівський національний університет природокористування, м. Львів, Україна

У світі досі існують протиріччя між традиційними і сучасними поглядами на імунобіологію вагітності. В останній місяць тільності в організмі відбуваються певні зміни, які проявляються зниженням клітинних та гуморальних факторів захисту й активацією процесів пероксидного окиснення ліпідів. Причиною вказаних порушень в організмі корів є фізіологічна імуносупресія, яка розвивається і посилюється у тільних тварин через незадовільні умови утримання корів. З огляду на це, актуальною є розробка комплексних імунотропних препаратів, імунореабілітуючий ефект яких буде досягатися наявністю в його складі компонентів, які забезпечують оптимізацію критично важливих біохімічних механізмів підтримання метаболічного гомеостазу.

Дослідження проводили на коровах останнього періоду гестації. Тваринам контрольної групи за 20 та 10 днів до передбачуваного отелення внутрішньом'язово вводили ізотонічний розчин натрію хлориду, коровам першої та другої дослідних груп — вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е, лецитин, L-метіонін, L-аргінін, натрію селеніт у формі ліпосомальної емульсії дозою 0,04 мл/кг маси тіла. Телятам, народженим від корів другої дослідної групи, вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е, лецитин, L-метіонін, L-аргінін, натрію селеніт у формі ліпосомальної емульсії вводили внутрішньом'язово у вказаній дозі у 3-добовому віці. Телятам, отриманим від корів першої дослідної та контрольної груп, відповідно, вводили ізотонічний розчин натрію хлориду. Матеріалом для досліджень слугувала кров телят у 3-, 7-, 14- та 21-добовому віці.

Проведені дослідження показали, що введення коровам в останній місяць тільності ліпосомального препарату у вказаному складі спричиняє імунорегуляторний вплив на клітинну ланку специфічного захисту організму. Про це свідчить більша кількість Т-лімфоцитів (загальних, активних, теофілін-резистентних) у крові телят обох дослідних груп, ніж у тварин контрольної групи ( $P < 0,05$ – $0,001$ ), упродовж усього періоду досліджень. При цьому кількість теофілін-чутливих Т-лімфоцитів у крові телят обох дослідних груп на 7-му добу життя була менша, ніж у контрольній ( $P < 0,05$ ). Водночас кількість Т-супресорів у крові телят першої дослідної групи збільшилася у 14- і 21-добовому віці ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,001$ ), а у тварин другої дослідної групи — на 14-ту добу життя ( $P < 0,001$ ) щодо тварин контрольної групи.

За дії ліпосомального препарату упродовж усього періоду досліджень зафіксовано вищий рівень індукції Т-лімфоцитів до бластної трансформації з фітогемаглютиніном, а також більшу кількість В-лімфоцитів у крові телят обох дослідних груп порівняно з контрольною ( $P < 0,05$ – $0,001$ ). Підвищення кількості і функціональної активності Т- і В-лімфоцитів у крові телят, ймовірно, зумовлено як прямим, так і опосередкованим впливом вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е, лізину, метіоніну, аргініну та натрію селеніту у складі ліпосомального препарату на експресію Т- і В-лімфоцитів на плазматичні мембрани.

Констатовано позитивний вплив розробленого ліпосомального препарату на стан Т- і В-клітинної ланки імунітету телят, що сприятиме підвищенню їхнього імунного потенціалу.

Парентеральне введення коровам в останній місяць тільності комплексного ліпосомального препарату, до складу якого входять вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е, лецитин, L-метіонін, L-аргінін, натрію селеніт, спричиняє збільшення кількості Т-лімфоцитів (загальних, активних і теофілін-резистентних) та В-лімфоцитів у крові народжених від них телят і підвищує функціональну активність імунокомпетентних клітин за рахунок перерозподілу рецепторного апарату Т- і В-лімфоцитів у бік збільшення їхньої авідності. При цьому констатовано підвищення функціональної активності Т-лімфоцитів крові у реакції баластної трансформації лімфоцитів з фітогемаглютиніном.

**Ключові слова:** імунітет, кров, телята, вітаміни, лімфоцити

## Епізоотична ситуація щодо вірусних захворювань лососевих в Україні

Ю. Рудь, Л. Бучацький

rudziknew@ukr.net

Інститут рибного господарства НААН, м. Київ, Україна

РНК-вмісні віруси призводять до значних економічних втрат у вітчизняному форелівництві. Оскільки лікування вірусних інфекцій в аквакультури практично неможливе, віруси спустошують інфіковані господарства і тим самим гальмують розвиток галузі. Основним видом форелівництва в Україні є райдужна форель або пструг (*Oncorhynchus mykiss*). Також у вітчизняних господарствах вирощують палію (*Salvelinus sp.*) та аборигенний вид — струмкову форель (*Salmo trutta*). Усі види лососевих, які вирощують в умовах аквакультури в Україні, є чутливими до групи РНК-вмісних вірусів, здатних спричиняти гострі та хронічні інфекції, завдаючи збитки для рибних господарств [Бучацький та ін., 2020].

В Україні на сьогодні ідентифіковано чотири РНК-вмісні віруси з родин *Rhabdoviridae* (VHSV та IHNV) [Рудь та ін., 2018], *Birnaviridae* (IPNV) [Rud et al., 2015] та *Reoviridae* (PRV-3) [Rud, Buchatsky, 2019]. Рабдо-віруси *Viral hemorrhagic septicemia virus* (VHSV) та *Infectious hematopoietic necrosis virus* (IHNV) є найнебезпечнішими, оскільки здатні уражати всі вікові групи форелі — від личинки до товарної риби. Обидва віруси спричиняють смертність у чутливих видів лососевих на рівні 50–90%. Представник родини *Birnaviridae* вірус *Infectious pancreatic necrosis virus* (IPNV) інфікує здебільшого личинки та мальків райдужної форелі та палії і здатен спричиняти загибель понад 50–70% популяції. Реовірус *Piscine orthoreovirus type-3* (PRV-3) найчастіше спричиняє хронічний перебіг захворювання, під час якого дуже часто спостерігають розвиток вторинних бактеріальних інфекцій. Смертність від орторевірусної інфекції форелі зазвичай становить 15–20%.

Найскладніша епізоотична ситуація з вірусними захворюваннями лососевих в Україні складається в західному регіоні, де господарства розташовані поруч і використовують для власного водопостачання воду з річок. Практично відсутні механізми захисту та запобігання занесенню вірусу на господарство. Оскільки немає можливості дезінфікувати воду, віруси легко потрапляють на господарства з природних водойм. У результаті моніторингових досліджень встановлено, що більшість форелевих господарств, розташованих на одній річці, були інфікованими одним й тим самим ізолятом вірусу, а частота ураження популяцій залежала від вікової групи риб, температурного режиму води, якості кормів і своєчасного реагування виробників на прояв вторинних (бактеріальних) інфекцій. Аналізуючи поширення вірусів VHSV та IHNV, PRV-3 та IPNV, виявили певну закономірність. Під час моніторингових досліджень у 2020–2023 р. на окремих господарствах виявлено почергове інфікування райдужної форелі в різні періоди обома рабдовірусами VHSV та IHNV, які були причиною високої смертності. Крім того, на фермах цього ж регіону виявлено вторинні вірусні інфекції, спричинені реовірусом PRV-3. Дуже схожа ситуація спостерігалася в інкубаційних цехах господарств, інфікованих аквабірнавірусом IPNV, який спричиняє високу смертність у мальків райдужної форелі та палії.

Доступних комерційних вакцин на ринку України проти вірусів форелі немає. Навіть розроблені та комерціалізовані закордонні імунобіотехнологічні препарати потребують постійного вдосконалення, оскільки РНК-вмісні віруси досить мінливі у зв'язку з мутаційними процесами у вірусних геномах. До того ж методи введення вакцини також потребують постійного вдосконалення. Великою проблемою також є те, що виробники не приділяють належної уваги біозахисту на фермах і, як наслідок, на господарствах виникають спалахи вірусних захворювань, спричинених перенесенням вірусу або через воду, або через неякісний, в тому числі імпортований рибопосадковий матеріал.

Використовуючи для водопостачання відкриті водойми, неможливо забезпечити біобезпеку в рибницьких господарствах, а процедури депопуляції, дезінфекції та карантинного режиму, які, у свою чергу, потребують додаткових часових та фінансових витрат, є неефективними. Можливими рішеннями ситуації можуть бути варіанти з вирощуванням нечутливих до вірусів видів лососевих (наприклад, гібридів), контроль температурних режимів та колективний захист виробників, використання функціональних кормів, створення SPF-ферм або вирощування молоді лососевих на автономних системах попередньої обробки води та використання імунобіотехнологічних підходів — таких, як автогенні вакцини.

**Ключові слова:** лососеві, форелівництво, РНК-вмісні віруси, імунобіотехнологія, епізоотична ситуація



## Мікробіом кишки щурів за дії піразол-тіазолідинового гібриду *Les-6490* та німесуліді

Т. Руминська, І. Юшин, С. Голота, Ю. Конечний, Р. Лесик  
tanityshka.r@ukr.net

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

Мікробіота кишки — це сукупність мікроорганізмів, які заселяють шлунково-кишковий канал (ШКК). Вона починає формуватися після народження, характеризується віковими та популяційними особливостями й містить трильйони мікроорганізмів, котрі належать до сотень видів, перевищуючи за кількістю клітин організм людини: до неї входять бактерії, грибки, віруси та інші мікроорганізми. Мікробіота кишки бере участь у важливих фізіологічних функціях ШКК, зокрема у моториці, біотрансформації нутрієнтів, імунomodуляції та розвитку імунотолерантності. Метаболіти, продуковані кишковою мікробіотою, зокрема коротколанцюгові жирні кислоти беруть участь у важливих біохімічних та фізіологічних процесах — забезпечують енергетичні потреби кишкового епітелію, регулюють моторику гладенької мускулатури, впливають на рівень гормонів гіпофізу, запобігають злоякісному переродженню колоноцитів.

Нестероїдні протизапальні препарати (НПЗП), які широко застосовуються у лікуванні, здатні спричинити захворювання ШКК, асоційовані з порушеннями кишкової мікробіоти. Пошук нових сполук, які б могли впливати на мікробіологічну спільноту, проявляти протимікробну та протизапальну дію, залишається актуальним на сьогодні.

Метою цього дослідження було проаналізувати вплив сполуки 5-(Z)-((1,3-дифеніл-1H-піразол-4-іл)метил)-2,4-тіазолідиндіону (*Les-6490*) та німесуліді (НПЗП) на пристінкову мікробіоту кишки щурів *in vivo*. Вивчення впливу похідного 4-тіазолідиноу *Les-6490* та німесуліді на мікробіоту кишки *in vivo* проводили на біомоделі щурів. З метою індукції запального процесу дослідним тваринам вводили ад'ювант Фрейнда (АФ) підшкірно 0,1 мл в подошовну частину задньої кінцівки. Для лікування тварини дослідної групи (n=30) за звичайного годування отримували німесулід (НПЗП) у дозі 15,0 та мг/кг та похідна 4-тіазолідиноу — *Les-6490* у дозі 10 мг/кг внутрішньошлунково один раз на добу впродовж 14 днів. Після цього тварин виводили з експерименту, декапітуючи на фоні інгаляційного наркозу діетиловим ефіром. Перед введенням сполуку та німесулід розчиняли у Твін 80. Було сформовано такі експериментальні групи: група К — інтактні тварин; група А — тварини з індукованим запаленням; AL — тварини зі запаленням, яким вводили сполуку *Les-6490*; L — досліджувані тварини без ад'ювантного запалення, тільки зі сполукою *Les-6490*; N — досліджувані тварини без ад'ювантного запалення, тільки з німесулідом. Матеріалом для дослідження слугували пристінковий слиз тонкої кишки (пристінкова мікробіота), забраний в асептичних умовах та відправлений на секвенування 16s рНК (*Novogene*, Пекін, Китай).

У контрольній групі ідентифіковано геноми чотирьох родів бактерій, у найбільшій кількості — представників основного виду кишкової мікробіоти *Lactobacillus*. Під *Stentotrophomonas* — слабоферментуючі грамнегативні бактерії, котрі трапляються у воді, ґрунті, на рослинах, а також можуть спричинити опортуністичні нозокоміальні інфекції. Виявлено також геноми *Nitronomonas* — аеробних бактерій, здатних окислювати аміак та бактерій роду *Delftia*. Найбільші особливості виявлено в групі L у тварин, які отримували сполуку *Les-6490*. Це стосується зменшення кількості роду *Lactobacillus* та *Stentotrophomonas*. Важливо, що за застосування вказаних праймерів ідентифіковано близько половини геномів. Це вказує на альтерацію складу мікробіому цієї групи. Бактерії роду *Lactobacillus* не виявлялись у групі AL, в якій тварини одержували сполуку *Les-6490* на фоні запального процесу. У групах тварин без запального процесу відмічено зменшення кількості *Lactobacillus* за дії як німесуліді, так і досліджуваної сполуки порівняно з тваринами контрольної групи, що може свідчити про подібну дію цих речовин.

У тварин, які отримували сполуку *Les-6490* (група L), відзначено збільшення кількості *Helicobacter*, чого не спостерігали в інших досліджуваних групах. У групі N домінують *Stentotrophomonas* та бактерії роду *Brevundimonas*, здатні синтезувати каротиноїди, які можуть виступати як антиоксиданти, але їх синтез хімічним шляхом є складним. У групі L також спостерігали незначне збільшення кількості бактерій родів *Streptococcus*, *Prevotella*, *Veillonella* порівняно з іншими групами, а також, на відміну від інших досліджуваних груп, бактеріолог роду *Serratia*, натомість у групі N — збільшення кількості *Bifidobacterium*.

Отже, застосування новосинтезованої сполуки *Les-6490* та нестероїдного протизапального препарату німесуліді впливає на склад мікробіоти кишкового тракту щурів й підвищує видову різноманітність. Сполука *Les-6490* стимулює ріст *Helicobacter* та проявляє активність проти *Stentotrophomonas*.

**Ключові слова:** мікробіом, запалення, похідна 4-тіазолідиноу, щури

## Функціональна модифікація наночастинок — дієвий інструмент розробки антибактеріальних препаратів

*В. Сирватка<sup>1,2</sup>, І. Гевкан<sup>2</sup>, В. Федорович<sup>2</sup>, О. Штапенко<sup>3</sup>, О. Громико<sup>1</sup>, В. Федоренко<sup>1</sup>*  
vasyl.syrvatka@gmail.com

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Модифікація металевих наночастинок різними органічними сполуками, зокрема тими, які мають активну біологічну дію, значно розширює можливості їх застосування в медицині, біотехнології та сільському господарстві. Стратегія зв'язування наночастинок з біологічними молекулами здатна вирішити важливі проблеми використання нанопрепаратів — такі, як стабільність під час зберігання, токсичність у межах організму, цільова доставка та підвищення ефективності їхньої дії. Особливістю композитних наноматеріалів є їхня поліфункціональність, що обумовлено наявністю кількох складових, здатних посилювати загальний вплив на організм.

У випадку створення нанопрепаратів антибіотичної дії важливо максимізувати їхній токсичний ефект на мікроорганізми та мінімізувати негативний вплив на організм тварин і людини. Модифікація нанопрепаратів протимікробної дії також відкриває можливості для їх внутрішнього застосування у лікуванні інфекційних хвороб. Композитні наноматеріали здатні забезпечити кращу та тривалішу експозицію введених препаратів до мікроорганізмів, значно пролонгуючи їхню дію. Природа стабілізуючих речовин для наночастинок може варіюватися від синтетичних полімерів до природних високомолекулярних сполук. Основним критерієм вибору композитної речовини є здатність утворювати стабільні комплекси з наночастинками, зберігаючи при цьому бажані властивості нанопрепаратів.

Крім того, такі композитні молекули можуть бути біологічно активними, посилюючи дію наночастинок або розширюючи їхні нановластивості. До таких властивостей належить власна антибіотична активність, що може суттєво підвищити ефективність наночастинок. Також можливий синергетичний вплив композитних наноматеріалів на мікроорганізми, пов'язаний з подоланням механізмів їхньої резистентності та посиленою генерацією активних форм кисню за допомогою наночастинок. Актуальність цієї роботи полягає у створенні ефективних антибактеріальних препаратів, здатних подолати наявні механізми захисту мікроорганізмів та запобігти появі нових, що можуть суттєво ускладнити лікування.

Метою роботи було дослідження різних модифікацій наночастинок аргентуму для використання в складі препаратів, призначених для лікування інфекційних захворювань у тварин. Для досягнення цієї мети на базі кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка у співпраці з лабораторією відтворення Інституту біології тварин було розроблено низку формулювань наночастинок. Охарактеризовано їхні фізико-хімічні властивості, біологічну та антибактеріальну активність, а також досліджено можливість їх застосування у створенні комплексних препаратів для лікування інфекційних захворювань тварин. Як результат, було розроблено та протестовано високоефективні комплексні препарати, зокрема для лікування інфекційних ендометритів у корів.

**Ключові слова:** наночастинки, антибактеріальні препарати, інфекційні захворювання тварин

## Продуктивний ефект використання екзогенних ензимів та різних форм Сульфур у годівлі курчат-бройлерів

Я. Сірко, О. Стефанишин, А. Гунчак, Б. Кирилів  
yasir@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Сучасні темпи розвитку птахівничої галузі вимагають вирішення таких завдань, як розроблення ефективної концепції годівлі сільськогосподарської птиці із внесенням відповідних корективів [Вегнерук зі співавт., 2015]. Адже раціональна і повноцінна годівля найістотніше сприяє росту і розвитку птиці, її збереженості й високій відтворній здатності, реалізації генетично обумовленої продуктивності та виробництву продукції відповідної якості [Братішко зі співавт., 2013; Яремчук зі співавт., 2020].

До біологічно активних чинників годівлі, які позитивно впливають на перетравність і засвоєння поживних речовин кормів, належать мультиензимні препарати, що характеризуються відповідною спрямованістю на поліпшення перетравлення білків, клітковини, бета-глюканів, арабіноксиланів тощо [Кирилів, 2017]. Водночас для забезпечення біологічної потреби птиці в поживних речовинах дефіцит сірковмісних амінокислот частково можна компенсувати через додаткове додавання сульфатів, що сприяє підвищенню компонентів сульфонових амінополісахаридів, може покращувати функціонування мукоїдного бар'єру травного тракту і стимулювати всмоктування поживних речовин корму [Лісна зі співавт., 2019]. У наших попередніх дослідженнях доведено доцільність заміни в раціонах птиці мінеральних добавок у неорганічній формі їх цитратованою формою нанотехнологічного походження [Медвідь зі співавт., 2018]. Тому актуальними є системні дослідження інтенсивності метаболічних процесів в організмі курчат за введення до раціону екзогенних ензимів у комплексі з Сульфуром у різних формах для підвищення розщеплення, перетравлення і засвоєння поживних речовин корму, підвищення продуктивності та покращення біологічної і харчової якості продукції птахівництва.

Дослід проведено в умовах віварію Інституту біології тварин НААН на молодняку курей м'ясного напрямку продуктивності кросу Росс-8 10-добового віку, сформованих у чотири групи по 20 курчат у кожній. Утримання курчат-бройлерів у клітках та їхня годівля відповідали технологічним вимогам. Вся птиця отримувала повнораціонний комбікорм. Курчата контрольної групи споживали комбікорм з додатковим введенням 0,3% сульфату натрію. Птиці першої дослідної групи до раціону додавали 0,3% сульфату натрію + «Натузім»; другої дослідної — цитрат сульфур (25% від контролю в перерахунку на Сульфур) + «Натузім»; третьої дослідної — цитрат сульфур (10% від контролю в перерахунку на Сульфур) + «Натузім». Комплексний ензимний препарат «Натузім» утворений трьома штамми бактерій і грибів (*Trichoderma Longibrachiatum*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*), які продукують шість ензимних активностей, що підсилюють одне одного [Poberezhets, 2020]. Упродовж досліді спостерігали за фізіологічним станом птиці, збереженістю поголів'я і продуктивністю. Наприкінці досліді було проведено забій птиці й відібрано біологічний матеріал для досліджень.

Встановлено, що ефективність додаткового введення до раціону курчат-бройлерів Сульфур залежить від форми та кількості елемента. Доведено доцільність заміни в раціонах птиці м'ясного напрямку продуктивності мінеральної добавки Сульфур у формі неорганічної солі ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) цитратом Сульфур нанотехнологічного походження в кількості, що становить 10% від вмісту елемента у неорганічній формі, та додавання комплексного ензимного препарату «Натузім». При цьому забезпечується підвищення продуктивності птиці (маса тіла зростає на 1,7%; маса півпатраної тушки — на 4,16%; забійний вихід — на 2,12%) та покращення якості отриманої продукції (у грудних м'язах вірогідно знижується вміст етерифікованого і вільного холестеролу ( $P<0,01$ ) та вільних жирних кислот ( $P<0,05$ ) за одночасного зростання кількості триацилгліцеролів ( $P<0,01$ )).

**Ключові слова:** Сульфур, ензимна добавка, курчата-бройлери, продуктивність

## Становлення методу трансплантації ембріонів у худоби в Україні

**Б. В. Смолянінов**

smolyaninow@gmail.com

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Трансплантація ембріонів є одним з біотехнологічних методів, здатних прискорити розмноження цінних тварин. Техніка трансплантації ембріонів (перенесення) полягає в отриманні ембріонів з матки корови з цінними якостями на 7–9-ий день після осіменіння донора і перенесення їх у матку реципієнта — менш цінної за класом тварини або телиці парувального віку. Це дає можливість збільшити кількість нащадків від високоцінних батьків.

Історія трансплантації ембріонів почалась від дослідів Хіпа у Кембріджі, який на початку ХХ ст. вдало пересадив ранній ембріон кроля. Перше успішне перенесення ембріонів у свійських тварин здійснив у Полтаві професор О. Квасницький: у 1949 р. він пересадив чотирьом свинкам дев'ять ембріонів і отримав перших чотирьох поросят, тому вчений визнаний у світі як піонер ембріоперенесень на свійських тваринах. Наступні успішні ембріоперенесення на худобі відбулися в Англії. Наприкінці 60-х рр. минулого сторіччя у Кембріджі група під керівництвом Роусона виконала успішні перенесення ембріонів у корів. Ці праці дали можливість розробити і впровадити метод практичної трансплантації ембріонів у корів, що призвело до поширення методу у Європі, США і Канаді. На сьогодні в цих країнах щорічно виконується понад мільйон ембріоперенесень.

В Україні ембріоперенесення у корів були виконані в середині 80-х рр.: у Харкові в інституті Лісостепу і Полісся О. Бугровим, у Києві в НДІ розведення та штучного осіменіння Б. Вельможним, у Львові в НДІ фізіології та біохімії перших телят методом трансплантації одержала група Б. Смолянінова у 1985 р. До сектору трансплантації ембріонів входили: М. Лесів, І. Кудла, А. Бучко, Д. Кобулей та Ю. Сливчук, які до 1989 р. виконували ембріоперенесення у декількох господарствах Львівської, Тернопільської та Чернівецької обл.

У селищі Грядя під Львовом у 1986–1987 рр. був збудований і оснащений сучасним обладнанням центр трансплантації ембріонів, який успішно працював під керівництвом професора С. Шаловила. На базі цього центру в 1987 р. проведено Всеукраїнський семінар керівників сільського господарства, на якому наша група демонструвала перших телят-трансплантатів.

В роботі львівської групи трансплантації цінну допомогу надали вчені Чехії — доктор І. Фулка та Г. Мотлік. Вони запрошували на стажування та відвідували нас під час роботи. Варто зазначити, що І. Фулка у 50-х рр. проходив аспірантуру в Полтаві у професора О. Квасницького.

Паралельно з практичними ембріоперенесеннями у співавторстві з професором І. Розгоні розроблено й апробовано комплексний гонадотропний препарат для стимулювання поліовуляції у корів-донорів. Цей препарат вдвічі зменшував курс введення гонадотропінів і був запатентований.

Після такого значного поширення методу в Україні до 90-х рр. фронт практичних ембріоперенесень зменшився. Причиною були зміни у структурі колективних господарств країни, де переважно і виконували означені роботи. В наш час метод застосовується лише в окремих господарствах Київщини та Харківщини.

**Ключові слова:** ембріоперенесення, трансплантація, ембріони, історія України, донор, реципієнт, фізіологія



## Моніторинг іхтіопаразитологічного стану рибницьких водойм на теренах Західного регіону України у весняний період

Х. Солопова<sup>1</sup>, О. Бернакевич<sup>2</sup>

khrystyna.solopova@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут рибного господарства НААН, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства НААН, смт Великий Любін, Львівська обл., Україна

Хвороби риб дуже поширені і завдають значних економічних втрат аквакультурі внаслідок загибелі, санітарного вибракування, зниження кондицій цінних промислових прісноводних і морських риб та інших гідробіонтів. Велику небезпеку становлять збудники з широкою специфічністю, які уражують широке коло різних видів риб. За низки інвазійних хвороб, особливо гельмінтозів, хоч загибель і не настає, а захворювання перебігає субклінічно, у риб знижуються всі види продуктивності, затримується їхній нормальний фізіологічний розвиток. Тому актуальним є вивчення закономірностей розвитку інвазійних хвороб в кожному конкретному випадку, щоб запобігти їх виникненню, організувати і здійснити відповідні профілактичні та лікувальні заходи і таким чином зменшити втрати від хвороб.

Для іхтіопатологічного дослідження використовували метод повного паразитологічного розтину, модифікований щодо риб [Секретарюк, 2003]. Видову належність виявлених паразитів встановлювали за О. Н. Бауером [1984]. Вираховували екстенсивність інвазії (*EI*) — відношення кількості інвазованих риб до загальної чисельності обстежених особин того самого виду, яку виражали у відсотках (%), та інтенсивність інвазії (*II*) — кількість паразитів одного і того самого виду на одну рибу. За результатами дослідження декількох уражених особин риб *II* вказували двома цифрами, які відповідають мінімальній та максимальній кількості паразитів, виявлених на одну обстежену особину. У постановці діагнозу враховували також клінічні та епізоотологічні дані. Моніторинговий період досліджень — квітень-травень 2024 р.

Під час дослідження дворічок коропів з с. Родатичі Львівської обл. у кишечнику виявлено цестод *Bothriocephalus acheilognathi*, *EI* — 20%, *II* — 4–10 екз. Гельмінти здатні травмувати слизову кишкового тракту, провокувати її запалення, утворюючи геморагії, порушуючи травлення і як наслідок — спричиняючи загальну інтоксикацію організму хворих риб, зміну структури та кольору внутрішніх органів. За обстеження зовнішніх покривів виявлено паразитичних рачків *Argulus foliaceus*, *EI* — 40%, *II* — 4–5 екз. Аргулюси паразитують на шкірі, руйнують епідерміс, м'язи, живляться кров'ю, призводять до загального виснаження риб. Також за поверхневого огляду зауважили ураження хвостових, грудних, спинних плавників нез'ясованої етіології.

Клінічний огляд дволіток коропів із смт Коритне Рівненської обл. на поверхні тіла риб, особливо голови, виявив велику кількість трофонтів інфузорії *Ichthyophthirius multifiliis* у вигляді «манної крупи». Під час паразитологічного дослідження встановлено *EI* 30%, *II* 8–12 інфузорій в полі зору мікроскопа. Іхтіофтиріуси здатні пошкоджувати поверхневі шари епітеліальних покривів, спричиняючи набряки, вакуолізацію і злущування зябрового епітелію та інтоксикацію організму риб. Навколо іхтіофтиріусів утворюється зона лізованих клітин; у ділянках дерми, розміщених під паразитами, виникає дифузна інфільтрація сполучної тканини. Збудник травмує тканину зябер, епітеліальні та сполучнотканинні шари шкіри, плавців, призводячи до їх некротизації і порушення процесів дихання [Вовк, 2014].

Іхтіопаразитологічний огляд однорічок коропів у с. Поріччя-Грунтове Львівської обл. виявив ураження зовнішніх покривів веслоногими рачками *Lernaea cyprinacea*, *EI* — 50%, *II* — 12–14 екз. Лернії проникають у тіло риби за допомогою чотирьох розгалужених виростів. На місці проникнення в шкіру та м'язи розвивається запалення, набряк, гіперемія, утворюються виразки з вузьким білим обідком. Також під час розтину кишечнику виявлено ендopазитів класу цестод *Khawia sinensis*, *EI* — 20%, *II* — 4–10 екз. Клінічні ознаки при кавіозі яскраво виражені лише за високої інтенсивності інвазії — тоді спостерігається ушкодження епітеліального шару слизової оболонки, посилене слизоутворення, інфільтрація лейкоцитами. Значна кількість гельмінтів може спричинити закупорювання просвіту кишечнику, зменшити споживання корму та, відповідно, знизити вгодованість риб.

Також на водоймах Львівщини в поодиноких випадках трапляються ураження *Lernaea esocina* у лина, *Lernaea cyprinacea* у карася, *Posthodiplostomum cuticola* у товстолаба, *Dactylogyrus vastator* у коропа.

У встановленні остаточного діагнозу на інвазійні хвороби необхідно дотримуватись правила: риб реєструють як хворих лише в тому випадку, якщо у них виявлені паразити і є клінічні ознаки хвороби. Якщо ж виявили паразитів, але клінічні прояви відсутні, то таку рибу вважають не хворою, а «паразитоносієм» або в стані «зараженості» та її обліковують окремо. Однак варто бути обережним і враховувати також епізоотологічні дані, оскільки це не заперечує можливості переходу стану зараженості в хворобу після збільшення числа паразитів і появи клінічних ознак.

Отже, під час комплексної оцінки іхтіопатологічного стану прісноводних водойм Західного регіону України виявлено ураження риб екто- та ендopазитами таких класів: ціліафорозів (іхтіофтиріоз), цестодозів (кавіоз, ботріоцефальоз), крустацеозів (аргульоз, лерніоз), моногеноїдозів (дактилогіроз), трематодозів (постдиплостомоз).

**Ключові слова:** іхтіопаразитологія, екстенсивність інвазії, інтенсивність інвазії

## Аналіз розвитку ооцитів великої рогатої худоби за різних часових параметрів початку їх активації *in vitro*

А. Троцький, С. Ковтун, О. Щербак

kovtun\_si@i.ua

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

Виробництво *in vitro* ембріонів великої рогатої худоби вперше у 2015 р. перевищило кількість ембріонів, отриманих за традиційною технологією *in vivo* і в наступні роки продовжило зростати, досягнувши майже 80% від загальної кількості отриманих ембріонів [Viana, 2022]. У 2022 р. *in vitro* було отримано на +5,5% (104 088 шт.) ембріонів великої рогатої худоби більше, ніж у 2021 р. Також у світі рівень пересаджених реципієнтам ембріонів великої рогатої худоби *in vitro* у 2022 р. становив 80,4%. Тому, незважаючи на значний прогрес у технології одержання ембріонів *in vitro*, необхідно проводити подальші дослідження щодо визначення оптимальних технологічних параметрів з урахуванням особливостей різних видів сільськогосподарських тварин.

Метою наших досліджень було оцінити компетентність ооцитів великої рогатої худоби до розвитку за різних часових параметрів їх активації до дозрівання *in vitro*. Яєчники доставляли в лабораторію упродовж 2, 4, 6 та 8 годин. Варто зауважити, що відібрані на бійні яєчники є цінним біологічним матеріалом для досліджень, пов'язаних саме з удосконаленням технології отримання ембріонів *in vitro*.

Встановлено залежність компетентності до дозрівання ооцитів в умовах *in vitro* від терміну початку їх активації поза організмом. Збільшення терміну початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів з 2 год. до 8 год. призводить до значного зменшення показника дозрівання поза організмом ооцитів корів до метафази-2 мейозу — з  $82,7 \pm 4,2$  (67 дозрілих яйцеклітин із 81 ооцитів) до  $48,8 \pm 5,5\%$  (41 дозріла яйцеклітина із 84 ооцитів). Показник кількості гамет з дегенерованим хроматином у цих експериментальних групах збільшувався, відповідно, з  $12,4 \pm 3,7$  до  $44,0 \pm 5,4\%$ . За початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів через 4 год. та 6 год. відсоток дозрілих поза організмом ооцитів корів до метафази-2 мейозу становив  $75,3 \pm 4,6$  (67 дозрілих яйцеклітин із 89 ооцитів) та  $61,5 \pm 5,0\%$  (59 дозрілих яйцеклітин із 96 ооцитів) відповідно.

За збільшення терміну початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів корів з 2 год. до 8 год. та подальшого культивування на 33,9% зменшується кількість гамет, отриманих на метафази-2 мейозу і на 31,6% збільшується кількість клітин з дегенерованим хроматином. За початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів з 4 до 6 год. кількість клітин з дегенерованим хроматином збільшується на 2,2 та 15,7% порівняно із початком активації *in vitro* дозрівання дві години ( $12,4 \pm 3,7\%$ , 10 клітин з дегенерованим хроматином із 81 дозрілої яйцеклітини).

Встановлено залежність впливу на компетентність ооцит-кумулясних комплексів корів, отриманих з яєчників, які доставляли в лабораторію упродовж різного терміну. Проаналізовано різні часові параметри початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів, встановлено вірогідну різницю ( $P < 0,001$ ) між експериментальними групами за таких показників, як дозрівання до метафази-2 мейозу та кількістю клітин з дегенерованим хроматином. Отже, за умов, коли неможливо забезпечити оперативне транспортування яєчників до біотехнологічної лабораторії, можна подовжити термін початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів корів до 8 год., але це призведе до зниження ефективності отримання цінного генетичного матеріалу для подальших біотехнологічних маніпуляцій.

**Ключові слова:** яєчники, ооцит-кумулясні комплекси, дозрівання *in vitro*, активація, метафаза-2 мейозу, часові параметри

## Особливості обмінних процесів у кістковій тканині щурів за умов кадмієвої інтоксикації

Н. Хопта, Г. Ерстенюк, Л. Нечитайло

khopta31@ukr.net

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Кісткова тканина як найбільш мінералізована серед тканин організму зазнає значного негативного впливу хімічних екотоксикантів, серед яких вагоме місце посідають сполуки кадмію (Cd). Відомо, що десятиденне надходження в організм  $1/10 LD_{50}$  CdCl<sub>2</sub> спричиняє розвиток кадміозу. У численних дослідженнях з'ясовано, що Cd має прооксидантні властивості, активуючи процеси пероксидації протеїнів та ліпідів, порушує структуру і цілісність біомембран. Крім цього, Cd конкурентно взаємодіє з есенціальними двовалентними металами, утворює міцні комплекси з органічними лігандами, змінює активність ензимів, блокуючи –SH-групи. Зважаючи на значну поширеність кісткових патологій, на що вказують експерти ВООЗ, та нез'ясованість біохімічних механізмів впливу Cd на метаболічні процеси у кістковій тканині, метою нього дослідження було вивчити зміни показників кісткового метаболізму в щурів за умов кадміозу.

Дослідження проводили на білих щурах-самцях, яких поділили на дві групи: I — контрольна, II — дослідна, яким упродовж 10-ти днів вводили розчин кадмію (CdCl<sub>2</sub>) у дозі  $1/10 LD_{50}$ . Забір крові здійснювали на 1-, 14- та 28-у доби після завершення введення токсиканту. Експеримент проводили з дотриманням вимог українського та європейського законодавства з біоетики. Для вивчення впливу Cd на метаболічні процеси у кістковій тканині тварин у плазмі крові визначали концентрацію загального та іонізованого кальцію, фосфатів, оксипроліну, активностей лужної (ЛФ) та кислоти фосфатаз (КФ) та їх співвідношення (ЛФ/КФ), використовуючи стандартизовані набори реактивів.

За результатами досліджень встановлено, що в ранній період після надходження до організму тварин кадмію хлориду рівень загального та іонізованого кальцію плазми знижувався, відповідно, на 16,9% та 23,8%, що може бути пов'язане зі зростанням рівня фосфатів у крові на 1-у добу. Водночас у цей період в 1,85 рази ( $P < 0,001$ ) збільшувалася концентрація оксипроліну — маркерної амінокислоти катаболізму колагену. У наступний період (14-28-а доби) концентрація загального кальцію плазми поступово підвищувалася, перевищуючи значення у контрольних тварин на 24,5–38,1% відповідно ( $P < 0,05$ ). Концентрація іонізованого кальцію в плазмі є однією з найбільш строго контрольованих констант крові, її коливання в нормі складає до 5%. За умов розвитку кадміозу спостерігалися значно більші відхилення: на 14-у добу вона підвищувалася на 11,6%, залишаючись, однак, вірогідно нижчою на 15% за показники контрольної групи. На 28-у добу цей показник різко зростав — на 43,8% порівняно з попереднім періодом і на 22,2% перевищував контроль. Концентрація фосфатів плазми на 14-у добу знижувалася на 16,2%, а на 28-у — підвищувалася на 22,8% щодо показників у контрольних тварин ( $P < 0,05$ ). Концентрація оксипроліну до кінця експерименту перевищувала контрольні показники у 2,5 рази. Збалансованість процесів резорбції і остеосинтезу лежить в основі ремоделювання кісткової тканини і нормального перебігу всіх метаболічних процесів у ній. Відображенням гармонії цих процесів може бути відношення активностей ЛФ/КФ, оскільки активність ЛФ асоціюється з діяльністю остеобластів, а КФ — остеокластів. За результатами досліджень встановлено, що активність ЛФ знижувалася на 16,7–48,8%, а КФ — підвищувалася у 1,7–2,3 рази ( $P < 0,001$ ). Відповідно, індекс ЛФ/КФ протягом всього періоду спостереження був вірогідно нижчим у 1,7–2,5 рази від показників контрольних тварин, а найнижчі значення фіксувались на 14-у добу, що свідчить про переважання процесів резорбції над остеосинтезом саме в цей період.

Отже, за умов експериментального кадміозу в самців щурів спостерігаються різноспрямовані зміни показників фосфорно-кальцієвого обміну: зниження активності ЛФ, підвищення активності КФ та збільшення концентрації оксипроліну у плазмі крові порівняно з контрольними тваринами. Такі результати свідчать про порушення метаболічних процесів у кістковій тканині під впливом іонів кадмію, зокрема про переважання процесів резорбції кісткової тканини над її утворенням, що може призводити до розвитку остеопенії та остеопорозу.

**Ключові слова:** щури, кадміоз, кісткова тканина, обмінні процеси

## Використання ефекту гетерозису в промисловому свинарстві України

О. Церенюк, І. Бугай, В. Скрипник, С. Лобченко, С. Зинов'єв

tserenyuk@gmail.com

Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, Україна

Сучасне промислове свинарство ґрунтується на застосуванні ефекту гетерозису за породно-лінійної гібридизації. З цією метою послідовно поєднуються перша материнська форма, проміжна батьківська та заключна (термінальна) батьківська форма. В результаті отримують трипорідний відгодівельний молодняк, який має відмінні відгодівельні, забійні та м'ясні ознаки. Породно-лінійна гібридизація у свинарстві прийшла на заміну звичайному промислового схрещуванню, адже використання батьківських форм, спрямовано від-селекціонованих за певною групою показників, порівняно з останнім методом розведення дозволяє не тільки отримувати додаткову продукцію за рахунок прояву ефекту гетерозису, а й мати фінальний відгодівельний молодняк із заданим рівнем продуктивності за ознаками з високим та середнім рівнем успадковування. Наявність в Україні достатньої племінної бази дозволяє впроваджувати різноманітні системи породно-лінійної гібридизації залежно від вимог виробника та спираючись на потреби кінцевого споживача продукції. При цьому останні світові тенденції вказують на зацікавленість споживача не тільки в пісній дешевій свинині, а й у високоякісному продукті з високими смаковими показниками, отриманому від традиційних порід свиней.

Високий рівень продуктивності основних батьківських форм від провідних селекційних компаній світу відобразився стрімким зростанням популярності впровадження схем породно-лінійної гібридизації із використанням тварин таких порід, як велика біла (йоркшир) та ландрас як материнської і проміжної батьківської (першої батьківської) форм і таких порід, як дюрюк й п'єтрен як заключних батьківських форм. Проведені нами дослідження підтвердили наявність високого рівня відтворної здатності свиноматок порід данський ландрас та данський йоркшир, що дозволяє використовувати їх для отримання двопорідних свиноматок (F<sub>1</sub>). На першому етапі породно-лінійної гібридизації за основними економічно-значущими ознаками встановлено наявність прояву ефекту гетерозису за обома варіантами поєднань. Надалі цих свиноматок як від прямого, так і від зворотного поєднання залежно від потреби в більшій кількості пісної свинини доцільно поєднувати з кнурами породи п'єтрен, а за потреби в якіснішій свинині — з кнурами породи дюрюк.

Поряд з такими породами свиней, як велика біла і ландрас, що в породному генофонді свиней України становлять більшість, є як породи, які належать до промислових (комерційних), так і породи, що є традиційними вітчизняними та відзначаються високими якісними показниками продукції. Найбільший інтерес при цьому становлять вітчизняні популяції уельської (комерційна) та полтавської м'ясної (традиційна) порід. Отримані нами результати дозволяють вести мову про використання уельської породи в комерційних вітчизняних схемах породно-лінійної гібридизації та про залучення полтавської м'ясної як традиційної породи до комерційних вітчизняних схем породно-лінійної гібридизації, спрямованих на отримання високоякісної продукції. При цьому за використання полтавської м'ясної породи як першої батьківської у поєднанні зі свиноматками уельської породи відмічений прояв ефекту гетерозису порівняно з матками уельської породи за чистопорідного розведення.

Використання як стандартних схем породно-лінійної гібридизації, так і схем із залученням інших комерційних і традиційних порід свиней на першому етапі породно-лінійної гібридизації забезпечує отримання прояву ефекту гетерозису з середнім та високим рівнем. Подальший підбір термінальних кнурів відповідно до вимог ринку дає змогу диверсифікувати виробництво за напрямом отримання більшої кількості пісної свинини (стандартні схеми першого етапу з подальшим поєднанням з термінальними кнурами породи п'єтрен) та напрямом отримання високоякісної продукції без суттєвої втрати рівня продуктивності фінального відгодівельного гібриду (залучення до першого етапу породно-лінійної гібридизації свиней порід полтавська м'ясна та уельська з подальшим поєднанням з термінальними кнурами породи дюрюк). Також в подальших дослідженнях варто врахувати можливість використання кнурів інших порід, зокрема таких, як гемпшир та беркшир, які відзначаються високим рівнем якісних показників м'яса у поєднанні з його високими значеннями смакових якостей.

**Ключові слова:** свинарство, гетерозис, породно-лінійна гібридизація



## Способи живлення зародків в процесі інкубації та їх вплив на ембріогенез і постнатальний онтогенез птиці

О. В. Циновий, Ю. Б. Іщенко, О. О. Катеринич, О. В. Рябініна, В. О. Мельник  
tsynovalexvet@ukr.net

Державна дослідна станція птахівництва інституту тваринництва НААН, с. Бірки, Чугуївський р-н, Харківська обл., Україна

Постійний розвиток та вдосконалення технологій годівлі *in ovo* створили новий простір для досліджень з перинатального харчування, поставили нові завдання та відкрили нові можливості для оптимізації виробництва продукції птахівництва. Введення поживних речовин до зародку, який розвивається, стало новим способом доставки критично важливих харчових компонентів, що дає так званий «стрибок-старт» у розвитку, покращуючи харчовий статус перинатального пташеняти. Техніка годівлі «в яйце» має низку переваг, зокрема покращення загальної ємності травного тракту; збільшення маси тіла, швидкості росту, зменшення смертності та захворюваності молодняку; поліпшення імунної системи та реакції на ентерогенні антигени.

Дослідження проведено в ДДСП НААН на інкубаційних яйцях та добових курчатах. Використовувалися методи теоретичного узагальнення та аналізу наукової літератури. Для визначення речовин, які будуть використовуватися для годівлі *in ovo*, способів їх введення в яйце, впливу на ембріональний та постнатальний розвиток птиці застосовано дескриптивний та аксіоматичний методи. Для складання рецептів експериментальних сумішей використано методи реконструкції та апперцепції. Для обробки даних використано загальні зоотехнічні методи досліджень.

Для визначення переліку речовин, які використовуються для годівлі *in ovo* (в яйце), було проведено аналіз наукової літератури, опрацьовано наукові публікації, представлені у відкритому доступі. Встановлено, що для введення *in ovo* використовуються різноманітні речовини. Найчастіше повідомляють про позитивний вплив вітамінів, амінокислот, вуглеводів, пробіотиків. На основі цих даних було складено рецепти чотирьох сумішей для досліджень. Також підібрано спосіб введення речовин *in ovo* в наших дослідженнях: це введення речовин в амніон на пізніх стадіях розвитку зародка (414–420 год. інкубації). Для відпрацювання методики годівлі зародків *in ovo* було використано 100 інкубаційних яєць курей породи Бірківська барвіста. Після проведення відповідних маніпуляцій відбувся вивід молодняку. Провели облік результатів та патологоанатомічний розтин яєць із загиблими зародками. Ембріонів з відхиленнями у розвитку не виявили, що свідчить про успішне оволодіння методикою введення речовин *in ovo*. Для оцінки ефективності розроблених рецептів на інкубацію було закладено 300 яєць породи Бірківська барвіста. Встановлено, що виводимість яєць в дослідних групах була вірогідно вищою, особливо за введення глюкози та відповідних пробіотиків. На основі проведеного аналізу літературних джерел, а також даних, отриманих в результаті проведення експериментальних досліджень, розроблено рецепти розчинів для годівлі ембріонів *in ovo* та інструкції щодо їх застосування, які використані у подальшій роботі для виявлення впливу годівлі *in ovo* на показники постнатального розвитку курчат яєчного напрямку продуктивності.

Складено експериментальні рецепти сумішей для годівлі зародків *in ovo* та обґрунтовано доцільність введення поживних речовин у амніотичну порожнину ембріону в період 414–420 год. інкубації. Відпрацьовано методику проведення годівлі *in ovo*, визначено оптимальний обсяг (1 мл) та спосіб введення (в амніон у період 420 год. інкубації) поживних сумішей в яйце.

Встановлено позитивний вплив введення розчину глюкози та відповідного пробіотика на виводимість яєць. У дослідних групах показники виводимості яєць перевищували контрольні на 15,0 та 12,5% відповідно.

Розроблено рецепти розчинів для годівлі ембріонів *in ovo*, які будуть використані у дослідженнях, та інструкцію щодо їх застосування в процесі інкубації.

**Ключові слова:** перинатальний період, годівля ембріонів *in ovo*, інкубація яєць, рецепти сумішей

## Створення бактеріальних препаратів для молочної промисловості з використанням штамів молочнокислих бактерій, виділених із традиційної карпатської бринзи

О. Цісарик<sup>1</sup>, Г. Дроник<sup>2</sup>, І. Сливка<sup>1</sup>, І. Кушнір<sup>3</sup>, Л. Мусій<sup>1</sup>

tsisaryk\_o@yahoo.com

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

<sup>2</sup>Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція, м. Чернівці, Україна

<sup>3</sup>ТзОВ «Кормотех», м. Львів, Україна

У молокопереробній галузі для виробництва кисломолочних продуктів і сирів через нестачу вітчизняних заквашувальних препаратів здебільшого використовують імпорتنі. Однак використання вітчизняних препаратів має істотні переваги: штами пристосовані до нашої кліматичної зони і їх консорціум створюється у природних еконішах впродовж століть [Gatti et al., 2014], багато штамів в таких еконішах наділені пробіотичними властивостями [Zhang et al., 2017; Amaral et al., 2017], такі штами адаптовані до певної популяції населення, а використання місцевих штамів у промисловості забезпечить їх збереження. Усю молочну продукцію в промислових умовах виробляють із пастеризованого молока, залишилися поодинокі природні еконіші мікробіоценозів, прикладом яких є традиційна карпатська бринза, яку виготовляють із сирого овечого молока в непромислових умовах.

Ми виділили 106 ізолятів молочнокислих культур із трьох зразків карпатської бринзи, відібраних у різних зонах Чернівецької обл., та ідентифікували їх традиційними і молекулярно-генетичними методами, зокрема ДНК полімеразно-ланцюговою реакцією і секвенуванням ділянки 16S rPHK [Slyvka et al., 2018]. З-посеред них 31 культура належала до роду *Lactobacillus*, 26 — до роду *Lactococcus*, 24 — до роду *Leuconostoc* і 25 культур — до роду *Enterococcus*. Важливо підкреслити, що чотири штами *Enterococcus* не були внесені до *Gene Bank*. В подальшому ми вивчили безпечність, антибіотикорезистентність, технологічні, біохімічні, пробіотичні властивості цих штамів [Slyvka et al., 2022], зареєстрували їх у *Gene Bank*, а штам *Enterococcus faecium* SB 18 депонували у Депозитарій Державного науково-контрольного інституту біотехнології і штамів мікроорганізмів.

Враховуючи, що 25% мікрофлори традиційної карпатської бринзи належить до роду *Enterococcus*, що сьогодні в молочної промисловості використовують штами *Enterococcus* [Романчук, 2015; Hadji-Sfaxi et al., 2018; Akpınar et al., 2020] і те, що виділений нами штам SB 18 наділений цінними технологічними і пробіотичними властивостями [Tsisaryk et al., 2017; Кушнір та ін., 2020; Цісарик та ін., 2021], ми вирішили використати штам SB 18 поряд з іншими штамми молочнокислих бактерій, виділених із традиційної карпатської бринзи, для створення бактеріального препарату. Процес отримання препаратів проводили за загальною схемою: підготовка живильних середовищ для нагромадження біомаси, підготовка посівного матеріалу, охолодження та відокремлення біомаси від культуральної рідини та змішування із захисним середовищем.

Із врахуванням представництва у мікробіальному консорціумі традиційної карпатської бринзи для подальших досліджень було відібрано 21 ізолят п'яти видів. За результатами досліджень їхніх технологічних властивостей для конструювання бактеріального препарату «Геробактерин» було відібрано 5 штамів: *Lactococcus lactis* TW54-2, *Lactobacillus plantarum* WCFS1, *Enterococcus faecium* L3-2, *Leuconostoc mesenteroides* A7, *Lactococcus garvieae* JB282647 2. Штам *Lactococcus* відібрали за найвищою активністю кислотоутворення, штам *Lactobacillus plantarum* — як функціональний [Ventura et al., 2003], штам ентерококу — як пробіотичний і активний кислотоутворювач, штам лейконостоку — як ароматутворювач, а штам *Lactococcus garvieae* — як представник усіх трьох зразків бринзи. Було створено три варіанти препарату з різними співвідношеннями штамів культур: 60:10:15:10:5; 50:15:20:10:5 та 40:25:20:10:5 відповідно. Із препаратами виготовлено три зразки бринзи і їх оцінено за 100-бальною шкалою. Найвищу кількість балів отримав зразок 2 — відповідно, саме таке співвідношення було залишено для кінцевого варіанту бактеріального препарату.

Бактеріальний препарат «Ентероплан» ми сконструювали із додаванням нового штаму *Enterococcus faecium* SB 18. Було використано штами *L. lactis* IMAU 32258, *Lb. plantarum* KLDS 1.0728 та *E. faecium* SB18, які характеризувалися добрими технологічними властивостями. На основі цих штамів розробили п'ять композицій у різних співвідношеннях №1 (50:25:25), №2 (33:33:33), №3 (50:40:10), №4 (50:10:40), №5 (70:15:15) відповідно. Найвищу кислотоутворювальну і антагоністичну активність проявила композиція №3. В експериментах на щурах препарат цього варіанту проявив позитивний вплив на кровотворну функцію, мікрофлору кишківника, імунний та антиоксидантний статус організму, а також на ліпідний обмін. Бринза, виготовлена з використанням препарату, порівняно із виготовленою з препаратом RSF (Chr. Hansen), мала більш виражений, насичений, вершковий смак та аромат і кращу консистенцію.

Для молочної промисловості запропоновано два бактеріальні препарати, які відтворюють мікробіальний склад традиційної карпатської бринзи і забезпечать надання молочним продуктам функціональних властивостей.

**Ключові слова:** карпатська бринза, штами молочнокислих бактерій, молочно промисловість

## Параметри організму кролів за дії наночастинок в умовах підвищених температур довкілля

М. Юзв'як<sup>1</sup>, Я. Лесик<sup>1,2</sup>, Т. Шевченко<sup>3</sup>, Г. Денис<sup>1</sup>, М. Хомин<sup>1</sup>, К. Кремпа<sup>1</sup>, І. Лучка<sup>1</sup>  
lesykyv@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, м. Дрогобич, Україна

<sup>3</sup>Національна академія аграрних наук України, м. Київ, Україна

Підвищення температури довкілля негативно впливає на організм ссавців, зокрема кролів, через зміни обміну речовин і порушення терморегуляції, внаслідок чого зменшується кількість спожитого корму, знижується продуктивна й репродуктивна здатність тварин. За останні роки у світовій практиці застосовують органічні сполуки мінеральних речовин, виготовлені з допомогою методів біотехнології, для покращення стійкості організму до умов теплового стресу. Сполуки наномікроелементів в організмі легко засвоюються й активують метаболізм, однак їхня дія залежить від застосованої кількості та сполуки. Мета дослідження — з'ясувати зміни морфологічних та біохімічних показників крові кролів за впоювання цитратів мікроелементів в умовах помірного теплового стресу.

Дослідження виконано на молодняку кролів-аналогів породи Термонська біла у період з 35- до 78-добового віку у віварії Інституту біології тварин НААН. Тварин утримували в приміщенні з контрольованим мікрокліматом у сітчастих клітках розміром 50×120×30 см. Впродовж експерименту в приміщенні з 12:00 до 16:00 за допомогою електричних регульованих нагрівачів підвищували температуру від 27,8 до 28,9°C. Тепловий стрес визначали із врахуванням індексу температури та вологості. Температурно-вологісні показники контролювали за допомогою термогігрометра з реєстрацією даних *Trottec BL30*. Вологість і температуру вимірювали електронним аналізатором повітря.

Кролів розподіляли на групи по 6 тварин із середньою масою тіла 980±50 г. Контрольній групі давали стандартний збалансований гранульований комбікорм і воду без обмеження. Кролі I, II і III дослідних груп так само споживали збалансований гранульований комбікорм, однак протягом доби з водою отримували цитрати мікроелементів: I група — цинку цитрат, 60 мг Zn/л або 12 мг Zn/кг маси тіла; II група — селену цитрат, 300 мкг Se/л або 60 мкг Se/кг маси тіла; III група — германію цитрат, 62,5 мкг Ge/л або 12,5 мкг Ge/кг маси тіла. В експерименті використані цитрати мікроелементів виробництва ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» (м. Київ). Для гематологічних досліджень відбирали кров з крайової вушної вени кролів у пробірки з антикоагулянтом етилендіамінтетраацетат, визначали загальну кількість еритроцитів та еритроцитарні індекси, лейкоцити та їхні форми, тромбоцити та тромбоцитарні індекси на автоматичному гематологічному аналізаторі *Orphee Mythic 18* (Швейцарія). Для біохімічних досліджень зразки цільної крові відбирали з крайової вушної вени у пробірки з 1% гепарином; визначали вміст загального протеїну, альбуміну, активність аланінамінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ), вміст триацилгліцеролів, холестеролу, сечовини на біохімічному аналізаторі *Hymalyzer 2000*. Показники крові досліджували на 14-у добу підготовчого періоду та 14- і 29-у добу впоювання добавок за теплового стресу. Результати розраховували дисперсійним аналізом (ANOVA), для виявлення статистичних відмінностей між контролем та дослідними групами використовували апостеріорний критерій (*post-hoc* тест) — метод Tukey HSD, відмінності вважали вірогідними за  $P \leq 0,05$ .

Встановлено, що впоювання кролям цинку цитрату і селену цитрату в крові вірогідно підвищило кількість еритроцитів та відсоток гематокритної величини на 29-у добу експерименту. Концентрація гемоглобіну у тварин I, II і III дослідних груп була, відповідно, вищою на 16,3; 28,5 і 21,9% за 29 діб додаткового застосування добавок. Такі результати можуть вказувати на стимулювальний вплив наносполук застосованих мікроелементів на утворення червоних клітин крові та газообмінну функцію організму. У крові кролів I і II дослідних груп відзначили зменшення кількості лейкоцитів на 9,01 і 7,95% та лімфоцитів — на 11,3 і 12,5% на завершальному етапі дослідження. Впоювання селену цитрату кролям II дослідної групи зменшувало рівень креатиніну на 7,5% та сечовини — на 5,61% на 14-у добу дослідження. Впоювання германію цитрату за умов помірного теплового стресу у III дослідній групі обумовило зниження вмісту сечовини впродовж експерименту порівняно з контролем. Додавання до раціону кролів наночастинок мікроелементів цинку цитрату та селену цитрату знижувало активність АСТ, відповідно, на 35,0 та 22,1% на 15-у добу і на 15,2 та 13,6% на 29-у добу дослідного періоду. Вірогідні значення також встановлені у кролів I та II дослідних груп щодо активності АЛТ, де спостерігали зменшення ензиму на 16,6 та 12,4% і 10,8 та 10,5% на 14- і 29-у доби впоювання. Дослідження вмісту холестеролу у крові кролів I і II дослідних груп обумовило відповідне зменшення на 27,7 і 22,2% та 20,3 і 16,6% на 14- та 29-у доби експерименту.

Отже, впоювання кролям цинку цитрату у кількості 12 мг Zn/кг маси тіла та селену цитрату з розрахунку 60 мкг Se/кг маси тіла в умовах помірного теплового стресу продемонструвало позитивний вплив на морфологічні зміни показників крові та функціонування системи антиоксидантного захисту організму кролів. Це обумовило збільшення кількості еритроцитів і гемоглобіну, що вказує на покращення здатності крові до транспортування кисню та загальний фізіологічний стан тварин. Додавання германію цитрату в дозі 12,5 мкг Ge/кг маси тіла позитивно вплинуло на функцію нирок і печінки, зокрема через зниження рівня сечовини. Проте германію цитрат не продемонстрував суттєвого вираженого впливу на організм кролів за умов помірного теплового стресу.

**Ключові слова:** кров, кролі, цинку цитрат, селену цитрат, германію цитрат, тепловий стрес

## Ефективність застосування пробіотика в годівлі підсисних та відлучених поросят

О. Юлевич

yulevich1956@gmail.com

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

З 1998 р. Євросоюз заборонив застосування у ветеринарії кормових антибіотиків як стимуляторів зростання. Альтернативою підвищення продуктивності стали кормові добавки — пробіотики. За їх використання у тварин формується імунітет, тобто дія хвороботворних бактерій не просто пригнічується, а імунна система «вчиться» протистояти їм та знищувати їх у майбутньому. Завдяки цьому вдається уникати повторних інфекцій, одужання настає раніше, підтримується продуктивність. Пробіотики ефективні у лікуванні хвороб, спровокованих різноманітними стресами, насамперед під час відлучення та переходу на новий раціон [Малина та ін., 2017]. Застосування пробіотиків під час відлучення поросят з профілактичною метою позитивно впливає на загальний стан організму тварин.

Метою дослідження було оцінити ефективність застосування пробіотика *Biolatic D-500 (Royal Feed)* на продуктивні якості підсисних та відлучених поросят в умовах промислової технології на свинокомплексі СГПП «Техмет-Юг» Миколаївської обл. Досліди проводили на підсисних та відлучених поросятах великої білої породи в умовах СГПП «Техмет-Юг» Вітовського р-ну Миколаївської обл. Метою досліджень було покращення показників продуктивності підсисних та відлучених поросят за рахунок вдосконалення раціонів годівлі в умовах СГПП «Техмет-Юг». Під час проведення досліджень визначали залежність енергії росту підсисних та відлучених поросят від раціонів годівлі і використання пробіотика *Biolatic D-500 (Royal Feed)* у кількості 4 мл на голову в різні періоди їх розвитку.

Робота поділяється на два періоди: в I дослідному періоді використовували 2 групи поросят-сисунів (1 і 2). Піддослідні групи формували зі свинок і кабанчиків по 20 в кожній групі за принципом аналогів з урахуванням походження, живої маси, статі і віку. Перша група (1) тварин споживала лише материнське молоко, а друга (2) разом з материнським молоком від 5-го дня життя отримувала пробіотик. Після відлучення на 28-у добу кожну з цих дослідних груп розділили на дві підгрупи: першу (1) — на групи 1.1 і 1.2, другу (2) — на групи 2.1, 2.2. Сформовані групи налічували по 10 відлучених поросят. Групи 1.2 і 2.2, окрім основного раціону отримували, пробіотик *Biolatic D-500 (Royal Feed)*.

По завершенні кожного періоду у ранкові години до годівлі здійснювали індивідуальне зважування тварин. На підставі отриманих даних визначали середньодобові прирости поросят за певні періоди дослідів. Оцінку енергії росту тварин проводили в такі вікові періоди: I — з 1-го по 15-й день; II — з 16-го по 28-й день; III — з 29-го по 43-ц день, IV-й — з 44-го по 59-й день, V-й — з 60-го по 75-й день.

Швидкість росту організму визначали за величиною абсолютного приросту, а напруженість росту — за величиною відносного приросту.

Група 2.2 характеризується найкращою масою серед всіх дослідних груп, тому що поросята саме цієї групи мали найбільший потенціал завдяки застосування пробіотика з п'ятого дня життя. Збільшення маси групи 2.2 наприкінці дослідів порівняно з групою 1.1 становить 11,87%, з групою 1.2 — 3,14% і з групою 2.1 — 7,07%.

В другому дослідному періоді групи 1.2 і 2.2 отримують разом з основним раціоном пробіотик, що сприяє збільшенню середньодобових приростів наприкінці дослідів порівняно з групами 1.1. та 2.1 на 8,86% та 7,34% відповідно, тоді як використання пробіотика лише в підсисний період (група 2.1) або повна відмова від пробіотику (група 1.1) призводить до погіршення показників приросту на 7,34% та 12,39% відповідно.

Кращими середньодобовими приростами за кожний віковий період характеризується група поросят, яка отримувала пробіотик *Biolatic D-500 (Royal Feed)* з початку дослідів. Застосування пробіотика *Biolatic D-500 (Royal Feed)* у кількості 4 мл на тварину сприяє збільшенню середньодобових приростів поросят після відлучення на 8,86%.

**Ключові слова:** підсисні поросята, відлучення, стрес, пробіотик



## Вік тварин як один з маркерів кріорезистентності сперматозоїдів собак

Т. Юрчук, М. Петрушко

taisiya.yur@gmail.com

Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, м. Харків, Україна

Зберігання репродуктивних клітин методом кріоконсервування є важливою ланкою репродуктивних технологій у ветеринарній медицині. Проте виживання гамет після кріоконсервування суттєво залежить від низки факторів, зокрема морфологічних і біохімічних характеристик клітин. У собак з віком відбуваються значні структурно-функціональні зміни багатьох клітин і сперматозоїдів зокрема, що може впливати на їхню здатність витримувати наднизькі температури, що критично важливе в контексті збереження фертильності тварин та біорізноманіття. Отже, визначення маркерів кріорезистентності може сприяти вдосконаленню методів зберігання гамет і оптимізації умов кріоконсервування для зменшення негативного впливу агресивних фізіко-хімічних факторів на сперматозоїди. Метою дослідження було визначити вплив віку тварин на кріорезистентність сперматозоїдів собак породи китайська чубата.

Еякуляти були отримані від кобелів породи китайська чубата. Тварин утримували у приватному розпліднику м. Харків (Україна). Матеріал розподіляли на групи залежно від віку тварин: група 1 — вік 1–3 роки, група 2 — 4–6 років, група 3 — 7–10 років. Еякулят розбавляли трис-лимонно-фруктозним буфером у співвідношенні 1:1 і центрифугували за 700×g протягом 5 хв. за кімнатної температури. Заморожування сперми собак проводили згідно з описом [Rodenas, 2014] з нашими модифікаціями [Yurchuk, 2023]. Соломини розморожували на водяній бані за 38°C протягом 30 сек. Вміст кожної соломинки поетапно розбавляли вказаним буфером. Після цього оцінювали життєздатність за кількістю рухливих клітин та частоту фрагментації ДНК методом дисперсії хроматину. В роботі дотримувалися принципів етичного ставлення до тварин. Статистичну обробку результатів порівняння проводили за допомогою програмного забезпечення *GraphPad Prism*, версія 9.3.1 (*Graphpad Software Inc.*, Сан-Дієго, Каліфорнія, США). Порівняння рухливості та частоти фрагментації ДНК проводили за допомогою двостороннього множинного порівняння ANOVA. Показники вірогідно відрізнялися за  $P < 0,05$ .

Було виявлено, що кількість рухливих сперматозоїдів в еякуляті вірогідно знижувалася з віком тварин: у групах молодих собак цей показник був у 1,4 раза більшим порівняно із середньовіковими та у 1,5 раза більшим порівняно з тваринами старшої групи ( $P < 0,05$ ). Після кріоконсервування частота виживання сперматозоїдів у молодих собак була найвищою, тоді як у середньовікових і старших цей показник знижувався в 1,2 та 1,8 раза відповідно ( $P < 0,05$ ). Крім того, рухливість сперматозоїдів після заморожування найбільше знижувалася у тварин старшої вікової групи (група 3), де різниця з іншими групами була найбільш вірогідною ( $P < 0,0001$ ). Це вказує на те, що з віком сперматозоїди стають чутливішими до кріоконсервування, що може бути пов'язане з поступовими змінами в структурі їх клітинних мембран або інших субклітинних елементів.

Отримані результати підтверджують важливість віку як предиктора кріорезистентності сперматозоїдів. З віком, у собак породи китайська чубата знижується рухливість сперматозоїдів та частота їх виживання після кріоконсервування, що робить вік важливим маркером кріорезистентності. Однак для покращення прогнозування виживання сперматозоїдів після кріоконсервування слід також залучати до вивчення інші можливі маркери — такі, як біохімічні та молекулярні, які можуть додатково впливати на стійкість сперматозоїдів.

**Ключові слова:** кріоконсервування, сперматозоїди, виживання, кріорезистентність

## Тези доповідей

# XXII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених,

присвяченої 75-річчю від дня народження  
доктора ветеринарних наук, професора,  
члена-кореспондента НААН  
**Ростислава ФЕДОРУКА** (11.08.1949 — 21.06.2023)

*19–20 вересня 2024 року, м. Львів, Україна*



## Abstracts of reports

# of XXII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists,

dedicated to the 75<sup>th</sup> anniversary of birth  
of Doctor of biological sciences, professor,  
corresponding member of NAAS  
**Rostyslav FEDORUK** (11.08.1949 — 21.06.2023)

*September 19<sup>th</sup>–20<sup>th</sup>, 2024, Lviv, Ukraine*

## Ростислав Степанович Федорук — фізіолог, вчений, педагог

**Ростислав Степанович Федорук** народився 11 серпня 1949 р. в с. Старий Почаїв Кременецького р-ну Тернопільської обл. Закінчивши у 1967 р. Почаївську середню школу, у 1968–1970 рр. відбував строкову службу в Радянській армії. Демобілізувавшись 1970-го, вступив до Львівського зооветеринарного інституту на ветеринарний факультет, який закінчив з відзнакою у 1975 р. за фахом «ветеринарія». Згідно з розподілом, працював у 1975 р. старшим ветлікарем Пустомитівської птахофабрики Львівської обл. У 1975–1978 рр. навчався з відривом від виробництва в аспірантурі за спеціальністю 03.00.13 «фізіологія людини і тварин» у лабораторії фізіології лактації Українського науково-дослідного інституту фізіології та біохімії тварин Південного відділення ВАСГНІЛ (м. Львів), науковий керівник — доктор біологічних наук В. І. Третевич. З 1980 по 1981 р. працював науковим співробітником лабораторії фізіології лактації Українського науково-дослідного інституту фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин. У листопаді 1981 р. захистив кандидатську дисертацію на тему: «Вивчення ролі глікопротеїнів в утворенні молока у корів» за спеціальністю 03.00.13 «фізіологія людини і тварин».

З 1982 по 1989 рр. Ростислав Федорук працював на посаді старшого наукового співробітника у лабораторії фізіології лактації Українського науково-дослідного інституту фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин. Вчене звання старшого наукового співробітника Р. С. Федоруку присвоєно у 1984 р. Наказом УААН у 1989 р. Ростислава Степановича переведено в Науково-дослідний Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону УААН на посаду заступника директора Інституту з наукової роботи з питань тваринництва.

Після об'єднання двох наукових установ в Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону УААН з 1997–1998 рр. — завідувач лабораторії екології і токсикології Інституту землеробства і біології тварин НААН, у 1998–2000 рр. — заступник директора з наукової роботи з питань тваринництва цього ж інституту, з 2000 р. — заступник директора з наукової роботи Інституту біології тварин НААН і одночасно за сумісництвом завідувач лабораторії екологічної фізіології та якості продукції. Як багаторічний заступник директора з наукової роботи, голова методичної комісії, заступник голови вченої ради та координаційно-методичної ради програм наукових досліджень, що їх виконували в Інституті, професор Федорук плідно працював над формуванням і виконанням наукової тематики Інституту, забезпечував контроль науково-методичного рівня виконання її завдань.

У 2005 р. захистив докторську дисертацію на тему: «Адаптація корів до умов утримання і доїння та її корекція біологічно активними речовинами і фармакологічними препаратами» за спеціальністю

03.00.13 «фізіологія людини і тварин», науковий консультант — доктор біологічних наук, професор, академік НААН Р. Й. Кравців. У 2007 р. Р. С. Федоруку присвоєно вчене звання професора та обрано членом-кореспондентом УААН у Відділення ветеринарної медицини та зоотехнії за спеціальністю «Фізіологія та біохімія тварин».

Наукову діяльність Ростислав Степанович успішно поєднував з педагогічною: у 1998–1999 рр. за сумісництвом працював на посаді старшого викладача, у 2000–2005 рр. — доцента, а в 2006–2014 рр. — професора кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького.

Ростислав Степанович був заступником голови спеціалізованої вченої ради Д 35.368.01 із захисту докторських дисертацій за спеціальністю «біохімія та фізіологія людини і тварин» в Інституті біології тварин НААН, членом Координаційно-методичної ради з виконання ПНД 35 «Фізіологія і біохімія живлення, високої резистентності та продуктивності тварин».

За період роботи отримано у співавторстві три авторські свідоцтва з питань адаптації та живлення корів, 14 патентів України щодо застосування біологічно активних добавок у великої рогатої худоби, кролів, бджіл. Р. С. Федорук був співавтором трьох книг, у тому числі з історії науки Західного регіону України, двох підручників, чотирьох навчальних посібників, п'яťох «Технічних умов України». За період наукової і науково-педагогічної діяльності опублікував понад 600 наукових праць, з них 50 — в іноземних наукових виданнях.

Основними напрямками наукової діяльності Ростислава Степановича були вивчення процесів адаптації тварин до агроекологічних умов утримання, з'ясування фізіолого-біохімічних механізмів впливу біологічно активних добавок на основний та проміжний обмін, функцію розмноження і продуктивність сільськогосподарських тварин та біологічну цінність продукції тваринництва, дослідження фізіологічних механізмів дії маловивчених мікроелементів — Сг, Se, Ge і наноматеріалів у сільськогосподарських тварин; визначення моніторингу важких металів у системі «корми-тварина-сировина-продукція тваринництва» в умовах інтенсивного техногенного навантаження; дослідження імунобіологічної реактивності організму тварин залежно від агроекологічних умов довкілля та фізіологічних механізмів впливу БАД на організм продуктивних тварин за різних екологічних умов. Під керівництвом професора підготовлено і захищено вісім кандидатських (І. І. Ковальчук, Я. В. Лесик, О. П. Долайчук, І. О. Матюха, Ю. В. Потапчук, О. І. Колещук, Л. І. Романів, М. І. Храбко) і три докторські дисертації (І. І. Ковальчук, Я. В. Лесик, У. І. Тесарівська). Р. С. Федорук сформував наукову школу «Екологічна фізіологія високої продуктивності тварин».

За багаторічну сумлінну працю в наукових установах НААН нагороджений: Почесною грамотою Кабінету Міністрів України (2004), Почесною грамотою Президії УААН (2004) та Почесною відзнакою УААН (2007), Почесною відзнакою Мінагрополітики України «Знак Пошани» (2009), Премією імені С. З. Гжицького (2012), Подякою Міністерства аграрної політики та продовольства України (2014), грамотами Академії наук вищої освіти України (2014, 2019), Національної академії аграрних наук України (2014), Українського фізіологічного товариства імені П. Г. Костюка (2015), Почесною грамотою Верховної Ради України (2019). Указом Президента України №4/2020 від 13 січня 2020 р. за роботу «Створення нових мінеральних сполук і поліфункціональних наноматеріалів та їх використання у тваринництві та ветеринарній медицині» присуджено високу державну нагороду — Державну премію в галузі науки і техніки (2019).

Ростислав Степанович був членом Українського біохімічного та фізіологічного товариства, Наукового товариства ім. Т. Г. Шевченка. З 2015 р. обраний віцепрезидентом Українського фізіологічного товариства імені П. Г. Костюка. Входив до редколегії Науково-технічного бюлетеня Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок, журналів «Біологія тварин», «Бджільництво України», «Тваринництво України». Очолював

Державну кваліфікаційну комісію на біологічному факультеті Львівського національного університету імені І. Франка у 2013–2016 рр.

Під керівництвом Р. С. Федорука лабораторія, яку він очолював багато років, тісно співпрацювала з вищими навчальними закладами, зокрема Львівським національним університетом ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Львівським університетом імені І. Франка, Національним університетом біоресурсів і природокористування України, Інститутом фізіології імені О. О. Богомольця НАН, Дніпровським державним аграрно-економічним університетом, Інститутом мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН, ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. Окрім цього, за ініціативи Ростислава Степановича були підписані угоди про співпрацю зі Словацьким аграрним університетом, Краківським аграрним університетом і Люблінським природничим університетом. В рамках цих угод співробітники лабораторії проходили стажування в університетах Польщі та Словаччини і отримали гранти — *Travel Grants and Workshop* (2018 р., Польща) і *SaveBees — Save endangered bees to improve nutrition, health and quality of life — Vishegrad Fund Agency* (2019 р., Словаччина).

Відійшов у потойбічні засвіти і залишив світське життя Ростислав Степанович Федорук 21 червня 2023 р. Похований у м. Пустомити Львівської обл.



## Токсичність середовища з-під червоного каліфорнійського хробака для медичної п'явки

Р. Амінов

91\_amin\_91@ukr.net

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна

Червоний каліфорнійський хробак (ЧКХ) (*Eisenia fetida*) широко використовується для отримання біогумусу. Біогумус — це цінне органічне добриво, основний продукт життєдіяльності черв'яків. ЧКХ також активно використовують як корм для різних домашніх тварин. Згідно із систематичним положенням, вони належать до того ж надкласу *Clitellata*, що й медичні п'явки (МП).

Оптимальна температура утримання та розведення *Eisenia fetida* — +20...+22°C, вологість — 75–88%. Середовище перебування — спеціальний насичений органічними сполуками субстрат: ґрунт, гній, компости, органічні відходи, листя, різноманітне сміття. Годують ЧКХ найчастіше овочевими залишками 1 раз на тиждень. Раз на 2–3 місяці з метою вилучення гумусу та підтримання оптимальної щільності ЧКХ тварин розсаджують в нові контейнери. Відповідно до розвитку МП, у лабораторії клітинної та організменної біотехнології маток п'явок інтенсивно годують та попарно розсаджують для копуляції в ємності до 6 штук; тут постійно підтримують температуру повітря в межах +25...+26°C, забезпечують розсіяне денне світло, суворий режим тиші; часто здійснюють вентиляцію повітря. Після появи поясів плодючості маток МП утримують в банках із ґрунтово-торф'яною сумішшю, заздалегідь змішаною у пропорціях, оптимальних для заривання МП у субстрат та будівництва ходів, у яких МП відкладають свої кокони. Один раз на добу проводять огляд МП; періодично зволожують субстрат та відбирають загиблих особин. Ґрунтово-торф'яне середовище бажано змінювати перед кожною посадкою, оскільки відповідна дія допомагає уникнути погіршення репродуктивної здатності МП.

Зважаючи на вищенаведені властивості ЧКХ стосовно ґрунту, актуальним завданням є дослідження впливу субстрату ЧКХ на життєдіяльність та розмноження МП двох видів: *Hirudo verbana* та *Hirudo orientalis*.

Контрольну групу МП помістили в ґрунтово-торф'яне середовище одразу після приготування. Дослідну групу МП помістили у середовище, яке спочатку використовували для ЧКХ. Варто відзначити, що температура, рН, вологість та розведення були практично ідентичними в ґрунтово-торф'яних середовищах обох груп МП.

Встановлено, що ґрунтово-торф'яне середовище після ЧКХ не підходить для розведення МП з огляду на його токсичність щодо МП. П'явки інтенсивно гинуть у відповідному середовищі, а ті, котрі вижили, не дають потомства у ґрунтово-торф'яному середовищі ЧКХ.

**Ключові слова:** червоний каліфорнійський хробак, медичні п'явки, токсичність

## Іспанський ребристий тритон *Pleurodeles waltl* як один із потенційно класичних модельних об'єктів в галузі лабораторної аквакультури

Б. Андрішун

bohdanoksalat@gmail.com

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

На сьогодні в Україні зокрема амфібії як лабораторні та модельні тварини не є популярними та значно поступаються дрібним ссавцям. Проте вони є хорошими об'єктами як у лабораторних, так і в навчальних цілях [Gualandris-Parisot L. et al., 2001]. Останнє передусім стосується університетів та шкіл, де учні та студенти могли б отримувати досвід у спостереженні за поведінкою, живленням, розмноженням та етапами розвитку потомства. І наголошуємо, що в конкретному випадку мова в жодному разі не йде про розтини, забір крові та обтинання частин тіла тварин. Метою нашої роботи є апробувати класичні методики утримання в неволі іспанського тритона ребристого *Pleurodeles waltl* Michahelles, 1830, а також відслідкувати основні труднощі у спонуканні нересту та забезпеченні оптимального розвитку цієї тварини.

За об'єкт дослідження ми взяли іспанського тритона ребристого. У наших акваріумах ми утримували та розводили його природну та альбіносну форму. Оптимальна температура для тритона цього виду — +18...+22°C. Об'єм акваріума розраховували приблизно 12 л на одну дорослу особину. Трьох тритонів (два самці та одну самицю) помістили в 40-літровий акваріум, підготували додаткові допоміжні посудини невеликого об'єму (8–18 л) на випадок відкладання ікри та необхідності подальшого відсадження дорослих особин. Корм для тварин містив: кубічні шматочки знежирених курячих сердець, біле філе тріски чи тилляпії, заморожені неварені креветки, живого трубоча *Tubifex sp.* Важливо зазначити, що за утримання дорослих іспанських тритонів немає гострої потреби фільтрувати воду, від цього навіть краще відмовитись з огляду на уникнення потужної течії, яка негативно впливає на всіх водних амфібій. Для стимуляції нересту використовували класичні методи: короточасне підвищення температури, а відтак її пониження, інтенсивну годівлю виробників та невеликі підміни води. Взявши до уваги загальні рекомендації та одержаний нами попередній досвід, маємо підстави представити попередні результати.

Під час утримання та розведення іспанського ребристого тритона ми прослідкували такі особливості: влітку складно підтримати стабільну температуру води +18...+22°C, також доводиться відмовитись від дрібних каменів, які тварини проковтують і які накопичують органіку в акваріумі (наслідок — підвищення рівня нітритів, нітратів і фосфатів у воді). Акваріум з чистим дном, слабким освітленням та рівномірною годівлею потребує як мінімум втричі менше втручання у нього з метою підмін і чистки, і як наслідок — ми менше стресуємо тварин і надаємо їм більше шансів проявляти шлюбну поведінку. В іспанського ребристого тритона шлюбні ігри оригінальні: самці підкрадаються до самиць і передніми кінцівками захоплюють їхні передні кінцівки (рідше — задні, але зрештою переходять на передні), після чого починається ефектний танець, під час якого самець намагається «втиснути» свій сперматофор у клоаку самиці. Такі маневри тритонів можуть початися до початку статевозрілого віку, але результат настає приблизно в однорічних тварин. В нашій практиці самиця відкладала ікру з ночі на ранок невеликими порціями по 10–20 ікринок, надаючи перевагу водним рослинам, фільтру тощо. Після закінчення нересту ми вилучили виробників з акваріуму, а ікру інкубували в тому ж акваріумі за температури +20...+22°C. Варто зазначити, що відкладання ікри почалося в грудні 2023 р., повторна кладка відбулася вже через місяць. Через 3 дні ембріони почали змінювати форму з кулеподібної на бананоподібну, набувши світло-бурого кольору. На 9-й день після початку відкладання половина ікри опустилася на дно через періодичний рух ембріонів всередині ікринки. На 12-й день ми зафіксували 90% вилуплення потомства, наступного дня з'явилися всі решта. Варто зазначити, що з-поміж 70 ікринок близько 30 розвивалися, решта покрилася грибом *Saprolegnia sp.* Ми припускаємо, що ця ікра просто не була запліднена самцем, частина також була пошкоджена виробниками, адже цьому виду тритона притаманне поїдання власної ікри. Личинкам згодовували класичний корм — інфузорії, живі наупліуси артемії (*Artemia sp.*), а з появою передніх кінцівок — *Tubifex sp.* Категорично не рекомендуємо годувати замороженими, пластинчастими чи гранульованими кормами — зазвичай молодь ними отруюється. За частой годівлі і вчасних чисток акваріумів молоді особини ростуть добре і вже на 40-й день з початку кладки найбільші з них сягають 4–4,5 см. Але молодь росте нерівномірно, тому рекомендуємо проводити сортування. За належної годівлі молодь росте швидко, і через 90 днів личинки успішно пройшли метаморфоз за розмірів 6–8 см. Сподіваємось, одержані нами результати спонукають дослідників зосередити увагу на цих цікавих та оригінальних модельних об'єктах досліджень в біології.

**Ключові слова:** лабораторні тварини, амфібії, іспанський ребристий тритон, *Pleurodeles waltl*, розмноження

## Оцінка гострої токсичності наночастинок срібла з цетилперидинієм

Д. Бабарук

danya.babaruk@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Наночастинки металів біомедичного призначення мають широкий спектр біологічних властивостей, насамперед проявляючи бактерицидний, фунгіцидний, противірусний потенціал. Серед наноструктур з вираженими біоцидними властивостями найбільш вивченими є наночастинки Срібла (Ag-NPs), які активно застосовують у розробці нових лікарських засобів з протимікробною активністю [Naumenko et al., 2023]. Відомо, що Ag-NPs застосовують у ветеринарній медицині як альтернативний антибактеріальний засіб проти грампозитивних і грамнегативних бактерій, грибів і вірусів. Зокрема Ag-NPs здатні індукувати загибель клітин *E. coli*, провокуючи підвищення проникності клітинних мембран та інактивацію дихального ланцюга [Egodawaththa et al., 2022]. Доведено, що Ag-NPs мають широкий спектр противірусної активності, а резистентність вірусів до Ag-NPs розвивається значно повільніше, ніж до інших противірусних лікарських засобів. Це пояснюється, зокрема, багатогранністю взаємодії наноструктур з компонентами поверхні вірусів та рецепторами біомембрани [Чекман зі співавт., 2015; Danaei et al., 2023]. Посилення противірусних властивостей і спектру дії Ag-NPs є можливим у комбінації з відомими фармакологічними агентами, зокрема цетилперидинієм хлоридом. Тому визначення токсикологічних властивостей Ag-NPs з цетилперидинієм є актуальним. Враховуючи зазначене вище, метою роботи було визначення основних параметрів гострої токсичності гідрозолу наночастинок срібла з цетилперидинієм в експериментах на щурах.

Експерименти проводили на білих нелінійних щурах-самцях масою тіла 220,0–270,0 г відповідно до положень Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин (Страсбург, 1986) та вимог належної лабораторної практики (GLP). Після акліматизації та рандомізації за методом мінімізації відмінностей за масою тіла щури-самців розділили на 3 групи — контроль, доза 5000 та 10000 мг/кг Ag-NPs. Тваринам піддослідної групи вводили гідрозоль наночастинок срібла в чистому вигляді внутрішньошлунково за допомогою зонду. Контрольні тварини отримували воду. Спостереження за загальним станом тварин, зовнішнім виглядом та поведінкою після введення гідрозолу 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 покривів, офтальмологічного статусу на 1-, 3-, 7-, 10- 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 внутрішніх органів для розрахунку масових коефіцієнтів, на підставі змін яких як інтегрального показника органотропної дії оцінювали загальнотоксичний вплив гідрозолу Ag-NPs з цетилперидинієм.

За введення гідрозолу наночастинок срібла в шлунок щурів-самців в дозах 5000 та 10000 мг/кг маси тіла не зафіксовано загибелі тварин протягом 14 діб спостереження. Одноразове пероральне надходження досліджуваної речовини в двох дозах не спричиняло жодних ознак гострого отруєння піддослідних тварин. Щури обох піддослідних груп за поведінкою, зовнішнім виглядом і фізіологічними параметрами не відрізнялися від тварин контрольної групи: шерстяний покрив — без помітних змін, ритм та частота дихання — без ознак порушення, офтальмологічний статус — без особливостей, шкіра, слизові оболонки, вегето-судинні реакції, м'язова система не мали відхилень від норми. Споживання води та їжі серед піддослідних тварин було таким же, як і серед контрольних. Дослідження динаміки маси тіла тварин, які отримували гідрозоль наночастинок срібла в обох дозах, не виявило розбіжностей між даними контрольної та піддослідної групи, окрім зниження маси тіла щурів через три дні після введення сполуки у дозі 5000 мг/кг, що мало характер тенденції. За макроскопічного обстеження внутрішніх органів піддослідних і контрольних тварин відхилень у розташуванні, кольорі внутрішніх органів не виявлено. Змін слизових оболонок ротової порожнини, трахеї, глотки та стравоходу не зареєстровано.

Отже, в результаті дослідження гострої токсичності гідрозолу Ag-NPs з цетилперидинієм в умовах внутрішньошлункового введення щурам-самцям величину  $LD_{50}$  встановити не вдалося, враховуючи відсутність загибелі піддослідних тварин за надходження максимально можливої дози сполуки (10000 мг/кг м.т.), що дозволяє віднести гідрозоль наночастинок срібла до V класу токсичності — практично нетоксичних сполук, та до IV класу небезпечності — малонебезпечні речовини.

**Ключові слова:** токсикологія, наночастинки, Срібло, щури

## Довготривалі метаболічні зміни в організмі мишей після впливу різних травматичних стресів\*

В. Балацький, В. Луцак, М. Байляк, Д. Господарьов

vitalii.balatskyi@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, кафедра біохімії та біотехнології, м. Івано-Франківськ, Україна

Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР) — це складний психічний розлад, який може розвинути після впливу травматичних подій. На жаль, через вторгнення російської федерації в Україну ця проблема для українців стала дуже актуальною. Хоча безпосередні психологічні наслідки ПТСР добре задокументовані, зростає інтерес до розуміння довгострокових фізіологічних і біохімічних змін, пов'язаних з цим розладом. Метою цього дослідження було вивчити стійкі поведінкові, біохімічні та молекулярні зміни у мишей після індукції симптомів, подібних до ПТСР, з використанням різних травматичних подій.

У дослідженні використовували 6-місячних самців лінії C57BL/6J. Мишей розділяли на 4 групи — контрольну і три експериментальні по 6–8 мишей на групу. Контрольна група не зазнавала стресу та перебувала у нормальних умовах протягом всього експерименту. Першу експериментальну групу («обмеження рухів») знерухомлювали протягом 2 год. у спеціальних «обмежувачах» — пластикових флаконах з отворами для доступу повітря. Друга група мишей («звук хижака») зазнавала впливу імітованої присутності хижака, а саме звуків нявкання kota протягом 15 хв. у домашніх клітках. Миші третьої експериментальної групи («соціальна ізоляція») були розсажені поодиночки в окремих клітках протягом усього експерименту. Для перевірки тривалих змін на біохімічному рівні евтаназію та забір органів для подальших визначень проводили через п'ять місяців після безпосереднього впливу стресу.

Вміст прозапального інтерлейкіну 1-бета був вищим на 73% у крові мишей групи «соціальна ізоляція» порівняно з контрольною групою. Активність параоксонази, антисклеротичного та антиоксидантного ферменту була нижчою на 28% та 39% у групах «обмеження» та «звук хижака» відповідно. Ми також спостерігали нижчу активність мієлопероксидази у мишей груп «звук хижака» та «соціальна ізоляція» — на 59% та 63% відповідно порівняно з контролем. У мозку мишей ми визначали рівень мРНК деяких генів, які кодують білки, пов'язані з запаленням, зокрема *CCL2*, *CXCL 1*, *IL-6*, *CXCL2*, *NUR77* та *CYP1A1*, а також деяких маркерів стресу — таких, як *S100A10*, *NR4C1*, *PPARGC1A*, *SGK1*, *SHANK1* та *FKBP5*. Рівень мРНК *CCL2* був на 84–91% нижчим у всіх дослідних групах порівняно з контролем. Не було виявлено вірогідної різниці між контрольною та експериментальною групами у рівнях мРНК *CXCL1* і *CXCL2*. Рівень мРНК гена, що кодує інтерлейкін IL-6, дещо знизився у всіх групах, але вірогідну різницю з контролем простежували лише в групі соціальної ізоляції. Рівень мРНК *NUR77* у всіх експериментальних групах був вищим у понад 6 разів порівняно з контролем. Рівень експресії гена, що кодує *CYP1A1*, члена надродина цитохрому P450, не залежав від впливу стресу. Рівень мРНК гена, що кодує *S100A10*, не змінювався в жодній з піддослідних груп. Рівень мРНК гена, що кодує *NR3C1*, у мишей з групи «соціальна ізоляція» спостерігали вдвічі вищий, а у мишей з групи «Звук хижака» — в 1,8 раза. У мишей груп «Обмеження» і «Звук хижака» рівень мРНК *PPARGC1A* був вищим на 163,2% і 170,5% відповідно. У мишей груп «Звук хижака» та «Соціальна ізоляція» експресія *SGK1* була вищою у 2,5 і 3 рази відповідно. Рівень мРНК гена *SHANK1* у мишей груп «обмеження» був вищим у 4,7 раза, у мишей групи «соціальна ізоляція» — у 4,9 раза, у мишей групи «звук хижака» — у 6,1 раза порівняно з контролем. Ми також виявили підвищення рівня мРНК *FKBP5* у понад 2,5 раза у всіх експериментальних групах порівняно з контролем.

Отже, було виявлено певні довготривалі зміни в організмі мишей після різних травматичних подій, які провокують наслідки, що імітують ПТСР. Спостерігалися значні відмінності у рівнях запальних маркерів, зокрема інтерлейкіну 1-бета, та активності ферментів параоксонази і мієлопероксидази, які беруть участь у запальних та окисних процесах у організмі. Аналіз експресії генів показав суттєві зміни в рівнях мРНК генів, пов'язаних із запаленням та стресом, — особливо *CCL2*, *NUR77*, *NR3C1*, *PPARGC1A*, *SGK1*, *SHANK1* та *FKBP5*. Ці результати підкреслюють складність і тривалість біохімічних змін, спричинених різними стресовими чинниками, що може мати важливе значення для розуміння молекулярних механізмів ПТСР.

**Ключові слова:** посттравматичний стресовий розлад, миша, стрес, запалення

\* Робота виконана у рамках гранту від МОН (реєстраційний номер 0123U101790).



## Оцінка генетичного біорізноманіття українських порід великої рогатої худоби за індексом Шенона та поліморфізмом гена BoLA-DRB3

**В. Бандура**

vasil.bandura.95@gmail.com

Подільський державний університет, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна

Генетичне різноманіттялюбих біоценозів — обов'язкова складова існування всього живого, зумовлена необхідністю адаптації біологічних видів з метою виживання. Зараз світ стикається з кризою біорізноманіття. Це повністю стосується тваринного світу, особливо там, де досить активною є діяльність людини. Наприклад, активна селекція сучасних порід великої рогатої худоби (ВРХ) суттєво зменшує ефективний розмір популяції, а алелофонди початково різних порід з часом стають дедалі однаковішими й генетично одноріднішими. У результаті тривалої дії таких факторів, як міграція генів, відбір, інбридинг, збіднюється генетичне різноманіття аж до втрати деяких малопоширених алелів [Hedrick, 2010].

Найінформативнішим джерелом генетичного розмаїття є поліморфізм генів. Особливо цінні дані про поліморфізм мультиалельних генів, оскільки дослідження одного локусу ДНК істотно спрощує емпіричні розрахунки та матеріальні витрати. У цьому контексті для ВРХ досить привабливим є ген BoLA-DRB3, який кодує антигени класу II головного комплексу гістосумісності. На сьогодні в базі IPD-MHC наявні дані про 390 алельних варіанти гена BoLA-DRB3 [Andrade et al., 2024].

Оцінка генетичного різноманіття 15 порід проведена на основі індексу Шенона за показниками алельного спектру екзона 2 гена BoLA-DRB3, визначеного методом ПЛР-ПДРФ [Van Eijk et al., 1992]. У дослідженні охоплено такі породи: сучасні комерційні (промислові) — голштинська (США, Канада, Аргентина), джерсі (США, Канада), українські чорно-ряба та червона-ряба молочні; місцеві — українська білоголова, норвезька червона, монгольська місцева, японська шортгорн; аборигенні породи — українська сіра, індійська сахівал, креольська (Аргентина) тощо. Розрахунки виконано у пакеті PAST 4.03 (<https://www.nhm.uio.no>).

Для аналізу генетичного різноманіття вибрано індекс Шенона ( $H$ ). Цей показник використовується як узагальнена міра різноманітності, тому що враховує обидва аспекти різноманітності — багатство й складність системи. Індекс заснований на формулі ентропії та відображає ступінь «хаотичності» розподілу елементів (алелів) системи. Максимальна різноманітність відповідає найбільшому значенню індексу. Чим менший індекс, тим менша різноманітність, тобто більша «упорядкованість» у розподілі.

Найбільші значення індексу були у монгольської ( $H = 3,25$ ) та української чорно-рябої молочної ( $H = 3,13$ ) порід. Мінімальні значення індексу виявлено для української сірої ( $H = 2,21$ ) та джерсейської канадської ( $H = 2,23$ ) порід. Середні значення індексу між групами комерційних, місцевих та аборигенних порід практично не відрізняються. Однак нерівномірність розподілу була найвищою серед автохтонних порід (коефіцієнт варіації — 21,1). Середнє значення індексу для 15 порід склало  $H_{\text{сеп}} = 2,67$ . Всі комерційні породи (крім українських чорно-рябої та червоно-рябої молочних) та місцеві (крім української білоголової) мали індекс, нижчий за середнє значення, що свідчить про збіднення їхнього генетичного різноманіття. Це пов'язано з надмірним селекційним тиском, який суттєво зменшує ефективний розмір популяції, або особливостями формування та розміру селекційного стада.

Проведений на базі індексу Шенона аналіз показав можливість використання алелів лише одного гена BoLA-DRB3 для виявлення генетичного біорізноманіття ВРХ. Породи, створені за принципом «відкритих» популяцій з використанням генетичного потенціалу інших відрідь (українські, крім сірої) або несвідомого відбору тварин з підбором найкращих якостей (монгольська, сахівал, сістані), мають високий рівень біорізноманіття. Натомість «чисті» породи, утворенні внаслідок тривалого внутрішньопородного схрещування (голштини, джерсі, шортгорн), або закриті популяції з незначним поголів'ям та обмеженою кількістю бугаїв-плідників (українська сіра) характеризуються низьким рівнем генетичного різноманіття.

**Ключові слова:** генетичне біорізноманіття українських порід, велика рогата худоба, індекс Шенона, поліморфізм гена BoLA-DRB3

## Вплив абіотичних факторів на фізіологічні особливості гігантської прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii*

Л. Бондаренко

lvbondarenko@ukr.net

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

Вирощування креветки *Macrobrachium rosenbergii* в аквакультури набирає дедалі більшої популярності завдяки високій ринковій вартості продукції та відносно швидким темпам росту. Однак для досягнення максимальної продуктивності та якості продукції необхідне глибоке розуміння фізіологічних особливостей цього виду. Вивчення впливу різних факторів середовища на ріст, розвиток та виживання креветок є ключовим для розробки ефективних технологій їх вирощування.

Абіотичні фактори — такі, як температура, солоність, рН, розчинений кисень та освітленість, — відіграють вирішальну роль у регулюванні фізіологічних процесів у *Macrobrachium rosenbergii*. Оптимальні умови середовища є ключовими для забезпечення високої виживаності, швидкого росту та репродуктивного успіху цих креветок.

Температура води є одним із найвпливовіших абіотичних факторів. Вона впливає на метаболізм, швидкість росту, споживання корму і навіть на цикл розмноження. Оптимальні температури для креветок роду *Macrobrachium* — +26...+30°C. За нижчих температур їхній ріст уповільнюється. Зниження температури призводить до сповільнення метаболічних процесів, зниження апетиту та імунітету. За дуже низьких температур креветки можуть впасти в стан летаргії або загинути. За температури понад +35°C також можливі проблеми з виживанням: високі температури можуть призвести до теплового стресу, що проявляється через зниження апетиту, підвищену активність, пошкодження тканин та, зрештою, загибель.

Солоність. *Macrobrachium rosenbergii* є евригалінними, тобто здатними витримувати широкий діапазон солоності. Однак рівень солі у воді для росту та розвитку може варіюватися залежно від стадії онтогенезу та інших факторів. Для оптимального росту і розмноження креветки потребують стабільної солоності, близької до прісної води. Низька солоність може призвести до порушення осморегуляції, що проявляється в набряках тканин; висока також може призвести до порушення осморегуляції та зневоднення організму. Все це може спричинити загибель особин.

Рівень рН води важливий для підтримки гомеостазу в організмі креветок. Оптимальний рівень рН для вирощування *Macrobrachium rosenbergii* — 6,5–8,5 (слаболужна зона). Низький рН може призвести до пошкодження зябер, порушення обміну речовин та зниження імунітету.

Розчинений кисень. Креветки мають високу потребу в кисні, особливо під час активної фази росту. Дефіцит кисню провокує розвиток гіпоксії, проявами чого є зниження активності, порушення дихання, яке призводить до загибелі. Концентрація розчиненого кисню у воді є критичною для креветок. Оптимальним вважається рівень кисню, не нижчий, ніж 5 мг/л.

Світловий режим впливає на циркадні ритми креветок, регулюючи їхню активність та годування. Більшість видів *Macrobrachium* активні в умовах зниженого освітлення і навіть вночі. Надмірне освітлення може стати стресовим фактором для креветок.

Гідростатичний тиск. Зміна тиску може впливати на процес линяння. Деякі дослідження вказують на можливий вплив тиску на репродуктивні функції.

Варто зазначити, що абіотичні фактори діють не ізольовано, а комплексно. Наприклад, підвищення температури може збільшити потребу креветок у кисні. Тому для забезпечення оптимальних умов вирощування необхідно враховувати взаємодію всіх факторів.

Оптимальні умови утримання *Macrobrachium rosenbergii* є важливими для досягнення високої продуктивності. Ретельний контроль за абіотичними факторами дозволяє мінімізувати ризики захворювань, підвищити виживаність і прискорити ріст креветок. Зміни будь-якого з цих факторів можуть вплинути на поведінку креветок, їхню здатність до виживання і продуктивність, тому в умовах аквакультури необхідно ретельно контролювати всі ці параметри, щоб забезпечити оптимальні умови для росту та розмноження.

**Ключові слова:** *Macrobrachium rosenbergii*, абіотичні фактори, креветки

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

Н. В. Бонюк

nataliiboniuk@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Епітелій слизової оболонки шлунково-кишкового тракту (ШКТ) захищає організм тварин від потенційно шкідливих агентів, бактерій, токсинів тощо. Бар'єрна функція залежить від клітинної проліферації та диференціації, а також секреції специфічних клітинних продуктів на поверхню просвіту ШКТ. Муцин є основним секреторним продуктом келихоподібних клітин, який захищає слизову оболонку від проникнення та колонізації патогенів під час становлення коменсальної мікробіоти кишечника [Техвер, 1974; Павліна, 2021; Trevisi, 2021].

Келихоподібні клітини, які розміщені в епітелії кишечника та продукують муцин, — це чисельні одноклітинні залози, базальна частина яких досить тонка та видовжена і містить ядро. Цитоплазма представлена гранулами муциногену, розміщеними апікально, завдяки чому утворюється характерне овоїдне розширення [Cortez, 2021; Yang, 2021]. Кількість келихоподібних клітин у слизовій оболонці неоднорідна і збільшується переважно дистально. Як і ентероцити, вони містять мікрворсинки, які частково зникають протягом дозрівання та заповнення клітини секретом. Розміщення келихоподібних клітин у слизовій оболонці кишечника умовно поділяють на три зони: перша — дно та середня частина кишкових крипт, друга — верхня частина крипт, базальна та середня частина ворсинок, третя — верхівка ворсинок. Щільність їх розташування зменшується від дна крипт до верхівки ворсинок і є найрівномірнішою в проксимальному відрізьку тонкого кишечника. Секреторна активність найменша в третій зоні — на верхівці ворсинок. Загалом за свою життєдіяльність келихоподібні клітини проходять кілька секреторних циклів, які поділяються на стадії — від стану спокою і до стану виснаження. Муцин виводиться у просвіт кишечника у вигляді гранул апокринним та частково еккринним шляхом, має різний склад залежно від локалізації клітини. Муцин зв'язує соляну кислоту та адсорбує травні ферменти, поступово вивільняючи їх у процесі травлення.

Метою нашої роботи було визначити кількість келихоподібних клітин у тонкому відділі кишечника поросят за впливу кормової добавки «Глобіген Джамп Старт». Дослідження проводили в господарстві ТзОВ «Барком» Львівської обл. на двох групах поросят-сисунів (контрольна і дослідна) породи велика біла по 10 тварин у кожній. Поросятам обох груп від 3-добового віку згодовували предстартерний комбікормом. З 7-ї доби поросята дослідної групи додатково отримували кормову добавку «Глобіген Джамп Старт» у кількості 2 кг/т корму. На 7-, 14- та 28-у добу життя по три поросятка з кожної групи підлягали евтаназії з відбором матеріалу для гістологічного дослідження. При цьому повністю дотримувались вимог етичного ставлення до тварин, які використовуються під час експериментальних досліджень (Страсбург, 1986; Київ, 2002). Фрагменти слизової оболонки тонкого кишечника поросят фіксували у 10%-му водному розчині нейтрального формаліну та рідині Буена. Після фіксації тканини промивали та зневоднювали у висхідному ряді спиртів із подальшою заливкою у парафінові блоки за загальноприйнятими методиками. З парафінових блоків виготовляли гістозрізи товщиною 7 мкм на санному мікротомі MC-2. Для виявлення келихоподібних клітин застосовували PAS-реакцію за Мак-Манусом. Мукопротеїди і нейтральні мукополісахариди інтенсивно забарвлювалися в пурпурно-червоний колір. Визначення морфометричних параметрів мікроструктур слизової оболонки дванадцятипалої кишки, а саме підрахунок кількості келихоподібних клітин, проводили на 0,45 мм<sup>2</sup> (5 полів зору) площі за допомогою спеціально адаптованої морфометричної програми *Aperio Image Scope* до мікроскопа *Leica DM-2500* та фотокамери *Leica DFC 450C*. Одержані цифрові дані морфометричних показників обробляли методом варіаційної статистики.

В дослідженні гістоархітекtonіки дванадцятипалої, порожньої та клубової кишки поросят, які споживали молоко від свиноматки і з 3-ї доби життя мали доступ до предстартерного комбікорму, встановлено, що на 7-у добу життя кількість келихоподібних клітин була 80, 52 і 59 відповідно. На 14-у добу експерименту у слизовій оболонці дванадцятипалої кишки поросят контрольної групи на 15,2% зменшувалася кількість келихоподібних клітин порівняно з 7-ю добою, тоді як у клубовій кишці виявлено їх збільшення на 28,4%. У порожній кишці поросят контрольної групи також на 20,7% зменшувалася кількість келихоподібних клітин порівняно з 14-ю добою. Згодовування дослідної групи кормової добавки «Глобіген Джамп Старт» призвело до збільшення кількості келихоподібних клітин, зокрема у дванадцятипалій кишці — на 4,7%, у клубовій — на 8,4% та у порожній — на 28,1%. Ці дані свідчать про стимулювальний вплив кормової добавки «Глобіген Джамп Старт» на кількість келихоподібних клітин у кишечнику поросят.

У поросят контрольної групи у 28-добовому віці, порівняно з попереднім періодом (14-а доба), відзначали вірогідне збільшення кількості келихоподібних клітин на 39,5% у дванадцятипалій кишці, на 51,6% — у порожній, та зменшення їх кількості на 10,2% у клубовій. Аналіз змін кількості келихоподібних клітин між дослідною та контрольною групами поросят у 28-добовому віці показав, що число келихоподібних клітин у тварин дослідної групи переважало на 1,7% у дванадцятипалій кишці, на 20,9% — у порожній, на 21,4% — у клубовій кишці.

Отримані нами деякі морфометричні відмінності в кількісних показниках келихоподібних клітин у слизовій оболонці тонкого кишечника поросят у неонатальному та постнатальному періодах розвитку за згодовування кормової добавки «Глобіген Джамп Старт» переконливо свідчать про позитивний вплив на синтез мукополісахаридів, що проявляється вірогідним збільшенням келихоподібних ендокриноцитів, особливо в дослідній групі.

**Ключові слова:** келихоподібні клітини, дванадцятипала кишка, порожня кишка, клубова кишка, поросята

## Важливість боротьби з паразитами в домашніх тварин

**Р. В. Буряк**

romanburak59@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Тема боротьби з паразитами у домашніх тварин є надзвичайно актуальною, враховуючи ризики, пов'язані з поширенням паразитарних інфекцій серед тварин і людей. Паразити можуть завдавати серйозної шкоди здоров'ю як домашніх улюбленців, так і їхніх власників через потенційні антропозоонозні інфекції, які передаються від тварин до людини. В умовах, коли люди дедалі частіше мають домашніх тварин і більше уваги приділяють їхньому здоров'ю, актуальність інформації про профілактику та боротьбу з паразитами стає ще важливішою.

Боротьба з паразитами у домашніх тварин є критично важливою для збереження їхнього здоров'я, а також для захисту людей від антропозоонозних інфекцій, які можуть передаватися через контакт із зараженими тваринами. Важливим аспектом цього процесу є регулярне застосування профілактичних заходів — таких, як дегельмінтизація, догляд за тваринами та консультування з ветеринарним лікарем, що дозволяє мінімізувати ризики та запобігти серйозним захворюванням.

Паразити — це організми, які харчуються на тілі тварини (ектопаразити) або всередині неї (ендопаразити). Найвідомішими з них є блохи і кліщі, хоча спектр паразитів набагато ширший. До них також належать воші, серцеві гельмінти, а також різноманітні шлунково-кишкові паразити. Їхній вплив на здоров'я домашніх тварин може варіюватися від легкого подразнення до тяжких захворювань, які за відсутності лікування можуть призвести до смерті. Важливо відзначити, що паразити можуть бути небезпечними і для людей, оскільки деякі з них здатні викликати антропозоонозні інфекції — хвороби, що передаються від тварин до людини. Наприклад, блохи, найпоширеніші ектопаразити собак і котів, не лише спричиняють дерматит, але й переносять хвороби — такі, як ураження стрічковим хробаком *Dipylidium caninum* та бактерія *Bartonella*, яка спричиняє бартонельоз (хвороба котячих подряпин). Таким чином, блохи є більше, ніж просто незручністю.

Кліщі є не менш небезпечними, ніж блохи. Вони можуть спричиняти подразнення або інфекцію в місці укусу, а також є другим за значущістю переносником захворювань людини після комарів. У собак кліщі можуть призводити до анемії, втрати ваги і навіть смерті, якщо зараження є масивним. Деякі кліщі, як-от паралізуючий кліщ (*Ixodes holocyclus*) в Австралії або іксодовий кліщ (*Amblyomma americanum*) у США, виділяють токсини, що спричиняють параліч. Кліщі також переносять небезпечні захворювання, як-от бабезіоз, хворобу Лайма, ерліхіоз та анаплазмоз, які загрожують здоров'ю як тварин, так і людей.

Ще однією серйозною загрозою є лейшманіоз собак, який передається через укуси інфікованих москітів. Це захворювання поширене у понад 80 країнах світу, часто має смертельні наслідки. Лейшманіоз собак особливо поширений у південній Європі, на Близькому Сході, в Північній Африці, Латинській Америці та деяких районах Азії.

Комарі також можуть переносити дирофіляріоз — важке паразитарне захворювання, яке загрожує життю собак. Це захворювання поширене у США, Канаді, південній Європі та тропічних регіонах. Дирофіляріоз є небезпечним, оскільки уражає серце собаки, обмежуючи циркуляцію крові та пошкоджуючи внутрішні органи. Хоча людина рідко заражається ним, загроза для собак є значною.

Таким чином, важливість боротьби з паразитами у домашніх тварин не можна недооцінювати. Паразитарні інфекції становлять серйозну загрозу для здоров'я не лише тварин, а й людей, оскільки можуть призводити до важких, іноді смертельних захворювань. Регулярна профілактика, своєчасна дегельмінтизація, дотримання гігієни та консультації з ветеринаром є ключовими заходами для захисту улюбленців і запобігання поширенню небезпечних інфекцій. Власники тварин повинні усвідомлювати ці ризики та активно діяти, щоб забезпечити здоров'я і безпеку своїх тварин і родин.

**Ключові слова:** домашні тварини, паразити, кліщі, лейшманіоз собак, дирофіляріоз



## Біохімічні особливості маточного молочка бджолиного

П. Й. Воробець

pvorobets86@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Історія українського бджільництва своїм корінням сягає часів сивої давнини, а добування меду з дупла старих та розлогих дерев, у яких жили бджоли, було основним його напрямком. В сучасному світі бджільництво не втратило своєї актуальності й надалі залишається важливою галуззю сільського господарства, тому що дає можливість отримати такі лікувальні та незамінні продукти, як мед, перга, прополіс, маточне молочко та інші.

Маточне молочко — це натуральна речовина кремоподібної текстури з легким запахом фенолу та пекучим смаком, що забезпечує живлення для бджолиних та трутневих личинок у перші три дні їхнього личинкового розвитку. Це секрет гіпофарингеальних і нижньощелепних слинних залоз молодих (віком від 5 до 15 днів) робочих бджіл, який може мати різне забарвлення: від світло-жовтого до кремового, темно-жовтого і світло-коричневого. Бджолина матка, споживаючи маточне молочко, протягом всього свого личинкового та репродуктивного періоду має здатність відкладати яйця (сумарна добова маса яких часто перевищує масу її тіла), а тривалість її життя може сягати 5 років, що перевищує тривалість життя робочої бджоли у 50–60 разів. Фармакологічні дослідження показали, що цей бджолопродукт позитивно впливає на центральну нервову систему, прискорює відновлення м'яких тканин, скорочує термін гоєння ран, активує процеси оновлення клітин. Також є дані про те, що маточне молочко завдяки своєму біохімічному складу покращує статеву функцію, підвищує рівень гормонів та збільшує рухливість сперматозоїдів. Як бачимо, це високоактивний біологічний продукт бджільництва з цілющими властивостями, який широко використовується в медицині, косметології і харчовій промисловості. Останніми роками були проведені дослідження щодо біологічної активності маточного молочка, що дало зрозуміти те, як цей продукт може сприяти створенню нових ліків для покращення здоров'я людей. Однак багато біохімічних та молекулярно-біологічних особливостей дії маточного молочка залишаються невивченими та потребують поглиблення і розширення.

Від однієї бджолиної сім'ї впродовж активного сезону можна отримати всього 300–500 г маточного молочка, що у 100 чи навіть 200 разів менше від кількості меду, яку одержують від бджолосім'ї за цей же період. Щоб збільшити продуктивність бджолосім'ей із виробництва маточного молочка та підвищити рентабельність пасіки, у своїй роботі ми використали 4 підвиди бджіл *Apis mellifera* з метою порівняння їхніх особливостей щодо виробництва маточного молочка та отримали попередні результати. На цей час проводяться дослідження щодо біохімічного складу маточного молочка, отриманого від цих підвидів бджіл, а саме *Apis mellifera carpatica*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera sassimai* та *Apis mellifera ligustica*. Також маємо ціль з'ясувати, наскільки впливають на біологічну активність маточного молочка такі фактори, як тривалість і способи його зберігання та консервування, видові особливості бджіл-продуцентів, періоди його отримання, кормова база бджіл, кліматичні і географічні фактори.

**Ключові слова:** маточне молочко бджолине, підвиди бджіл, біохімічний склад

## Якісні показники сперми баранів за додавання відновленого глутатіону і БСА до середовища для кріоконсервування

Х. Гримак

phm89@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Результативність глибокого заморожування сперми значною мірою залежить від синтетичних середовищ, які повинні бути нешкідливими, захищати спермії від холодового удару і аглютинації, забезпечувати оптимальні фізико-хімічні параметри (рН, осмотичний тиск тощо). У процесі кріоконсервації спермій порушується впорядкованість структури мембран, що може інтенсифікувати пероксидне окиснення ліпідів, а утворені продукти окиснення проявляють токсичний вплив на спермії пошкодженням плазматичних мембран. Численні літературні дані свідчать про позитивну дію відновленого глутатіону на якісні показники спермій, які пройшли кріоконсервацію. Також виявлено кріозахисну дію на спермії різних протеїнів, зокрема й альбуміну, механізм захисної дії якого на спермії пояснюють їхньою ймовірною здатністю зв'язувати токсичні для клітин іони металів.

Тому метою нашого дослідження було з'ясування впливу додавання відновленого глутатіону і альбуміну до середовища для кріоконсервування на якісні показники сперми баранів.

Експеримент проведено у селянському фермерському господарстві «Салдобош» Хустського р-ну Закарпатської обл. на шести баранах української гірськокарпатської породи. Свіжоотримані еякуляти баранів-плідників (по чотири від кожного плідника) з активністю 8–9 балів розбавляли лактозо-жовтково-трисцитрато-гліцериним середовищем (ЛЖТЦГС) у співвідношенні 1:3 і розділяли на дві групи: контрольну і дослідну по 12 зразків у кожній. У дослідні зразки додатково вводили 5  $\mu\text{M}$  відновленого глутатіону та 15 мг/мл бичачого сироваткового альбуміну (БСА). Сперму еквілібрували і заморожували за методикою, описаною в Інструкції зі штучного осіменіння овець (2003). Потім провели порівняльну оцінку удосконаленого середовища з контрольним ЛЖТЦГС за показниками активності спермій після еквілібрації та кріоконсервування, їхньої стійкості до заморожування, виживаності за температури +38°C.

Встановлено, що комплексне введення відновленого глутатіону і БСА до складу ЛЖТЦГС підвищило активність спермій після еквілібрації на 10,6% ( $P < 0,01$ ). Активність деконсервованих спермій в удосконаленому середовищі становила 52,3% і була вищою, порівняно з контрольним середовищем, на 11,0% ( $P < 0,001$ ). Додавання відновленого глутатіону і БСА до ЛЖТЦГС підвищило стійкість спермій до заморожування на 6,0% та збереженість акросом на 9,5% ( $P < 0,05$ ). Виживаність спермій в удосконаленому середовищі становила 8,8 год., що на 23,9% більше порівняно з контролем ( $P < 0,05$ ). Показник абсолютного виживання спермій теж був вищим в удосконаленому середовищі, порівняно з контрольним, на 21,8% ( $P < 0,05$ ).

Таким чином, введення до складу лактозо-жовтково-трисцитрато-гліцеринового середовища 5  $\mu\text{M}$  відновленого глутатіону та 15 мг/мл бичачого сироваткового альбуміну підвищувало активність деконсервованих спермій, їхню стійкість до кріоконсервування, виживаність спермій, показник абсолютного виживання, що вказує на позитивний вплив введених у середовище біологічно активних речовин на якісні показники деконсервованої сперми. Отримані результати експерименту свідчать про доцільність додавання відновленого глутатіону та БСА до складу ЛЖТЦГС, що може слугувати основою для удосконалення середовища кріоконсервування сперми баранів.

**Ключові слова:** баран, сперма, глутатіон, БСА, кріоконсервування

## Окремі біохімічні та морфологічні показники крові самок оленя благородного (*Cervus elaphus*) залежно від їх фізіологічного стану

Р. Гунчак

roman.hunchak@gmail.com

ФГ «Аміла», с. Радовичі, Ковельський р-н, Волинська обл., Україна

Сьогодні спостерігається погіршення стану природних оселищ диких тварин і, як наслідок, їхнього здоров'я та благополуччя. Серед причин — зміни клімату, вплив антропогенних чинників, недостатність проведення заходів зі збереження біорізноманіття екосистем, поширення інфекційних захворювань тощо. У цьому контексті перспективною формою розведення диких тварин, зокрема оленя благородного (*Cervus elaphus*), може бути фермерське господарство. Причому додатковим аргументом для створення такої форми господарювання є те, що в Україні досить велика площа угідь, землеробське використання яких неефективне [Волох, 2006]. Однак організація фермерського розведення оленів вимагає специфічного підходу і неодмінно повинна супроводжуватись відповідним науковим та науково-методичним забезпеченням. Адже заселення тварин залежить від таких факторів, як тип ґрунтів, рельєф місцевості, кліматичні умови, продуктивність і якість пасовищного травостою, добриво, метод випасу, кількість загонів тощо. Водночас організм тварини особливо реагує на кожний фактор навколишнього середовища [Rafaj et al., 2011]. На показники, які характеризують стан оленів, впливають також порода, стать, вік, фізична активність, фізіологічний стан, наявність захворювань, стреси тощо [Вудмаска, 2016]. Тому актуальним є вивчення біології, етології та екології утримуваних тварин.

Метою цього етапу дослідження було визначення окремих морфологічних та біохімічних показників крові вагітних (21–24 тиждень вагітності) і невагітних самок (3–4-річного віку) східноєвропейської породи оленя благородного (*Cervus elaphus*), вирощених в умовах фермерського господарства Полісся Волині. Вагітність визначали за допомогою ультразвукового дослідження.

Для створення ефекту 30-хвилинного знерухомлення оленів використовували ксилазинумісний препарат «Ксила» (*Interchemie Werken De Adelaar Eesti AS*, Естонія). Його вводили тваринам із використанням спеціальної рушниці *DAN inject*. Час від введення препарату до початку відбору проб крові складав 30–45 хв. Кров для дослідження отримували через пунктуацію яремної вени. Зразки крові зберігали в холодильнику і транспортували на льоду (+4°C) до лабораторії, де їх обробляли протягом шести годин після збору. Лабораторний аналіз сироватки і плазми крові проводили з допомогою аналізатора *HumaLyzer 3000* та стандартних сертифікованих тест-наборів *Human Diagnostics Worldwide* (Німеччина), а окремі гематологічні дослідження — на аналізаторі *Mythic18Vet* [Гунчак, 2024].

За результатами досліджень встановлено, що у крові вагітних самок оленя благородного концентрація сечовини та креатиніну була значно вищою, ніж у невагітних. Креатинін утворюється з креатину або креатинфосфату. Креатин з'являється в сечі після розпаду м'язів під час вагітності і за гіпертиреозу [Beitz, 2004]. Відомо, що у вагітних самок підвищується активність щитоподібної залози, що призводить до катаболізму білків організму. Відповідно, підвищення концентрації сечовини та креатиніну у вагітних тварин в нашому дослідженні могло бути наслідком підвищених потреб у білках на пізніх етапах вагітності, що могло знизити здатність нирок усунути надлишки сечовини та креатиніну з плазми. Крім того, у вагітних самок була вищою активність трансаміназ, що може свідчити про певні порушення у м'язах (цикл Корі) і клітинах печінки через швидкий процес гліюкогенезу, обумовленого вагітністю. Beitz (2004) відзначав вплив адренкортикоїдів на мобілізацію амінокислот з білків організму під час вагітності, що пов'язано з підвищеною швидкістю дезамінування в печінці. Водночас у крові вагітних самок оленя благородного спостерігали значно вищу (майже на 20%) концентрацію глюкози, а також вміст холестерину та триацилгліцеридів порівняно з невагітними.

У крові вагітних самок зменшились показники кількості еритроцитів, гематокриту та загального гемоглобіну, проте розрахункові параметри крові — такі, як середній вміст гемоглобіну в клітинах (MCH) та середня концентрація гемоглобіну в клітинах (MCHC), зросли. Це може запобігати суттєвому зниженню загальної здатності крові переносити Оксиген. За кількістю нейтрофілів у крові вагітних і невагітних самок не встановлено ніяких відмінностей. Однак спостерігали надзвичайно високу кількість еозинофілів у тварин незалежно від їхнього фізіологічного стану, що могло бути пов'язане з інвазією ендопаразитами. Це підтвердили проведені нами паразитологічні дослідження. Водночас клінічні обстеження самок не виявили жодних ознак захворювань. Тварини були в добрій фізичній формі.

Підсумовуючи отримані результати, можемо зробити висновок про зафіксовані нами відмінності в біохімічних показниках між вагітними і невагітними самками оленя благородного (*Cervus elaphus*). Зокрема, концентрація глюкози, холестерину і креатиніну, а також активність АЛТ свідчать про інтенсивну метаболічну активність, пов'язану зі зростанням потреб зростаючих тканин плода.

**Ключові слова:** олені, кров, біохімічні та морфологічні показники

## Вплив альфа-кетоглютарату на поведінку мишей, окисно-відновний баланс та автофагію в корі головного мозку на тлі кафетерійної дієти\*

О. Дем'янчук, М. Ватащук, Д. Господарьов, В. Луцк, М. Байляк

oleh.demianchuk@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, кафедра біохімії та біотехнології, м. Івано-Франківськ, Україна

Для західної дієти характерний високий вміст насичених жирів, рафінованих вуглеводів і солі. Вважають, що ця дієта пов'язана з розвитком метаболічних розладів — таких, як ожиріння та діабет, а також впливає на роботу мозку та провокує зміни у поведінці, зокрема когнітивні порушення, емоційні розлади, депресію, тривогу та хронічний стрес. Кафетерійна дієта (КД) — це спеціально розроблений раціон харчування гризунів для вивчення впливу західної дієти, який складається з солодощів, печива, ковбас, сиру та інших подібних продуктів. Альфа-кетоглютарат (АКГ) — це метаболіт циклу трикарбонових кислот, який відіграє провідну роль у клітинному метаболізмі й регуляції різних фізіологічних процесів. Останні дослідження показали, що АКГ може бути ефективним для модуляції патологій, пов'язаних з метаболічними порушеннями. Одним із ймовірних механізмів його дії є те, що АКГ може регулювати роботу АМФ-залежної протеїнкінази і, як наслідок, активувати автофагію. Автофагія допомагає видаляти пошкоджені органели, білкові агрегати та інші клітинні відходи. Це важливо для підтримки клітинного гомеостазу та запобігання накопиченню шкідливих речовин, які можуть сприяти нейродегенеративним захворюванням. Також АКГ може безпосередньо знешкоджувати активні форми кисню, тобто виступати антиоксидантом, тоді як ожиріння часто характеризується розвитком оксидативного стресу. Тому метою нашої роботи було дослідити вплив екзогенного альфа-кетоглютарату на фоні кафетерійної дієти на поведінку мишей та маркери оксидативного стресу, активність антиоксидантних ферментів та експресію маркерів автофагії у корі головного мозку.

У дослідженні використовували 39-тижневих самок мишей лінії C57BL/6J. Мишей випадковим чином розділяли на дві групи. Одна група споживала стандартний корм, інша мала вибір між стандартним кормом та кафетерійною дієтою. Всі миші мали вільний доступ до води. На 9-й тиждень кожна з груп випадковим чином розділяли на дві підгрупи. Одна підгрупа мишей продовжила споживати звичайну воду, іншій до питної води додавали 1%-ний розчин динатрієвої солі альфа-кетоглютарату. Цей режим тривав ще 4 тижні. Наприкінці експерименту оцінювали поведінку мишей у тесті «відкрите поле», а опісля вони підлягали евтаназії та препаруванню. У заморожених півкулях кори головного мозку визначали рівень маркерів оксидативного стресу й активність антиоксидантних і пов'язаних з ними ферментів спектрофотометричними методами, активність ізоформ супероксиддисмутази (СОД) методом нативного гель-електрофорезу та рівень мРНК генів, пов'язаних з автофагією, методом RT-qPCR.

У тесті «відкрите поле» ми визначали загальну пройдену відстань за 10 хв., час в чотирьох центральних квадратах (внутрішня зона) і кількість фекальних кульок, залишених мишею під час тесту. На загальну пройдену відстань істотно не впливали ні КД, ні АКГ, ні їхня суміш. Водночас миші, яких годували КД+АКГ, проводили на 71% менше часу у внутрішній зоні, ніж контрольна група, тоді як інші експериментальні групи показали лише схожу тенденцію порівняно з контролем. Миші груп АКГ і КД+АКГ залишали на 71% і 78% менше фекальних кульок, ніж контрольні. На рівень пероксидів ліпідів (маркерів окислення ліпідів) КД, АКГ або їхня комбінація не впливали. Рівень тілових груп у корі головного мозку мишей, які споживали КД, АКГ або КД+АКГ, був на 16%, 35% та 24% нижчим відповідно, ніж у контрольній групі. АКГ призводив до зниження активності СОД1, а КД+АКГ — до зниження активності СОД1 і СОД2. Активність інших ферментів першої лінії антиоксидантного захисту, каталази та глутатіонпероксидази, була нижчою на 43–61% у мишей, які отримували експериментальні дієти, порівняно з контрольною групою. Активності глутатіон-S-трансферази і НАД(Ф)Н-хіноноксидоредуктази були меншими у мишей груп КД, АКГ або КД+АКГ на 29–45% порівняно з контролем. Крім того, активність глюкозо-6-фосфатдегідрогенази була на 34%, 28% і 39% нижчою у мишей, які отримували КД, АКГ і КД+АКГ, відповідно, порівняно з контрольною групою. У групі АКГ спостерігали в 1,6–3,4 раза вищі рівні мРНК генів *TFEB*, *DDIT3*, *ATG5*, *BECN1* та *SQSTM1* порівняно з контрольною групою. Крім того, рівень мРНК гена *BECN1* був в 1,7 раза вищим у мишей, які споживали КД+АКГ.

Отже, АКГ викликає тривожність і ці ефекти підсилюються КД. Також АКГ активує автофагію в корі головного мозку. КД, як і АКГ, призводить до зниження активності антиоксидантних ферментів і зменшує рівень тіолів у корі головного мозку мишей.

**Ключові слова:** альфа-кетоглютарат, кафетерійна дієта, мозок, оксидативний стрес, автофагія

\* Робота виконана у рамках ґранту від НФДУ (реєстраційний номер 2020.02/0118).



## Вплив соціальної ізоляції на зміну фізіологічних показників мишей за стандартної і кафетерійної дієти

*В. Деркачов, М. Байляк*

derkachovitalii@gmail.com

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

Надмірна вага та ожиріння — це питання не лише зовнішнього вигляду, а й серйозних хронічних захворювань, які набули епідемічного поширення в усьому світі. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, понад 650 мільйонів дорослих мають надмірну вагу. Цей показник зростає, що робить ожиріння однією з найсерйозніших медичних проблем сучасності. Причини ожиріння є складними, а ризик його розвитку збільшують різні фактори. Серед них — постійне переїдання, малорухливий спосіб життя та емоційний стрес. Для кращого розуміння причин, механізмів розвитку та створення ефективних методів боротьби з ожирінням, дослідники проводять експерименти на тваринах, зокрема на мишах. Останні дослідження показують, що соціальна ізоляція може провокувати різні патологічні та поведінкові зміни в людей і тварин. Зокрема, є припущення, що соціальна ізоляція може стати фактором ризику для розвитку ожиріння.

Метою цього дослідження було оцінити вплив соціальної ізоляції на певні фізіологічні показники — такі, як збільшення маси тіла, споживання їжі та води у мишей, які отримували збалансовану або кафетерійну (висококалорійну) дієту.

У досліді використовували 3-місячних самок мишей породи C57BL/6J, вирощених у нашому віварії. Мишей поділили на 4 групи. Перша і друга групи налічували по 5 мишей у клітці та отримували стандартний раціон для гризунів (контрольна група) і кафетерійну дієту (група КД). У третій і четвертій групах мишей розміщували у клітках поодиночці та годували стандартним кормом (контроль із соціальною ізоляцією) або кафетерійною дієтою (група КД із соціальною ізоляцією). Експеримент тривав 12 тижнів, за цей час відслідковували зміни маси тіла, споживання їжі та води. Після закінчення дослідження проводили тестування «відкрите поле».

Результати показали, що миші на кафетерійній дієті, особливо котрі перебували в умовах соціальної ізоляції, споживали більше їжі порівняно з тими, які отримували стандартний корм. Це може свідчити про зв'язок між соціальною ізоляцією та змінами в харчовій поведінці, які впливають на масу тіла та метаболізм. Споживання води залишалось стабільним у всіх групах, що вказує на те, що зміни у споживанні їжі не супроводжувалися подібними змінами у споживанні води. Миші, які споживали кафетерійну дієту, мали більшу масу тіла як за групового утримання, так і в соціальній ізоляції порівняно з тими, які отримували стандартний раціон. Соціальна ізоляція разом зі стандартним раціоном не призвела до значних змін у масі тіла мишей, що підтверджує сильний вплив висококалорійної дієти на масу тіла незалежно від соціального середовища.

Загалом результати дослідження вказують на те, що соціальна ізоляція впливає на харчову поведінку мишей. Зокрема, ізольовані миші споживали більше їжі з кафетерійної дієти та мали вищу масу тіла, ніж миші в групах. Це свідчить про те, що соціальна ізоляція може бути однією з причин розвитку ожиріння. На наступному етапі нашого дослідження ми плануємо вивчити біохімічні та молекулярні механізми, які пояснюють ці фізіологічні зміни, спричинені соціальною ізоляцією.

**Ключові слова:** соціальна ізоляція, кафетерійна дієта, фізіологічні показники

## Личинки *Hermetia illucens*: нова перспектива в годуванні фазанів

В. Джус, Л. Бондаренко

vlad.dzhus1999@gmail.com

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

Останнім часом дедалі більшої популярності в харчуванні набирає м'ясо фазана. Воно цінне тим, що є дуже ніжним і дієтичним, абсолютно не жирним, також вирізняється високим вмістом вітамінів, мінералів і білка. Тож попит на м'ясо фазана зростає з кожним роком. У зв'язку з цим стає популярним промислове вирощування фазанів. За грамотного ведення бізнесу цей напрям є прибутковим й ефективним.

Для успішного вирощування фазанів у промислових умовах варто звернути увагу на ефективність годівлі. Грамотно підібраний раціон сприяє покращенню ведення галузі, а також зниженню собівартості вирощування фазанів.

Один зі способів підвищення ефективності раціону — використання личинки *Hermetia illucens* як кормової добавки до основного раціону. Використання личинки *Hermetia illucens* як альтернативного джерела білка в раціоні різних тварин є доволі привабливою перспективою і потребує детальнішого вивчення.

Ми розглянули вирощування личинки *Hermetia illucens* на різних субстратах, порівняли результати уведення личинок з найоптимальнішим результатом до раціону фазанів. Також досліджено поживну цінність отриманого м'яса фазана.

У ході дослідження було використано 5 субстратів з різними складами: субстрат 1 — картопля, яблуко; субстрат 2 — пшениця, кукурудза; субстрат 3 — курятина; субстрат 4 — свинина; субстрат 5 — рибні відходи. Усі субстрати не становлять ніякої харчової або промислової цінності і є або супутніми відходами виробництва, або зіпсованою продукцією, що підлягає утилізації.

На всіх субстратах личинки мали хороші показники і довели свою невибагливість у вирощуванні, але найкращі показники спостерігалися на субстраті 3 — з курятини (8% води, 50,3% білка, 6,2% вуглеводів, 34,5% жирів, 1,0% золи) з поживністю у 200 ккал. Личинки, вирощені на цьому субстраті, і є об'єктом подальшого дослідження і введення до раціону птиці.

Введення до раціону фазанів личинки *Hermetia illucens* дало позитивні результати, а саме підвищення вмісту білка у м'ясі на 1,5–2% і 0,3% золи в середньому. Організм фазанів збагачується вітамінами і мінералами. Згодовування личинки фазанам не створює ніякої шкоди і є абсолютно безпечним. Також не спостерігали жодного погіршення смакових якостей продукції фазівництва. Фазани дуже охоче поїдають личинку. Очікувано, що за довготривалого згодовування личинки організм фазанів більше адаптується і показники зростуть ще більше. Позитивним результатом є економія дорогого комбікорму, що покращує конверсію корму.

Тож можна зробити висновки, що використання личинки *Hermetia illucens* як кормової добавки до раціону фазанів робить його не тільки дешевшим, а й ефективнішим. Личинка *Hermetia illucens* багата на білок, який дуже добре засвоюється та є рекомендованим для використання як кормової добавки.

**Ключові слова:** личинка *Hermetia illucens*, фазани, годівля

## Показники функціонального стану нирок у щурів за впливу мінеральної води «Нафтуса»

Х. Дмитрів, Р. Іскра  
dmitrivkata83@gmail.com

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

«Нафтуса» — цінна природна мінеральна вода з доведеною ефективністю в лікуванні захворювань сечовидільної системи. Вона діє як сечогінний засіб, має протизапальну дію, сприяє виведенню токсинів та патогенів з організму. Застосування мінеральної води «Нафтуса» в бальнеотерапії дозволяє ефективно очистити нирки, сечоводи та сечовий міхур від продуктів запалення та хвороботворних мікроорганізмів завдяки значному збільшенню сечовиділення. Оскільки нирки відповідають за очищення крові від шкідливих речовин, а також регулюють рівень рідини і електролітів в організмі, порушення цих процесів може призвести до різноманітних патологічних станів в організмі людини. Дослідження впливу біоактивної мінеральної води на показники білкового обміну та вміст мінеральних елементів є ефективними, адже ці показники є маркером роботи нирок та дозволяють точно визначити наявність порушень і запальних процесів. Тому дослідження в цьому напрямку допоможуть розкрити весь потенціал цієї унікальної мінеральної води.

Експеримент виконували на 20 здорових самках щурів лінії *Wistar* масою 220–300 г. Було сформовано дві рівноцінні за масою групи тварин: контрольну, де тварини не зазнавали жодного впливу і мали вільний доступ до напувалок зі звичайною водою, та дослідну, в якій тваринам додатково випоювали через зонд біоактивну воду «Нафтуса» трускавецького родовища 21-Н одноразово в дозі 1,5% від маси тіла впродовж 6 днів. Дозу 1,5% вибрали як середину діапазону оптимальних доз (0,8–2,0%), рекомендованих клініцистами. Після завершення курсу випоювання у контрольних та дослідних щурів спочатку відбирали проби периферійної крові надрізом кінчика хвоста, потім поміщали їх на добу у спеціальні індивідуальні камери для збору сечі. Визначали такі показники, як добовий діурез, концентрація в сечі та плазмі креатиніну, сечовини з розрахунком добової екскреції. Користувалися аналізаторами *Pointe-180* (*Scientific*, США) і *Reflotron* (*Boehringer Mannheim*, Німеччина) з відповідними наборами та полум'яним спектрофотометром СФ-47. Цифровий матеріал оброблено у програмі *Statistica*.

Після проведення експериментальних досліджень було виявлено, що пероральне застосування мінеральної води «Нафтуса» в дозі 1,5 мг/кг маси тіла вірогідно збільшує об'єм діурезу в дослідній групі в 1,4 раза порівняно з контролем, що може свідчити про посилення клубочкової фільтрації в нирках за умови зменшення реабсорбції води в ниркових канальцях. Також виявлено тенденцію до зростання як у плазмі, так і в сечі креатиніну та сечовини, зниження уреатів у плазмі крові та сечі, зростання у плазмі крові натрію, однак зниження його рівня в сечі, а також зниження вмісту калію — як у крові, так і в сечі.

Одержані дані свідчать про підвищений рівень діурезу завдяки випоюванню біоактивної води «Нафтуса», що сприяє запобіганню утворення сечокам'яної хвороби та запальних процесів, які можуть бути спричинені патогенними мікроорганізмами.

**Ключові слова:** функціональний стан нирок, мінеральна вода «Нафтуса», креатинін, сечовина, діурез

## Гематологічні інградієнти крові та її фагоцитарна активність у поросят раннього віку за дискомфортних умов мікроклімату приміщень та аліментарної дії алкоселю

А. Дмитроца

andrianadmitroca@gmail.com

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, с. Оброшине, Львівський р-н, Львівська обл., Україна

Відомо, що ранній неонатальний період розвитку поросят вважається найбільш критичним, оскільки супроводжується формуванням основних фізіологічних функцій організму та значним посиленням процесів дихання, інтенсивним надходженням і поглинанням кисню [Бучко О. М., Салига Н. О., Сварчевська О. З. та ін, 2013; Огородник Н. З., 2016]. Крім того, як показують дослідження, у новонароджених поросят не повністю розвинута травна система — шлунок позбавлений бактерицидних властивостей через відсутність соляної кислоти; відсутні імуноглобуліни у крові, які виробляються через тиждень після народження, а також прослідковується низька активність клітинного імунітету [Чумаченко В. В., 2007], оскільки імунні білки новонароджена тварина отримує тільки з молозивом і молоком матері — пасивний імунітет, який забезпечується материнськими антитілами [Мартишук Т. В., 2020].

Враховуючи високу стрес-чутливість поросят раннього віку, їхню низьку резистентність та схильність до порушення процесів обміну речовин в організмі за незадовільних умов, метою наших досліджень було з'ясування впливу застосування у раціоні тварин оксидопротекторного препарату «Алкосель» за порушення параметрів мікроклімату приміщень на формування клітинної ланки імунної системи.

Експериментальні дослідження проводилися в умовах свиноферми Державного підприємства «Дослідного господарства „Радехівське”» Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України у літній період. Методом аналогів за живою масою і віком було сформовано контрольну та дослідну групи поросят раннього віку породи велика біла по 5 тварин у кожній. Раціон контрольної групи складався зі стандартного престаартерного комбікорму, який забезпечував їхню потребу за поживними і біологічно активними речовинами, вітамінами, макро- і мікроелементами згідно з вітчизняними нормами годівлі тварин [Дяченко Л. С., Сивик Т. Л., Титарьова О. М., 2020]. Поросят дослідної групи до комбікорму додавали «Алкосель» у дозі 0,5 г/т комбікорму. Тварини мали вільний доступ до питної води. Додатки препарату згодовували поросят з 5-ї доби після народження. Тривалість досліду — 28 діб. На 5-у та 28-у добу після ранкової годівлі від поросят контрольної та дослідної груп брали зразки крові з кінчика хвоста для подальших біохімічних досліджень.

У цільній крові поросят визначали гематологічні показники: кількість лейкоцитів (підррахунок у камері Горяєва), лейкоформулу (цитологічний аналіз клітин фарбуванням фіксованих метанолом висушених мазків за методом Романовського-Гімза), фагоцитарну активність (метод визначення ґрунтується на здатності фагоцитів поглинати нітротетразолій синій, який в присутності активних форм кисню переходить у темно-синій диформазан).

У повітрі приміщення для утримання піддослідних тварин визначали такі параметри мікроклімату: температуру, вологість та вміст шкочинних газів. Температуру повітря та вологість в приміщенні вимірювали психрометром-гігрометром ВІТ-2 («Склоприлад», м. Київ, 1992). Визначення вмісту шкочинних газів (NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> та CH<sub>4</sub>) у повітрі приміщення для утримання свиноматок здійснювали електрохімічним методом за допомогою переносного багатокомпонентного газоаналізатора ДОЗОР-СМ-5 (ТОВ «Оптіма-Комплекс», м. Харків, 2018). Одержані цифрові дані опрацювали статистично з використанням стандартних комп'ютерних програм *Microsoft Excel*.

У результаті проведених досліджень встановлено, що основна роль серед клітинних факторів неспецифічного захисту організму поросят належить лейкоцитам та їхній фагоцитарній активності; вони виступають першою лінією захисту організму від шкочинних факторів — таких, як температура (в межах норми), вологість (на 41,7% перевищувала норму) та наявність шкочинних газів (в межах норми) у приміщенні, де утримуються тварини, і є основою природного імунітету. За використання «Алкоселю» в раціоні кількість лейкоцитів впродовж дослідного періоду зросла від 13,2% до 19,6%, а фагоцитарна активність збільшилася з 25% до 35% щодо контролю. За аналізу лейкоцитарного профілю крові поросят контрольної і дослідних груп кількість базофілів, еозинофілів, моноцитів та паличкоядерних нейтрофілів не виходять за межі фізіологічної норми. Проте спостерігається збільшення кількості сегментоядерних нейтрофілів з 10,2% до 12,9% та зменшення кількості лімфоцитів — 6,78–6,85% щодо контролю.

З огляду на отримані дані можна зробити висновок, що використання оксидопротектора «Алкосель» у складі комбікорму для годівлі поросят є ефективним засобом стимуляції клітинної ланки імунітету у ранній постнатальний період росту і розвитку свиней як за фізіологічно допустимих нормативів мікроклімату приміщень, так і за його порушень.

**Ключові слова:** поросята, мікроклімат приміщень, кров, імунна система



## Зв'язок фертильності з патологіями голівки та хвостів сперматозоїдів і віком особи

*С. Дубина, М. Макулович, Л. Пазюк*

sofiadubina2@gmail.com

Кафедра цитології, гістології та репродуктивної біології, ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Якість статевих клітин є запорукою майбутнього здоров'я і життєздатності потомства. На сьогодні відомі численні патології яйцеклітин і сперматозоїдів. Для запліднення важливою функцією спермів є їхня рухливість, пов'язана з будовою сперматозоїда.

Початковим етапом діагностики чоловічого безпліддя є спермограма. Оцінка морфологічних характеристик сперматозоїдів є невід'ємною частиною спермограми, оскільки аномалії морфології часто корелюють з порушенням сперматогенезу та функціями сперматозоїдів. Тератозооспермія, що характеризується високим відсотком сперматозоїдів з аномальною морфологією, зазвичай асоціюється з важким ступенем олігоастенозооспермії [Atmoko, 2024].

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

Дослідження проводили на базі ембріологічної лабораторії державного закладу «Прикарпатський центр репродукції людини» МОЗ України, воно охопило аналіз спермограм 18 чоловіків з тератозооспермією, які проходили лікування безпліддя протягом 2024 р. Пацієнтів розподілили на 2 групи залежно від віку на час взяття сперми — до 30 років та 30+ років, а також за патологіями сперматозоїдів — патології голівки та хвоста сперматозоїдів.

Для дослідження застосували метод Крюгера, який є морфологічним методом оцінки чоловічої фертильності. Він базується на аналізі морфології головки, акросоми, шийки, хвоста сперматозоїдів із забарвленням Папаніколау за допомогою світлової мікроскопії. Отримані результати проаналізували статистично за допомогою *t*-критерію Стьюдента.

Результати дослідження виявили вірогідні відмінності ( $P \leq 0,05$ ) у визначенні патології хвостів сперматозоїдів (короткі, потовщені, зламані, роздвоєні чи закручені, через що сперматозоїд може втрачати рухливість) у групі чоловіків віком 30+ порівняно з групою чоловіків до 30 років, тоді як статистично значимі відмінності у визначенні патологій голівки (занадто маленька або занадто велика, роздвоєна, куляста, конусоподібна, зі зміненою акросомою, тому такі спермії не здатні до запліднення яйцеклітини) — відсутні.

Можна зробити висновок, що чоловіче безпліддя у групі пацієнтів віком 30+ з тератозооспермією більше залежить від патологій хвоста сперматозоїда, а не голівки.

**Ключові слова:** тератозооспермія, фертильність, сперматозоїд, вік пацієнтів

## Гематологічні показники корів різної селекції породи лімузин

М. Зелінка<sup>1\*</sup>, Н. Мазур<sup>2</sup>

nataliya.mazur1983@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

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

Покращення порід задля підвищення продуктивних та племінних якостей тварин неможливе без глибокого вивчення фізіологічних і біохімічних процесів, які відбуваються в організмі. Кров відіграє ключову роль у забезпеченні життєвих функцій організму, виконуючи зв'язок між усіма його структурами [Чепурна В. А., 2021]. Важливість якісних і кількісних показників крові визначається тим, що вони впливають на рівень обміну речовин, який є основним критерієм оцінки фізіологічного стану тварин [Басараб Т. П., 2018]. Також відомо, що морфологічні й біохімічні показники крові зумовлені генотипом і значно змінюються під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів [Бабік Н. П., Федорович Є. І., 2013]. Метою наших досліджень було вивчити гематологічні показники корів угорської, польської та української селекції породи лімузин.

Дослідження проведені у ТзОВ «Львівське» Львівської обл. на коровах породи лімузин, завезених у господарство з Угорщини та Польщі, а також на тваринах української селекції, завезених із Волинської обл. Для проведення експерименту, залежно від селекції, було сформовано 3 групи тварин по 5 тварин у кожній. У підконтрольних корів брали кров з яремної вени до ранішньої годівлі. Гематологічні показники досліджували на автоматичному гематологічному аналізаторі *Orphee Mythic 18* (Швейцарія).

Варто зазначити, що усі досліджені гематологічні показники корів були в межах фізіологічної норми. За результатами досліджень виявили залежність цих показників від їх походження за країною селекції. Відомо, що вміст гемоглобіну в крові тварин є важливим показником для оцінки їхніх адаптаційних можливостей та природної резистентності до стресових факторів. Нижчий рівень гемоглобіну може призвести до ослаблення організму і зниження його стійкості до інфекцій і хвороб. Встановлено, що найвищою концентрацією гемоглобіну у крові відзначалися корови української селекції — 121,2 г/л, що менше, ніж у крові корів польської селекції, на 13,8 ( $P < 0,05$ ) та угорської селекції — на 9,2 г/л.

Значення достатньої кількості еритроцитів у крові тварин полягає у забезпеченні оптимального обміну кисню в організмі, що є важливим для високої продуктивності, особливо у стресових умовах або в період адаптації. І хоча еритроцити не беруть безпосередньої участі в імунній відповіді, їхній рівень впливає на загальний стан організму. Достатнє кисневе забезпечення тканин стимулює роботу імунної системи, що підвищує резистентність до інфекцій та хвороб. Найвищою кількістю еритроцитів у крові характеризувалися також корови вітчизняної селекції ( $6,2 \times 10^{12}/\text{л}$ ), що більше, порівняно з коровами польської селекції, на 1,0 ( $P < 0,05$ ) та угорської — на  $0,07 \times 10^{12}/\text{л}$  ( $P < 0,05$ ).

Лейкоцити і лімфоцити у крові тварин є ключовими елементами імунної системи, які забезпечують тваринам адаптацію до різних патогенних факторів, підвищують їхню резистентність і, відповідно, впливають на продуктивність. Їхня кількість і функціональний стан є одними із головних показників здоров'я тварин, тож підтримка цих показників на оптимальному рівні є важливою для забезпечення високої продуктивності великої рогатої худоби. У крові піддослідних корів кількість лейкоцитів була в межах  $6,9\text{--}7,4 \times 10^{12}/\text{л}$ , а лімфоцитів — в межах  $2,7\text{--}4,0 \times 10^{12}/\text{л}$ . Однак варто зазначити, що найвищу кількість цих клітин виявляли у корів української селекції ( $7,4$  та  $4,0 \times 10^{12}/\text{л}$  відповідно). Різниця за кількістю лейкоцитів та лімфоцитів у крові корів вітчизняної і польської та угорської селекції була незначною і невірогідною. Щодо моноцитів та гранулоцитів, то вони відіграють провідну роль в адаптаційних процесах, резистентності до захворювань та підтримці продуктивності. Ці клітини беруть участь у боротьбі з патогенами, зокрема бактеріями, вірусами та паразитами, а також сприяють регенерації тканин після пошкоджень. Вищий їх рівень спостерігали у корів польської селекції. Зокрема, у цих тварин кількість у крові моноцитів становила  $0,6 \times 10^{12}/\text{л}$ , а кількість гранулоцитів —  $4,8 \times 10^{12}/\text{л}$ . Якщо за кількістю моноцитів у крові тварин різної селекції різниця була незначною, то за кількістю гранулоцитів корови з Польщі переважали тварин з Угорщини на 1,4 ( $P < 0,01$ ), а тварин української селекції — на  $2,1 \times 10^{12}/\text{л}$  ( $P < 0,001$ ).

Встановлено, що гематологічні показники корів породи лімузин певною мірою залежали від їхнього походження за країною селекції. Зокрема найвищий рівень у крові гемоглобіну, еритроцитів, лейкоцитів та моноцитів відмічено у тварин української селекції, що, на нашу думку, може бути пов'язане з їх кращою пристосованістю до місцевих умов розведення. Щодо кількості моноцитів і гранулоцитів, то їх більше було у крові тварин польської селекції.

**Ключові слова:** корови, порода лімузин, кров, гематологічні показники

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

## Якісні показники еякулятів кнурів після згодовування комплексної добавки за нормальних температурних умов утримання

I. Іваницький

ivanickijivan285@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

У практиці свинарства в літній період свині часто потерпають від теплового стресу, який супроводжується зниженням їхньої продуктивності та відтворювальної здатності. У цей період погіршується якість спермопродукції у кнурів-плідників, особливо функціональної активності сперміїв. У корекції цих процесів для зменшення дії теплового стресу провідна роль належить різним біологічно активним речовинам. Науковці і практики пропонують низку заходів для зниження негативної дії теплового стресу на організм свиней, які охоплюють корекцію годівлі, технологічних елементів тощо. Ми розробили комплексну ліпосомальну добавку для стимуляції репродуктивної здатності кнурів. У процесі вивчення її властивостей виникла потреба з'ясувати вплив згодовування добавки на якість спермопродукції кнурів-плідників і за нормальних температурних умов утримання.

В експерименті використано дев'ять клінічно здорових кнурів-плідників віком 2–4 роки порід ландрас, п'єтрен і макстер, яких утримували за температури  $+17...+21^{\circ}\text{C}$  і вологості 65–77%. Кнурам впродовж 30 діб у складі основного раціону згодовували комплексну добавку у формі ліпосомальної емульсії, до складу якої входили вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е, С, глюконат цинку та бетаїн у дозі 20 мл на тварину на добу. До та після згодовування добавки впродовж трьох тижнів два рази на тиждень відбирали еякуляти дуплетною садкою мануальним методом. Досліджували фізіологічні показники якості еякулятів: об'єм (мл), концентрацію сперміїв (млн/мл), кількість живих сперміїв (%), рухливість (%), кількість патологічно змінених статевих клітин та виживання сперміїв за температури  $+4^{\circ}\text{C}$  (год). Одержані цифрові дані статистично обраховували у програмі *Statistica 7* з урахуванням *t*-критерію Стьюдента.

У дослідженні якості сперми кнурів, яким згодовували комплексну ліпосомальну добавку для стимуляції репродуктивної здатності за нормальних температурних умов утримання, встановили суттєві зміни якісних показників еякулятів. Зокрема, об'єм еякуляту та концентрація сперміїв під впливом згодовування комплексного препарату збільшилися, відповідно, на 9,2 та 15,2%, проте дані були невірогідними. Водночас загальна кількість сперміїв у еякуляті кнурів дослідної групи була вищою на 26,6% ( $P<0,01$ ) порівняно з контролем. Аналогічно, відсоток живих сперміїв (життєздатність) в еякулятах кнурів дослідної групи був більшим, ніж у контрольній групі, на 6,9% ( $P<0,05$ ). Аналіз рухливості та морфології сперміїв встановив, що згодовування комплексної ліпосомальної добавки зумовило підвищення відсотка сперміїв з прямолінійно поступальним рухом на 8,2% ( $P<0,01$ ) та зниження частки патологічно змінених сперміїв на 2,5% ( $P<0,01$ ). Виживання сперміїв кнурів після згодовування комплексного препарату збільшилося на 9,5% з найбільшою вірогідністю ( $P<0,001$ ).

Згодовування кнурам-плідникам комплексної ліпосомальної добавки для стимуляції репродуктивної функції в умовах нормальних температурних умов утримання вірогідно підвищує загальну кількість сперміїв у еякуляті ( $P<0,05$ ), життєздатність, рухливість та виживання статевих клітин. Отримані результати експерименту свідчать про доцільність згодовування комплексної добавки кнурам-плідникам, що може збільшити кількість спермодоз з одного еякуляту і підвищити запліднення свиноматок, але це потребує додаткових досліджень.

**Ключові слова:** кнур, сперма, комплексна ліпосомальна добавка, якість сперміїв

## Application of carbon nanocomposites for the treatment of alkali-induced skin burns

A. Ishchuk<sup>1</sup>, H. Kuznietsova<sup>1</sup>, B. Bozhenko<sup>1</sup>, T. Lysenko<sup>1,2</sup>, N. Dziubenko<sup>1</sup>

arsen.ischuk26@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of High Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>O. V. Palladin Institute of Biochemistry NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

With the onset of Russian aggression in Ukraine, the issue of chemical burns among the civilian population has become more urgent due to the use of prohibited weapons, including phosphorus munitions. Before the war, chemical burns were not a significant issue, but their incidence has since increased. Clinical protocols provide general recommendations but do not account for the specifics of chemical burns [Standard of Burns Medical Care, 2023]. There is a lack of studies on burn treatment considering the nature of chemical exposure. Carbon nanoparticles have garnered attention from researchers due to their anti-inflammatory [Lee, 2020], antibacterial properties [Ghirardello, 2021], and ability to regulate cell proliferation [Lu, 2019]. These properties make nanocomposites promising for wound healing. Studies on the toxicity of carbon dots (CD) with various chemical compositions [Kuznietsova, 2023] demonstrate their potential for safe use in medical applications, such as burn treatment. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effectiveness of CD synthesized from citric acid and urea in enhancing the healing process of alkali-induced skin burns and reducing their damaging effects on the organism.

Skin burn modelling was performed on male albino rats. Gauze pads soaked in a 3M NaOH solution were applied to the exposed skin of the rats for 10 min. One hour after burn induction, the potential treatment was initiated by applying CD-3011 — carbon dots enriched with carboxyl, phenolic, and amino groups. The suspended CDs were used in a mixture with a cellulose-based hydrogel. Wound healing and changes in the rats were observed over 14 days. On the final day of the experiment, an autopsy was performed to weigh internal organs and collect samples for histopathological analysis. Statistical calculations were conducted using two-way and one-way ANOVA (*GraphPad Prism* software).

The results showed that the relative weight gain in rats treated with CD-3011 (hereafter referred to as the CD-3011 group) considerably increased by the 4<sup>th</sup> day of the experiment, and the wound area healed significantly faster than in the group without CD treatment. By the 14<sup>th</sup> day, the burn wound in the CD-3011 group had nearly completely healed (close to 100%). No significant changes in the weight of immune organs were observed between the studied groups. Histopathological analysis revealed an accumulation of inflammatory cells at the burn site in all groups; however, no tissue oedema was observed in the CD-3011 group.

In summary, the daily application of CD significantly reduced the alkali-induced burn area and the level of inflammation at the burn sites during the study compared to the respective control. Thus, the use of carbon dots accelerated the healing of alkali-induced burns without any negative impact on the organism.

**Key words:** carbon dots, chemical burns, alkaline burns, burn treatment



## Антибактеріальні властивості ефірних олій

Ю. Кенцало, Т. Прудіус  
kentsalo80@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, 79034, Україна

Сучасне свинарство в Україні важко уявити без застосування антибіотиків у розведенні та вирощуванні тварин. Використання антибіотичних засобів у сільському господарстві має два практичні значення. По-перше, антибіотики є основним засобом етіотропної терапії під час лікування інфекційних чи вірусних захворювань. По-друге, додавання антибіотиків до корму може стимулювати ріст та розвиток поросят.

Однак застосування антибіотиків у свинарстві може не лише не вирішити проблеми виникнення хвороб, а й, навпаки, спричинити їх та прискорити трансформацію умовно патогенної мікрофлори в патогенну. Тому останнім часом альтернативою антибіотиків стають комбінації фітобіотиків, які можна додавати до раціонів поросят із раннього віку.

Фітобіотики — це природні специфічні екстракти рослин, які забезпечують умови конкурентного росту корисної мікрофлори у шлунково-кишковому тракті, стабілізують кислотність та посилюють процес всмоктування речовин.

Варто зазначити, що фітобіотики заслуговують на увагу науковців через їхній негативний вплив на мікроорганізми та віруси. Щоб замінити антибіотики та наблизити вирощування свиней до європейських умов, технологи поряд з імуноглобулінами, органічними кислотами, пробіотиками та пребіотиками почали використовувати ефірні олії із трав та спецій.

Ефірні олії — це концентровані ароматичні сполуки, отримані з різних частин рослин: листків, квітів, кори, плодів та смоли. Вони мають специфічний смак і запах, властивий рослинам, із яких були видобуті. Зазвичай це суміші вторинних рослинних метаболітів, які можуть містити фенольні сполуки (тимол, карвакрол та евгенол), терпени (екстракти лимону та ананасу), алкалоїди (капсаїцин), лектини, альдегіди (коричний альдегід) тощо.

Оскільки ефірні олії мають природне походження, вони становлять складну суміш речовин з одним чи декількома домінуючими компонентами. Це й пояснює різні ефекти від вживання ефірних олій. У чебреці (тим'яні) переважає тимол (до 60%). В орегано — карвакрол. Ефірна олія кориці містить до 75% коричневого альдегіду.

Серед усіх вивчених компонентів рослинних ефірних олій практичне значення для тваринництва мають лише деякі: коричний альдегід, карвакрол, тимол, цитраль та евгенол.

Дослідження науковців свідчать, що ефірні олії ефективніші щодо тонкостінних грампозитивних бактерій, але і на грамнегативну мікрофлору, яка має щільну клітинну мембрану, вони теж діють. Карвакрол та тимол прикріплюються до певних місць на клітинній стінці бактерії і пошкоджують її цілісність. Це призводить до витоку цитоплазми або її коагуляції, що закінчується загибеллю бактеріальної клітини. Також карвакрол та тимол, маючи ліпофільну структуру, можуть легко проникати у ланцюжки жирних кислот бактеріальних мембран, змушуючи їх сильно розширятися. Це також пришвидшує загибель бактерії.

Тимол та карвакрол здатні уражувати зовнішню мембрану *Salmonella typhimurium* та *Escherichia coli* через підвищене вивільнення ліпополісахаридів та сенсibiliзацію мембрани.

Тривале згодовування ефірних олій свиням вірогідно змінює у кишечнику співвідношення мікроорганізмів: зменшує загальні та патогенні коліформи (*E. coli*), збільшує концентрацію корисних *Lactobacillus* та *Enterobacillus*. Завдяки цим властивостям карвакрол, тимол та коричний альдегід вважаються реальною альтернативою кормовим антибіотикам.

**Ключові слова:** фітопрепарати, ефірні олії, поросята раннього віку, свиноматки, тимол, кориця

## Інтегрований підхід до профілактики хвороб бджіл на пасіках Чернігівської області з використанням інноваційних технологій

I. Коваленко

kovalenko1690@gmail.com

Сумський Національний Аграрний Університет, м. Суми, Україна

Чернігівська область, розташована в зоні помірного континентального клімату, характеризується високим рівнем захворюваності бджіл на вароатоз та інші інфекційні хвороби, що створює серйозну загрозу для бджільництва в регіоні. З огляду на зміни клімату та підвищення використання пестицидів в агропромисловості, виникає необхідність удосконалювати методи профілактики та контролю захворювань бджіл. Останні дослідження показують, що традиційні методи боротьби з вароатозом, зокрема використання хімічних засобів, не завжди ефективні та можуть негативно впливати на загальний стан бджолосімей. У зв'язку з цим, важливо досліджувати та впроваджувати новітні методи, які поєднують традиційні підходи з інноваційними технологіями, зокрема, біорегуляторами та системами моніторингу.

Метою цього дослідження є розробка та впровадження інтегрованого підходу до профілактики хвороб бджіл на пасіках Чернігівської обл., що охоплює комбінацію традиційних методів лікування, використання натуральних імуностимуляторів та сучасних технологій для моніторингу стану бджолосімей.

Дослідження проводили на п'яти пасіках Чернігівської обл., розташованих у різних екологічних умовах. На кожній пасіці сформувавши три експериментальні групи бджолосімей. Перша група отримувала традиційне лікування вароатозу з використанням хімічних препаратів, друга — комбіноване лікування, яке охоплювало як хімічні препарати, так і натуральні імуностимулятори (зокрема екстракти трав), третя група слугувала контрольною і отримувала лише підтримуючий догляд без додаткових лікувальних засобів. Для моніторингу стану бджолосімей використовували сучасні технології, зокрема сенсори для вимірювання температури, вологості та рівня CO<sub>2</sub> у вуликах. Дані збирали щотижня протягом активного сезону, що дозволило детально відстежувати зміни у стані бджолосімей та їхню реакцію на різні методи лікування.

Для статистичної обробки даних використовували методи дисперсійного аналізу (ANOVA) та кореляційний аналіз, що дозволило визначити ефективність кожного з підходів до профілактики хвороб бджіл. Особливу увагу звернули на оцінку рівня зараженості вароатозом, загального стану бджолосімей, а також на кількісні показники продуктивності пасік, зокрема медозбору.

Результати дослідження показали, що комбінований підхід, який передбачає використання як хімічних препаратів, так і натуральних імуностимуляторів, є найефективнішим у боротьбі з вароатозом. В цій групі спостерігалось зниження рівня зараженості на 35% порівняно з контрольною групою і на 20% порівняно з групою, яка отримувала лише хімічні препарати. Крім того, застосування сенсорних технологій для моніторингу вуликів дозволило виявити критичні періоди, коли бджолосім'ї були найвразливішими до захворювань. Зокрема, різкі коливання температури та вологості у вуликах виявилися ключовими факторами, які впливали на стан бджіл. Це підтверджує необхідність постійного моніторингу та своєчасного втручання для підтримання оптимальних умов у вуликах.

Важливим результатом також стало виявлення позитивного впливу натуральних імуностимуляторів на загальний стан бджіл. Бджолосім'ї, які отримували ці препарати, проявляли підвищену стійкість до стресових факторів та більшу продуктивність порівняно з іншими групами. Як наслідок, медозбір у цій групі був на 15% вищим, ніж у контрольній групі.

Дослідження підтвердило, що інтегрований підхід до профілактики хвороб бджіл, який поєднує традиційні методи лікування з використанням натуральних імуностимуляторів та сучасних технологій моніторингу, є найефективнішим у збереженні здоров'я бджолосімей та підвищенні продуктивності пасік. Використання сенсорних технологій дозволяє оперативно виявляти та реагувати на зміни у стані вуликів, що є ключовим для успішної профілактики захворювань. Впровадження цього підходу в практику бджільництва Чернігівської обл. може сприяти зменшенню втрат бджолосімей, підвищенню рентабельності пасік та збереженню біологічного різноманіття в регіоні.

**Ключові слова:** профілактика хвороб, бджоли, вароатоз, Чернігівська область, імуностимулятори, моніторинг, інтегрований підхід

## Вплив на ознаки довголіття корів української чорно-рябої молочної породи умовної кровності голштина

I. О. Компанець

igorokkompanets@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Вивчення впливу спадковості поліпшувальних порід на ознаки продуктивності корів наразі не залишається поза увагою дослідників [Klopenko & Stavetska, 2015; Mazur, et al., 2019; Mazur, 2019; Koval, 2020; Polupan et al., 2021; Polupan et al., 2023], зокрема це стосується впливу умовної кровності за поліпшувальною породою на ознаки продуктивного довголіття корів [Novak, 2016; Khmelnychy & Vechorka, 2018; Mazur, 2019; Khmelnychy & Bardash 2019; Khmelnychy et al., 2020; Polupan et al., 2023]. З часом проблема лише загострюється, а ліквідація централізованої системи оцінки бугаїв-плідників в Україні унеможливила подальше проведення оцінки за якістю потомства та добір кращих бугаїв-поліпшувачів вітчизняної селекції, що і сприяло масовому застосуванню вбирного схрещування українських молочних порід генофондом голштинської [Khmelnychy et al., 2020; Kruhliak et al., 2023]. Враховуючи важливість продуктивного довголіття корів в аспекті ефективності розвитку галузі молочного скотарства, дослідження та аналіз чинників, які позитивно впливають на прояв ознак тривалості продуктивного використання та довічної продуктивності тварин, а також розробка на їхній основі чітких і послідовних методів селекційно-плеємної роботи мають ключове значення для галузі [Mazur et al., 2019]. Оскільки частка спадковості поліпшувальної породи в генотипі тварин української чорно-рябої молочної є одним із цих чинників, дослідження з вивчення її впливу на стан ознак довголіття залишається актуальним.

Дослідження проведені за використання ретроспективної бази даних автоматизованої програми управління стадом СУМС «Орсек-СЦ» стада з розведення української чорно-рябої молочної та голштинської порід ПП «Буринське» Підліснівського відділення Степанівської громади Сумської обл. Досліджувані помісні генотипи розділили на чотири дослідних групи залежно від умовної кровності за поліпшувальною породою: I — 62,6–75,0; II — 75,1–87,5; III — 87,6–93,8 та IV — 93,9–100%. Оцінку показників тривалості та ефективності довічного використання проводили за методикою Ю. П. Полупана [Polupan, 2010]. Показники досліджень опрацьовували біометричними методами на ПК у середовищі *Microsoft Office Excel* з використанням програмного забезпечення за формулами, описаними В. І. Ладикою та ін. [Ladyka et al., 2023].

Піддослідні групи помісних тварин розпочали формувати із мінімальної частки спадковості голштинської породи (62,5%), яка була плановою на період затвердження сумського внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи у 2009 р. для розведення «у собі» помісних генотипів 62,5–87,5% за голштином [Zubets et al., 2001; Ladyka et al., 2021].

Мінливість показників, які характеризують тривалість використання корів, засвідчила їхню залежність від умовної частки спадковості голштинської породи. Загальна закономірність цієї залежності полягала у тому, що за зростання спадковості голштина у генотипі помісних тварин показники тривалості життя, продуктивного використання, кількості використаних лактацій за життя та коефіцієнта господарського використання знижуються за різного ступеня вірогідності залежно від міжгрупового порівняння.

Порівнянням помісних генотипів корів другої групи із першою встановлено, що за тривалістю життя вони поступаються першій на 174 дні з вірогідністю  $P < 0,01$  ( $td = 2,88$ ). Тварини третьої групи скоротили своє життя, відповідно, на 384 дні з високим рівнем вірогідності ( $td = 4,11$ ;  $P < 0,001$ ). Поголів'я корів четвертої групи, які, згідно з інструкцією з бонітування великої рогатої худоби молочних і молочно-м'ясних порід, належать до чистопорідних голштинів, скоротили тривалість свого життя досить істотно — на 561 день ( $td = 7,58$ ;  $P < 0,001$ ) порівняно з тваринами першої групи. За тривалістю продуктивного використання, яка враховується між датами першого отелення та вибуття зі стада, спостерігали аналогічне скорочення, яке у порівнянні II–IV груп становило 167–543 дні ( $P < 0,01$ – $0,001$ ). Відповідно, істотно скоротилася і кількість лактацій за життя — від 4,2 (I група) до 2,9 (IV група) з вірогідною різницею 1,3 лактації ( $P < 0,01$ – $0,001$ ). Коефіцієнт господарського використання також знижувався з мінливістю від 76,2 (I група) до 71,3% (IV група) з вірогідною різницею 4,9% ( $P < 0,01$ – $0,001$ ) на користь першої групи.

Одержані нами результати довічних показників молочної продуктивності корів піддослідних груп різних за часткою умовної кровності голштинської породи також засвідчили їхню мінливість залежно від генотипу. Одержані результати продуктивного довголіття протилежні показникам тривалості довічного використання, тобто із нарощуванням спадковості голштинської породи для кожного наступного покоління показники основних ознак продуктивності — довічного надою та виходу молочного жиру — зростали за зменшення загальної тривалості лактаційної діяльності. Тривалість кількості лактаційних днів за життя корів IV групи, порівняно з I–III групами, знизилася на 69–378 днів за невірогідної різниці порівняно з III групою.

Найвищий довічний надій отримали, звісно, від чистопородних тварин IV групи, чим підтвердили, що генофонд голштинської породи найкращий в усьому світі. Чистопородні голштини за показником довічного

надою (28174 кг) перевершили аналогічний показник середнього для стада (25953 кг) на 2221 кг ( $P<0,001$ ) за умов зменшення загальної тривалості лактаційного періоду на 163 дні. Перевага корів першої групи за довічним надоєм склала 3202 ( $P<0,001$ ), другої — 2720 ( $P<0,001$ ), третьої — 1602 кг ( $P<0,05$ ).

Вищий вихід молочного жиру чистопородних голштинів, порівняно з першою групою, склав 118 кг з високою вірогідною різницею ( $P<0,001$ ), порівняно з другою групою — 97 ( $P<0,01$ ), третьою — 53 (різниця невірогідна) та середнім для стада — 81 кг ( $P<0,01$ ). Мінливість у межах піддослідних груп за вмістом жиру незначна — 3,75–3,78%.

Надійним та об'єктивним показником продуктивності корів за усе життя є надій на один день лактаційної діяльності. За цим показником істотно кращими виявилися корови IV групи голштинської породи вітчизняної селекції. Вони перевершували помісних генотипів та середнє для стада за надоєм на один день лактування з високовірогідною різницею 2,8–8,6 кг ( $P<0,001$ ).

Мінливість надою на один день продуктивного використання та життя у піддослідних групах залежно від генотипу дещо нижча, але також на користь корів голштинської породи. Вони були вірогідно кращими порівняно з I–III групами та середнім значенням для стада, відповідно, на 5–9 та 3,3–5,8 кг ( $P<0,001$ ).

Встановлено залежність показників, які характеризують довголіття корів української чорно-рябої молочної породи від умовної частки спадковості голштинської породи. За зростання спадковості голштина від 62,5 до 100% у помісних тварин показники тривалості життя, продуктивного використання, кількості використаних лактацій за життя та коефіцієнта господарського використання знижуються, тоді як показники основних ознак продуктивного довголіття — довічного надою, виходу молочного жиру, надоїв на один день лактації, продуктивного використання та життя — зростають.

У результаті поглинального схрещування корів української чорно-рябої молочної породи голштинською створюється нова порода вітчизняної селекції, яка характеризується вищою молочною продуктивністю порівняно з вихідною породою за скорочення тривалості продуктивного використання.

Щоб мінімізувати негативний вплив зростання спадковості голштина на прояв ознак тривалості використання тварин, необхідно використовувати ефективні заходи з оцінки маточного поголів'я за цими ознаками та проводити раціональний добір і підбір з використанням бугаїв-плідників, які за результатами їхньої оцінки поліпшують ознаки, що позитивно корелюють з ознаками довголіття.

**Ключові слова:** українська чорно-ряба молочна порода, голштинська порода, умовна кровність, ознаки довголіття корів



## Токсичність і безпечність нанокристалів цинку гідрокарбонату

*В. Кошевой*

koshevoyvsevolod@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Проблематика забезпеченості тварин і птиці мікроелементами, особливо Цинком, зумовлена переважно низькою біодоступністю солей цього металу у складі мінеральних кормових добавок та лікарських засобів. Нестача Цинку сприяє виникненню внутрішніх хвороб, зниженню відтворної здатності та продуктивності [Fatima et al., 2024]. Для вирішення цієї проблеми останнім часом у світі широко використовують наноструктурні матеріали на основі Цинку, зокрема наночастинки (Zn-NPs), які мають антиоксидантні, антиліпідемічні, імуномодулювальні властивості, виявляють антибактеріальну дію тощо [Naumenko et al., 2023; Vaghari-Tabari et al., 2024]. Велика кількість наявних Zn-NPs негативно впливають на організм тварин за рахунок кумуляції, індукції оксидативного стресу, апоптозу, мітохондріальної дисфункції, хоча ці наслідки тривалого надходження й намагаються зменшити застосуванням сучасних методів синтезу, зокрема «зеленої хімії» [Asif et al., 2023; Rajeshkumar et al., 2023]. Важливим аспектом широкого використання Zn-NPs в Україні є детальне обґрунтування їхніх токсикологічних властивостей з урахуванням фізико-хімічних характеристик, шляху надходження, дозування тощо. Метою роботи було з'ясувати параметри токсичності й безпечності нанокристалів цинку гідрокарбонату на щурах-самцях за умов гострого токсикологічного експерименту.

Дослідження проведені на статевозрілих щурах лінії Вістар (n=36) масою 310–320 г. Тварини мали вільний доступ до води та корму. Дози колоїдного розчину наночастинок карбонату цинку розраховували індивідуально відповідно до маси кожного щура, при цьому об'єм препарату, який вводили внутрішньо-шлунково, за один раз не перевищував 2,5 см<sup>3</sup>. За принципом аналогів було сформовано 5 дослідних груп: щурам вводили колоїдний розчин наночастинок карбонату цинку в дозах, відповідно, 5000,0; 10000,0; 15000,0; 20000,0 і 25000,0 мг/кг маси тіла за абсолютною масою препарату, що відповідало дозам діючої речовини (наночастинок) 12,5; 25,0; 37,5; 50,0 і 62,5 мг/кг: одноразово (دوزи 5000,0 і 10000,0 мг/кг), дворазово (دوزи 15000,0–20000,0 мг/кг) і триразово (доза 25000,0 мг/кг маси тіла) перорально за допомогою стравохідно-шлункового зонду. Щурам контрольної групи за аналогічним регламентом вводили дистильовану воду в об'ємі 2,0 см<sup>3</sup>. Загальний термін дослідження склав 14 діб. За клінічним станом дослідних щурів спостерігали упродовж 14 діб. Простежували можливу появу та розвиток клінічних ознак отруєння, строки загибелі або відновлення до фізіологічної норми. Під час клінічного обстеження щурів звертали увагу на поведінку, реакцію на зовнішні подразники, наявність апетиту, стан шерстяного покриву, колір слизових оболонок, частоту дихання та дефекації, зміни кольору фекалій тощо.

Картин гострого отруєння за клінічними спостереженнями у щурів I–V дослідних груп не відзначали. Щури були рухливими, добре реагували на зовнішні подразники, активно споживали корм та воду. Загибелі щурів у всіх дослідних групах протягом 14-добового терміну спостереження не спостерігали. Після евтаназії проводили патологоанатомічний розтин. На розтині (відносно контрольної групи) не реєстрували змін слизових оболонок ротової порожнини, трахеї, глотки та стравоходу; у шлунку виявляли залишки корму; гіперемії підшкірної клітковини не простежували. Серце не збільшене в об'ємі, конусоподібної форми, консистенція міокарду пружна; печінка коричневого кольору, пружної консистенції, не збільшена в об'ємі; селезінка та підшлункова залоза — без змін; нирки коричневого кольору, не збільшені в об'ємі; судини брижі тонкого кишечника не кровонаповнені, ознак запалення в шлунку, тонкому та товстому кишечнику не виявлено.

За результатами токсикологічних досліджень колоїдного розчину наночастинок карбонату цинку показник LD<sub>50</sub> розрахувати не вдалося, оскільки протягом 14-ти діб після введення загибелі лабораторних тварин не було виявлено. При цьому максимальна введена доза колоїдного розчину наночастинок карбонату цинку за абсолютною масою препарату становила 25000,0 мг/кг маси тіла — 62,5 мг/кг за діючою речовиною, що дозволяє віднести препарат до VI класу токсичності, речовин відносно нешкідливих (LD<sub>50</sub>>15000,0 мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності — до IV класу, малонебезпечних речовин (LD<sub>50</sub>>5000,0 мг/кг маси тіла).

**Ключові слова:** токсикологія, наночастинки, Цинк, щури

## Видовий склад птахів родини чаплевих (*Ardeidae*) у зимовий період на території Львівської і Черкаської агломерації

К. Кремпа<sup>1,2</sup>, В. Жуленко<sup>1</sup>

krempakatia@gmail.com

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Дослідження проводили на території міських агломерацій Львівської та Черкаської обл. у зимові періоди 2020–2024 рр. Ми обрали 4 міські агломерації: 2 — обласного (Львівська та Черкаська) та 2 — районного рівня (Жидачівська та Канівська). Дослідження виконані методом точкових обліків із фіксованою смугою виявлення, для зменшення можливої похибки точки були встановлені рандомно за допомогою qGis.

За весь період досліджень ми виявили два види чаплевих: чаплю сіру (*Ardea cinerea*) і чепуру велику (*Ardea alba*) у загальній кількості 29 та 66 особин відповідно.

На території Львова за весь період обліків спостерігали 6 особин чаплі сірої та 2 особини чепури великої. На території Жидачівської агломерації чепура велика була найчисленнішим видом — 59 особин, а чапля сіра налічувала 9 особин.

На території Черкаської агломерації ми зафіксували 17 особин чаплі сірої, а на території Канівської агломерації — тільки 1 особину чаплі сірої й 1 особину чепури великої.

Чепура велика була зафіксована у найбільшій кількості на території Жидачівської агломерації, тоді як в Черкаській агломерації нами не була зафіксована взагалі; хоча нам відомо про її постійну зимівлю на цій території, але під час наших досліджень не вдалося її виявити. Зрідка цей птах був облікований на території Львівської та Канівської міських агломерацій.

Чапля сіра на зимівлі була наймасовіше зафіксована на території Черкаської міської агломерації. Загалом її поширення, за нашими даними, рівномірніше, ніж у чепури великої.

Отже, обліковані нами представники родини *Ardeidae* не проявляють масовий характер зимівлі та були зафіксовані лише біля водойм, не покритих кригою. Це свідчить про низьку синатропізацію та важливість для цих птахів відповідних типів оселищ. Крім того, епізодичність їх виявлення доводить низьку стійкість до зимових умов: у більш холодні зими їх майже не було зафіксовано.

**Ключові слова:** зимова орнітофауна, Львівська і Черкаська агломерація, чапля сіра, чепура велика, водойми, зміна клімату

## Аналіз діяльності роботи лабораторії «Науково-дослідний навчальний центр діагностики хвороб тварин» ІВМ НААН

Я. Криця, Н. Меженська, Т. Сидоренко, Ю. Мельничук, Д. Шай

iana.kritsya@gmail.com

Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

Забезпечення біологічної безпеки людини і тварин, збереження природного середовища України залишаються одними із пріоритетних завдань держави, оскільки у II тисячолітті продовжували реєструвати достатньо високі показники інфекційної захворюваності тварин [Луцишина К. Л., 2019].

Метою роботи є аналіз напрямків роботи лабораторії «Науково-дослідний навчальний центр діагностики хвороб тварин» («НДНЦДХТ») за 2021–2023 рр.

Дослідження проведені на базі лабораторії «НДНЦДХТ» ІВМ НААН. Аналіз результатів моніторингу інфекційних хвороб великої рогатої худоби та свиней у господарствах України проведено за період 2021–2023 рр. У роботі використано статистичні дані звітності лабораторії «НДНЦДХТ» ІВМ НААН за 2021–2023 рр. Застосовано аналітичний метод досліджень.

Лабораторія має в своєму складі 3 сектори: паразитології, мікотоксикології і сектор секвенування, молекулярно-генетичних досліджень та ГС. Лабораторія діє згідно з вимогами законодавства України, чинних національних та міжнародних стандартів, нормативно-правових актів та інших документів, що забезпечують якість отриманих результатів. Останню акредитацію лабораторія «НДНЦДХТ» успішно пройшла в 2021 р., отримала атестат про акредитацію, чинний до 29.06.2026 р., та щорічно проходить наглядний аудит в Національному агентстві з акредитації України згідно з вимогами стандарту до компетентності лабораторій ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 з виконання молекулярно-генетичних та імунологічних досліджень патологічного та біологічного матеріалу тварин.

Основними напрямками діяльності лабораторії є: науково-дослідний; навчально-тренінговий; діагностичний (випробувальний). Науково-дослідний напрямок передбачає участь у виконанні наукових тематик лабораторії Інституту ветеринарної медицини НААН. На базі лабораторії «НДНЦДХТ» виконуються 9 наукових тематик Інституту ветеринарної медицини НААН. Основні наукові досягнення лабораторії підтверджені п'ятьма патентами на корисну модель.

Співробітники ІВМ НААН протягом 2021–2023 рр. в рамках наукової тематики розробили «Набір діагностичний „ГХК-ТЕСТ дуо ЗТ-ПЛР-РЧ” для виявлення РНК вірусу геморагічної хвороби кролів першого та другого типів методом ПЛР у режимі реального часу», який має високі показники специфічності, чутливості та збіжності результатів, що гарантує отримання точних та вірогідних результатів щодо диференційної діагностики геморагічної хвороби кролів першого та другого типів.

У 2020 р. ІВМ НААН став переможцем конкурсу «Наука для безпеки людини та суспільства» Національного фонду досліджень України з проектом «Вивчення можливої ролі тварин як резервуару вірусу SARS-CoV-2». В рамках проекту вивчали можливість перенесення коронавірусу SARS-CoV-2 від інфікованих людей до домашніх тварин. Для цього у 2020 р. було закуплено та інстальовано сучасний секвенатор *Ion Torrent S5* для проведення аналізу виділеної РНК збудника SARS-CoV-2. Це сучасна система для проведення повногеномного секвенування з метою визначення особливостей маркерних генів і аналізу генетичної мінливості збудників хвороб.

Навчально-тренінговий напрямок діяльності лабораторії охоплює проведення навчання та підвищення кваліфікації за такими напрямками: біологічна безпека та біологічний захист у роботі з біонебезпечними агентами, матеріалами та технологіями; методичне та практичне навчання роботі з використанням обладнання для проведення ПЛР та ІФА. За 2021–2023 рр. на базі лабораторії «НДНЦДХТ» успішно пройшли навчання та отримали сертифікати з підвищення кваліфікації 37 слухачів з різних навчально-наукових закладів України.

Діагностичний (випробувальний) напрямок лабораторії передбачає лабораторну діагностику інфекційних хвороб тварин. В лабораторії «НДНЦДХТ» на сучасному обладнанні проводять незалежні молекулярно-генетичні та серологічні діагностичні дослідження щодо інфекційних захворювань тварин.

Система якості лабораторії «НДНЦДХТ» повністю відповідає вимогам стандарту та пропонує широкий спектр послуг з проведення ветеринарної діагностики інфекційних хвороб тварин на сучасному високотехнологічному обладнанні молекулярно-генетичними та серологічними методами.

Аналіз ефективності роботи лабораторії «НДНЦДХТ» показав, що попит на діагностичні послуги лабораторії за останні три роки зріс на 78,2%. Випробування методом ІФА більше користуються попитом, ніж ПЛР — в 6 разів за 2023 р.

За результатами кількості випробувань в лабораторії, існує тенденція до переважання дослідження за сферою акредитації, тобто замовники віддають перевагу акредитованим методам досліджень: спостерігається збільшення кількості випробувань за сферою акредитації на 62,4%.

**Ключові слова:** лабораторія, випробування, імуноферментний аналіз, полімеразна ланцюгова реакція

## Визначення вмісту флавоноїдів у ферментно-модифікованій сировині родини *Malvaceae*

А. Кулаківська, Р. Конечна

anastasiakylakivska@gmail.com

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

Флавоноїди як вторинні метаболіти рослин проявляють високу антиоксиданту, протизапальну та анти-мікробну активність. Проте вилучення біологічно активних речовин (БАР) з рослинних клітин є утрудненим через жорстку структуру клітинної стінки, тому для підвищення екстракції використовують нетрадиційні методи — до прикладу, ферментну екстракцію. Цей метод ґрунтується на каталітичних здатностях фермента гідролізувати клітинну стінку, вивільняючи метаболіти [Dias, 2021; Das, 2021]. Родина *Malvaceae* містить високі концентрації флавоноїдів, які варіюються залежно від виду [Vadivel, 2016]. Метою дослідження було з'ясувати вплив екстракції за участі ферменту на вилучення флавоноїдів *M. sylvestris* L., що не розглядалося раніше, та порівняти його з результатами, одержаними вченими у вивченні *Abelmoschus manihot* L.

Наші дослідження було здійснено за модифікованою методикою: в 40 мл ацетатного буферу додали 0,4 г сировини *Malva sylvestris* L. — подрібнене до 3 мм висушене листя та квіти, нагріли до 120°C, після чого додавали 40 мг ферменту целюлази (*Enzym*, Україна; активність 10000 од/г, рН оптимум 3,5–4,5, температурний оптимум 50–65°C) та інкубували при 50°C протягом 3 год. на водяній бані. Фермент інактивували за 120°C у духовій шафі. Як контроль використовували екстракт без додавання целюлази [Trinh, 2018].

Кількісне визначення флавоноїдів проводили  $AlCl_3$  методом: до 2 мл пробі додавали 80 мкл 10%  $AlCl_3$  в етанолі, витримуючи 3 хв., доводили пробу до 2 мл етанолом і знову витримували 30 хв. Відповідно будували криву стандарту кварцетину з концентраціями від 10 до 80 мкл [Kukhtenko, 2024].

Результати дослідження свідчать про підвищення кількості екстрагованих флавоноїдів з *Malva sylvestris* L. на 0,13 мг порівняно з контролем, крім того підтверджено, що вміст флавоноїдів у листі є вищим. Вміст флавоноїдів в рослинній сировині відносно еквіваленту кварцетину становив:

- екстракт листя —  $3,18 \pm 0,00$  мг кварцетину/г сировини;
- екстракт квітів —  $3,07 \pm 0,00$  мг кварцетину/г сировини;
- екстракт листя і квітів —  $3,17 \pm 0,01$  мг кварцетину/г сировини;
- контроль —  $3,04 \pm 0,00$  мг кварцетину/г сировини.

Кількісне визначення флавоноїдів екстрагованих ферментно-ультразвуковим методом в сировині *A. manihot* L., проведене вченими Північно-східного лісотехнічного університету (Харбін, Китай), свідчило про підвищення виходу флавоноїдів —  $3,46 \pm 0,012\%$  за додавання 3% комбінації ферментів целюлази і пектинази (1:1), екстрагент — 70% етанолу, час 40 хв та температура 50°C, порівняно з ультразвуковою екстракцією —  $3,06 \pm 0,006\%$ . Вимірювання вмісту флавоноїдів проводили за модифікованою натрій нітритною-алюміній нітратною колориметрією [Chu, 2024].

Отже, ферментна екстракція є новітньою технікою екстрагування, яка може бути використана для збільшення виходу БАР, зокрема флавоноїдів з *M. sylvestris* L. та інших представників родини *Malvaceae*. Водночас для ферментативної екстракції як фермент використовують целюлазу, пектиназу та інші, як екстрагент застосовують як водні буфери, так і водно-етанольні суміші. Провідним же чинником є вибір оптимальних умов процесу: часу, температури тощо.

**Ключові слова:** *Malvaceae*, флавоноїди, ферментна екстракція, *Malva sylvestris* L., *Abelmoschus manihot* L.



## Аналіз ефективності препарату Флумекіл проти вароатозу бджіл в умовах аномально високих температур навколишнього середовища

**Р. Литвин**

Litvinroman75@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Вароатоз є надзвичайно поширеним захворюванням бджіл, що за відсутності ефективного лікування становить загрозу існуванню бджолосімей. Причиною захворювання є кліщі *Varroa destructor*. За високої закліщеності значно знижується сила сімей та медозбір, а також їхня стійкість до зовнішніх подразників.

Боротьба з вароатозом за умови стійкого зниження сили сімей є складним заходом, який потребує максимальної ефективності і при тому безпечних методів, щоб забезпечити виживання бджіл і зашкодити розповсюдженню кліща.

Було розглянуто ефективність препарату «Флумекіл» в умовах аномального підвищення температури в літній період перед повторною обробкою для уточнення результативності препарату.

Дослідження провели в умовах пасік Сумського р-ну. Експериментальні дослідження проводили на бджолах виду *Apis mellifera carnica*. Попередньо провели обробку бджолосімей у березні. Обробку пройшли 20 сімей різної сили.

Перша група отримувала лікування препаратом «Флумекіл» у вигляді 2 смужок по 3,6 мг діючої речовини флуметрину одночасно.

За результатами дослідження, простежили позитивний вплив: у першій групі 99,9% бджіл не мали кліщів. Контрольна група, яка не отримувала лікування, наприкінці дослідного періоду мала зараженими всі 10 сімей (84,9% ефективності).

Простежили значну загибель бджіл в обох групах, що становило до 20% в групі, яку не обробляли. В дослідній групі сили сімей знизилась на 10% та аналогічно знизилась ефективність медозбору.

В ході дослідження було встановлено, що пікові температури на пасіці влітку 2024 р. доходили до 40°C, що є аномальним для регіону. Тож на основі попередніх даних про ефективність «Флумекілу», отриманих за попередній рік, зроблено висновки про його високу ефективність за екстремальних температур влітку.

Причиною відходу бджіл встановлено саме високу температуру в клубі, зокрема через недостатню вентиляцію вуликів та їх розміщення під прямими сонячними променями. Для запобігання перегріву сімей зробили додаткову вентиляцію вуликів, встановили решітчасте дно, перенесли вулики в затінок та забезпечили доступ бджіл до води. Завдяки цьому вдалося уникнути подальших втрат через наслідки високих температур, що також знизило відхід бджіл на 10% та покращило умови для медозбору.

Дослідження підтвердили ефективність препарату «Флумекіл» навіть за екстремально високих температур. Тому цей препарат може бути рекомендований для ведення пасічних господарств в регіонах з перемінним кліматом, де трапляються значні перепади температури. Але важливим залишається саме підтримання ветеринарно-санітарних умов у вуликах, особливо в період зимівлі та активного медозбору, що передбачає цілий комплекс заходів.

**Ключові слова:** препарат «Флумекіл», бджоли, вароатоз, високі температури навколишнього середовища

## Вплив препарату «Йодіс+Селен» на стан природних факторів захисту та антиоксидантний потенціал організму щурів на тлі імуносупресії

М. Б. Масюк

m.furmanevych@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Важливою проблемою у західному регіоні України зплишається недостатнє надходження до організму людини і тварин Йоду і Селену. Дефіцит мікроелементів призводить до розвитку мікроелементозів. Для достатнього забезпечення Йодом організму людини і тварин розроблено велику кількість методик зі збагачення продуктів харчування і кормів для тварин цим мікроелементом. Проте більшість таких засобів базується на неорганічних сполуках Йоду, що не є ефективним з огляду на засвоєння їх організмом, самі ж сполуки є нестійкими і значною мірою розкладаються ще до того, як потраплять до організму. Водночас іншою проблемою є збалансованість таких препаратів та кормових добавок за таким важливим елементом, як Селен, який суттєво впливає на засвоєння Йоду в організмі. Більшість регіонів України є також дефіцитними за цим елементом.

Сучасні методи промислового тваринництва і птахівництва передбачають інтенсивні технології, які не завжди відповідають фізіологічним особливостям організму. Водночас безконтрольне застосування антибактеріальних препаратів і численні вакцинації призводять до дисбактеріозів, антибіотикорезистентності, імунодефіциту та загибелі поголів'я. Актуальними є нові дослідження з визначення ролі Йоду і Селену та інших мікроелементів і біологічно-активних сполук у формі нових препаратів і кормових добавок у регуляції метаболічних процесів і підвищенні імунного потенціалу організму. З огляду на це, актуальною є розробка нових ефективних імунотропних засобів та удосконалення наявних способів для відновлення метаболічного гомеостазу і регуляції імунної функції організму, особливо за умов імуносупресії. У цьому плані заслуговує на увагу препарат «Йодіс+Селен», де застосовано форму Йоду, яка проявляє біологічну активність. Це Йод у ступені окиснення I<sup>+</sup>, тобто в позитивно одновалентній формі, що обумовлює і різноманітну біологічну активність всіх тих хімічних сполук, в яких вона присутня. З огляду на це, мета роботи полягала у з'ясуванні ролі Йоду і Селену у формі препарату «Йодіс+Селен» у регуляції імунної функції та антиоксидантного захисту у лабораторних тварин за умов модельованої імуносупресії.

Дослід проводили у віварії Інституту біології тварин НААН на білих статевозрілих щурах-самцях лінії *Wistar* віком 2,5–3,0 міс, масою тіла 175–200 г. Щури отримували стандартний раціон для лабораторних тварин. Сформували на дві групи по 15 тварин у кожній: 1-а група — контрольна (К); 2-га група — дослідна (Д) — щури, яким разом з водою випоювали препарат «Йодіс+Селен», що містить 80 мг/дм<sup>3</sup> біологічно активного Йоду і 0,05 мг/дм<sup>3</sup> Селену, у дозі 2 мл/100 мл води. Через 20 діб після застосування препарату по 5 тварин з кожної групи виводили з дослідів. На наступному етапі обом групам тричі з експозицією у дві доби підшкірно вводили препарат «Циклофосфан» дозою 5 мг/кг маси тіла, що призводить до формування середнього ступеню імуносупресії; дослідній групі аналогічно випоювали препарат «Йодіс+Селен». Кров для біохімічних та імунологічних досліджень брали перед початком дослідів, а також на 20-у і 30-у доби експерименту. У плазмі крові визначали вміст гідропероксидів ліпідів і ТБК-активні продукти. В еритроцитах крові визначали активність глутатіонпероксидази, вміст відновленого глутатіону. У сироватці крові визначали лізоцимну активність (ЛАСК), бактерицидну активність (БАСК), вміст циркулюючих імунних комплексів (ЦІК).

Застосування препарату «Йодіс+Селен» підвищувало БАСК ( $P < 0,001$ ) та ЛАСК ( $P < 0,05$ ) в щурів дослідної групи на 20-у добу експерименту. За умов модельованої імуносупресії, спровокованої препаратом «Циклофосфан», констатовано зниження БАСК ( $P < 0,01$ ) та ЛАСК ( $P < 0,05$ ) у контролі 30-у добу експерименту. При цьому рівень ЦІК у сироватці крові контрольних тварин був вищим ( $P < 0,001$ ), ніж на 20-у добу. Водночас у сироватці крові щурів дослідної групи вміст ЦІК був нижчим ( $P < 0,001$ ) порівняно з контролем, що можна пояснити нормалізуючою дією препарату на імунну функцію організму, зокрема процеси антитілогенезу. На 30-у добу експерименту, порівняно з 20-ю добою, у крові тварин контрольної групи виявлено вищий ( $P < 0,05$ ) вміст проміжних і кінцевих продуктів ПОЛ. При цьому у вказаний період (30-а доба) у крові тварин дослідної групи виявлено менший вміст ТБК-активних продуктів ( $P < 0,05$ ). За впливу препарату «Йодіс+Селен» у крові тварин дослідної групи на 20-у добу експерименту констатовано вищу глутатіонпероксидазну активність та більший вміст відновленого глутатіону ( $P < 0,001$ ).

Отже, застосування тваринам препарату «Йодіс+Селен» на тлі імуносупресії спричиняло нормалізуючий вплив на імунний й антиоксидантний потенціал організму. У крові тварин дослідної групи, порівняно з контролем, констатовано вищу бактерицидну та лізоцимну активність сироватки крові, менший вміст ТБК-активних продуктів. При цьому констатовано зростання глутатіонпероксидазної активності та вмісту відновленого глутатіону, що супроводжувалося зниженням вмісту продуктів ПОЛ як за окремої дії препарату «Йодіс+Селен», так і на тлі імуносупресії, спровокованої препаратом «Циклофосфан».

**Ключові слова:** препарат «Йодіс+Селен», стан природних факторів захисту, антиоксидантний потенціал, імуносупресія

# Перспективи створення вітчизняної тест-системи для діагностики вірусної геморагічної хвороби кролів методом ізотермічної петльової ампліфікації нуклеїнових кислот

А. Меженський

nataamezh@gmail.com

Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

Геморагічна хвороба кролів (ГХК, *англ.* RHD) через блискавичний або гострий перебіг, високу контагіозність та летальність (80–100%) є найзагрозливішою інфекцією для великих промислових кролівничих господарств та невеликих присадибних ферм України [Меженська, 2022]. На території країни циркулюють віруси ГХК першого (RHDV1 (Gl.1)) та другого (RHDV2 (Gl.2)) типів, які провокують щорічні спалахи хвороби [Музикіна, 2021]. Через відсутність засобів та методів лікування ГХК, рання її діагностика та швидке реагування на спалах запровадженням відповідних протиепізоотичних заходів є основою боротьби з інфекцією [Криця, 2023]. Діагноз ГХК, відповідно до керівних документів Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин, ставлять за результатами лабораторної діагностики, серед методів якої провідне місце займають різні варіанти полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) [Меженський, 2022].

Розроблений в Інституті ветеринарної медицини НААН (ІВМ НААН) «Набір діагностичний „ГХК-ТЕСТ дуо ЗТ-ПЛР-РЧ” для виявлення РНК вірусу ГХК першого та другого типів методом ПЛР у режимі реального часу», який дозволяє диференціювати RHDV1 (Gl.1) та RHDV2 (Gl.2), показав високу ефективність, зокрема на ранніх етапах інфікування. Проте, попри всі переваги ПЛР у режимі реального часу (ПЛР-РЧ), у неї є низка недоліків: суворі вимоги до лабораторних приміщень, в яких здійснюють молекулярну діагностику; висока вартість необхідного лабораторного та допоміжного обладнання, а також діагностичних засобів та витратних матеріалів, що обмежує використання методу у невеликих діагностичних лабораторіях; високі вимоги до кваліфікації персоналу, який проводить дослідження; процедура дослідження триває декілька годин без врахування часу доставки біоматеріалу до лабораторії.

Тож існує нагальна необхідність у розробці вітчизняного засобу лабораторної діагностики ГХК, який буде позбавлений зазначених недоліків. Аналіз доступних наукових публікацій, присвячених питанням сучасної лабораторної діагностики вірусних хвороб тварин, свідчить, що перспективним для молекулярної діагностики ГХК може бути метод ізотермічної петльової ампліфікації нуклеїнових кислот (*англ.* LAMP).

LAMP має декілька суттєвих переваг порівняно з традиційною ПЛР або ПЛР-РЧ, які роблять цей метод цінним інструментом для швидкої та точної діагностики хвороб, особливо за умов обмеженості у ресурсах:

— ізотермічні умови: LAMP виконується за постійної температури (частіше близько 60–65°C), що усуває необхідність у складних та дорогих термоциклерах (ампіліфікаторах), які використовуються в ПЛР. Це робить метод простішим і доступнішим, особливо в польових умовах або лабораторіях з обмеженими ресурсами;

— швидкість: LAMP зазвичай швидший за ПЛР, тому що не потребує часу для циклічної зміни температур. Результати можуть бути одержані протягом 30–60 хв.;

— висока чутливість і специфічність: LAMP має високу чутливість, здатну виявляти низькі концентрації нуклеїнових кислот, і високу специфічність, обумовлену використанням декількох пар праймерів, які розпізнають шість різних ділянок цільової послідовності;

— простота використання: LAMP не потребує складних підготовчих етапів та спеціалізованого лабораторного обладнання. Реакція може бути виконана у простій водяній бані або термостаті;

— візуальний облік результатів: результати LAMP можуть бути візуально детектовані за допомогою різних індикаторів через зміну кольору або флуоресценцію, що робить метод зручним для швидкого аналізу та діагностики;

— стійкість до інгібіторів: LAMP стійкіший до присутності інгібіторів, які часто бувають у складних зразках — таких, як кров, сеча або слина, що робить його надійнішим для використання з мінімальною підготовкою зразків.

Враховуючи вищенаведене, в ІВМ НААН започаткована і триває науково-дослідна робота (НДР) 35.01.01.03.П «Розроблення тест-системи для діагностики вірусної геморагічної хвороби кролів методом ізотермічної петльової ампліфікації нуклеїнових кислот зі зворотною транскрипцією (RT-LAMP)» (державний реєстраційний номер 0124U001339).

НДР виконується двоетапно. На першому етапі (2024 р.) розробляють та валідують діагностичну тест-систему для виявлення РНК RHDV1 (Gl.1) і RHDV2 (Gl.2) за допомогою RT-LAMP, а також розробляють методичні рекомендації щодо її практичного застосування у діагностичних лабораторіях. Другий етап (2025 р.) присвячений розробці технологічного регламенту з виготовлення і контролю розробленої тест-системи та СОП з виявлення РНК RHDV1 (Gl.1) і RHDV2 (Gl.2) за допомогою RT-LAMP. Отримана науково-технічна продукція характеризується сучасними економічно-обґрунтованими біотехнологічними підходами до розробки, конструювання та виготовлення вищезазначеної діагностичної тест-системи.

**Ключові слова:** геморагічна хвороба кролів, тест-системи, метод ізотермічної петльової ампліфікації нуклеїнових кислот (LAMP)

## Вплив штаму *Enterococcus* sp. SB12 на мікробіом кишківника мишей

В. Мушинська<sup>1</sup>, С. Тістечок<sup>2</sup>, І. Роман<sup>2</sup>, О. Громико<sup>2</sup>, О. Штапенко<sup>1</sup>, В. Сирватка<sup>2</sup>  
arillenmeril@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Використання пробіотиків в фармації та тваринництві стає однією із провідних тенденцій в фармації та тваринництві. Це зумовлено поширенням антибіотикорезистентності мікроорганізмів та потребою замінити препарати з антибіотичною дією на безпечніші засоби з нижчою токсичністю та меншими побічними наслідками для організму. Доведено, що використання пробіотиків дозволяє підтримувати оптимальний рівень мікробіоти кишечника, знижує частоту діарей [Argola et al., 1999], стимулює імунітет [Isolauri et al., 2004] та знижує чутливість до алергенів [Kalliomäki et al., 2001; Kukkonen et al., 2007]. Окремі штами *Enterococcus faecium* використовують як додаток для кормів птиці та свиней з метою заміни сублетальних антибіотиків в кормах та профілактики кишкових захворювань. Численні дослідження на тваринах підтверджують позитивний вплив ентерококів на тварин, що можна пояснити їхнім безпосереднім впливом на присутні в організмі бактерії. Ентерококи здатні до синтезу бактеріоцинів, які характеризуються летальним впливом на патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, чим збільшують кількість корисних бактерій в організмі тварин [Pollmann et al., 2005; Kuritza et al., 2011].

З огляду на вищезазначене, нашою метою було дослідити вплив штаму *Enterococcus* sp. SB12 на склад кишково-шлункової мікрофлори мишей. Для цього було сформовано контрольну та дослідну групу мишей віком 35 діб по 10 особин в кожній. Протягом 30 днів дослідній групі випоювали суспензію з *Enterococcus* sp. SB12 в концентрації  $1 \times 10^8$  колонієтворчих одиниць (КУО), тоді як тварини контрольної групи споживали звичайну воду. Після завершення експерименту відбирали зразки кишечнику для проведення оцінки складу мікробіоти метагеномним аналізом.

В результаті проведеного аналізу виявлено, що мікробіом кишківника мишей здебільшого представлений такими типами мікроорганізмів, як *Firmicutes*, *Desulfobacterota*, *Verrucomicrobiota*, *Actinobacteriota*, *Campylobacterota*, *Patescibacteria*, *Cyanobacteria*, *Spirochaetota*, *Bacteroidota*. Серед них найбільше представників типів *Firmicutes* й *Bacteroidota* та родин *Enterococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *Prevotellaceae* й *Lachnospiraceae*. В дослідній групі мишей зафіксовано присутність роду *Enterococcus*, що вказує на виживаність дослідного штаму в умовах кишково-шлункового середовища і його успішну колонізацію кишківника. Крім того, у зразках дослідної групи, порівняно з контрольною, виявлено збільшення кількості представників типів *Firmicutes*, *Actinobacteriota*, *Campylobacterota*, *Patescibacteria*, *Cyanobacteria*, *Spirochaetota*, зокрема родин *Streptococcaceae*, *Eggerthellaceae*, *Atopobiaceae*, *Ruminococcaceae*, *Saccharimonadaceae*, *Monoglobaceae*, *Enterococcaceae*, *Erwiniaceae*, *Rikenellaceae*, *Moraxellaceae*, *Prevotellaceae*, *Tanerellaceae* та родів *Enterococcus*, *Campylobacterium*, *Limosilactobacillus*, *Bacteroides*, *Parvibacter*, *Ligilactobacillus*, *Alistipes*, *Streptococcus*. Також в дослідній групі, порівняно з контрольною, зменшувалось або не було виявлено представників типів *Desulfobacterota*, *Proteobacteria*, *Chloroflexi*, *Defferibacterota*, класів *Deferribacteres*, *Brachyspirae*, *Desulfovibrionia*, *Chloroflexia*, родин *Desulfovibrionaceae*, *Peptococcaceae*, *Akkermansiaceae*, родів *Blautia*, *Gordonibacter*, *Desulfovibrio*, *Akkermansia*, *Helicobacter*. Крім того, ми дослідили вплив штаму *Enterococcus* sp. SB12 на популяцію представників царства Гриби. Встановили, що в дослідній групі, порівняно з контрольною, не виявлено або виявлено в несуттєвій кількості представників відділів *Basidiomycota* й *Mucoromycota*, а саме родин *Agaricomycetes*, *Sordariomycetes*, *Leotiomycetes*, родів *Aspergillus*, *Pichia*, *Fusarium*, *Candida*, *Alternaria*, *Athracina*, *Saccharomyces*, але зростала кількість представників родів *Lichitheimia* й *Psathyrella*.

Дані, отримані в результаті метагеномного аналізу, показують зростання чисельності представників корисної мікрофлори кишково-шлункового тракту та зменшення кількості умовно-патогенних мікроорганізмів. Отже, виявлено значний позитивний вплив штаму *Enterococcus* sp. SB12 на мікробіом травного тракту в мишей, що підтверджує його потенціал як пробіотика.

**Ключові слова:** *Enterococcus* sp., метагеном, кишківник, пробіотики



## Вплив таурину на функціонування печінки курей в умовах теплового стресу

Д. Передерій

peredina0310@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Тепловий стрес (ТС) — це форма гіпертермії, за якої фізіологічні системи організму не в змозі регулювати температуру тіла в межах норми. Він є одним із найпоширеніших екологічних факторів, які впливають на ріст і перешкоджають ефективному вирощуванню тварин і птиці. ТС призводить до погіршення функціонування багатьох органів, зокрема печінки. Одними з біомаркерів такого стану є ензими, які потрапляють з пошкодженого органу до крові: лужна фосфатаза (ЛФ), аланінамінотрансфераза (АЛТ), аспартатамінотрансфераза (АСТ), гамма-глутамілтрансфераза (ГГТ). Останнім часом було досягнуто значних змін у годівлі тварин, щоб пом'якшити ТС та зменшити втрати їхньої продуктивності. З цієї метою використовують біологічно активні речовини, які додають до корму для тварин. Однією з таких речовин є таурин — непротеїнова амінокислота, яка бере участь у процесах, пов'язаних з реакцією організму на стресові ситуації. Він синтезується у більшості біологічних видів, зокрема у птиці, проте за стресу потреба у ньому зростає і власний синтез не завжди забезпечує потреби організму.

Метою роботи було встановити активність ензимів — індикаторів функціонування печінки — у крові курей за дії теплового стресу та вплив на них кормової добавки таурину.

Дослідження було проведено в умовах віварію Інституту біології тварин НААН на 18-ти курях породи Білий Леггорн, розділених на 3 групи. 1-а група — контрольна; кури 2-ї і 3-ї груп отримували таурин у кількості, відповідно, 3 г/кг і 5 г/кг від сухої речовини корму. Дослідження складалося з 2 етапів. Впродовж перших семи днів курей утримували за температури +20°C — нормальні температурні умови (ТН). На сьому добу проводили відбір зразків крові для подальших біохімічних досліджень. Починаючи з восьмої доби експериментального періоду температуру повітря у віварії підвищували до +35°C на 6 год. кожного дня. На 14-у добу, тобто після семи днів дії на курей підвищеної температури, знову проводили відбір біологічного матеріалу.

У результаті було встановлено, що тепловий стрес в 1,5 раза підвищував активність лужної фосфатази (ЛФ) у сироватці крові курей ( $P < 0,01$ ), але у 7 разів ( $P < 0,001$ ) знижував активність гамма-глутамілтрансферази (ГГТ). Ці ензими є маркерами печінкової функції, підвищений їх рівень може свідчити про пошкодження печінки. Таурин ні в дозі 3 г/кг, ні 5 г/кг корму статистично вірогідно не впливав на активність ЛФ. Проте він вплинув на зниження активності ГГТ у 1,2 раза ( $P < 0,05$ ) за дозування 3 г/кг корму за ТН. ТС підвищував концентрацію аланінамінотрансферази (АЛТ) у сироватці крові курей в 1,8 раза ( $P < 0,001$ ), проте не спричиняв зміни активності аспартатамінотрансферази (АСТ) у контрольній групі. З останніх досліджень багатьох науковців очевидно, що вплив ТС підвищує активність сироваткових АСТ і АЛТ. Відомо, що за нормальних умов трансамінази рідко виділяються в кров. Тож підвищені рівні АЛТ і АСТ у сироватці зазвичай вказують на підвищену проникність мембран і пошкодження гепатоцитів. В умовах термонейтральної зони таурин у дозі 3 г/кг корму впливав на зниження активності АЛТ в 1,2 раза ( $P < 0,05$ ), а за умов ТС у дозі 5 г/кг корму — на зниження активності АЛТ в 1,3 раза ( $P < 0,05$ ), що може вказувати на менше ураження клітин печінки порівняно з контролем.

Отримані результати показали, що ТС впливає на збільшення активності АЛТ ( $P < 0,001$ ) та ЛФ ( $P < 0,01$ ), що вказує на можливе ураження печінки. Кормова добавка таурин у дозі 5 г/кг корму може допомогти пом'якшити негативний вплив теплового стресу, впливаючи на зниження рівнів АЛТ, АСТ і ГГТ у сироватці крові птахів.

**Ключові слова:** тепловий стрес, таурин, кури, печінка

## Використання неабсорбованого шовного матеріалу та його вплив на післяопераційні ускладнення: аналіз клінічного випадку

Л. Полях

liubomyr.polyah@ukr.net

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

В сучасній ветеринарній хірургії неабсорбований шовний матеріал, особливо шовк, залишається популярним вибором для хірургічних операцій завдяки його високій міцності та доступності. Проте використання шовку може спричинити суттєві ускладнення, пов'язані з його біологічною інертністю та здатністю провокувати хронічні запальні реакції. Це, у свою чергу, може призводити до утворення спайок, гранульом та інших небажаних наслідків, які негативно впливають на процес одужання тварин [Smith, 2018; Jones, 2019]. У цій роботі представлений аналіз клінічного випадку, який демонструє проблеми, пов'язані з використанням неабсорбованого шовного матеріалу в хірургії.

В клініку звернулися власники 8-річної суки, метиса, зі скаргами на тривалу втрату ваги у тварини та повторювані епізоди блювання. В анамнезі тварини була проведена оваріогістеректомія п'ять років тому. Ультразвукове дослідження черевної порожнини виявило підозру на розвиток спайкового процесу в ділянці тонкого кишківника [Garcia, 2023]. Діагностична лапаротомія підтвердила наявність спайок між тонким відділом кишківника та культею матки. Як виявилось, причиною спайкового процесу став неабсорбований шовний матеріал — шовк, використаний під час попередньої операції [Wilson, 2021; Thompson, 2019]. Для вирішення проблеми провели резекцію ураженої ділянки кишечника з подальшим накладанням анастомозу кінець-в-кінець [Evans, 2020]. Подібні випадки у нашій практиці неодноразово підтверджували високий ризик ускладнень від використання шовку як шовного матеріалу.

Оперативне втручання, проведене у цьому випадку, дозволило покращити стан тварини. Уже через кілька днів після операції блювання припинилося, а тварина почала поступово набирати вагу. Контрольний огляд через місяць показав відсутність рецидиву спайкового процесу та стабільне відновлення функції кишківника [Lee, 2021; Johnson, 2024]. Проведений порівняльний аналіз показав, що у тварин, оперованих із використанням неабсорбованого шовного матеріалу, ймовірність розвитку спайок значно вища, ніж у тих випадках, коли використовували сучасні абсорбовані матеріали [Harris, 2020].

Крім того, у своїй практиці ми застосовуємо метод біозварювання тканин за допомогою електрокоагулятора ЕК-300М. Ця техніка дозволяє значно зменшити ризик розвитку спайкових процесів, оскільки мінімально травмує тканини та забезпечує надійне зварювання без потреби використання шовних матеріалів. У випадках, коли ми застосовували біозварювання, спайкові ускладнення не були діагностовані, що підкреслює перевагу цієї методики порівняно з традиційним шовним з'єднанням тканин.

Використання неабсорбованих шовних матеріалів, таких, як шовк, створює значні ризики для післяопераційного відновлення тварин через підвищену ймовірність розвитку спайок та інших ускладнень [Rodriguez, 2021]. У таких випадках доцільно використовувати альтернативні шовні матеріали, які абсорбуються, або ж інноваційні техніки — такі, як біозварювання тканин [Wang, 2023]. Це забезпечує сприятливіші результати операцій та мінімізує ризики повторних втручань.

**Ключові слова:** неабсорбований шовний матеріал, шовк, спайковий процес, біозварювання тканин, ветеринарна хірургія

## L-arginine improves antioxidant capacity in rabbits during heat stress

L. Ponkalo, B. Kotyk, S. Fedoryshyn

ponkalo-lesia@ukr.net

Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Rabbits are highly susceptible to heat stress due to the limited functionality of their sweat glands, which makes it difficult to remove excess body heat at high ambient temperatures [Marai I. F. M. et al., 2002]. Severe heat stress, indicated by a temperature-humidity index (THI) of 30, causes changes in enzyme activity and metabolic disturbances, impairs antioxidant status and initiates lipid peroxidation in cell membranes [Mutwedu V. B. et al., 2021; Oladimeji A. M. et al., 2022].

There is a growing global interest in the use of environmentally friendly functional feed additives in rabbit diets to improve their growth and health. L-arginine is a functional amino acid that plays an important role in the synthesis and metabolism of nutrients [Ying Chen et al., 2023]. L-arginine in the body is involved in protein synthesis and accumulation, it is a precursor of molecules for immune defence, the antioxidant system (substrate for NO production), cell signalling and gene expression, and it has a positive effect on performance (body weight, carcass yield). However, under stress, the physiological level of arginine decreases and this amino acid becomes essential, which necessitates its supplementation.

The study was carried out in the vivarium of the Institute of Animal Biology NAAS on 60-day-old rabbits White Panon breed. Three groups (a control one and two experimental) were formed. The animals received standard diet with free access to water. For 30 days, the control (CG) and the first experimental (RG1) groups received normal water, and the second experimental group (RG2) received water with L-arginine hydrochloride (100 mg/kg) daily. On day 30, the animals of the experimental groups were subjected to heat stress by raising the temperature to +32...+34°C for 4 hours. Blood samples were taken on day 1 and day 30 of the study before and after 4 hours of heat stress. The activity of glutathione peroxidase (GSH-Px) and the level of reduced glutathione (GSH) were determined in erythrocyte haemolysates. The concentration of lipid hydroperoxides (LPO) and TBA-active products was measured in blood plasma.

The data obtained indicate a significant decrease in GSH-Px activity ( $P<0.05$ ) and GSH content ( $P<0.05$ ) against the background of an increase in LPO ( $P<0.05$ ) in animals of the RG1 compared to the control. Consumption of L-arginine by rabbits leads to a significant increase in the content of GSH and GSH-Px activity in erythrocytes of blood ( $P<0.05$ ) compared to animals of the first researcher group. However, there was an increase in LPO ( $P<0.05$ ) and TBA-active products compared to the control.

**Key words:** L-arginine, antioxidant capacity, blood, rabbits, heat stress

## Циркуляція вірусу лихоманки Західного Нілу у диких птахів ряду *Passeriformes* в Україні

А. Попова, О. Колесник, Л. Усова, О. Рула, Д. Музика

anastasiyaolegovna1996@gmail.com

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

Дикі птахи є природним резервуаром вірусу лихоманки західного Нілу. Основна роль у підтриманні природної циркуляції цього вірусу належить диким птахам ряду *Passeriformes*. У птахів він не викликає клінічних ознак захворювання, проте птиця є джерелом збудника та сприяє подальшому поширенню вірусу через комарів. Ссавці, передусім люди та коні, є чутливими до інфікування. Причому в людей захворювання може мати важкий перебіг і призводити до смертельних випадків. Коні, як і люди, епідеміологічно вважаються кінцевими господарями: вони здатні поширювати вірус після зараження. З огляду на вищенаведене, вірус лихоманки західного Нілу належить до особливо небезпечних захворювань, які потребують постійного контролю та спостереження. Для України це захворювання також має значення, тому що до природних осередків лихоманки вірусу Західного Нілу належать території Північно-Західного Причорномор'я (Одеська, Миколаївська, Херсонська обл.), а також східні та західні регіони, а випадки захворювання серед людей були виявлені в таких містах, як Запоріжжя, Бердянськ, Енергодар, а також у Київській обл. Водночас ситуація в природному резервуарі в Україні залишається нез'ясованою. Метою наших досліджень було провести серологічну діагностику сироваток крові від диких птахів на наявність антитіл до вірусу лихоманки Західного Нілу.

Дослідження проведені протягом двох сезонів в 2023–2024 рр. під час весняної міграції та гніздування птахів в Полтавській обл. Відбір сироваток крові проводили під час польової експедиції. Тестування зразків на наявність антитіл до збудника вірусу лихоманки Західного Нілу проводили в ELISA з використанням тест-системи *ID. Vet — ID Screen West Nile Competition*. Відбір проб проводили з урахуванням загальноприйнятих та біоетичних вимог. Усього було отримано: за 2023 р. — 67 зразків сироватки крові від 71 особин диких птахів, які належать до 14 видів: вивільга (*Oriolus oriolus*) — 4 (особини), горобець польовий (*Passer montanus*) — 5, дрізд співочий (*Turdus philomelos*) — 8, дрізд чорний (*Turdus merula*) — 8, зеленяк (*Chloris chloris*) — 31, костогриз (*Coccothraustes coccothraustes*) — 2, ластівка сільська (*Hirundo rustica*) — 2, мухоловка сіра (*Muscicapa striata*) — 1, очеретянка велика (*Acrocephalus arundinaceus*) — 2, синиця велика (*Parus major*) — 1, сойка (*Garrulus glandarius*) — 1, соловейко східний (*Luscinia luscinia*) — 1, сорокопуд терновий (*Lanius collurio*) — 2, щиглик (*Carduelis carduelis*) — 3. За 2024 р. було отримано 59 зразків сироватки крові від 66 особин диких птахів, які належать до 9 видів: вівсянка звичайна (*Emberiza citrinella*) — 1, вільшанка (*Erithacus rubecula*) — 1, дрізд співочий (*Turdus philomelos*) — 25, дрізд чорний (*Turdus merula*) — 14, зеленяк (*Chloris chloris*) — 10, зяблик (*Fringilla coelebs*) — 3, костогриз (*Coccothraustes coccothraustes*) — 2, синиця велика (*Parus major*) — 1, сойка (*Garrulus glandarius*) — 2.

За результатами серологічних досліджень виявлено антитіла до вірусу лихоманки Західного Нілу: у 2023 р. — 19 зразків у птахів 7 видів: вивільга (серопозитивність 100%), горобець польовий (20%), дрізд співочий (62,5%), дрізд чорний (50%), зеленяк (9,7%), костогриз (50%), синиця велика (100%); у 2024 р. — 34 зразки у птахів 5 видів: дрізд співочий (72%), дрізд чорний (92,8%), зеленяк (10%), костогриз (50%), синиця велика (100%).

Отримані результати свідчать про серопозитивність диких птахів: у 2023 р. відсоток серопозитивності склав 14,2%, у 2024 р. — 52,3%. Це дає нам розуміння того, що рівень інфікованості зростає порівняно з минулим роком, а отже, дикі птахи ряду *Passeriformes* є природним резервуаром вірусу Західного Нілу.

**Ключові слова:** дикі птахи, вірус Західного Нілу, *Passeriformes*, сироватка крові



## Improvement of sows artificial inseminations technique

*S. Rotari, O. Mashner*

sveatoslav.rotari@doctorat.utm.md

Scientific and Practical Institute of Biotechnologies in Zootechny and Veterinary Medicine, Maximovca, Anenii Noi district, Republic of Moldova

Most pig farms quite long time ago abandoned natural mating of animals in favor of artificial insemination. This is due to both economic and technological reasons. Using of artificial insemination in pig breeding began to be practiced in the 1930s, however, the industrial use of this method became widespread in the 1980s, when high-quality diluents for semen appeared, allowing the necessary concentrations to be achieved without losses of sperm viability and possibility to keep diluted semen longer than under natural conditions.

The possibility of using semen from one boar to inseminate more than one sow has completely changed the technological approach to pig reproduction and has also created several methods of insemination: cervical (classical) insemination (Conventional Artificial Insemination, CAI); post-cervical insemination (Intrauterine Artificial Insemination, IAI) and deep intrauterine insemination (Deep Intrauterine Artificial Insemination, DIAI). Each of the methods mentioned above has a number of advantages and disadvantages, and therefore the study and optimization of the use of various methods (techniques) of artificial insemination of sows is relevant both in economic and technological terms, which was the main goal of this research.

The studies were realized on a pig farm with a full production cycle. The herd in farm contains 3300 sows, a high prolificity hybrid (YL) of Danish selection — PIC. The terminal boar used was a Duroc of Danish selection — PIC. The main technique of insemination of sows at the farm is the “classic” CAI. The production technology, feeding, time management and method of weaning piglets from sows, collecting, evaluating, processing and using semen were the same for all experimental groups of sows. The results obtained with the CAI method for the period 2019–2022 were used as a control.

The obtained digital material was processed by the method of variation statistics using classical computer programs, and the reliability of the difference between the compared groups was determined using the Student's index.

According to the realized analysis of sow's reproductive indicators, was determined that in the herd of sows about 60% of animals are sows of 1–3 parity, but the best indicators of high prolific pregnancy and fertility are shown by physiologically mature animals in the period of 4–6 parity (1.5–2.5 years). At the same time, it was also determined that the share of animals with the best ratio of fertility/live born piglets per sow is animals of 4–5 parity age that compose 25% of sow herd.

The results of application of three above-mentioned techniques of artificial insemination of sows, according to their ranking by age, prolificacy and fertility, as well as increasing the volume of the administered semen dose: 30, 40, 50, 60 and 100 ml during insemination showed that the best ratio of fertility/live births is achieved by the IAI technique with a dose volume of 40 and 50 ml with a sperm concentration of 30 million/ml.

The insemination rates of sows of the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> parity by the IAI technique compared to those in groups of the same age, but inseminated by the CAI, increase, respectively: 4<sup>th</sup> parity (40–50 ml) by 0.98 live-born piglets and by 5.1% conception rate; 5<sup>th</sup> parity (40–50 ml) by 0.95 live-born piglets and by 6.2% conception rate.

Based on the quantitative ratio of age groups of sows and raising up of liveborn piglets using CAI technique was determined that the potential for increasing the number of live-born piglets obtained is about 1970 piglets for sows of the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> parity. Based on raising up of conception rate for sows of the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> parity there is possibility to grow by 1910 piglets per year. Overall, the potential for increasing the number of live-born piglets for both age groups of sows is approximately 3880 piglets per year. At the same time, the number of required sperm doses for classical insemination with two repetitions decreases and is approximately 3560 doses per year.

The obtained results allow to optimize the methods of artificial insemination of sows, the amount of semen used by reducing the semen dose and to increase reproductive indicators, maximizing the potential of physiologically mature sows of the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> parity.

**Key words:** pigs, artificial insemination, semen dose, concentration, fertility

## Вплив похідного тіазолу у комплексі з полімерним носієм на мембранний потенціал мітохондрій клітин лімфоми Немет-Келнера

А. Саламовська, Д. Кузьмінський, Я. Шалай, М. Ільків, А. Бабський  
anasalamovska@gmail.com

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

Лімфома — це тип раку, який уражає лімфатичну систему, важливу частину імунної системи. Хіміотерапевтичні препарати, які націлені на ракові клітини та пригнічують їхній ріст і проліферацію, часто є складовою лікування лімфоми [Jiang et al., 2017]. Тим не менш, зважаючи на складність лікування та численні побічні ефекти хіміотерапії, існує необхідність у пошуку нових, більш селективних підходів до терапії. Мітохондрії відіграють ключову роль у енергетичному метаболізмі та контролі стресових реакцій. Окрім своєї функції у виробництві енергії, вони є важливими для передачі сигналів, які впливають на різноманітні клітинні процеси. Додатково мітохондрії виконують низку важливих функцій — зокрема генерацію внутрішньоклітинних активних форм Оксигену (АФО) та участь у клітинному гомеостазі кальцію. Вони також містять апоптогенні фактори, які можуть сприяти програмованій смерті клітин, що вказує на їхню роль у метаболізмі та апоптозі. Дослідження мембранного потенціалу мітохондрій ( $\Delta\psi_m$ ) є важливим аспектом у розумінні процесів, які відбуваються в пухлинних клітинах, і може допомогти у створенні нових, ефективніших та безпечніших протипухлинних препаратів.

У роботі досліджували вплив похідного тіазолу у комплексі з полімерним носієм на мембранний потенціал мітохондрій клітин лімфоми Немет-Келнера.

Для дослідження використовували модель лімфоми Немет-Келнера (NK/Ly) — один з видів мишачої лімфоми. Лімфомний штаб був отриманий від Інституту експериментальної патології, онкології та радіобіології НАН України (м. Київ). Для запису відносних значень мембранного потенціалу мітохондрій використовували флуоресцентний барвник TMPM (перхлорат метилового ефіру тетраметилпродаміну). Після промивання асцит лімфоми розводили у 10 разів. До суспензії клітин додавали досліджувану речовину БФ1 та її комплекс з полімерним носієм у концентраціях 10 мкМ. Початковий 10 мМ розчин похідного тіазолу БФ1 синтезовано на кафедрі органічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка. ПЕГвмісний носій (полі ПЕГ-метакрилат (поліПЕГМА475) (Th3)) синтезовано на кафедрі органічної хімії Національного університету «Львівська політехніка». Також в окрему пробу додавали диметилсульфоксид (ДМСО) у кінцевій концентрації 5% та інкубували протягом 30, 60 та 120 хв. за 37°C. Після інкубації клітини повторно відмивали та додавали 10 мкл тетраметилпродаміну. Після цього знову інкубували 15 хв за температури 37°C. Для того, щоб отримати зображення, використовували інвертований мікроскоп *Olympus IX73* (збільшення  $\times 12,6$ ). Інтенсивність флуоресценції оцінювали за допомогою комп'ютерної програми *ImageJ*, а статистичну обробку даних виконували в *Microsoft Excel* із застосуванням критерію Стьюдента. За допомогою кореляційного аналізу дослідили залежність впливу речовин від часу дії.

Було встановлено, що речовина БФ1 у комплексі з полімерним носієм вірогідно знижує мембранний потенціал мітохондрій клітин лімфоми лише на 120-у хвилину досліджу. Комплекс Th4 знижував мембранний потенціал мітохондрій клітин лімфоми на 30-, 60- та 120-у хвилину досліджу. Було помітно значну різницю у впливі БФ1 та Th4 за часу дії 30 та 120 хв. Кореляційний аналіз підтвердив залежність впливу речовин від часу дії БФ1:  $r = -0.48$ , Th4:  $r = -0.67$ .

Протипухлинні препарати, які впливають на біоенергетичні процеси в ракових клітинах, виявилися потенційно ефективними засобами лікування раку. Впливаючи на функцію мітохондрій, ці препарати порушують змінений метаболізм ракових клітин й індукують апоптоз [Fulda et al., 2010]. Отримані дані підкреслюють важливість подальших досліджень у цьому напрямку, оскільки похідне тіазолу у комплексі з полімерним носієм демонструє значний потенціал для розробки нових протипухлинних терапій, що дозволяє підвищити їх селективність і мінімізувати побічні ефекти.

**Ключові слова:** лімфома, мітохондрії, мембранний потенціал, полімерні носії, тіазол

## Вплив введення до раціону корів пропіленгліколю та протикетозної кормової добавки на біохімічні показники плазми крові

С. Сачко

sachko@kupavaagro.com.ua

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Найпоширенішими та найбільш економічно збитковими захворюваннями високопродуктивних корів є кетоз, жирова дистрофія печінки, хронічний ацидоз рубця [Lacasse, 2017; Kuhla, 2016; Raboisson, 2014; Gordon, 2013; Сімонов, 2010, 2014]. Ці хвороби повністю або частково спричинені високим вмістом концентратів у раціоні та особливостями технології утримання. Цілковито позбутися їх неможливо, проте варто скерувати наукові розробки на зменшення їх поширеності. Незважаючи на наявність значної кількості препаратів, які регулюють метаболізм у рубці та синтез глюкози у печінці, приблизно у 40% високопродуктивних корів виявляють субклінічну форму кетозу та жирову гепатодистрофію. Значною мірою запобігти цим захворюванням можна, збалансувавши раціони, однак основний спосіб боротьби з ними — введення до раціону кормових добавок [Гультяєва, 2015, 2015, 2017].

Пропіленгліколь використовується як попередник глюкози для профілактики та лікування кетозу корів [Bobe, 2004; Grummer, 2008; Kabu, 2012; Kabu, 2014; Nielsen, 2004]. Багато дослідників вказують на зміни показників обміну речовин в організмі корів за згодовування їм пропіленгліколю у до- та післятельний періоди [Castañeda-Gutiérrez, 2009; Hoedemaker, 2004; Juchem, 2014; Politis, 2001; Rukkwamsuk, 2004; Shingfield, 2002]. Інші стверджують, що такого ефекту не спостерігали [Chibisa, 2008; Moallem, 2007]. Деякі роботи показали, що введення до раціону корів пропіленгліколю спричиняє оптимізацію метаболічних процесів у передотільний період, але не виявляє регуляторної дії після отелення [Formigoni, 1986; Grummer, 2008; Juchem, 2014; Laranja, 1989]. Не встановлена остаточно дія пропіленгліколю на корів під час лактації [Kabu M., 2014; Toghdory, 2009].

За недостатнього надходження до організму корів метіоніну в печінці зменшується синтез фосфоліпідів і ліпопротеїнів [Bertics, 1999; Durand, 1992; Piepenbrink, 2004; Politis, 2014]. Внаслідок цього сповільнюється виведення до кров'яного русла триацилгліцеролів у складі ліпопротеїнів дуже низької щільності і триацилгліцероли накопичуються у печінці [Grummer, 1994]. Хоча є багато повідомлень про позитивну роль метіоніну для запобігання стеатозу та кетозу в корів у перед- та післятельний періоди [Bobe, 2004; Durand, 1992], інші дослідження свідчать про відсутність впливу метіоніну на вказані порушення обміну речовин [Bertics, 1999].

Згідно з рекомендаціями NRC (2001), добова потреба у вітаміні Е для корів під час лактації становить 500, а для сухостійних — 1000 МО на добу. У пасовищний період ця потреба, як правило, задовольняється наявністю вітаміну Е у кормах, а за згодовування сіна, сінажу, силосу необхідне додаткове введення його до раціону. Низка дослідників вказують на необхідність збільшення норми вітаміну Е для корів. За згодовування коровам у 2 останні тижні сухостою та 1-й тиждень після отелення 2000–3000 МО/д вітаміну Е у них значно знижується вміст соматичних клітин в молоці [Baldi A., 2002], зменшується частота виникнення маститів [Bouwstra, 2010; Weiss W., 1997] та затримання посліду [LeBlanc, 2002]. Водночас інші автори не виявили позитивного впливу високих доз (4000 МО/д) вітаміну Е [Politis, 2014].

Дослід проведено на 6 групах корів української молочної чорно-рябої породи по 5 тварин у групі. Корів розділили на 2 групи по 15 тварин, у кожній з яких сформували 3 підгрупи по 5 корів: контрольну і дві дослідні. Раціон першої групи містив соєвий шрот, другої — аналогічну кількість соєвої макухи. До раціону корів 2-ї та 3-ї підгруп додавали, відповідно, пропіленгліколь або кормову добавку. Дослід тривав протягом останнього місяця сухостою та першого місяця лактації.

Додавання пропіленгліколю або кормової добавки збільшувало концентрацію глюкози у плазмі крові корів ( $P < 0,05$ ). Додавання пропіленгліколю до раціону із соєвим шротом зменшувало вміст триацилгліцеролів у плазмі крові на 21,22% ( $P < 0,05$ ), а за додавання до цього раціону комплексної добавки вміст триацилгліцеролів, навпаки, зріс на 21,21% ( $P < 0,05$ ). За використання раціону із соєвим шротом пропіленгліколь та комплексна добавка зменшували кількість неестерифікованих жирних кислот на 14,29 та 21,43% ( $P < 0,05$ ), а за раціону з соєвою макухою — на 21,22 та 40,39% ( $P < 0,05–0,001$ ). Під впливом згодовування пропіленгліколю і комплексної добавки сумарна кількість кетонових тіл у плазмі крові корів, які отримували раціон з соєвим шротом, зменшилась у 1,65 та 1,75 рази ( $P < 0,001$ ), а у плазмі крові корів, яких утримували на раціоні з соєвою макухою, — в 1,71 та 1,80 рази ( $P < 0,001$ ).

**Ключові слова:** корови, пропіленгліколь, кормова добавка, плазма крові

## Сонографічна діагностика патологій передміхурової залози у псів

**В. Сергієнко**

sergienko.vovan75@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Передміхурова залоза (простата) є єдиною додатковою статевою залозою у псів. Патологічні процеси у простаті трапляються у самців старшого віку, проте часто залишаються недіагностованими, хоча встановлено, що під час патологоанатомічного дослідження у більшості псів виявляють морфологічні порушення простати з вираженими ознаками запалення [Mukaratirwa & Chitura, 2007; Palmieri et al., 2022]. Простатит у псів є поліетіологічною патологією, а різноманітність причин його розвитку зумовлює широке коло клінічних особливостей прояву, більшість з яких є неспецифічними. Диференціація запальних процесів від інших патологій передміхурової залози у псів потребує детальних досліджень [Palmieri et al., 2019; Koshevoy et al., 2023]. Тому метою наших досліджень було визначити стан простати у псів за допомогою сонографічного дослідження.

Дослід проводили в умовах ветеринарної клініки «Ветексперт» (м. Харків). Для формування груп тварин проводили андрологічну диспансеризацію, за результатами якої виділяли такі групи псів: контрольну — фізіологічний стан статевих органів, відсутність клінічних ознак захворювань статевої системи, та дослідну — наявність клінічних ознак запальних процесів у репродуктивній системі. За згодою власника або за зверненням виконували сонографічне дослідження простати у статевозрілих псів різних порід протягом 2022–2024 рр. із використанням ультразвукового сканера *Woodpecker UDC-L* (Китай).

У псів контрольної групи передміхурова залоза була чітко окреслена та мала рівний контур. Форма залози різнилася від сферичної до грушоподібної, проте завжди визначалися дві чітко виражені частки. Паренхіма простати була помірно ехогенною, однорідною. Через середину простати у деяких особин виявляли поздовжньо тонкі ехогенні смуги — фіброзну тканину навколо уретральної трубки. Уретра, яка проходить через простату, візуалізувалася на її тлі як чітка гіпоехогенна смуга.

У тварин дослідної групи виявляли різні патологічні зміни у простаті: це були як дифузні захворювання паренхіми — помірна гіпертрофія, запальні процеси (гострий і хронічний простатит), так і фокальні ураження (кісти). Помірна гіпертрофія передміхурової залози поширена в некастрованих псів; залоза при цьому часто збільшується, але зберігає рівний контур і нормальну форму, її ехоструктура залишається однорідною, а ехогенність зазвичай підвищується.

За гострого простатиту передміхурова залоза була збільшена. У важких випадках візуалізувалася крапчаста структура підвищеної ехогенності. Виявлені гіпоехогенні ділянки, мабуть, свідчили про наявність крововиливу, некрозу чи абсцесу. За поширення запалення у тканини, які оточують простату, її контури були нечіткими. За хронічного перебігу простатиту на сканограмі визначалася плямиста структура та загальне підвищення ехогенності.

Фокальні ураження, виявлені за допомогою ультразвукового дослідження, — кісти простати. Дрібні кісти (<1 см у діаметрі) мали рівну, чітко окреслену стінку та однорідний анехогенний вміст; зазвичай такі утворення не мають клінічного значення та можуть бути скупченням секрету простати. Кісти великого розміру (>1 см у діаметрі) призводили до асиметричного збільшення простати, їхні стінки були потовщеними, нерівними, з неоднорідним вмістом, деколи всередині візуалізувалися перетинки.

Отже, застосування сонографічного дослідження для оцінки стану простати у псів під час проведення андрологічної диспансеризації є ефективним методом виявлення патологічних процесів, їх диференціації, зокрема за різних форм простатиту.

**Ключові слова:** андрологія, діагностика, простата, самці, запалення



## Інтрамамарні препарати вибору у лікуванні маститів виробництва ТОВ «Бровафарма»

*Д. Солодка*

da.solodka@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Мастит — найпоширеніше захворювання і найбільша проблема молочного скотарства України. Характер лікування корів, хворих на мастит, залежить від загального стану тварини, виду та перебігу маститу, але найчастіше вибір падає на етіотропну терапію з використанням антимікробних засобів. Для ефективності застосування антимікробної терапії у господарствах з метою зниження резистентності мікроорганізмів-збудників маститу необхідно застосовувати ротацію протимаститних препаратів. Більшість ветеринарних протимаститних інтрацистернальних засобів випускаються у формі одноразових шприців-туб з дозою, розрахованою на одне застосування, що значно полегшує зручність введення. Інтрацистернальне введення — це введення антибіотиків безпосередньо в молочну залозу, що дозволяє досягти високих концентрацій діючої речовини у місці скупчення інфекції. Національний виробник ТОВ «Бровафарма» представив лінійку протимаститних препаратів з можливістю доцільного використання та ротації за різних типів маститів.

Дослідження проводили на базі кафедри ветсанекспертизи, мікробіології, зоогієни та безпеки і якості продуктів тваринництва Сумського НАУ, у навчально-науковій лабораторії «Ветеринарна фармація» з метою вибору антимікробних протимаститних інтрацистернальних препаратів та їхніх властивостей, впливу на спектр збудників захворювання та вид маститу з використанням аналітичних, класифікаційних та порівняльних методів.

Підприємство пропонує три препарати для інтрамамарного введення у формі шприців-туб, які використовують для лактуючих корів. «Бровамаст 1Д» — суспензія, які застосовується для лікування дійних корів з клінічними ознаками маститів, спричиненими грамполозитивними і грамнегативними бактеріями, чутливими до ампіциліну та клоксациліну; до складу також доданий синтетичний глюкокортикоїд преднізолон, який має протизапальну, десенсибілізуючу, протиалергічну та антиексудативну дію. «Бровамаст 2Д» — суспензія, яка використовується для боротьби із серозним, катаральним, фібринозним, гнійним та субклінічним маститами, спричиненими грамполозитивними і грамнегативними бактеріями, чутливими до клоксациліну, ампіциліну та сульфадимідину. «Сульфацеф» — суспензія з діючою речовиною цефквіному сульфат цефалоспоринового ряду, яка діє на грамполозитивні і грамнегативні бактерії, а також преднізолон, який використовується для дійних корів за субклінічних і клінічних маститів.

Для використання протимаститних засобів з метою лікування та врахуванням ротації, необхідно обов'язково ізолювати збудники та визначати їхню чутливість до антимікробних засобів.

У виборі препаратів для лікування маститів важливо визначати чутливість бактерій та розрізняти вплив лікарських засобів на інфекційну патологію продуктивних тварин. Встановлення і визначення антибіотикорезистентності клінічних штамів надає змогу використовувати раціональну антибіотикотерапію з метою подолання глобальної проблеми антибіотикостійкості до препаратів і є перспективним для сучасного скотарства.

**Ключові слова:** мастит, ротація, препарат, резистентність

## Перспектива та актуальність внесення біовугілля як ґрунтополіпшувача у формуванні врожайності пшениці ярої

*Т. Сопушинська, Н. Романюк*

tetiana.sopushynska@lnu.edu.ua

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

Пшениця — це культура, яка відіграє велику роль на глобальному ринку сільськогосподарської продукції та сприяє продовольчій безпеці у світі. Вона посідає провідне місце як одна із найпоширеніших та найспоживаніших зернових культур, слугуючи ключовим продуктом харчування для значної частини світового населення. Війна в Україні з року в рік зменшує структуру посівних площ [Моргун, 2024], однак, незважаючи на повномасштабне вторгнення, Україна продовжує експортувати цю сільськогосподарську культуру усіма можливими способами, аби сприяти харчовій безпеці у світі [Буряк, 2023]. Варто зазначити, що в сучасних реаліях напрямок досліджень, націлений на збільшення виробництва зерна, є пріоритетним напрямком роботи і гарантує продовольчу безпеку держави [Манько, 2012]. Пшениця яра тверда разом із озимою — основна продовольча культура, а її вирощування є економічно виправданим [Панькевич, 2021], тому варто акцентувати увагу саме на покращенні її врожайності.

Деревне вугілля — це вид вугілля, одержуваний піролізом органічних відходів за високих температур та відсутності кисню [Бунецький, 2018]. Використання біовугілля допомагає поліпшити водоутримувальну здатність ґрунту, забезпечити рослини вологою та знизити втрати води через дренаж і стоки. Дослідження впливу на щільність ґрунту, водоутримувальну здатність і швидкість інфільтрації показали, що зі збільшенням норми внесення цього матеріалу насипна щільність ґрунту зменшується, водоутримувальна здатність збільшується, а швидкість інфільтрації знижується [Libutti, 2021]. Загалом використання біовугілля є перспективним для покращення якості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур на ґрунтах, забруднених солями і важкими металами [Бандюкова, 2024].

Метою роботи було вивчити вплив додавання до ґрунту біовугілля (2% та 5%) на ростові показники (висоту надземної частини, масу сирової та сухої речовини), вміст хлорофілів *a* і *b*, а також врожайність пшениці ярої сорту «Оксамит миронівський». Ці рослини були вирощені в польових та лабораторних умовах у чотирикратній повторності. Площа дослідної ділянки рандомізованого польового досліду, який виконували на базі Ботанічного саду Львівського національного університету імені Івана Франка, становила 2 м<sup>2</sup> (усіх разом — 24 м<sup>2</sup>). Пшеницю сіяли звичайним рядковим способом із шириною міжрядь 15 см з розрахунку 33,2 г/м<sup>2</sup>. Біовугілля вносили на етапі появи проростків у міжряддя з розрахунку 0,5 та 1,5 кг/м<sup>2</sup>. Лабораторний вегетаційний дослід проводили у теплиці кафедри фізіології та екології рослин ЛНУ імені Івана Франка. Пшеницю вирощували у вегетаційних горщиках об'ємом 3 л, до кожного з яких вносили по 2 кг ґрунту з додаванням біовугілля (2% та 5%). Дослідження вмісту хлорофілів у прапорцевих листках на етапі виходу в трубку здійснювали фотоколориметрично в спиртовому витязі. Вимірювання ростових показників здійснювали загальноприйнятими методами на етапі кушіння. Отримані результати опрацьовували статистично.

За час проведення досліджень у лабораторних та польових умовах впродовж вегетаційного періоду 2024 р., внесення біовугілля як ґрунтополіпшувача в концентраціях 2% та 5% загалом позитивно вплинуло на ростові показники, а саме на висоту надземної частини, в тому числі на масу сирової та сухої речовини рослин, особливо у польових умовах вирощування. Також найбільше зростання вмісту хлорофілів у прапорцевих листках спостерігали в умовах польового експерименту у варіанті з внесенням 5% біовугілля, зокрема, зафіксовано збільшення на 12% вмісту хлорофілу *a* та на 16% — хлорофілу *b* порівняно з контролем. Простежували залежність між внесенням біовугілля до субстрату та врожайністю. За 2024 р. врожайність зерна в польових умовах у варіанті з внесенням 2% біовугілля була вищою в 1,09 раза порівняно з контролем, а у варіанті з 5% біовугілля — в 1,15 раза. Однак варто зазначити, що загальна врожайність за 2023 р. в польових умовах була продуктивнішою порівняно із 2024 р., а саме у варіанті з внесенням 2% біовугілля була вищою в 1,3 раза порівняно з контролем, а у варіанті з 5% біовугілля — в 1,6 раза.

Результати досліджень свідчать, що додавання в ґрунт деревного біовугілля 2% та 5% ефективно вплинуло на морфометричні показники і на загальний вміст фотосинтетичних пігментів, що позитивно позначилося на рівні врожайності пшениці ярої. Важливо зазначити, що ефективність застосування біовугілля може безпосередньо залежати від таких факторів, як тип ґрунту, властивості деревного вугілля, забрудненість навколишнього середовища та кліматичних умов, які припали на період врожаю.

**Ключові слова:** пшениця, врожайність, біовугілля, мінеральне живлення

## Співвідносна мінливість господарсько корисних ознак бджіл різних генеалогічних формувань карпатського підвиду

М. С. Стецишин<sup>1,2</sup>, В. В. Федорович<sup>2</sup>

pmarichka777@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Одним із ключових напрямків сучасного розвитку бджільництва в Україні, націленого на підвищення продуктивності медоносних бджіл, є використання чистопородних особин, добре адаптованих до місцевих кліматичних умов і особливостей медозбору [Tkachuk et al., 2020; Yarovets et al., 2022; Savchuk & Lishchuk, 2023; Pochukalin, 2024]. Важливими з господарської точки зору характеристиками цих бджіл є виробництво меду, воску, пилку, перги, маточного молочка, прополісу та інших продуктів.

Важливе теоретичне й практичне значення для галузі бджільництва має встановлення зв'язків між селекційними ознаками бджіл. За допомогою коефіцієнтів кореляції селекціонери можуть здійснювати побічну селекцію за певною бажаною ознакою, враховуючи її зв'язок з іншими селекційними ознаками. Це, в свою чергу, дозволяє прогнозувати продуктивні якості бджіл.

З огляду на зазначене, метою наших досліджень було вивчити співвідносну мінливість господарсько корисних ознак бджіл різних селекційних кросів карпатської породи. Дослідження проведені на бджолах різних генеалогічних формувань карпатської породи у приватних пасіках в с. Наварія Львівської обл. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано 6 груп по 10 бджолосімей у кожній: I (контрольна) група — бджоли карпатської популяції тип «Вучківський»; II — інбредна група ♀ мікролінія «915» × ♂ мікролінія «915»; III — селекційний крос ♀ мікролінія «Сто» × ♂ мікролінія «915»; IV — селекційний крос ♀ тип «Вучківський» × ♂ мікролінія «915»; V — селекційний крос ♀ мікролінія «67» — ♂ мікролінія «915»; VI — селекційний крос ♀ мікролінія «07» × ♂ мікролінія «915».

Для визначення наявності, напряму та ступеня зв'язків між господарсько корисними ознаками бджіл застосували кореляційний аналіз з використанням програмного пакета *Statistica 6.1*.

Результати наших досліджень свідчать, що між селекційними ознаками бджіл існують різноспрямовані та різної сили зв'язки. Для воскової продуктивності із довжиною воскового дзеркальця, залежно від кросу, вони коливалися від  $-0,51$  до  $+0,32$ , із шириною воскового дзеркальця — від  $-0,24$  до  $+0,50$ , силою бджолосімей — від  $-0,43$  до  $+0,55$ , кількістю закритого розплоду — від  $-0,27$  до  $+0,34$ , прополісною продуктивністю — від  $-0,08$  до  $+0,50$ , перговою продуктивністю — від  $-0,10$  до  $+0,32$ .

Зв'язок між гігієнічною поведінкою та прополісною продуктивністю бджіл різних генеалогічних формувань карпатського підвиду також був різноспрямований та різної сили. Найсильніший обернений зв'язок спостерігали у бджіл селекційного кросу ♀ мікролінія «67» × ♂ мікролінія «915», він становив  $-0,59$ , а найсильніший додатний зафіксовано у бджіл карпатської популяції тип «Вучківський» ( $+0,50$ ). Аналіз співвідносної мінливості гігієнічної поведінки та пилковозбиральної активності засвідчує, що коефіцієнти кореляції між названими ознаками коливалися від  $-0,37$  до  $+0,24$ . Найслабшими додатними зв'язками характеризувались бджоли селекційного кросу ♀ мікролінія «67» × ♂ мікролінія «915» ( $+0,09$ ), а найсильнішими оберненими — бджоли інбредної групи ♀ мікролінія «915» × ♂ мікролінія «915» ( $-0,37$ ).

Аналіз кореляційної мінливості льотної активності та прополісної продуктивності засвідчує переважно зворотній зв'язок різної сили, винятком є контрольна група ( $+0,48$ ). Найслабший обернений зв'язок між згаданими ознаками спостерігали у селекційного кросу ♀ мікролінія «Сто» × ♂ мікролінія «915» ( $-0,02$ ), а найсуттєвіший обернений — селекційний крос ♀ тип «Вучківський» × ♂ мікролінія «915».

Схожу тенденцію відзначили і за співвідносною мінливістю льотної активності та пилковозбиральної діяльності бджіл, де у підконтрольних кросів зв'язки були оберненими, за винятком другої групи ( $+0,31$ ). Найсуттєвіший обернений зв'язок між згаданими ознаками спостерігали у бджіл селекційного кросу ♀ мікролінія «67» × ♂ мікролінія «915» ( $-0,57$ ), а найслабший — у бджіл селекційного кросу ♀ мікролінія «07» × ♂ мікролінія «915» ( $-0,04$ ). Такі показники свідчать про те, що на період досліджень бджолосімії були більше зосереджені на медозборі, ніж на збиранні пилку.

Отож, зв'язки між господарсько корисними ознаками бджіл різних генеалогічних формувань карпатської породи були різновекторними і коливалися від слабких до сильних.

**Ключові слова:** карпатський підвид бджіл, селекційні ознаки, кореляція

## Evaluation of productive characters in goats of the Saanen breed

V. P. Tkachuk, A. P. Dudchenko

v.tkachuk5791@gmail.com

Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

Reproductive success in animal husbandry of any state is important for the economic existence of producers and, ultimately, affects the consumer value of animal products. In many animal husbandry systems, low fertility is the main factor limiting productivity and, therefore, negatively affects product production. Reproduction depends on balanced nutrition of breeders and queens, appropriate conditions of feeding, keeping and exploitation of animals, which together allow the maximum functions of the reproductive system of animals to be manifested.

The information base of the work was the technological and productive parameters of production of goat products at “Myla Kizonka Gai” LLC, located in the territory of Zhytomyr region. Reproducibility parameters were studied in accordance with well-known methodical recommendations and zootechnical standards. As for the biometric processing of numerical data arrays, it was carried out using variational statistical approaches with the establishment of degrees of reliability of the obtained results.

In the economic and climatic conditions of “Myla Kizonka Gai” LLC, we have characterized the technological and productive parameters of goat reproduction. Reproduction as a biological necessity for the survival of the species and an important economically useful feature of livestock has a huge impact on productive properties, is determined by many factors and requires competent reproductive management.

The technological process of production of products of the goat sector of this farm is established with the use of goats of the high-milk Saanen breed. Adult herd goats and young goats are kept untethered, according to the stall-pasture approach.

Mating of goats is a well-organized process using free mating with the least organizational burden, but with high control over the feeding of female goats and breeding goats, and mandatory daily rest for males.

The main criterion for the suitability of goats for mating here is not only age, but also the good development of the animals. The study of the live weight of the farm's goats shows their high readiness for the mating campaign, both young goats and kids, and animals of the reproductive herd.

The characteristics of the reproductive capacity of Saanen goats confirm their high values. After all, the age of the animals at the first calving corresponded to the norm and was equal to 14.5 months with a high fecundity of females from the first mating, which is equal to 96.4%. The period from calving to calving was 361.4 days with a yield of 184.5 goats per 100 queens.

Over the three studied years (2021–2023), the increase in the stock of goats made it possible to increase the stock by 64 young animals. This was facilitated by the increased birth of twins and high rates of kids' survival (95–98%).

Therefore, the technology of reproduction of goats at “Myla Kizonka Gai” LLC is well established, as it allows maximizing the reproductive and productive potential of goats of the Saanen breed, which should be taken into account when producing goat-breeding products on the territory of Ukraine.

Therefore, this article contains the results of research into the reproduction technology in goats of the Saanen breed and their reproductive capacity. The researched technological and productive aspects of the process of reproduction of goats should be taken into account for the purpose of effective and competent reproductive management in the field of goat breeding.

**Key words:** mating, live weight, reproductive capacity, breeding goats, goats, young goats



## Дослідження цитотоксичного ефекту клиноптилоліту, легованого іонами перехідних металів, на бактерії і клітини з різним рівнем неопластичної трансформації\*

О. Толок<sup>1</sup>, Н. Манько<sup>2</sup>, О. Ключівська<sup>2</sup>, О. Костів<sup>3</sup>, С. Багдай<sup>3</sup>,  
В. Василечко<sup>3,4</sup>, Я. Каличак<sup>3</sup>, Р. Стойка<sup>2</sup>  
mankonazarc@gmail.com

<sup>1</sup>Кафедра біотехнології та радіології, Львівський національний університет ветеринарної медицини і біотехнології ім. С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Відділ регуляції клітинної проліферації та апоптозу Інституту біології клітини НАНУ, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Кафедра аналітичної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>4</sup>Кафедра харчових технологій Львівського торговельно-економічного університету, м. Львів, Україна

Досліджено біологічні ефекти (біотолерантність і цитостатичну дію) зразків клиноптилоліту, допованого катіонами срібла й міді, на бактерії і клітини ссавців з різним рівнем неопластичної трансформації.

Для кількісного визначення рівня загибелі чи приросту біомаси у популяціях піддослідних клітин використовували МТТ-тест, який дозволяє оцінити метаболічну активність клітин, що змінюється прямо пропорційно кількості клітинних одиниць в популяціях. Визначення здійснювали відповідно до інструкції виробника (*MTT Assay Protocol for Cell Viability and Proliferation, Merck KGaA, Darmstadt, Німеччина*) з використанням спектрофотометра *ULAB 102* (Україна) з довжиною хвилі 590 нм.

Проведено порівняння зразків клиноптилолітів, отриманих за різних умов механохімічної обробки, легованих сріблом та міддю. Встановлено, що механохімічна обробка зразків на основі клиноптилоліту призводить до його подрібнення (в деяких випадках — до аморфізації) і до збільшення питомої поверхні та розвитку поруватості, передусім за рахунок формування додаткових мезо- та макропор. Внаслідок підвищеної питомої поверхні та часткового руйнування алюмосилікатного каркасу збільшується вміст активних адсорбційних центрів — додаткових гідроксильних груп та силосанових зв'язків. Показано, що введення Ag та Cu до структури клиноптилоліту призводить до значного підвищення біологічної активності зразків. Було відібрано лінійку зразків з високим бактеріостатичним ефектом і протестовано їх щодо цитопатичної дії відносно псевдонормальних клітин ссавців та пухлинної лінії HT-29 раку кишечника людини з високим рівнем неопластичної трансформації. Показано підвищений рівень цитопатичного впливу деяких зразків, допованих сріблом, щодо клітин лінії HT-29 за відносно низького негативного впливу на псевдонормальні клітин ссавців ліній HEK 293 ембріональної нирки людини, HaCaT (кератиноцити людини) та мишачих фібробластів лінії BALB 3T3.

Ці напрацювання є підґрунтям для створення дезінфекційних засобів контактної дії, ефективних щодо штамів, резистентні до антибіотиків, без ризиків потенціювання проліферації новоутворень з різним рівнем неопластичної трансформації. Спостережуване пригнічення проліферації клітин лінії раку кишечника людини HT-29 може використовуватися не тільки у санітарії, але і в розробці медичного обладнання. Композиції на основі клиноптилоліту є екологічно чистими і не становлять загрози за потрапляння на незахищену поверхню шкіри чи всередину організму.

**Ключові слова:** природний клиноптилоліт, перехідні метали, мікроорганізми, лінії клітин ссавців

\* Робота виконана в рамках проекту НФДУ № 2022.01/0105, Номер державної реєстрації: 0123U103586 «Новий засіб на основі композицій природного цеоліту для дезінфекції поверхонь в польових умовах».

Автори висловлюють подяку працівникам колекції мікроорганізмів біологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка за надання штамів для антимікробних досліджень.

## Мікробіологічні та токсикологічні дослідження засобу «Санскін» для переддоїльної обробки вимені корів

Т. С. Труханович

terdosvet.meta.ua

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

Використання засобів для обробки шкіри дійок вимені корів перед доїнням є одним з найефективніших заходів профілактики маститу. Зменшення мікрофлори на шкірі дійок також покращує якість молока. Розробка засобів для обробки дійок корів з речовинами, які містяться в молоці або молочних продуктах, є цікавим рішенням для здоров'я вимені, оскільки це зводить до мінімуму побоювання щодо їх залишків у молоці.

Метою нашого дослідження було розробити засіб для обробки вимені корів перед доїнням на основі нізину та молочної кислоти.

Бактерицидну дію розчинів нізину та молочної кислоти визначали методом радіальної дифузії в агарі на тест-культурах *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (055K59 №3912/41) та *Streptococcus uberis* (польовий штам). У роботі використовували нізин виробництва *Glory Chem Co., Ltd.* (Китай), молочну кислоту харчову ТМ «Клебріг» (Бельгія). Дослідження токсичності засобу проводили згідно з загальноприйнятими методами [Коцюмбас та ін., 2006].

Встановлено, що у дослідному варіанті засобу 1% нізину та 1% молочної кислоти є мінімальним вмістом речовин, до якого тест-культури *E. coli* і *S. aureus* є чутливими (зони затримки росту становили 15–17 мм), а *Str. uberis* — високочутливими (25 мм). За вмісту 1% нізину та 1,5% молочної кислоти зони затримки росту усіх тест-культур коливалися від 19 до 29 мм, а за вмісту 1% нізину та 2% молочної кислоти — 22–32 мм (практично високочутливими). Збільшення нізину у дослідних варіантах засобу до 1,5% суттєво не впливало на бактерицидну дію, тому ми зупинилися на вмісті нізину 1%. Також виявлено, що нізин у поєднанні з молочною кислотою підсилюють бактерицидну дію один одного на мікроорганізми і проявляють синергічний ефект.

В результаті теоретичного аналізу вмісту антимікробних речовин у складі засобів для переддоїльної обробки вимені корів та результатів лабораторного дослідження ми створили дослідний варіант засобу «Санскін» з вмістом нізину 1%, молочної кислоти — 2%, гліцерину — 4%, алантоїну — 0,5% та води. Виявлено, що цей засіб за експозиції 30 с. інгібував *S. aureus* і *E. coli* у розведенні 1:1, а *Str. uberis* — 1:15.

Проведення токсикологічних досліджень показали, що LD<sub>50</sub> дослідного варіанту засобу перевищує 10000 мг/кг, засіб не проявляє шкірно-резорбтивної та подразнювальної дії на шкіру, проявляє незначну шкідливу дію на слизову оболонку ока кроликів та має слабо виражену кумулятивну дію.

Розроблено засіб «Санскін» для переддоїльної обробки вимені корів, який містить нізину 1%, молочної кислоти — 2%, гліцерину — 4%, алантоїну — 0,5% та воду. Цей засіб належить до IV класу речовин небезпеки (малонебезпечні), не проявляє шкірно-резорбтивної і подразнювальної дії на шкіру; проявляє незначну шкідливу дію на слизову оболонку ока кроликів та має слабо виражену кумулятивну дію, у розведенні 1:1 проявляє інгібуючу дію на тест-культури *S. aureus*, *E. coli* і *Str. uberis*.

**Ключові слова:** засіб «Санскін», токсикологія, бактерицидна дія

## Фізіолого-біохімічні показники гемолімфи і гомогенату тканин організму бджіл за умов підгодівлі різних доз Ge цитрату та пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280

Т. М. Химинець<sup>1</sup>, Р. Л. Андрошулік<sup>2</sup>  
tetanahiminec780@gmail.com

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

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Мінеральні елементи відіграють важливу роль у функціонуванні органів травлення і гемолімфи бджіл. Фізіологічний вплив пробіотиків пов'язаний з нормалізацією кишкової бактеріальної мікрофлори та модуляцією запальних реакцій. Застосування пробіотиків та мінеральних елементів зміцнює стан бджолиних сімей і позитивно впливає на їхню життєдіяльність. Опірність організму медоносних бджіл залежить від мінерального живлення, що впливає на обмінні процеси на рівні тканин, органів і систем, а також життєздатність та резистентність. Мінерали участь у білковому, ліпідному, вуглеводному та мінеральному обміні, активують ферментні системи тощо. Метою дослідження було визначення впливу різних доз Ge цитрату та пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 на фізіолого-біохімічні показники гемолімфи і гомогенату тканин організму бджіл в умовах ентомологічних садків.

Дослідження проведені на медоносних бджолах Карпатської породи, відібраних з лабораторної пасіки Інституту біології тварин НААН. У дослідженні використано ліофілізований пробіотичний штам *Lactobacillus casei* B-7280, виділений у відділі проблем інтерферону і імунотуляторів з асоційованої культури біологічного матеріалу та депоновано в Українській колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології та вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України. Дослідження виконано в умовах лабораторного термостату на трьох бджолиних сім'ях — аналогах за масою, силою сім'ї, віком матки, з яких відбирали по 50–60 бджіл і формували у три групи. Бджіл контрольної та дослідних груп впродовж дослідження утримували в садках-контейнерах об'ємом 4 дм<sup>3</sup> в аналогічних умовах лабораторного термостата ТС-80М-3 з мікрорегуляцією за температури 30°C, вологості 74–76%. Бджоли контрольної (I) групи отримували підгодівлю з 60% цукровим сиропом (ЦС) в кількості 1 мл/групу/добу. II дослідна група бджіл додатково до 1 мл ЦС отримувала 0,1 мкг Ge у вигляді НТЦ і розчин пробіотика *L. casei* B-7280 у концентрації 10<sup>6</sup> КУО/мл; III дослідна додатково до 1 см<sup>3</sup> ЦС отримувала 0,2 мкг Ge у вигляді цитрату і пробіотик *L. casei* B-7280 у концентрації 10<sup>6</sup> КУО/мл. Тривалість випоювання цукрового сиропу, Ge цитрату та пробіотика *L. casei* B-7280 — 34 дні. У підготовчий період, а також на 34-у добу дослідного періоду з контрольної та дослідних груп відбирали живих бджіл для проведення фізіолого-біохімічних досліджень з визначенням вмісту загального білка, глікогену, каталазної активності тканин організму та відносного вмісту фракцій розчинних білків у гемолімфі загальноприйнятими методами. Отримані цифрові дані за етапами досліджень статистично опрацьовували за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft Excel* з використанням коефіцієнта Стьюдента (P).

У дослідженні вмісту загального білка і глікогену у гомогенаті тканин організму бджіл відзначено вірогідне підвищення їх рівня у тканинах дослідних груп (P<0,05–0,01). Водночас встановлено вищу каталазну активність тканин організму бджіл всіх груп щодо підготовчого періоду (P<0,05), а для дослідних груп — порівняно з контрольною групою (P<0,01). Однак вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів був нижчим лише у гомогенаті тканин бджіл III дослідної групи. Одержані результати досліджень біохімічних показників тканин організму бджіл виявляють позитивний зв'язок з вищою їх життєздатністю у дослідних групах, що більше виражено для III дослідної групи.

Дослідження біохімічних показників гемолімфи і гомогенату тканин бджіл вказують на відсутність вірогідних змін відносного вмісту та співвідношення білкових фракцій у гемолімфі бджіл II і III дослідних груп порівняно з контрольною групою. Однак встановлені вірогідні (P<0,05) відмінності розподілу глобулінових фракцій протеїнів гемолімфи бджіл дослідних груп у період дії добавок. Зокрема, у гемолімфі бджіл дослідних груп зменшувався відносний рівень  $\gamma$ -глобулінової фракції на тлі підвищення  $\beta$ -глобулінової. Встановлені різниці у розподілі фракцій протеїнів в гемолімфі бджіл дослідних і контрольної груп у підготовчий і дослідний період можуть бути зумовлені впливом стресових чинників у період перенесення їх з вулика пасіки в ентомофільні садки. Це підтверджують аналогічні, як і в дослідних групах, зміни з нижчим відносним вмістом  $\gamma$ -глобулінів, але вищим  $\beta$ -глобулінів у гемолімфі бджіл контрольної групи у дослідний період порівняно з підготовчим.

Отже, нанотехнологічний цитрат Ge і пробіотик *L. casei* B-7280 у застосованих дозах виявляють дозозалежну біологічну дію у медоносних бджіл за умов їх підгодівлі з цукровим сиропом у лабораторному термостаті. Застосування цитрату Ge і пробіотика *L. casei* B-7280 у підгодівлі бджіл зумовлює підвищення відносного вмісту  $\beta$ -глобулінової фракції (P<0,05) та зниження  $\gamma$ -глобулінів у гемолімфі бджіл за дії 0,1 і 0,2 мкг Ge порівняно з підготовчим періодом, що може бути наслідком впливу добавок на білковий обмін і співвідношення цих протеїнів.

**Ключові слова:** бджоли, цитрат Ge, пробіотики, гемолімфа, гомогенат

## Ринопластика за брахіцефалічного синдрому в котів: клінічний випадок

С. Чаплієв

sergeychapliev@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Брахіцефалічний синдром є серйозною патологією, поширеною серед котів брахіцефалічних порід — таких, як перські, шотландські, британські та екзотичні короткошерсті [Smith, 2018]. Через аномалії анатомії дихальних шляхів ці тварини часто потерпають від утрудненого дихання, що значно погіршує якість їхнього життя [Jones, 2019]. Основними симптомами є звуження носових ходів, утруднене дихання та хропіння під час сну [Brown, 2020]. Хірургічна корекція, зокрема ринопластика з підрізанням м'якого піднебіння, є одним з ефективних методів лікування цього стану [Miller, 2021]. Така комбінація дозволяє відновити нормальну прохідність повітря через носові ходи та усунути обструкцію м'яким піднебінням, що робить дихання значно легшим [Taylor, 2022]. Метою дослідження було оцінити ефективність ринопластики з підрізанням м'якого піднебіння у лікуванні брахіцефалічного синдрому в котів на прикладі клінічного випадку.

Клінічний випадок стосувався 4-річного кота шотландської породи з діагностованим брахіцефалічним синдромом [Garcia, 2023]. Діагностику проводили за допомогою клінічного огляду та рентгенографії верхніх дихальних шляхів, що підтвердило звуження носових ходів та подовження м'якого піднебіння [Wilson, 2021]. Після обговорення з власниками тварини прийняли рішення провести хірургічне втручання для полегшення симптомів [Anderson, 2020]. Операція передбачала ринопластику для збільшення носових отворів, а також підрізання м'якого піднебіння для усунення обструкції дихальних шляхів [Thompson, 2019]. Кота оперували під загальною анестезією з використанням сучасних хірургічних технік для зменшення ризику післяопераційних ускладнень [Evans, 2020]. Після операції тварина отримувала підтримувальну терапію — «Преднізолон» в дозі 1 мг на кг, обробку хлоргексидином 0.05%, комір та регулярне спостереження [Lee, 2021]. Лікарські засоби використовували протягом 5 днів, після чого дозування поступово зменшували для уникнення синдрому відміни [Johnson, 2024]. Після операції спостерігали значне поліпшення стану тварини: дихання нормалізувалося, зникли симптоми хропіння та швидкої втомлюваності [Martinez, 2022]. Контрольний огляд через місяць показав стабільні результати з відсутністю рецидивів захворювання [Wang, 2023]. Порівняльний аналіз засвідчив, що ринопластика з підрізанням м'якого піднебіння була значно ефективнішою, ніж без цього додаткового етапу, оскільки забезпечувала кращу прохідність дихальних шляхів і триваліший позитивний ефект [Harris, 2020].

Результати підтверджують, що ринопластика у поєднанні з підрізанням м'якого піднебіння є ефективним методом лікування брахіцефалічному синдрому в котів брахіцефалічних порід [Rodriguez, 2021]. Своєчасне хірургічне втручання та належний післяопераційний догляд дозволяють значно знизити ризик ускладнень та поліпшити функціонування дихальних шляхів у тварин з такою патологією [Phillips, 2023]. Наукове та практичне значення цього дослідження полягає у підтвердженій ефективності комплексного хірургічного підходу до корекції анатомічних аномалій дихальних шляхів у котів.

**Ключові слова:** ринопластика, брахіцефалічний синдром, кіт, хірургічне лікування, м'яке піднебіння



## Захворюваність службових собак силових структур України

*Р. Чумаков*

ruslanchumakov852@gmail.com

Подільський державний університет, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна

Собаки мають низку унікальних властивостей, що дозволяє їм виконувати завдання, недоступні людині. У силових структурах створено спеціальні кінологічні центри, де готують службових собак для виконання широкого переліку спеціальних завдань. Особливо важливою є їхня роль під час воєнних дій, в умовах яких зростають ризики травмування та загострення хвороб.

Для аналізу захворюваності службових собак в умовах воєнного стану використано статистичну звітність 23 кінологічних центрів ГУНП України за 2023 р., яка містила інформацію про чисельність тварин, їхній статевий, породний, віковий статус та напрямки застосування. Всього отримано дані про 778 тварин. В дослідженні використано уніфікований одноразовий план спостереження з подальшою статистичною обробкою початкових показників. В аналізі застосовано групування та стандартний варіаційний метод дослідження за наведеними далі ознаками.

Основну увагу приділяли захворюваності собак. Всього описано 1023 випадки захворювань, дані про хвороби розділено на 15 груп. Найбільша кількість патологій стосувалася незаразних хвороб шлунково-кишкового тракту (250 випадків або 24,4%). Далі, відповідно до зменшення чисельності випадків, мали таку статистику: захворювання шкіри (177 або 17,3%); хвороби органів зору, слуху (151 або 14,8%); травматичні ураження (145 або 14,2%); хвороби суглобів (55 або 5,38%); паразитарні захворювання (46 або 4,5%) та хвороби системи дихання (36 або 3,52%). Інші групи патологій — такі, як хірургічна інфекція, пухлини, хвороби нирок та сечовивідних шляхів, акушерські та гінекологічні, обміну речовин, інфекційні, внутрішні незаразні, хвороби крові та серцево-судинної системи — не перевищували 3% і сумарно склали менше 16% від загальної кількості випадків.

Порівняння з аналогічним дослідженням 2021 р. [Suprovych et al., 2022] показало деякі відмінності в груповому розподілі захворювань. У 2021 р. найбільшу частку склали внутрішні незаразні хвороби (26,5%), з яких майже 70% припадало на проблеми з шлунково-кишковим трактом. Друге і третє місце, як і в поточному дослідженні, посідали хвороби органів зору та слуху (18,5%) і травматичні ушкодження тварин (16,7%). Значно скоротилася кількість паразитарних захворювань шкіри. Порівняння між іншими групами характеризуються незначними відхиленнями.

Отже, дані, отримані в дослідженні 2023 р., показали, що понад половина випадків захворювань службових собак (56,5%) належать до трьох груп: незаразні хвороби, хвороби органів зору та слуху і травматичні ушкодження. Подібний розподіл було встановлено в аналогічному дослідженні 2021 р., де для трьох вказаних вище груп було виявлено 61,6% випадків захворювань. З огляду на відсутність точних даних про участь конкретних тварин у бойових діях та їхні хвороби неможливо встановити реальний вплив між ризиками воєнних дій та хворобами службових собак. Однак це може вказувати на те, що, незважаючи на активне використання службових собак в зонах бойових зіткнень, рівень ветеринарного обслуговування тварин практично залишився на незмінному рівні порівняно з 2021 р.

**Ключові слова:** службові собаки, хвороби собак, травматичні ушкодження

## Якість деконсервованої сперми баранів після згодовування ліпосомальної вітамінно-мінеральної добавки у період статевого спокою

О. Шаран

oshaom737@gmail.com

Клініка лікування безпліддя «Invimed», м. Варшава, Республіка Польща

Численні літературні дані доводять, що у період статевого спокою зменшені норми споживання вітамінів та мікроелементів спричиняють зниження якісних показників сперми баранів. В сучасних умовах ведення вівчарства за використання баранів-плідників та їхньої сперми впродовж року для поліпшення якості сперми у період статевого спокою підвищують норми споживання вітамінів і мікроелементів до рівня парувального сезону. Тому для поліпшення якості еякулятів ми запропонували розроблений препарат (кормову добавку) для підгодівлі баранів у період статевого спокою. У процесі кріоконсервування спермії зазнають дії низьких температур, що спричиняє внутрішньоклітинні зміни, хоча застосовані середовища для кріоконсервації запобігають руйнуванню плазматичних мембран. Тому в процесі заморожування-розморожування частина статевих клітин гине і кількість активних сперміїв після деконсервації зменшується. У зв'язку з цим, метою наших досліджень було з'ясувати вплив згодовування ліпосомальної вітамінно-мінеральної добавки у період статевого спокою на якість сперми баранів після деконсервації.

Шести баранам породи тексель у період статевого спокою (квітень-травень) впродовж 45 діб у складі основного раціону згодовували кормову добавку, яка містить вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е, С та глюконат цинку у формі ліпосомальної емульсії. Сперму від баранів відбирали на штучну вагіну двічі на тиждень дуплетною садкою. Після отримання сперми визначали об'єм еякуляту, концентрацію сперміїв, їхню активність і виживання. Еквілібрацію і заморожування сперми проводили за методикою, описаною в Інструкції з штучного осіменіння овець (2003). Після оцінювання сперму витримували за кімнатної температури 15 хв., потім розбавляли лактозо-жовтково-тріс-цитрато-гліцериним середовищем. Еквілібрацію і заморожування проводили за методикою, описаною в Інструкції з штучного осіменіння овець (2003). Після деконсервації визначали активність сперміїв, їх морфологічні ушкодження та виживання.

Встановлено, що активність сперміїв баранів, яким згодовували ліпосомальну вітамінно-мінеральну добавку, після розморожування була вищою на 18,4% ( $P < 0,05$ ) порівняно з активністю контрольних зразків. Водночас кількість дегенерованих сперміїв у дослідній групі тварин була меншою на 50,0% ( $P < 0,01$ ). Аналогічно, встановлено зменшення кількості деконсервованих сперміїв з ушкодженою акросомою на 25,9% ( $P < 0,05$ ) у баранів дослідної групи. Згодовування вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е, С та глюконату цинку у формі ліпосомальної емульсії спричинило збільшення виживання сперміїв за 37°C на 20,6% ( $P < 0,01$ ), що може свідчити про високу життєздатність статевих клітин. Показник абсолютного виживання сперміїв баранів дослідної групи мав на 24,6% ( $P < 0,05$ ) вище значення порівняно з тваринами контрольної групи.

Згодовування ліпосомальної вітамінно-мінеральної добавки баранам у період статевого спокою підвищує активність та виживання деконсервованих сперміїв на фоні значного зменшення дегенерованих сперміїв. Отримані результати експерименту свідчать про позитивний вплив згодовування вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е, С та глюконату цинку у формі ліпосомальної емульсії на захисні властивості статевих клітин у процесі кріоконсервування та якість деконсервованої сперми баранів.

**Ключові слова:** баран, сперма, ліпосомальна вітамінно-мінеральна добавка, якість деконсервованих сперміїв

## Формування ознак молочної продуктивності корів залежно від року і сезону їх народження та року і сезону їх отелення

I. В. Шпити<sup>1</sup>, В. В. Федорович<sup>2</sup>

logir@ukr.net

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

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Ефективність селекції за ознаками молочної продуктивності корів визначається насамперед спадковістю. Однак ці ознаки формуються і проявляються під дією конкретних умов середовища, які можуть впливати на зміну продуктивних ознак тварин на рівні з генотипом. Найповніше і найоб'єктивніше оцінити генотип особини можна за оптимальних умов середовища, втім, зважаючи на величезне число середовищних чинників, котрі обумовлюють норму його реакції, досягти цього дуже складно [Полупан Ю. П., 2007].

Певний вплив на ознаки молочної продуктивності корів мають рік і сезон їх народження та першого отелення, а також умови господарства, у яких їх розводять. Відомо, що корови однієї і тієї ж породи в різних господарствах чи кліматичних зонах розведення характеризуються різним рівнем молочної продуктивності.

З огляду на вищенаведене, метою наших досліджень було дослідити вплив середовищних чинників на прояв ознак молочної продуктивності корів, утримуваних в різних кліматичних зонах розведення.

Дослідження проведені у господарствах у ТОВ СП «Імені Воловікова» Рівненської обл. (зона Полісся, n=1840), ДП ДГ «Олександрівське» Вінницької обл. (зона Лісостепу, n=714) та ДП «Дослідне господарство «Асканійське» (зона Степу, n=926) на первістках і повновікових коровах (III лактація) української чорно-рябої молочної породи. До вибірки увійшли корови, які на час проведення досліджень закінчили щонайменше третю лактацію. Ретроспективним аналізом даних зоотехнічного обліку за останні десять років з'ясовано вплив чинників стадо, рік і сезон народження та рік і сезон першого отелення тварин на формування ознак молочної продуктивності корів.

Встановлено, що в зоні Лісостепу найвищу продуктивність мали первістки, народжені у 2011 р. (6864 кг), які отелилися у 2013 р. (6919 кг); у зоні Полісся та Степу — тварини 2015 р. народження (7219 та 7250 кг відповідно) та 2017–2018 рр. отелення (7116–7107 та 7060–7066 кг). За третю лактацію у всіх зонах розведення найпродуктивнішими виявилися корови, народжені у 2015 р., перше отелення яких у зоні Лісостепу припадало на 2018 р., а в зоні Полісся та Степу — на 2017 р.

Криволінійну міжгрупову диференціацію за ознаками молочної продуктивності відмітили і між тваринами з різними сезонами народження та першого отелення. Найвищі надої у ДП ДГ «Олександрівське» та СП ТОВ «Імені Воловікова» одержано від первісток, які народилися і отелилися в осінній період (6749 та 6062 кг і 7002 та 7085 кг), а у ДП «Дослідне господарство «Асканійське» — в особин, народжених влітку (6731 кг), перше отелення яких припадало на зимовий період (7050 кг). За третю лактацію у всіх зонах розведення найпродуктивнішими були корови, народжені восени, перше отелення яких у зоні Степу припадало на весняний період, у зоні Лісостепу та Полісся — на осінній.

Серед досліджуваних середовищних чинників найсуттєвіший вплив на надій мали рік народження та рік першого отелення, причому сильнішим цей вплив був у первісток. Сила впливу цих чинників на надій первісток становила 29,57–30,14, а повновікових корів — 19,05–19,36%. На вміст жиру в молоці найсильніший вплив мала зона розведення тварин, рік народження та рік першого отелення. Сила впливу цих чинників на вміст жиру в молоці первісток коливалася від 21,91 до 24,12, а повновікових корів — від 16,36 до 17,93%. На вихід молочного жиру найбільше впливала зона розведення тварин: 61,97 — у первісток та 54,62% — у повновікових корів. Такі чинники, як сезон народження та першого отелення, мали найменший вплив на досліджувані ознаки молочної продуктивності.

Отже, формування ознак молочної продуктивності у корів певним чином залежало від року і сезону їх народження та року і сезону їх отелення.

**Ключові слова:** корови, середовищні чинники, молочна продуктивність

## Assessment of technological parameters of poultry meat production

Alona L. Shuliar, Alina L. Shuliar, B. Yu. Prymachenko

alyonashulyar7@gmail.com

Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

The poultry industry has long been an active participant in the agro-food market both in our country and in the whole world. Thanks to the high nutritional value of the industry's products, eggs and poultry meat are constant components of the population's diet, and the poultry industry itself occupies a prominent place in ensuring food security. It is worth noting that poultry meat, especially chicken, is an indispensable food product in the grocery basket of every consumer, therefore the purpose of our research was to evaluate the technology of broiler chicken meat production in the conditions of "Myasov" LLC, whose production facilities are located in village of Kotivka, Zhytomyr region.

The technological elements of poultry meat production and the results of evaluating the productivity of chickens in the conditions of the specified farm served as information for conducting research that was carried out according to generally accepted methods with the use of variational statistics for processing the received digital data.

The technology of production of poultry products in the conditions of "Myasov" LLC is carried out according to an open (incomplete) cycle, since the process of meat production of broiler chickens begins with the purchase of fertilized eggs and their subsequent incubation in the absence of a workshop of the parent flock.

Before incubation, the eggs are evaluated, selecting only those that have the correct shape and do not have shell defects, are clean, single-yolk and without any inclusions in the yolk, which were laid no more than 7 days ago with an air chamber at the blunt end of the egg. At the same time, the weight of the eggs (52–73 g), their shape index (73–80%), the shell thickness (0.34–0.35 mm), the height of the air chamber (2–2.5 mm), the fertilization of the eggs are also taken into account (not less than 93%), hatchability (not less than 75%), hatching of young (not less than 70%) and other indicators. Evaluation of eggs must be carried out with the use of egg translucency. Eggs are calibrated before incubation. When incubating eggs, they are illuminated three times (7, 11, 18 days).

We have established that when the storage period of eggs intended for incubation increases, their quality deteriorates and the amount of incubation waste increases.

After hatching, day-old chickens are kept in sections in reconstructed one-story poultry houses on deep litter with a regulated microclimate at a stocking density of 5–7 chickens per 1 m<sup>2</sup>. Growing period lasts 42–45 days, live weight is 2.8–3 kg. The lighting and temperature mode are differentiated — they decrease with increasing age of chickens, relative humidity is 60–80%. Feeding — complete ration combined feed, access to water — using nipple drinkers.

At the same time, technological operations are carried out using the "Big Dutchman International Gmb" equipment.

When evaluating the productive characteristics of poultry of different crosses, it was found that chickens of the *Cobb-500* cross had an advantage in most of the considered indicators, while broilers of the *Ross-308* cross had slightly higher indicators of preservation and feed conversion.

The slaughter yield of chickens of the studied crosses is high — 73.1–74.5%. Technological operations in the slaughterhouse are ensured by the use of equipment from the Dutch companies "Meyn" and "Stork". Before sale, the obtained products are cooled by airdropping.

So, under the conditions of "Myasov" LLC, the technology of production of poultry products is established according to an incomplete production cycle, with strict adherence to the sequence of all technological processes, operations, microclimate parameters and the use of foreign technological solutions, which ensured obtaining high productivity indicators of broiler chickens. For the purpose of profitable meat production of broiler chickens, use poultry of the meat cross *Cobb-5002*, while ensuring proper conditions for keeping, feeding, growing poultry with the use of automation of all production processes and modern equipment.

**Key words:** meat poultry farming, broiler, technology, productive traits

## Вплив наномікроелементів на організм кролів за умов теплового стресу

М. О. Юзв'як  
maruk7991@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Тепловий стрес негативно впливає на організм кролів, провокуючи фізіологічні та біохімічні зміни. Підвищення температури навколишнього середовища призводить до зменшення рівня натрію, калію та хлоридів у крові кролів, що впливає на водно-електролітний баланс та функціонування клітин, підвищується рівень активності амінотрансфераз, що вказує на можливе пошкодження клітин печінки, знижується апетит, зменшується приріст маси тіла та підвищується вміст активних форм кисню, що пошкоджує ліпіди, протеїни та ДНК клітини.

Мета роботи полягала у дослідженні впливу цитратів цинку, селену та германію на біохімічні зміни крові кролів за впливу 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 в приміщенні з 12 до 16 год. за допомогою електричних регульованих нагрівачів, підвищували температуру доквілля від +27,8 до +28,9°C. Тепловий стрес для кролів визначали із врахуванням індексу температури та вологості. Контроль температурно-вологісних показників здійснювали за допомогою термогігрометра з реєстрацією даних *Trotec BL30*. Вологість і температуру вимірювали електронним аналізатором повітря (патент №127047). Тварин формували у групи по 6 у кожній, з середньою масою тіла  $980 \pm 50$  г. Кролів контрольної групи утримували на основному раціоні зі згодовуванням стандартного збалансованого гранульованого комбікорму і доступом до води без обмеження. Кролі I, II і III дослідних груп, як і контрольної, споживали збалансований гранульований комбікорм, але протягом доби з водою отримували цитрати мікроелементів: I група — цинку цитрат 60 мг Zn/л або 12 мг Zn/кг маси тіла; II група — селену цитрат 300 мкг Se/л або 60 мкг Se/кг маси тіла; III група — германію цитрат 62,5 мкг Ge/л або 12,5 мкг Ge/кг маси тіла. Для експерименту використовували цитрати мікроелементів, виготовлені ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» у м. Київ (патент №38391). Для біохімічних досліджень відбирали зразки цільної крові з крайової вушної вени у 6 тварин з групи у пробірці з 1% гепарином для біохімічних досліджень і визначали вміст загального протеїну, альбуміну, активність аланінамінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ) та лужної фосфатази (ЛФ), вміст триацилгліцеролів, холестеролу, загального кальцію та неорганічного фосфору за допомогою біохімічного аналізатора *Hymalyzer 2000*. Кров для дослідження відбирали на 14-у добу підготовчого періоду та 14- і 29-у добу дослідного періоду.

На зміну біохімічних показників крові кролів більше вплинули добавки цинку цитрату та селену цитрату, що характеризувалося на 14- і 29-у доби дослідного періоду зменшенням активності АСТ, відповідно, на 35,0 ( $P < 0,001$ ) та 22,1% ( $P < 0,001$ ) і на 15,2 ( $P < 0,05$ ) та 13,6% ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольною групою; АЛТ — 16,6 ( $P < 0,001$ ) та 12,4% ( $P < 0,01$ ) і 10,8 ( $P < 0,01$ ) та 10,5% ( $P < 0,01$ ); вмісту холестеролу — на 27,7 ( $P < 0,01$ ) і 22,2% ( $P < 0,01$ ) та 20,3 ( $P < 0,05$ ) і 16,6% ( $P < 0,05$ ). За впоювання селену цитрату рівень креатиніну зменшився на 7,5% ( $P < 0,05$ ), сечовини — на 5,61% ( $P < 0,01$ ) на 14-у добу, на 7,3 ( $P < 0,05$ ) і на 12,3% ( $P < 0,01$ ) на 29-у добу. Впродовж експерименту вміст неорганічного фосфору збільшився на 10,7% ( $P < 0,05$ ) на 29-у добу дослідження. Додавання германію цитрату обумовило зниження вмісту сечовини 14,7 ( $P < 0,001$ ) та 15,1% ( $P < 0,01$ ), відповідно, на 14- і 29-у доби експерименту.

Отже, впоювання кролям цинку цитрату (12 мг Zn/кг маси тіла) та селену цитрату (60 мкг Se/кг маси тіла) за умов помірного теплового стресу призвело до позитивних змін біохімічних показників крові кролів протягом усього періоду дослідження. Додавання до раціону германію цитрату (12,5 мкг Ge/кг) позначилося більш вираженими позитивними змінами показників крові на 29-у добу дослідження порівняно з контрольною групою.

**Ключові слова:** кров, кролі, наномікроелементи, холестерол, тепловий стрес



## Стан мембран лейкоцитів крові щурів за умов впливу карагінану

Д. О. Янковська

do.yankovska@knu.edu.ua

Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна

Харчові добавки — це речовини, які використовують у харчовій промисловості для поліпшення властивостей продуктів харчування. Метаболіти морських водоростей, карагінани, є гідрофільними та аніонними гетерополісахаридами, що складаються з залишків сульфатованої D-галактози та  $\alpha$ -D-галактози. Карагінани в харчовій промисловості зареєстровані як E407 (очищений карагенан) та E407a (напівочищений карагенан), їх використовують для поліпшення текстури харчових продуктів, а також як загущувачі, емульгатори та гелеутворювачі.

Метою дослідження було оцінити стан фосфоліпідного бішару лейкоцитів крові щурів, які перорально протягом 30 діб вживали 5 мл 1% розчину як домішку до їжі. Дослідження проводили на 16 щурах-саміцях популяції WAG віком 4–5 місяців вагою 180–200 г. Період адаптації становив 10 днів. Тварини отримували кормову суміш у кількості 90–93 г на добу і мали вільний доступ до води. Щурів утримували та проводили усі маніпуляції над ними з урахуванням положень Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) та інших нормативних документів.

Після декапітації кров відбирали до вакутейнерів K2EDTA та отримували суспензію лейкоцитів. Для дослідження стану фосфоліпідного бішару лейкоцитів, суспензії клітин інкубували з зондами O6O (2-(2'-гідрокси-феніл)-5-(4'-біфеніл)-1,3-оксазол); O1O (2-(2'-ОН-феніл)-5-феніл-1,3-оксазол); PH7 (2-(2'-гідрокси-феніл)-фенантро[9,10-d]-1,3-оксазол) та PH1 (2-фенілфенантро[9,10-d]-1,3-оксазол). Для статистичної обробки використовували програми *GraphPad Prism 7.05* та *5.0*. Для перевірки нормальності розподілу вибірок використовували критерії Шапіро-Уїлка та Холмогорова-Смірнова.

За даними дослідження, зонд O1O локалізується в області карбонільних груп фосфоліпідів. Короткохвильовий зсув максимуму флуоресценції фототаутомерної форми цього зонду спостерігали у спектрах флуоресценції зразків у щурів, які вживали E407a, порівняно з контролем. Це свідчить про збільшення полярності мікросередовища зонда в мембранах лейкоцитів. Крім того, зменшується інтенсивність флуоресценції фототаутомерної форми і, отже, спостерігається зменшення співвідношення інтенсивностей флуоресценції фототаутомерної та нормальних форм зонда O1O, що вказує на збільшення полярності та протондонорної здатності середовища зонда O1O в мембранах лейкоцитів щурів за перорального вживання E407a. Спектри флуоресцентного зонда O6O співпадали з відповідним спектром для контрольних тварин, що свідчить про те, що вживання E407a не змінює полярність та протондонорну здатність у фосфоліпідних мембранах лейкоцитів у зоні карбонільних груп фосфоліпідів та вуглеводневих ланцюгів фосфоліпідів поблизу полярної області. Для зонда PH7, локалізованого у зоні вуглеводневих ланцюгів фосфоліпідів ближче до центру ліпідного бішару, визначали таку ж тенденцію. Було встановлено, що співвідношення інтенсивності флуоресценції фототаутомеру та нормальної форми статистично вірогідно не відрізнялося від відповідних співвідношень у контрольній групі. За використання зонду PH1, розташованого в області кінцевих метильних груп жирних кислот, також не спостерігали статистично значущої різниці у співвідношенні інтенсивності флуоресценції фототаутомерної та нормальної форм зонду PH1.

Пероральне споживання E407a протягом місяця не впливало на відповідні ділянки ліпідного бішару лейкоцитів в локаціях, де були зонди O6O, PH1 та PH7. У гідрофобній зоні, яка прилягає до полярної, та гідрофобній області ближче до центру ліпідного бішару мембран лейкоцитів, та в дистальній області жирнокислотних ланцюгів фосфоліпідів у щурів, які вживали карагінан, не виявлено змін гідратації мембрани, що вказує на відсутність змін упорядкованості фосфоліпідного бішару гідрофобної області мембрани лейкоцитів. Однак відсутність структурних змін у гідрофобних регіонах фосфоліпідного бішару лейкоцитів у щурів не унеможливує впливу перорально споживання карагінану на мембрани лейкоцитів. Використання флуоресцентного зонду O1O показало, що E407a впливає на менш гідрофобні ділянки мембран лейкоцитів, тобто спостерігається збільшення полярності та протондонорної здатності мікросередовища, що вказує на збільшення гідратації в області гліцеролових голівок фосфоліпідів й сприяє зменшенню упорядкованості мембран.

**Ключові слова:** карагінан, фосфоліпідний бішар, щури, лейкоцити



## Стапаю Петрові Васильовичу — 80!

**1 вересня 2024 року**

**доктору сільськогосподарських наук, професору,  
завідувачу лабораторії обміну речовин ім. С. З. Гжицького  
Інституту біології тварин НААН  
Стапаю Петрові Васильовичу  
виповнилося 80 років**

Петро Васильович Стапай народився 01 вересня 1944 р. у с. Репедь (Республіка Польща). З 1968 р. працює в Інституті біології тварин НААН. Працюючи на посаді старшого лаборанта, Петро Васильович одночасно навчався на заочному відділенні Львівського зооветеринарного Інституту, який успішно закінчив у 1972 р. за спеціальністю «зоотехнія» з присвоєнням кваліфікації «Вченого зоотехніка». У 1979 р. захистив кандидатську дисертацію за темою: «Влияние некоторых факторов на показатели липидного обмена кожи, прекератина волосяных фолликулов и жира (воска) шерсти», за спеціальністю «біохімія» (біологічні науки), а у 1997 р. — докторську дисертацію: «Ліпіди шкіри, їх роль в процесах вовноутворення та збереженні природних властивостей вовни овець», за спеціальністю «біохімія» (сільськогосподарські науки). Вчене звання професора отримав у 2012 р.

Стапай Петро Васильович очолював лабораторії: ліпідів і жирних кислот (1995–1996 рр.); живлення та селекції птиці (1998–1999 рр.), а з 1999 і по 2015 рр. — лабораторію біохімічних основ вовноутворення. Сьогодні Петро Васильович є завідувачем лабораторії обміну речовин імені С. З. Гжицького.

Науковий стаж — 52 роки. Наукова діяльність Петра Васильовича тісно пов'язана з дослідженням ліпідного обміну в шкірі, волосяних фолікулах та крові овець у зв'язку з процесами росту вовни, ролі жиropоту в збереженні фізико-хімічних і технологічних властивостей вовни.

Професор уперше показав, що фосфоліпіди шкіри можуть використовуватися як енергетичне джерело для процесів вовноутворення. Застосувавши метод індикації, Петро Васильович встановив, що у дослідях *in vitro* сірка сульфатів інтенсивно включається у полярні ліпіди шкіри, зокрема сульфоліпіди. Такі дані, з одного боку, стверджують важливу роль Сульфору у процесах ліпогенезу шкірного покриву овець, а з другого, збагачують знання про механізми впливу ліпідів на процеси вовноутворення. При цьому виявлено пряму залежність між рівнем фосфоліпідів у шкірі і волосяних фолікулах з інтенсивністю росту вовни у різні періоди її річного росту.

Вперше проведено глибокі дослідження зі з'ясування причин і механізмів виникнення таких вад вовни, як поховтіння і звалювання. З'ясовано, що ці вади тісно

пов'язані з кількісними і якісними показниками жиropоту та процесами, які проходять у його середовищі. На основі отриманих даних розроблено рекомендації з запобігання та ліквідації цих вад, а також видано монографію «Пожовтіння вовни овець» (Львів, 2011).

Петро Васильович є співавтором створення нового породного типу закарпатських тонкорунних вовново-м'ясних овець (1995 р.).

Міністерством аграрної політики України П. В. Стапай був призначений головою комісії з апробації новоствореної породи м'ясо-вовнових овець з кросбредною вовною (2000 р.), а також головою державної іспитової комісії на біолого-технологічному факультеті Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

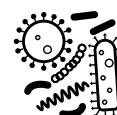
За багаторічну плідну наукову і організаційну діяльність в галузі вівчарства, розробку теоретичних і практичних основ підвищення вовнової продуктивності овець, підготовку наукових кадрів, П. В. Стапай нагороджений «Почесними грамотами» НААН (2004, 2010 рр.) та Відзнакою Президії НААН (2014 р.), а також був переможцем конкурсу на премію імені С. З. Гжицького (2014 р.). Нагороджений пам'ятною ювілейною медаллю «100 років Національній академії аграрних наук України» (2019 р.). Є стипендіатом довічної премії видатним діячам науки.

Під керівництвом Петра Васильовича підготовлено і захищено одну докторську і шість кандидатських дисертацій. П. В. Стапай є співавтором понад 335 наукових праць, у тому числі трьох монографій «Біохімія, морфологія і патологія вовни» (Львів, 2006), «Пожовтіння вовни овець» (Львів, 2011), «Ліпіди шкіри та вовни овець, їх роль у процесах вовноутворення і збереженні природних властивостей волокон» (Львів, 2019), чотирьох посібників: «Фізіолого-біохімічні основи живлення овець» (Львів, 2007), «Гірськокарпатське вівчарство» (Львів, 2014), «Фізіолого-біохімічні основи формування вовнової продуктивності овець» (Львів, 2017), «Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві» (Київ, 2017), 10 патентів та 21 методичних і однієї практичної рекомендацій.

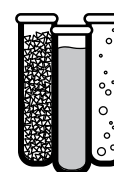
П. В. Стапай був науковим редактором журналу «Біологія тварин», є членом Вченої ради, Координаційно-методичної ради, методичної комісії Інституту біології тварин НААН.

*Колектив працівників Інституту біології тварин НААН щиро вітає ювіляра,  
зичить міцного здоров'я і творчого довголіття!*

# ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН НААН ПРОВОДИТЬ:



- Дослідження біохімічних показників (аналізатор *Humalyzer 2000*, Німеччина)
- Гематологічний аналіз (аналізатор *Mythic-18Vet*, Швейцарія)
- Мікробіологічні дослідження (посів на стерильність, антибіотикограма, склад мікрофлори кишечника тварин, мікробіологічний аналіз кормів, води, повітря)
- Імуноферментні дослідження (аналізатор *Stat Fax 3000*, Німеччина)
- Оцінка репродуктивної здатності тварин, штучне осіменіння, трансплантація ембріонів
- Селекційно-генетичні дослідження
- Дослідження яєць
- Дослідження кормів
- Визначення показників якості меду
- Дослідження молока
- Дослідження вовни і волосся
- Атомно-абсорбційний і атомно-емісійний аналіз концентрації хімічних елементів
- Аналіз органічних добрив



Організовує проведення досліджень на лабораторних тваринах і надає кваліфіковану інтерпретацію отриманих результатів.

\* можливе проведення інших досліджень

\*\* всі лабораторії інституту акредитовані для проведення досліджень

Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса 38, м. Львів, 79034, Україна.

Тел.: (+38 032) 270-23-89, (+38 096) 858-37-76. e-mail: [markinfo@inenbiol.com.ua](mailto:markinfo@inenbiol.com.ua)

*Завжди раді співпраці з Вами!*

---

## Запрошуємо розмістити рекламу Вашої компанії на сторінках наукового журналу «Біологія тварин»!

Ми готові співпрацювати з Вами для створення ефективної рекламної стратегії, яка відповідає Вашим потребам і бюджету.

Пропонуємо різні варіанти розміщення реклами, зокрема банери, оголошення або статейно-рекламні матеріали.

Реклама в нашому журналі дозволить Вам:

- залучити увагу науковців і фахівців до Вашої компанії та продукції;
- підвищити впізнаваність бренду та позиціонування Вашої компанії на ринку;
- залучити нових клієнтів і розширити Вашу клієнтську базу.

Пропозиції до співпраці на 2024 рік:

- **рекламний блок на ½ сторінки** — 1000 грн в одному номері журналу, 2500 грн у трьох номерах журналу.
- **рекламний блок на 1 сторінку** — 2000 грн в одному номері журналу, 5000 грн у трьох номерах журналу.

Контакти: (+38 096) 814-78-15, [inenbiol@gmail.com](mailto:inenbiol@gmail.com)