

Черкаська дослідна станція біоресурсів  
Національної академії аграрних наук України

Cherkasy experimental station of bioresources  
National academy of agricultural sciences of Ukraine



Науковий журнал

Scientific journal

**Ефективне кролівництво і звірівництво**

Effective rabbit breeding and animal fur husbandry

№ 10

Черкаси - 2024 - Cherkasy

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ БІОРЕСУРСІВ

**Науковий журнал**  
**“ЕФЕКТИВНЕ**  
**КРОЛІВНИЦТВО І**  
**ЗВІРІВНИЦТВО”**

**№ 10**

**Черкаси 2024**

УДК. 636. 619. 92. 93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10>

Науковий журнал “Ефективне кролівництво і звірівництво”, Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 2024. вип. № 10 - 191 с.

Входить до друкованих (електронних) періодичних видань що включаються до Переліку наукових фахових видань України, категорія «Б». Наказ міністерства освіти і науки України №1415 від 02.10.2024 року (додаток 5).

Висвітлені результати наукових досліджень із актуальних питань утримання, селекції, профілактики та лікування кролів і хутрових звірів. Матеріали розраховані на наукових працівників, викладачів, аспірантів, студентів аграрних ВНЗ та фахівців сільськогосподарського виробництва.

#### Редакційна колегія

**Головний редактор – Башенко М. І.** - доктор сільськогосподарських наук, академік НААН, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, (Україна).

**Заступник головного редактора – Гончар О.Ф.**, - кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, (Україна).

**Відповідальний секретар – Лущин І.С.**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, (Україна).

#### Члени редакційної колегії:

**Бойко О.В.**, кандидат сільськогосподарських наук, директор, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, (Україна).

**Лаліньський С.**, кандидат технічних наук, Сільськогосподарський університет у Кракові, факультет наук про тварин (Республіка Польща).

**Люцканов П. І.**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії технології розведення та експлуатації овець та кіз, Науково-практичний інститут біотехнології в зоотехнії і ветеринарній медицині Республіки Молдова, (Республіка Молдова).

**Лесик Я. В.**, доктор ветеринарних наук, старший науковий співробітник, професор, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, (Україна).

**Уманець Р.М.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві, Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна).

**Уманець Д.П.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри годівлі тварин і технології кормів ім. П.Д. Пшеничного, Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна).

**Сачук Р.М.**, доктор ветеринарних наук, старший дослідник, професор кафедри екології, географії та туризму, Рівненський державний гуманітарний університет, (Україна).

**Глебенюк В. В.**, кандидат ветеринарних наук. Доцент кафедри епізоотології та інфекційних хвороб тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету, (Україна).

**Стравський Я. С.**, доктор ветеринарних наук, старший науковий співробітник, доцент закладу вищої освіти кафедри медичної біології Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, (Україна).

**Кокарев А. В.**, кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри фізіології та біохімії с.-г. тварин Дніпровського державного аграрно-економічного університету, завідувач відділу імунохімії та молекулярно-генетичного аналізу Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету, (Україна).

**Грищенко В.А.**, доктор ветеринарних наук, професор, професор кафедри біохімії і фізіології тварин ім. акад. М. Ф. Гулого факультету ветеринарної медицини, Національний університет біоресурсів і природокористування України, (Україна).

**Кацараба О.А.**, кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри акушерства, гінекології та біотехнології відтворення тварин імені Г.В. Звереві, Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З. Гжицького, (Україна).

Рекомендовано до публікації вченою радою Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН  
Протокол № 10 від 15 листопада 2024 року

© Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН

Адреса редакційної колегії: 18036 м. Черкаси, вул. Пастерівська, 76 тел./факс (0472) 31-40-52  
e-mail: [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

Опубліковано на сайті: <http://bioresurs.ck.ua/journal/index.php/kiz/>

UDC 636. 619. 92. 93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10>

Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. 2024. No. 10 - 191 p.

Included in the printed (electronic) periodicals included in the List of scientific professional publications of Ukraine, category "B". Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1415 dated 02.10.2024 (Appendix 5).

The results of scientific research on current issues of keeping, breeding, prevention and treatment of rabbits and fur animals are highlighted. The materials are intended for researchers, teachers, graduate students, students of agricultural universities and specialists in agricultural production.

#### EDITORIAL COUNCIL

**Chief editor** - **M. Bashchenko**, Cherkasy experimental station of bioresources NAAS, (Ukraine).

**Deputy chief editor** - **O. Honchar**, Cherkasy experimental station of bioresources NAAS, (Ukraine).

**The responsible secretary** - **I. Luchyn**, Cherkasy experimental station of bioresources NAAS, (Ukraine).

Members of the editorial board:

**O. Boyko** - Cherkasy experimental station of bioresources NAAS, (Ukraine).

**S. Lapinsky** - University of Agriculture in Krakow, Faculty of Animal Sciences, (Republic of Poland).

**P. Lyutskanov** - Scientific and Practical Institute of Biotechnology in Zootechnics and Veterinary Medicine of the Republic of Moldova, (Republic of Moldova).

**Ya. Lesyk** - Drohobyt'sk State Pedagogical University Ivan Franko, (Ukraine).

**R. Umanets** - National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, (Ukraine).

**D. Umanets** - National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, (Ukraine).

**R. Sachuk** - Rivne State Humanitarian University, (Ukraine).

**V. Hlebenyuk** - Dnipro State Agrarian and Economic University, (Ukraine).

**Ya. Stravskiyi** - Ternopil National Medical University named after I. Ya. Horbachevsky, Ministry of Health of Ukraine, (Ukraine).

**A. Kokarev** - Dnipro State Agrarian and Economic University, (Ukraine).

**V. Hryshchenko** - National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, (Ukraine).

**O. Katsaraba** - Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzytskoho, (Ukraine).

Recommended for publication by the Scientific Council of the Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. Protocol No. 10 dated November 15, 2024

© Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences

**Address of the editorial board:** 18036, Cherkasy, st. Pasterivska, 76, phone/fax (0472) 31-40-52

**e-mail:** [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

**Published on the website:** <http://bioresurs.ck.ua/journal/index.php/kiz/>

ЗМІСТ  
ТВАРИННИЦТВО

<i>Markov N.T., Stoycheva S. T. E., Hristov M. S., Mondeshka L. I., Markov T. N.</i> Digital technologies in animal husbandry.....	7
<i>Shevchenko E., Honchar O.</i> Usage of different blup methods in index evaluation of poltavske sriblo rabbit breed.....	22
<i>Tombarkiewicz B., Łapiński S.</i> The influence of zoohygienic conditions on fertility and fur quality of farmed chinchillas.....	31
<i>Бащенко М.І., Гавриш О.М., Яремич Н.В., Невесенко А.В.</i> Мінливість та характер успадкованості селекційно-генетичних показників продуктивності самців та самок норок в ряді поколінь при застосуванні схрещування.....	42
<i>Гончар О.Ф., Бойко О.В., Мезенцева Л.М., Михно В.В., Бащенко В.М.</i> Вплив годівлі повнораціонним комбікормом, збалансованим за структурованою клітковиною на інтенсивність росту молодняку кролів.....	53
<i>Дзіцюк В., Бойко О., Гончар О., Гавриш О., Гузватий О.</i> Дослідження активності генів рРНК у ядерцевих організаторах лімфоцитів крові кролів української селекції.....	69
<i>Корх О.В.</i> Формування основних продуктивних ознак норок пастель різних відтінків забарвлення хутра..	85
<i>Лучин І.С., Сотніченко Ю.М., Невесенко А.В., Білан А.П.</i> Безпечність і продуктивна дія препарату L-карнітину на інтенсивність росту молодняку кролів.....	100
<i>Небилиця М.С., Гавриш О.М., Гончар О. Ф., Осокіна Т.Г.</i> Оцінка стану комфорту кролів у цегляному крільчатнику за періодами року.....	113
<i>Якубець Т.В., Бочков В.М.</i> Економічна ефективність використання самців у схрещуванні ліній кролів.....	131

## ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

<i>Ковальчук І.І., Проданчук О.В., Лесик Я.В., Цам М.М., Пилипець А.З., Колотницький В.А.</i> Фізіолого-біохімічні показники крові і продуктивність кролів за впоювання нанотехнологічного селену цитрату.....	144
<i>Сачук Р.М., Велесик Т.А., Стравський Я.С., Кацараба О.А., Барило Б.С., Пенко В.О.</i> Визначення подразнювальної дії залізовмісного ветеринарного препарату на кролях: результати доклінічних досліджень.....	157
<i>Юзьвяк М.О., Лесик Я.В.</i> Клінічні параметри організму кролів за умов теплового стресу та впливу наночастинок цинку, селену і германію цитратів.....	169

CONTENT  
ANIMAL BREEDING

<i>Markov N.T., Stoycheva S. T. E., Hristov M. S., Mondeshka L. I., Markov T. N.</i> Digital technologies in animal husbandry.....	7
<i>Shevchenko E., Honchar O.</i> Usage of different blup methods in index evaluation of poltavske sriblo rabbit breed.....	22
<i>Tombarkiewicz B., Łapiński S.</i> The influence of zoohygienic conditions on fertility and fur quality of farmed chinchillas.....	31
<i>Bashchenko M.I., Havrysh O.M., Yaremych N.V., Nevesenko A.V.</i> Variability and nature of heritability of breeding and genetic parameters of mink males and females productivity in a number of generations when using crossbreeding.....	42
<i>Honchar O., Bojko O., Mezenceva L., Mikhno V., Bashhenko V.</i> The influence of feeding complete nutrition combined feed balanced by structured fiber on the growth intensity of young rabbits.....	53
<i>Dzicyuk V., Bojko O., Honchar O., Havrysh O., Guzyevaty`j O.</i> Research of the activity of rna genes in nuclear organizers of blood lymphocytes kings of ukrainian breeding.....	69
<i>Korkh O. V.</i> Formation of the main productive traits of mink pastels different shades of fur color.....	85
<i>Luchy`n I., Sotnichenko Yu., Nevy`senko A., Bilan A.</i> Safety and productive effect of the l-carnitine preparation on the growth intensity of young rabbits...	100
<i>Nebylytsia M., Havrish O., Honchar O., Osokina T.</i> Evaluation of the comfort state of rabbits in a brick rabbit housing by period of the year.....	113
<i>Yakubets T., Bochkov V.</i> Economic efficiency of using males in crossing lines of rabbits.....	131
<b>VETERINARY</b>	
<i>Kovalchuk I.I., Prodanчук O. V., Lesyk Y.V., Tsap M.M., Pylypets A.Z., Kolotnytskyi V.A.</i> Physiological and biochemical parameters of blood and productivity of rabbits after feeding nanotechnological selenium citrate.....	144
<i>Sachuk R.M., Velesyk T.A., Stravsky Ya.S., Katsaraba O.A., Barylo B.S., Pepko V.O.</i> Determination of the irritant effect of an iron-containing veterinary drug on rabbits: results of preclinical studies.....	157
<i>Yuzvyak M.O., Lesyk Y.V.</i> Clinical parameters of rabbits under conditions of heat stress and exposure to zinc, selenium and germanium citrate nanoparticles.....	169

UDC 636

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.7-21>**DIGITAL TECHNOLOGIES IN ANIMAL HUSBANDRY**

Markov N.T., Assoc. prof., ncm64@mail.bg

Stoycheva S. T. E., Assoc. prof, s\_vetla@abv.bg

Hristov M. S., Ass., m\_hristov1@abv.bg

Mondeshka L. I., Ass., lora.mondeshka@abv.bg

Markov T. N., Ass. Prof. markov.tsvetan88@gmail.com

Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 5600 Troyan,  
Bulgaria

Agricultural Academy of Bulgaria

\*Corresponding author (ncm64@mail.bg)

*The paper evaluates the current stage of the development of innovative technologies in the agricultural sector, respectively in animal husbandry and the prospects for the digital transformation of the agricultural sector. Digital technology and various other automated systems are defined. The peculiarities and the trend in the growth of digital innovations in cattle breeding are studied, as well as the factors that impact the technologies in this sub-sector. Digital technologies, which are the basis of modern management systems and the optimization of technological processes in cattle breeding, allow to collect of timely, qualitative information necessary for making correct management decisions, optimizing resources, and significantly reducing the production cost price. A retrospective analysis shows that problem farms can be brought to digitization only if serious financial investments are made. Farmers are in keen need of practical, innovative, and efficient network technologies. Livestock farming is a conservative industry that is not integrated, but digitalization is actively being applied.*

**Key words:** digitalization, animal husbandry, artificial intelligence, innovation technologies

**Relevance.** The digitalization of agricultural production allows obtaining the most complete information to optimize the use of resources and reduce production costs. Systems for obtaining and processing information include sensors, equipment for communication, storage, and aggregation of information, and various analytical units for optimizing the management of technological processes. Smart farms are a new trend of the agricultural market in the world, a complex of innovative technologies that allow to increase the quality of products using computer technologies (Burda, 2018, Tkachenko, 2019, Ivanov, 2019, Buklagin, 2020).

The concept of the Internet of Things (IoT), which is increasingly used in the ecological future of the planet, is built on the thesis of a permanent connection between the physical and digital worlds. This idea is already technologically possible (Borcard et al., 2011). The "things" in the Internet of Things (IoT) are constructed from a combination of different hardware specifications, communication capabilities, and quality of service that give them different IoT characteristics. Cyber-physical systems are used in many areas of industrial and agricultural production, and more recently in animal husbandry.

Smart agriculture freely uses cyber-physical systems and IoT technologies to increase productivity while continuously maintaining quality and financial return with modern means, while showing rotation and proving that the process is reversible (Sowmya, 2017).

Cyber-physical systems and the Internet of Things (IoT) are designed to free up human resources, improve the efficiency of modern human production, and help to a large extent to improve the quality of production (Deloitte, 2017).

The Internet of Things (IoT) should be considered as a single network that connects physical and virtual objects. It is possible to describe a scenario where computing devices with a unique identification are embedded in a large number of objects. Connecting to the internet allows them to collect, store, share, and analyze data, as well as control it remotely using other devices connected back to the internet. The use of the Internet of Things (IoT) is constantly expanding. Objects with built-in computing devices become recognizable and intelligent. They can take measures or propose solutions adapted to the conditions of their implementation. They also have the option to provide information about themselves and access aggregated information from other shared "smart devices". These devices can communicate with each other using wireless or wired communication channels and unique addressing schemes such as Ip v6. The goal of the Internet of Things is to provide the ability to connect objects anytime, anywhere.

The core technology for (IoT) is network sensor identification methods (RFID, QR code, etc.), communication protocols, and machine learning. They can be divided into three categories:

- Information Collection Technologies.
- Information processing technologies.
- Technologies to improve security and privacy.

The "things" in the "Internet of Things" consist of a set of different equipment specifications, communication capabilities, and quality of services, which makes I of oT heterogeneous in nature. Since "Things" can be anything from any inanimate object to any living object such as a human or animal, devices in this technology can vary in their computing power, power distribution and management, memory specifications, power consumption, and security and reliability management. This



determines the need to develop a cross-layer optimization framework that can ensure effective interoperability in this heterogeneous network.

Cyber-physical systems and the Internet of Things (IoT) are designed to free up human resources, improve the efficiency of modern human production, and help to a large extent to improve the quality of production (Deloitte, 2017).

The analysis of domestic and international experience shows that the use of digital technologies is one of the important factors ensuring the growth of labour productivity, the preservation of resources, and the stability of agricultural production (Smirnov, 2018, Buklugin, 2020).

**Purpose of work.** To analyze the main trends and developed topics related to digital technologies in the field of cattle breeding and the prospects for the development of Cyber-Physical Systems and the Internet of Things (IoT) in agriculture.

**Material and methods.** The research work is based on scientific developments dedicated to the use of digital technologies for management in agriculture. As a methodological basis for conducting research, general scientific research methods, information-logical analysis of scientific and technical information, as well as research materials for the market of intelligent technologies for agricultural management were used. Descriptive and retrospective analyses were also applied. To achieve this goal, we used aggregated data for Bulgarian cattle breeding in the period 2016-2020. The information used is mainly from publications of FAO, Ministry of Agriculture, Food and Forestry, Customs Agency, Agrostistics Department, Agrarian reports, and reports on marketing and market analyses. The paper quotes moments from the works of Bulgarian and foreign authors. Summaries are made.

Digitalization is turning agriculture into a high-tech sector where huge amounts of data are processed, coming from multiple sensors installed in the pasture, in the field, on the farm, in various agricultural machinery, from small processing plants, from weather stations, from satellites, and other systems. Analytical processing of these data sets makes it possible to obtain previously unavailable information, to find models that allow to increase in the efficiency of agricultural production management, to improve the work of agribusiness and communication with consumers. A negative trend in the development of the cattle breeding sub-sector for a long time is the stagnation in the production of raw milk and the decrease in the number of dairy cows (Kozina, 2018, Vartanova, 2018, Artemova and Shpak, 2019).

The software aims to substantiate recommendations and guidelines for specialists to improve production technologies in animal husbandry compared to the indicators achieved in recent years. They are based on modern information processing methods. Modern methods of information processing in the development of reasonable recommendations for management decision-making by agricultural

specialists are based on the analysis of multiple factors affecting production efficiency, and their integration with various intelligent IT applications that process data, in real-time (Kozubenko, 2018).

Digital cattle breeding is a sub-sector of animal husbandry dealing with cattle breeding, the function of which is the introduction and integration of next-generation systems and technologies for the automation of animal care, to increase productivity and reduce costs (Ivanov, 2019. Fedorov et al., 2019).

Modern (IoT) systems, sensors, and robots that are applied in cattle breeding allow to observe each animal specifically and in detail and to predict its life cycle as effectively as possible so that it starts to profit earlier and longer than before the introduction of the technology (Petrova et al., 2020, Buklagin, 2020).

Health status, nutrition, technological solutions, movement, rest, and sleep - these are factors influencing the fertility, growth, and development of each cattle in the digital farm. They are monitored by various sensors that provide information to the farmer every minute. New digital grazing technologies have been developed. New digital grazing technologies have been developed. It is predicted that within a few years, the number of digital systems introduced in the animal breeding process will increase significantly, as well as expand their potential use (Volkov et al., 2018, Ivanov, 2019).

Digital Technologies and Systems. The basis of digital cattle breeding is the equipment and sensors used, their communication methods, and data processing systems. The main tasks that can be solved with their help are: monitoring the behavior of the animal, warning about its state of health, diet, life cycle., technological parameters, food, water, their dosage, control of lighting, ventilation, and temperature of the farm, statistics on all controlled indicators. The list of tasks can now be expanded by using the devices in different areas of animal husbandry. Digital technologies are software, and SaaS - solutions - web-based, and data processing (Volkov and Kolectiv, 2018, Buklagin, 2020).

Modern technologies have become the norm for most large and medium-sized enterprises in the dairy and meat industry. However, the process of using digital technologies in animal husbandry cannot be considered complete. Companies that implement such solutions at full scale, rather than at the Excel spreadsheet level, tend to be among the market leaders for processed animal products. Strong competition in the production of livestock and poultry, in meat processing, characteristic of the industry in recent years, forces all market participants to look for opportunities to reduce costs by automating managerial decision-making, effective management of purchases, sales, and inventory, and optimizing production costs. In the meat industry, digital technologies are developing most actively from processing enterprises. First of all, we are talking about the robotization of

operations in factories and warehouses of finished products, and about various sensors and robots, including IoT (Belaya, 2020).

The program for digitalization of breeding and scientific research in dairy production has recently been introduced in Russia. There is a built model of a regional system for the management of farm animals. The creation of DNA passports requires the development of testing methods and systems that allow genetic differentiation of breeds, families and lines, and species of animals to be carried out with high accuracy. Research conducted over several years allowed to develop a national system for genetic identification of species, which is compatible with the systems of the countries importing breeding stock to the Russian Federation. The developed systems are characterized by high accuracy - over 99% and are the only way to control the origin of offspring obtained in Russia. An example of the role of DNA technologies in the control of hereditary diseases is the elimination of the hereditary defect "Complex spinal defect" in cattle (Ivanov, 2019, Petrova et al., 2020).

Regarding fodder and fodder additives, the main trend is not only the best fodder conversion, but also the efficient use of locally produced fodder. Milk producers have refused GMO feed, but palm oil in fodder remains. It is necessary to look for alternatives. The main substitute for palm oil in compound feed is the addition of Rupiол Sunline. This product is rapeseed processed by new pneumohydrothermal technology, enriched with rapeseed oil of high feed value and further processed with sunflower oil. In cattle breeding, the main goal of the farmer remains the full implementation of an autonomous technological chain for automated extraction, transportation, mixing, and distribution of fodder. Recently, an autonomous animal feeding system was demonstrated, consisting of maneuverable and autonomously moving feed robots Shuttle Eco and a new unique elevator for fully automatic collection of silage in the silo pit. The feeding robot finds its way using the magnets installed on the floor. Autonomous litter and manure removal systems are already in practice. Another trend is automated, early diagnosis of hoof problems. The innovative MS Korund system proactively monitors the hooves: after milking, the cows are sent for an ultrasound MS Hoof Scan. After the next milking, cows with identified abnormalities are sent to a separate room for hoof processing and treatment. Innovations in milking technology are related to improved zootechnical recording of milk productivity, prediction of individual milk yield during milking, and alternatives to traditional teats. For example, the Smartflow electronic milk meter is designed completely without cables, the data is transmitted via UHF communication. A major improvement of the new De Laval Evanza™ milking cluster is that it integrates the milking cups into an automatic system. Changing operations equipped with Top-Flow technology and a short milk hose is

very simple and saves a lot of time (Artemova and Shlak, 2019, Golokhvostova, 2019).

The sensors used, which turn ordinary "analog" cows into "digital" ones, work as software devices and in a complex with several other devices - software and hardware systems, collect and register a cloud of data. Around the world, SmaXtec automatic monitoring systems began to appear in 2016. In Russia, they have been in use for a little over a year, which is a very short time for the conservative dairy market. Currently, their application is being tested in 47 companies, including 20 leading, vertically integrated agroholdings. Every month, the SmaXtec automatic monitoring system starts to be installed by about 2-3 new factories. But, the most important thing is that on the part of large, medium, and even small farms there is an interest in the digitization of their business and an understanding of the benefits that this digitization gives them (Mitin, 2018).

Animal health and welfare monitoring. In Smart Agriculture, CFS and Internet of Things (IoT) are used to improve productivity through modern technological means and to put permanently, the best results in terms of quality, quantity, and financial returns, as well as to ensure optimal environmental processes (Sowmya, 2019). Sensors embedded in agricultural machinery, in the soil, or attached to farm animals monitor certain parameters and send data for storage and processing. This is done to optimize decision-making processes with machine learning software that can analyze large amounts of data and optimize processes in real-time.

CFS has many areas and applications in industrial manufacturing, smart grids, autonomous vehicle systems, medical monitoring, industrial control systems, robotic systems, and avionics. In recent years, there has been a growing interest in the use of CFS in animal husbandry:

Swiss firm Anemon has developed a device that can detect when a cow is ready for insemination and send a text message to inform the farmer. A body heat sensor is implanted in the cow's genitalia, which transmits the results to another sensor on the animal's collar and monitors body movements. The collar also has a SIM card so the farmer can receive SMS notifications when the cow is ready to breed.

In Sweden, the protection of animals is taken seriously. Every animal is very important; it is valuable and has its right to welfare. Therefore, it is necessary to monitor the physiological state of each animal and this is the idea of precision animal husbandry. Ear sensors are installed to measure the heart rate of the animals. By measuring the heart rate, especially if you know the parameters of the animal's normal heart rate, you can determine if it has a fever, stress, or illness before visible symptoms appear. Then the farmer can act quickly and make the right management decisions.

Health problems and diseases can reduce animal performance by up to 33%, according to a Deloitte study. The trend towards more intensive systems in animal

husbandry increases productivity, but can also have adverse effects and impacts on animal health and welfare and increase the risk of rapid and widespread disease outbreaks. More animal data can be collected using ICT and IoT, such as cameras and image recognition software, wearable devices, and weight or sound monitoring. In addition, data from animal buildings can also help improve animal health, for example by monitoring climate, air quality, and ventilation.

Systems for monitoring animal environment, health, growth, behavior, reproduction, emotion and stress are based on the many animal identification technologies available to livestock producers. The electronic identification system appeared in the 1970s. However, existing laws only refer to visual, legible markings applied to animals (EU Directives 92: 102: EEC and Directive 820: 97: EC).

Radio frequency identification (RFID) can be used to identify cattle (Yongqiang, et al., 2019). These devices have an electronic number that is unique to an individual animal and links that animal to a database. Electronic ear tags, injectable transponders, and intrareticulum transponder boluses are the latest technologies for animal identification. Many types of RFID tags are used for subcutaneous placement to identify animals. These systems work with radio frequency to send data. Boluses are stored in the first two stomachs of ruminants and are considered safe for animal health. Injectable transponders can be easily inserted after parturition, while the preferred sites are different for each animal species. These devices (implants, ear tags, and bolus) have a special chip to send data to the host computer. They have some specific components in terms of data storage and evaluation. Some electronic tags have a reader that can receive and store the necessary ratings (Yucel, Taskin, 2018). Some tags work by transferring data to another storage system for another stage of evaluation. Data is sent using a data antenna to the system. From a technological point of view, tags (RFID) can be divided into two categories, depending on the frequency range of the carrier: LF (low frequency) tags operate at frequencies of 125-134.2 kHz, and HF (high frequency) tags operate at 13.56 MHz.

Another technology that is very useful for farmers is an electronic weighing system that accurately measures and records the live weight of animals. Thus, farmers can easily and continuously monitor the growth and development of their animals. The stored information is sent to the host computer for evaluation. Animals that have passed through the system are automatically categorized by age, sex, weight, and/or other criteria that the farmer prefers.

A major risk for cattle is an outbreak of an infectious or parasitic disease. The disease can spread quickly indoors. Many diseases show specific detection signals and the farmer can look for signs of stress, clinical pictures, and various injuries. An automated system can and should alert staff or possibly other systems to locate and identify affected animals before the problem becomes widespread. Animal disease

has serious economic consequences. The accurate detection time of the disease-causing process from three to five days earlier reduces the cost of treatment, reduces the real mortality, and increases the efficiency of production. The technological parameters, the quality and composition of the homeostasis of the organism, the condition of the body, and the behavior are good indicators of the health status of the animals. Careful monitoring of changes in normal behavior ensures that animal health is monitored. For this, sensors are installed on a given animal to monitor the state of health. Sensor networks consist of several small, low-cost devices and logically self-organize into ad hoc systems. The role of the sensor network is to monitor animal health parameters and collect and transmit information to other nodes in the system. The sensors that collect data such as temperature, heart rate, respiratory movements, pH, etc. receive large amounts of data to be transmitted at regular intervals. Many new sensor technologies have been developed that can be useful in assessing animal health and behavior.

The most accurate livestock applications are based on monitoring tags attached to the animal (neck, leg, or ear tags) or inside the animal (bolus). This way of modern precision breeding systems is mainly used for large farm animals such as dairy and beef cattle, camels, and horses. The economic value of each large animal justifies the cost of tagging the animal, and large animals provide sufficient space to mount sensors.

Monitoring animal welfare behavior is challenging, but advances in technological capabilities now make automated monitoring of animal behavior possible. In addition, data from animal buildings can also help improve animal health, for example by monitoring climate, air quality, and ventilation. Therefore, the inclusion of behavioral criteria is important for the overall assessment of animal condition.

Another aspect of the use and processing of large amounts of data is related to technology for identifying reproducibility. Detection and insemination results vary depending on many factors, such as the number of cows, barn configuration, and thresholds in statistical data analysis methods. Detection errors range from 17% to 55% and show a high number of false positives. Both inexpensive and expensive tools and technologies are available that meet some, but not all, realistic criteria. Traditionally, reproductive potential is detected by visual observation of the dairy herd in many countries, but this procedure is particularly difficult in large dairy farms due to the short periods of observation during feeding and milking. Research reports (Halachmi et al., 2019) note that the impact on herd size, age at calving, number of lactations, and calving interval is significant, and small farms tend to be more successful than larger ones. farms. As a result of technological advances in monitoring cows using computers, it has become possible to automatically detect new reproductive opportunities. Although the costs associated with computer

reproducibility are higher than with other methods, the benefits can be offset by improved precision in determining reproductive problems, and errors can lead to huge economic losses for dairy farms. Pedometers are widely used to determine the reproductive capacity of cows and heifers by measuring their physiological activity over a while. Many pedometric systems on the market can be used to diagnose problem cows and heifers in herds.

The behavior of the cows allows the farmer to assess the welfare of the animals in various environmental and stressful situations, as well as to make an objective assessment of their reproductive and health status. Continuous measurement of animal behavior parameters can help collect data for many purposes, such as detecting early signs of medical problems to alert farmers in time for individual animals in need of special care.

Animal husbandry begins in the environment in which the cow lives. Many factors influence the sensitivity of cows to environmental conditions. The latest technology (Sharofidino et al., 2020) involves the use of sensors to collect data, followed by analysis of the data for further analysis and a system of interaction and development of control systems. These technologies aim to provide farmers with adequate data to optimize the efficiency of the farming system, thereby improving overall livestock performance. There are many sensors to automate environmental management in dairy farms. Temperature and relative humidity sensors; air velocity sensors, carbon dioxide sensors, ammonia and light sensors, etc. When the ambient temperature rises above 25°C, the cow uses its energy to cool down instead of producing milk. The effect of heat stress on the physiology and performance of dairy cattle is well known. Milk yield can be reduced by about 10 percent. At the same time, poor environmental factors such as air quality can negatively affect milk production and quality. High-producing cows need optimal indoor climate comfort throughout the year to maintain high production levels. The barn environment is also important. While the thermoneutral zone for cattle varies from -5 to +25 ° C; the thermoneutral zone for humans has shifted to higher air temperature ranges.

Modern technologies help to monitor the environment in the barn, where it can measure temperature, humidity, solar radiation, and brightness using various sensors. New technological tools allow us to monitor almost every aspect of the internal environment of livestock farms. Incorporating the environmental monitoring capabilities of wireless sensor networks into mobile monitoring systems can provide convenient indoor climate control anywhere and anytime for more productive animal production. Environmental sensors are the first automation component. The second component is a computer system for monitoring and controlling the environment, and the third is maintaining the connection between these two components.

Currently, there are no standards for the exchange of data generated by sensors, which limits the use of sensors available on the market. The development of methods to transform data into usable solutions is the main objective of the project's work package.

Modeling of processes and phenomena - processing large amounts of data and complex mathematical and computer models. Digital transformation is the process of using digital technologies to create new business models. It is also an approach oriented towards scientific achievements.

CFU and the Internet of Things (IoT) provide opportunities to create repositories of value from collected data. The value of data increases when unstructured data is processed, enriched, and analyzed to create useful information. The greatest potential lies in individual animal monitoring and analysis called *precision livestock farming*, where instruments and sensors are used to continuously and automatically monitor key performance indicators of farmed animals, such as animal health, productivity, and environmental stress.

Every day, Cyber-Physical Systems (CFS) and IoT systems generate huge amounts of data. The data stream generated by different IoT systems can be in different formats. Every format has a reason. It presents information with unique attributes, megadata, structure, and schema. The integration of data from different formats increases the need for different levels of competence, and this makes the process of integrating information flows important to the practice of scientific, technical, and business data.

Existing processes for collecting, processing, and using data are designed to perform some kind of routine task (Guhr , et al., 2019). Despite the progress made in recent years, these processes are not flexible and cannot be adapted to perform combined tasks that differ significantly from the standard ones. To complete the entire application cycle from data extraction to data transformation, several workflows must be combined. This leads to the use of complex architectures and difficulties in tracking work stages, which complicates and slows down the workflow and subsequent support. Known data integration processes need to be updated and efforts focused on implementing flexible, standardized processes and methodologies, including more and more types, formats, and volumes of data, while being easy to implement and reproduce. They should cover the entire path from collection, processing, analysis, and modeling to visualization and extraction of business value.

Devices 10, collect various data from audio and video to sensor data. Their appearance has led to the appearance of the term "Big Data" (Big Data) due to the large volume and variety of formats, which are more serious than the previously known text. IoT devices allow the user to collect data at predetermined time intervals, making them suitable for time series processing and modeling. There are



various aspects of information related to IoT devices, which complicates the processing process. The data collected is too contradictory due to errors that occur during collection and transmission. This data is inherently very different, both due to the huge disparity in the data flow generated by different components and the existence of different timing patterns. The usefulness of data is highly dependent on the frequency with which it is collected and how it is processed.

Intelligent animal husbandry in Bulgaria. The program for intelligent animal husbandry envisages the creation of innovative methods and tools for the intelligent and efficient development of animal husbandry with reduced human resources and a reduced impact on the environment.

Researchers and breeders will have easy and controlled online access to tools, resources, and collaboration related to high-performance computing information and communication technologies. They will be able to connect and store data, as well as have access to virtual, research ecosystems and client networks (Vasileva, 2020).

International factors predisposing to the development of digitalization in animal husbandry:

- a pan-European network of digital service centers
- EU strategy for building a European market
- proposal of the EC for the digitalization of various spheres

Yet, the "Intelligent Animal Husbandry" program must develop a scientific methodology, systems, and tools for modeling the main processes in animal husbandry, namely: breeding, feeding, milking, and cleaning in animal husbandry, monitoring the physiological state of animals, the influence of climate, environment etc. Another important objective of the program is to develop a "methodology for genetics and breeding in animal husbandry".

In total, the program includes 12 panels:

1: Robotic Milking Systems - Creation of automatic cow milking systems and use of robots in various livestock processes.

2: Robotic systems for animals and farms - automatic feeding, watering, cleaning and disinfection of premises, automatic weighing and counting of animals, etc.

3: Intelligent Systems for Genetic Advances - Genomic Evaluation Systems. Sperm sexing systems. Creating technology to produce sexed embryos.

4: Intelligent systems for monitoring and analyzing the productivity of rangelands and meadows - stationary and mobile sensor systems for sampling and monitoring soil and rangeland parameters, computer vision, and remote methods for obtaining information about the state and quality of plant matter.

5: Cyber-physical monitoring systems, including IoT devices and sensor systems to monitor the environment, health, growth, behavior, reproduction, emotions, and stress of animals, as well as GPS tagging for animal tracking and counting.

6. Cyber-physical systems for intelligent management of livestock complexes, including Internet of Things devices and sensor systems for monitoring humidity, temperature, ventilation, lighting, dust, carbon dioxide levels, and other parameters.

7. Unmanned aerial vehicles - equipped with cameras for external monitoring and counting of animals and infrared cameras for monitoring animal health (temperature control).

8. Service robots and drones for storage and/or delivery of finished products - to manage the interaction with customers during the collection and delivery of orders, which will optimize the process, increase productivity, and reduce delivery time.

9. Inventory management - animal feed and liquids, cold storage for meat and milk processing, and distribution of supplies.

10. ICT technologies in financial, economic, and reporting activities - risk assessment, databases, communications, intranet, internet of things.

11. Digital technologies in teaching, working with young talents and special target groups.

12. Smart waste management as part of the circular economy, including the use of biodegradable waste, reducing environmental pollution, and improving the energy efficiency of livestock farms (Vasileva, 2020).

**Conclusions.** The growing spread of digital technologies around the world offers new opportunities to successfully meet the needs of different species and categories of domestic animals, as well as a variety of information for scientific, financial, and natural resource management. Farmers are in keen need of practical, innovative and efficient network technologies. Livestock is a conservative subsector that lacks integration, but digitalization is actively being used.

### References

1. Artemova E., Shpak N., 2019, Digitization as a tool for innovative development of dairy farming, *Vesnik Academy of Knowledge*, No. 31, (2), 15-19
2. Belaya A., 2020, The end of manual control. What digital technologies are being introduced at livestock enterprises, *Agroinvestor*, 3, 1
3. Buklagin D., 2020, Digital technologies and control systems in livestock, *Scientific Quarterly Journal Machinery and technologies in livestock*, No. 4, (40), 1-8
4. Burda A.G., 2018, The feasibility of using an electronic dairy herd management system in the context of digitalization of the economy / A.G. Burda, S.A. Burda // *Scientific Bulletin of YuIM.*, No. 3. p. 38-43.
5. Vartanova M.L., 2018, Prospects for digitalization of agriculture as a priority direction for import substitution / M.L. Vartanova, E.V. Drobot // *Economic relations.* – Volume 8, No. 1, p. 1-18. 1-18.

6. Volkov G.A. Automated farm management system / G.A. Volkov, K.R. Nazarova, V.T. Izikov // Scientific forum: Innovative science: collection. Art. based on materials of the XIV International. scientific-practical Conf. - Moscow, Publishing house. "MCNO"-2018- No. 5 (14), p. 25-29.

7. Manilo I.I. Automated control system for the tethered keeping of animals / I.I. Manilo, I.N. Mikolaichik, V.P. Voinkov // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017, No. 12 (166). p. 58-64.

8. Ivanov Y., 2019, Digital livestock farming: development prospects, Quarterly journal, VNIIMZH Bulletin, No. 1, (3), 4-7

9. Golokhvostova E., 2019, Eiro Tier 2018: Livestock, Agricultural News <https://agri-news.ru/zhurnal/2019/12019/eurotier-2018-zhivotnovodstvo-4.0.html>

10. Kozina A.M., 2018, The use of digital technologies in milk production / A.M. Kozina, L.P. Semkiv // Bulletin of the Novgorod branch of RANEPА. 2018. Volume 8. No. 2-1 (10). p. 13-18.

11. Kozubenko I.S., 2018, Introducing digital technologies / I.S. Kozubenko // Information Bulletin of the Ministry of Agriculture of Russia - No. 7, p. 13-19.

12. Mitin V., 2018, IitWeek, No. 7, (943) <https://www.itweek.ru/digitalization/article/detail.php?ID=204622>

13. Petrova O., Barashkin M., Melshtein I., 2020, Digital livestock farming, New Russia, No. 8, 185-189

14. Smirnov I.G. 2019, Development of technological processes and technical means for intelligent technologies for cultivating shrub berry crops: Abstract of Thesis, Doctor of Engineering Sciences: 05.20.01. M., p. 47

15. Surovtsev V.N., 2018, Mastering digital technologies as the basis for the strategy for the development of dairy cattle breeding [Text] / Surovtsev V.N. // APK: Economics, management – No. 9. p. 108-117.

16. Tkachenko V.V., 2018, Development of a comprehensive automated information system for decision support in the management of technological processes of crop production (based on materials from the agro-industrial complex of the Krasnodar Territory) / V.V. Tkachenko, N.N. Lytnev // Bulletin of the Academy of Knowledge, No. 29 (6), p. 249-253

17. Fedorov A., Kondratyeva O., Slinko O., 2019, On the prospects for digitization of livestock farming, Mechanization, automation, and machine technologies in livestock farming, Vestnik VNIIMZH, No. 1, (33), 127-132

18. Borcard D., Gillet F., Legendre P. 2011, Numerical Ecology' with R: Springer

19. Deloitte, 2017, Smart Livestock Farming Potential of Digitalization for Global Meat Supply, <https://www2.deloitte.com>.

20. Guhr S., Martenson J., 2019, Laser II. Data Science as a Service - Prototyping for an Enterprise Self-Service Platform for Reproducible Research: IARIA - The Fifth International Conference on Fundamentals and Advances in

Software Systems Integration - FASSI.

21. Honchar O, Shevchenko Ye, Gavry`sh O. Seleksiya u krolivny`cztvi: vse avtomaty`zovano Agrobiznes s`ogodni. Gazeta pidpry`yemciv APK. 2013. 5 (252) 51s.

22. Halachmi T, Guarino M., Bewley J., and Pastell M., 2019, Smart Animal Agriculture: Application of Real-Time Sensors to Improve Animal Well-Being and Production, Annual Review of Animal Biosciences, Vol. 7: 403-425, February 2019.

23. Yongqiang C., Shaofang L., Hongmei L., Pin T. and Yilin C., 2019, Application of Intelligent Technology' in Animal Husbandry- and Aquaculture Industry, 2019 14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), Toronto, ON, Canada, pp. 335-339.

24. Yucel Banu, Turgay Taskin, 2018, (Eds.) Animal Husbandry and Nutrition, Intech Open 2018.

25. Jazdi N., 2014, Cyber physical systems in the context of Industry' 4.0 - Romania: IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics.

26. Liakos G., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D., 2018, Machine Learning in Agriculture: A Review: Sensors, Volume 18, Issue 8-2018.

27. Molnar Ch. 2020, A Guide for Making Black Box Models Explainable. Chapter 4, Interpretable Machine Learning, 2020.

28. Sanfelice R., 2016, Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach, Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice, D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic — CRC Press

29. Sowmya J., Shetty Ch., 2019, IoT and Data Analytics Solution for Smart Agriculture: The Rise Fog Computing in the Digital Erap — Vol. 9, IGI Global.

30. Sharofidinov F., Muthanna M.S.A., Pham V.D., Khakimov A., Muthanna A., Samouylov K., 2020, Agriculture Management Based on LoRa Edge Computing System. In: Vishnevskiy V.M., Samouylov K.E., Kozyrev D.V. (eds) Distributed Computer and Communication Networks. DCCN 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12563. Springer, Cham

31. <https://ru.euronews.com/next/2020/03/23/fu-16-i-of-precision-farming-master>

32. <http://www.meridsmart.com>

33. <http://www.ovalert.nl>

УДК 636

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.7-21>**ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ТВАРИННИЦТВІ**

Markov N.T.,

Hristov M.S.,

Mondeshka L.I.,

Markov T.N.

*Науково-дослідний інститут гірського скотарства та землеробства, 5600  
Троян, Болгарія. Сільськогосподарська академія Болгарії*

*\*Автор для переписки (nctb64@ mail.bg )*

*У роботі оцінено поточний етап розвитку інноваційних технологій в аграрному секторі, відповідно у тваринництві та перспективи цифрової трансформації аграрного сектору. Визначаються цифрові технології та різні інші автоматизовані системи. Досліджено особливості та тенденцію зростання цифрових інновацій у тваринництві, а також фактори, що впливають на технології в цій підгалузі. Цифрові технології, які є основою сучасних систем управління та оптимізації технологічних процесів у тваринництві, дозволяють збирати своєчасну якісну інформацію, необхідну для прийняття правильних управлінських рішень, оптимізації ресурсів та значного зниження собівартості продукції. Ретроспективний аналіз показує, що проблемні господарства можна вивести на діджиталізацію лише за умови серйозних фінансових вкладень. Фермерам гостро потрібні практичні, інноваційні та ефективні мережеві технології. Тваринництво – консервативна галузь, яка не інтегрована, але цифровізація активно застосовується.*

**Ключові слова:** *цифровізація, тваринництво, штучний інтелект, інноваційні технології*

**Подяка**

Към ръководството на Панел-5 на ННП “Интелигентно животновъдство“ за оказаната логистична и морална подкрепа.

UDC 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.22-30>

## USAGE OF DIFFERENT BLUP METHODS IN INDEX EVALUATION OF POLTAVSKE SRIBLO RABBIT BREED

Shevchenko E., PhD,

Honchar O., PhD, associate professor.

Cherkassy experimental station bioresources Academy of agricultural sciences of  
Ukraine, [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

*In the work, a comprehensive BLUP AM evaluation of the breeding value of the Poltava silver rabbit breed was carried out according to myostatin and progesterone receptor genes, taking into account paratypic factors. A detailed analysis of the components of the reproductive capacity of female rabbits of the Poltava silver breed was carried out, and the most promising of them, from the point of view of selection, were considered. When compiling linear models according to the BLUP Animal Model, it is proposed to evaluate the reproductive characteristics of rabbits based on indicators of the number of rabbits born (excluding stillbirths) at the age of 40 days and the value of average daily growth. A selection index was developed for evaluating the reproductive capacity of female rabbits, which includes BLUP AM - evaluation of reproductive and maternal traits. The values of the selection index of female rabbits of the Poltava silver breed in terms of reproductive ability ranged from -0.035 to +0.140. When selecting animals, it is advisable to use the value of the selection index taking into account the age and serial number of lactation, and to improve the reproducibility of the BLUP AM value - estimates based on individual characteristics.*

**Key words:** rabbits, breeding value, Best Unbiased Linear Prediction, Genomic Best Unbiased Linear Prediction

**Relevance.** Assessment of breeding (genetic) value is the most difficult and important stage in breeding stage of animals, since based on the calculation results, animals are selected into a group of parents and not accurate conclusions based on insufficiently substantiated methods can lead to a decrease productivity of animals in the next generation and, as a consequence, a decrease

In developed countries, the daughter-peer assessment method was replaced by one developed in the 1970s. (Henderson, 1973) the best linear unbiased prediction (BLUP) method, which is currently considered the most theoretically based method allowing with minimal it is a mistake to access the breeding (genetic) qualities of the animals [3,4]. This methodology has undergone a number of improvements from the

“father” model BLUP SM to the “animal” model BLUP AM is currently a traditional method for assessing breeding (genetic) value [4].

Currently genomic breeding (genetic) value is used to determine selection criteria for many types of farm animals. It was proposed to combine traditional methods for determining breeding (genetic) value with genomic data to improve the accuracy of estimates [5-7]. Also has found the opportunity to integrate information from a matrix of additive relationships (affinities) and matrices of molecular genetic markers SNP (G) into a combined matrix and has developed the Single Step Genomic BLUP (gGBLUP) method [7, 8]. Matrix is conventional relationship matrix modified to include genomic data. Thus, the gGBLUP method combines all available phenotypic, pedigree and genomic information, in one procedure for calculating genomic breeding value values for genotypic genotyped and non-genotyped animals using a combined matrix H, this allows use all available information in genetic improvement programs for different species farm animals [9, 10].

**Purpose of work.** This study is aimed at studying the reliability of the breeding (genetic) value of the traits of Poltava Silver rabbits, calculated based on the use of two methods: traditional single-trait animal model (BLUP) with single-trait model genomic animal model (gGBLUP).

**Material and methods.** The research was carried out on the basis of the experimental farm of Cherkassy Experimental Station of Bioresources of NAAS.

Experimental rabbits of the Poltava Silver breed were kept in battery cages with an area of one compartment of 0.54 m<sup>2</sup>. At the same time, the mother herd and the weaned young were kept separately. The cages were equipped with suspended hopper feeders for granulated compound feed. Animals were watered through auto-drinkers.

Young animals were separated by sex and kept in cages with 3-4 heads in a cage after weaning at 45 days, Males at the age of 3 months after selection based on live weight were placed in individual cages until reaching the age of breeding use - 150-160 days.

Feeding of rabbits in the farm was carried out taking into account for nutrients according to the live weight, age, sex and productivity of the animals. For feeding rabbits in the farm, granulated compound feed was used all year round, which contained: concentrated fodder, grass flour, feed additives of animal origin, mineral substances and premixes.

Optimal microclimate parameters (constant temperature, relative humidity, air movement speed) were maintained in the room of the crawler farm. Lighting was artificial with a duration of 16 hours.

The meat productivity and reproductive capacity of rabbits has determined according to zootechnical records in accordance with the "Instructions for bonituvannya of rabbits" [11].

The following formula was used to estimate the breeding value of rabbits based on the BLUP "animal model" taking into account the effects of individual genes:

$$y = X\beta + Wg + Za + e$$

where  $y$  is a vector of observations,  $b$  is a vector of fixed effects;  $g$  – vector of fixed effects of genotypes of a separate locus;  $a$  – vector of random additive genetic effects;  $e$  – vector of residues;  $X$ ,  $W$ ,  $Z$  are the corresponding matrices.

The following factors were included in the BLUP model: average daily gains in live weight of offspring obtained from a tested male in the period 45–90 days, feed costs per unit gain offspring's obtained from a tested males in a period of 45–90 days, average weight of a pair of young carcasses obtained from tested male at the age of 90 days, fertility and survival of rabbits (daughters), randomized factor of year (three levels) and season of the year (four levels). The model also has included polymorphic variants of rabbits myostatin gene and progesterone receptor (three levels). BLUP model which ahs described above was also used for gGBLUP but  $G$  was constructed differently. Solutions of genomic breeding values from gGBLUP can be decomposed into SNP effects as modeled in Wang et al [12]

To compare the breeding value of different male rabbits by traits, the relative breeding value (RBV, %) indicator was used, which was calculated according to the formula:

$$RBV = (BV + P) * 100$$

where  $P$  is the average productivity of the daughters of all males;  $BV$  is the breeding value determined by the BLUP method

Blood has isolated from the ear vein of rabbits and used for molecular genetic evaluation of rabbits for myostatin and progesterone receptor. Isolation and electrophoretic separation of DNA restriction fragments was carried out according to generally accepted methods. Primers were used to amplify the rabbit myostatin gene [13]:

F: 5`-TAACTGAAAAGAACCCTCTAGTAGC-3`

R: 5'- TCGGTAGTTGTTTCCCACTTT-3`



Primers has used to amplify the rabbit progesterone receptor gene [13]:

F:5'- GAAGCAGGTCATGTCGATTGGAG -3'

R:5'- CGCCTCTGGTGCCAAGTCTC -3'

Covariance components were calculated using REML-method algorithms of the GenStat 12.1 software package. The breeding value of animals was determined by the BLUP "animal model" method using the BLUPF90 program package [14, 15].

**Results of research.** Distribution of allele frequencies in relation to polymorphic variants of the MSTN AND PGR gene in rabbits of the Poltava Silver breed has presented in table. 1.

**Table 1. Distribution of allele frequencies in relation to polymorphic variants of the MSTN AND PGR gene in rabbits of the Poltava Silver breed in cross-section of their genealogical lines**

Gene	Allele	Line					
MSTN	C	1871817	1847213	1811231	1894136	1832221	1811231
	T	0,388	0,415	0,388	0,402	0,367	0,389
PGR	A	0,612	0,585	0,612	0,598	0,633	0,611
	G	0,449	0,456	0,454	0,444	0,436	0,452
Count of animals	120	89	94	104	114	117	108

It was established that the highest values of the frequency of the allele C of the MSTN gene had the rabbits of lines 1847213, 1871817 and 1894136 (10.9%, 3.7% and 7.5% higher relative to the average value). The minimum values were noted in rabbits of line 1832221 (2% lower relative to the average value). Among the rabbits of line 1811231, the T allele was most common (10.1% higher relative to the average value), and the least in animals of line 1941524 (13.4% lower relative to the average value).

The results of the genetic diversity of rabbits from different lines of the Poltava silver breed by polymorphisms C34T of the MSTN gene and G2464A of the PGR gene are presented in the table. 2. Based on data on allele frequencies and genotypes of Poltavske Sriblo breed rabbits of different lines, information about their population-genetic structure was extracted from indicators of heterozygosity and the Wright fixation index. Analyzing the data in table 2, it is necessary to respect those that are significant to the Wright's fixation coefficient  $F_{is}$  in rabbits of different lines for two genes that will be inherited by excess homozygotes in these groups.

**Table 2. Genetic diversity of rabbits from different lines of the Poltava silver breed by polymorphisms C34T of the MSTN gene and G2464A of the PGR gene**

Gene	Indicator	Line						
MSTN	Ho	18718 17	18472 13	18112 31	18941 36	18322 21	18112 31	19415 24
	He	0,481	0,472	0,474	0,480	0,473	0,481	0,476
	Fis	0,519	0,528	0,526	0,520	0,527	0,519	0,524
PGR	Ho	0,04	0,01	0,04	0,02	0,01	0,03	0,04
	He	0,495	0,494	0,489	0,495	0,494	0,490	0,493
	Fis	0,505	0,506	0,511	0,505	0,506	0,510	0,507
Count of animals	120	89	94	104	114	117	108	120

In the processing of a BLUP method for assessing the breeding value of rabbits of the Poltava Sriblo breed, data on polymorphism for the myostatin gene were analyzed for signs of meat productivity (average gain). The values of the selection index of rabbits of the Poltavske Sriblo breed ranged from -0.035 to +0.189 (table 3, 4). It has been established that in a large number of rabbits of the Poltavske Sriblo breed, which is used for evaluation of animals, during the period 2022-2024 there was a closeness to the large warehouse of pellets that were involved in the evaluation.

**Table 3. BLUP evaluation of Poltavske sriblo rabbit breed according to meat productivity (n = 500)**

Line	Daily weight gain, g	BV± for genetic base	RBV, %	REL, %
1871817	40±0,1	+0,189	101,0	74,0
1847213	39±0,3	+0,134	101,0	65,7
1811231	39±0,1	-0,054	99,8	69,5
1894136	42±0,2	0,145	99,9	64,7
1832221	40±0,2	-0,141	99,5	62,6
1811231	39±0,3	+0,157	100,5	67,8
941524	41±0,2	+0,101	100,1	71,0

*Note: BV is the breeding value of rabbits, which includes the genotype factor; RBV – relative breeding value; REL is the reliability of the estimation of breeding value*

Analysis of the results of the assessment of the country for 2024 years allows us to identify the relationships between the number of daughters who take part in the assessment and the interaction between the results of the breeding assessment values. The correlation for the number of daughters corresponding to the

development of the EBV index was 0.512 ( $p>0.05$ ). The highest values of the BLUP index were characteristic of males 1847213 (+0.157), 1871817 (+0.149) and 1894136 (+0.154). They confirmed the values of the breeding value: 103.3% and 101.5% and 100.7% similar. An indicator of the reliability of assessing the breeding value of rabbits hovering at the boundaries  $lim = 75.1-81.3$ .

**Table 4. BLUP evaluation of Poltavske Sriblo rabbit breed according to reproductive traits (n = 500)**

Line	Rabbits were planted at 40 days for 1 female, heads	BV± for genetic base	RBV, %	REL, %
1871817	5±0,5	+0,140	102,3	66,8
1847213	6±0,4	+0,087	101,5	66,5
1811231	5±0,5	-0,085	98,4	67,7
1894136	56±0,5	+0,047	100,9	66,5
1832221	6±0,4	+0,015	100,3	67,7
1811231	5±0,4	+0,045	100,7	78,1
941524	5±0,5	-0,035	102,3	66,8

*Note: BV is the breeding value of rabbits, which includes the genotype factor; RBV – relative breeding value; REL is the reliability of the estimation of breeding value*

An increase in reliability indicators was found with a decrease in values in rabbits assessed by two methods for all additional signs. When considering all the following classes, the importance of tribal (genetic) reliability values, insured using the GBLUP method, was significantly lower, the difference between indicators. BLUP insurance, there has been an increase in the reliability of estimates in the world, according to all available data (table 5).

**Table 5. Reliability of assessing Poltavske Sriblo rabbits using different BLUP methods (n = 500)**

Evaluation traits	Method of evaluation	REL, %					
		≥ 90%	81-90	71-80	61-70	51-60	≤ 50
Daily weight gain	BLUP	2,81	2,82	2,88	2,79	2,81	2,90
	g-BLUP	2,63	2,74	2,71	2,70	2,63	2,81
Rabbits were planted at 40 days for 1 female	BLUP	2,57	2,85	2,85	2,81	2,74	2,80
	g-BLUP	2,49	2,54	2,48	2,63	2,61	2,71

It was established that obtaining data from molecular genetic markers before the procedure for assessing the breeding (genetic) value of rabbits, which provides data on the productivity of daughters, allowed us to significantly increase the

reliability of the assessment breeding (genetic) value by 2.2–2.4% in a group of animals with reliability, BLUP is 80–71%; by 4.6–7.3% in a group of bulls with BLUP reliability of 70–61%; by 7.6–8.4% in the group of rabbits with a reliable BLUP of 60–51%; by 14.9–15.2% in the group with reliability BLUP 50% and less for signs of meat productivity and yield. In male rabbits that had a high reliability of assessment (81% or more) by the BLUP method, the reliability of gBLUP increased to 1.6%.

**Conclusions.** The results indicate the usefulness of the genomic data collection and gBLUP method to increase the reliability of assessing breeding (genetic) value rabbits, which provide data on the productivity of their beds. Increased reliability of breeding (genetic) value of meat productivity and yield value became 0.1 to 15% of animals assessed by the BLUP AM method.

### References

1. Textbook animal breeding: Animal Breeding and Genetics for BSc Students. Kor Oldenbroek, Liesbeth van der Waaij. Center for Resources and Animal Breeding and Genomics Group, Wageningen University and Research Centre, 2014, 311 p.
2. Shevchenko E. A., K. V. Kopylov Genomna ta BLUP ocinka kroliv novozelandskoi biloi porody riznoi liniynoi prinadleznosti. Biologia tvarin. 2014. T. 16, № 1. S. 6-12
3. Henderson C. R. Estimates of shanges in herd environment. Journal dairy science. 1949. № 8. R. 706-709.
4. Henderson C. R. Estimates of variene and co variene components. Biometrics. 1953. № 9. R. 226-229
5. Mrode R. A. Linear models for the prediction of animal breeding values / R.A. Mrode. 2055, 2nd ed. CABI Publishing. 332 p.
6. Macedo F. L., Christensen O. F., Astruc J. M., Aguilar I., Masuda Y., Legarra A. Bias and accuracy of dairy sheep evaluations using BLUP and ssGBLUP with metafounders and unknown parent groups. Genet Sel Evol (2020) 52:47.
7. Gonchar O.F., Shevchenko E. A. Zastosyvannya metodiv genomnoi selecii pri doslizzenni kroliv novozelandskoi biloi porodi. Efektivne krolivnictvo ta zvirivnictvo. 2018. V. 4. S. 46-54.
8. Shevchenko E. A. Perspektivi vikoristannya DNK markeriv d krolivnictvi / Tezi dopovidey molodyh vchenix ta aspirantiv. Kyiv, 2011. S.10.
9. Gavrish O. M. Efektivnist vikoristannya indeksnoi ocinki v systemi doboru ta vikoristanni pleminnogo pogolivya kroliv porody poltavske sriblo. Efektivne krolivnictvo ta zvirivnictvo. 2020. V. 6. S. 38-46.
10. Instrukciya z bonityvannya kroliv - Ofic. Vid. Chynniy vid 25.09.2003 № 351 K., 2003. 86 s.

11. Honchar O.F., Shevchenko Ye.A. Assessment of the influence genotype factors on the meat productivity of the rabbits of poltavaska silver Breed. Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry". 2018. vy'p. 4. S. 26-36.
12. Shevchenko E., Berezovsky O., Kopylova K., Kopylov K. Using DNA markers in selective breeding with different kinds of Ukraine farm animals. *Zhyvotnovydy Nauky (Journal of animal science)*. 2013. T.50. № 4. R. 73-79
13. Christensen O. F., Lund M.S. Genomic prediction when some animals are not genotyped. *Genet. Sel. Evol.* 2010; 42:2
14. BLUPF90 Family of Programs. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php>
15. Misztal I., Lourenco D., Aguilar I., Legarra A., Vitezica Z. Manual for BLUPF90 Family of Programs. University of Georgia; Athens, GA, USA: 2015.

### Література

1. Textbook animal breeding: Animal Breeding and Genetics for BSc Students. Kor Oldenbroek, Liesbeth van der Waaij. Center for Resources and Animal Breeding and Genomics Group, Wageningen University and Research Centre, 2014, 311 p.
2. Шевченко Є. А., К. В. Копилов Геномна та BLUP оцінка кролів новозеландської білої породи різної лінійної приналежності. *Біологія тварин*. 2014. Том 16, № 1. С. 6-12.
3. Henderson C. R. Estimates of changes in herd environment. *Journal dairy science*. 1949. № 8. P. 706-709
4. Henderson C. R. Estimates of variance and co variance components. *Biometrics*. 1953. № 9. P. 226-229
5. R. A. Mrode Linear models for the prediction of animal breeding values / R.A. Mrode. 2015, 2nd ed. CABI Publishing., 332 p.
6. Macedo F. L., Christensen O. F., Astruc J. M., Aguilar I., Masuda Y., Legarra A. Bias and accuracy of dairy sheep evaluations using BLUP and ssGBLUP with metafounders and unknown parent groups. *Genet Sel Evol* (2020) 52:47.
7. Гончар О.Ф., Шевченко Є. А. Застосування методів геномної селекції при дослідженні кролів новозеландської білої породи. *Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2018. Вип. 4. С. 46-54.
8. Шевченко Є. А. Перспективи використання ДНК маркерів в кролівництві / Тези доповідей молодих вчених та аспірантів. Київ, 2011. С.10.
9. Гавриш О. М. Ефективність використання індексної оцінки в системі добору та використанні племінного поголів'я кролів породи полтавське срібло. *Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2020. Вип. 6. С. 38-46.
10. Інструкція з бонітування кролів –Офіц. вид., чинний від 25.09.2003 № 351 –К., 2003. –86 с.

11. Гончар О.Ф., Шевченко С.А. Assessment of the influence genotype factors on the meat productivity of the rabbits of poltavaska silver Breed . Збірник наукових праць “Ефективне кролівництво і звірівництво”. 2018. вип. 4. С. 26-36.

12. Shevchenko E., Berezovsky O., Kopylova K., Kopylov K. Using DNA markers in selective breeding with different kinds of Ukraine farm animals. *Животновъдни Науки (Journal of animal science)*. 2013 Т.50, № 4 . Р. 73-79

13. Christensen O. F., Lund M.S. Genomic prediction when some animals are not genotyped. *Genet. Sel. Evol.* 2010; 42:2

14. BLUPF90 Family of Programs. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php>

15. Misztal I., Lourenco D., Aguilar I., Legarra A., Vitezica Z. Manual for BLUPF90 Family of Programs. University of Georgia; Athens, GA, USA: 2015

УДК 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.20-30>

## ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ BLUP В ІНДЕКСНІЙ ОЦІНЦІ КРОЛІВ ПОРОДИ ПОЛТАВСЬКЕ СРІБЛО

Шевченко С.,

Гончар О.

*Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)*

*У роботі була проведена комплексна BLUP AM оцінка племінної цінності кролів породи полтавське срібло за генами міостатину та прогестеронового рецептора із врахуванням паратипових факторів. Виконано детальний аналіз компонентів відтворювальної здатності кролематок породи полтавське срібло та розглянуто найбільш перспективні з них, з погляду селекції. При складанні лінійних моделей за BLUP Animal Model запропоновано оцінювати репродуктивні ознаки кролів за показниками кількість народжених кроленят (без урахування мертвароджених) у віці 40 днів та значення середньодобових приростів. Розроблений селекційний індекс для оцінки відтворювальної здатності кролематок, що включає BLUP AM - оцінки репродуктивних та материнських ознак. Значення селекційного індексу кролематок породи полтавське срібло за відтворювальною здатністю знаходилися в межах від -0,035 до +0,140. При відборі тварин доцільно використовувати значення селекційного індексу з урахуванням віку та порядкового номера лактації, а для покращення відтворювальної здатності значення BLUP AM – оцінок за окремими ознаками.*

**Ключові слова:** кролики, племінна цінність, найкращий неупереджений лінійний прогноз, геномний найкращий неупереджений лінійний прогноз

UDC 636.932.4.083.312.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.31-41>

## THE INFLUENCE OF ZOOHYGIENIC CONDITIONS ON FERTILITY AND FUR QUALITY OF FARMED CHINCHILLAS

Tombarkiewicz B.,

Łapiński S.\*

*University of Agriculture, Faculty of Animal Science, Department of Zoology and Animal Welfare, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Krakow, Poland*

\*Corresponding author: [stanislaw.lapinski@urk.edu.pl](mailto:stanislaw.lapinski@urk.edu.pl)

*The aim of this study was to investigate the impact of zoohygienic conditions on selected production indicators of chinchillas, including fertility and fur quality. The research was conducted on a chinchilla farm in Myślenice (Poland), analyzing two housing units (Room A and Room B) during two periods: winter and spring. Measurements included temperature, humidity, air movement, gas concentration, and lighting within cages located at different levels. The results indicate that temperature and humidity were critical factors influencing productivity and fur quality. During the winter, lower fertility and poorer fur quality were observed, particularly in the colder housing unit B, where the average temperature was 17°C. Humidity levels in winter were also low (19–37%), negatively affecting health and fur quality. Spring conditions were more favorable, with higher temperatures (18.6°C in housing unit A) and humidity levels, leading to improved production indicators. Lighting, especially on the upper cage levels, also positively affected fertility. Higher light intensity in housing unit A contributed to better reproductive outcomes. In summary, optimizing the microclimate in farm housing, particularly with regard to temperature, humidity, and lighting, is crucial for enhancing production efficiency on chinchilla farms.*

**Keywords:** *chinchillas, zoohygienic conditions, microclimate, fertility, fur quality*

**Relevance.** Populations of wild short-tailed chinchillas (*Chinchilla lanigera*) once inhabited the arid mountainous regions of the Andes in Chile, Bolivia, Peru, and Argentina [1, 2, 3]. Their typical habitat consists of rocky or sandy terrain with sparse vegetation, including thorny shrubs, cacti, and bromeliads. Chinchillas are nocturnal animals and rarely leave their shelters before sunset [4]. They usually seek refuge in rock crevices, burrow under rocks, or hide in large bromeliads to protect themselves from predators such as wild canids, felids, and occasionally hawks and owls [5].

Chinchillas range in size from 22.5 to 38 cm ( $\pm 7.5$  cm, including the tail) [6], with relatively long whiskers (9.2–13.2 cm) [7]. Females are heavier than males, weighing around 800 g compared to 500 g. Chinchilla fur is extremely dense, with up to 60 hairs per follicle [6]. While their natural wild color is bluish-gray, the most common coloration in farmed chinchillas is dark blue-gray [8].

Wild chinchillas were commercially hunted for their valuable pelts, leading to their near extinction by the late 19th century [9]. Modern farmed chinchillas are descended from 12 wild Chilean chinchillas captured in 1923 by Matthew Chapman [10]. Farmed chinchillas are typically housed in polygamous cage systems, with 4–6 females per male. Each female is kept in a separate cage, while males have access to a corridor connecting the females' cages. Females wear collars to prevent them from leaving their cages. Chinchillas are fed a commercial complete pelleted diet, hay, and have access to dust baths [11]. On most European chinchilla farms, cage dimensions are approximately 0.4–0.5 m in length, 0.5 m in width, and 0.34–0.4 m in height. However, according to EU recommendations, cages should be 0.5 m deep, 1.0 m wide, and 1.0 m high [12, 13].

Chinchillas give birth after a gestation period of approximately 111 days, with newborns weighing 30 to 110 g, depending on litter size. Typically, litters consist of two or three pups. Studies by Barabasz and Łapiński [14] on the growth of young chinchillas have shown that the lactation performance of females is strongly correlated with the number of pups in a litter, with smaller litters producing offspring with higher body weights compared to larger litters. These findings suggest that managing breeding conditions, including litter size and access to maternal milk, can affect the development and health of young animals, indirectly influencing fur quality.

While much of the existing research emphasizes welfare protocols for farm animals broadly, studies specific to the environmental and behavioral needs of chinchillas remain limited. This study addresses this gap by evaluating how specific microclimatic conditions influence key production outcomes. Also the fur chewing, a common issue in chinchilla farming, is linked to stress, often exacerbated by inappropriate housing conditions. This can lead to heat loss, increased feed and water consumption, and compromised welfare [15, 16].

In the wild, chinchillas sleep in shaded or concealed areas during the day and are active at dusk and night when temperatures are cooler. Their dense fur provides insulation against the harsh climate of their high-altitude habitats. In farm environments, chinchillas require appropriate lighting conditions and stable microclimatic parameters. Farm productivity is heavily dependent on proper management of zoohygienic conditions. Microclimatic factors such as temperature, humidity, air movement, lighting, and gas concentrations directly affect the welfare and productivity of animals. Modern farms strive to adapt housing technologies to



the specific needs of each species, ensuring that climatic conditions in livestock facilities provide animals with comfort conducive to both fertility and fur quality [17, 18].

Despite technological advancements, significant challenges remain in optimizing microclimatic conditions on chinchilla farms. The lack of precisely established microclimatic standards for this species often forces farmers to individually adjust housing conditions, frequently resulting in inefficiencies and economic losses. According to the literature, inadequate microclimatic conditions can negatively impact animal fertility and fur quality, directly affecting farm profitability [19].

**Purpose of work.** The aim of this study was to evaluate the influence of zoohygienic conditions, including temperature, humidity, and other environmental factors, on the fertility and fur quality of chinchillas raised under farm conditions. The analysis covered two periods, winter and spring, to determine how changing climatic conditions might affect the production performance of chinchillas.

**Materials and methods.** The study was conducted at the "Raba" Chinchilla Breeding Farm in Myślenice, Poland. The farm is housed in a two-story building. Two rooms (A and B) with different sizes and ventilation systems were analyzed.

- Room A (second floor) has a volume of 214 m<sup>3</sup> and houses 535 chinchillas, providing 0.40 m<sup>3</sup> per animal. It features eight windows for natural light, supplemented by 15 fluorescent lamps and two incandescent lamps. Ventilation is provided by a mechanical fan. The cages are arranged in five levels, with 18 cages per row.

- Room B (first floor) is larger, with a volume of 404 m<sup>3</sup> and an occupancy of 720 animals (0.56 m<sup>3</sup> per animal). It has double windows for natural lighting and is equipped with 21 fluorescent lamps. Ventilation is mechanically supported by four fans. The cages are similarly arranged in five levels, with 18 cages per row.

The cages, made from galvanized mesh, have a universal design with a removable manure tray. Each cage includes a drawer for bathing dust, an automatic waterer, and a self-feeding trough. In the polygamous system, one male is paired with six females. The young are raised on trays filled with wood shavings, which are regularly replaced to maintain hygienic conditions.

The animals were fed commercial complete pelleted feed, along with hay, water, mineral blocks, and chewing stones for dental health.

#### *Research Methods*

Zoohygienic instrumental studies were conducted in two stages: winter (I) and spring (II). Each stage lasted two days, with measurements taken inside the chinchilla rooms and outside the building. The studies covered basic microclimatic parameters: lighting, humidity, vapor pressure, air movement, temperature, cooling, concentrations of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S), ammonia (NH<sub>3</sub>),

and ozone (O<sub>3</sub>). Measurements were taken twice daily—morning (7:30) and early afternoon (13:00)—both inside the rooms and outside, at a distance of 10 meters from the building.

Inside the rooms, measurements were conducted at three cage levels (I – topmost, II – middle, III – lowest) at fixed 27 measurement points. On the first day, morning measurements were taken in Room A and afternoon measurements in Room B; this sequence was reversed on the second day. Additionally, natural lighting was measured at noon with artificial lights turned off.

*Instrumentation*

Zoohygienic parameters were measured using standard equipment:

1. Katathermometric measurements – A Hill dry katathermometer was used to measure cooling and air movement, with cooling and air velocity calculated.

2. Psychrometric measurements – An Assmann aspiratory psychrometer measured air temperature and humidity, with vapor pressure calculated from psychrometric tables.

3. Luxometric measurements – Brightness inside the rooms was measured with a TES 1335 lux meter, and the brightness coefficient was calculated by comparing indoor and outdoor measurements.

4. Ozonometric measurements – An ozone meter (DP-11OZ) was used to measure ozone concentrations inside and outside the building.

5. Gas concentration measurements – A POLYTECTOR II analyzer measured CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, and NH<sub>3</sub> concentrations at fixed points inside and outside the rooms.

6. Fur quality assessment – Fur quality was evaluated using the Chinchilla Phenotype Assessment Standard [20] (Table 1, Item 4). Assessments were conducted by an experienced farm employee with appropriate qualifications.

7. Impact of microclimate on fertility – Data on the number of offspring were obtained from farm records to assess the impact of climatic conditions on chinchilla fertility.

**Table 1. Scoring criteria for the evaluation of chinchilla phenotypic characteristics (KCHZ 2012)**

Trait	Standard Requirements	Minor Faults	Major Faults	Disqualifying Faults
1. Size and Build	4	3	2-1	0
2. Color Type	5	4-2	1	0
3. Purity of Coat Color	9	7	5 or 3	0
4. Coat Quality	9	7 or 5	3 or 1	0
5. Ventral Band	3	2	1	0

All measurements were conducted using standard zoohygienic methods at designated measurement points inside and outside the building. This comprehensive assessment allowed for a thorough evaluation of the impact of the microclimate on the health and productivity of chinchillas.

All experimental procedures were conducted in compliance with relevant ethical guidelines for animal research, with approval from the institutional animal care and use committee.

**Research results.** Studies conducted during the winter and spring periods revealed clear differences in the microclimatic conditions of the housing facilities and their impact on chinchilla fertility and fur quality. Measurements of parameters such as temperature, humidity, air movement, lighting, and gas concentrations allowed for an assessment of the influence of these factors on the health and productivity of the animals (Table 2, 3).

#### *Microclimatic Conditions*

##### ***Temperature and Humidity***

Air temperature measurements showed differences between Room A (second floor) and Room B (first floor). During the winter period (January–February), the temperature in Room A ranged from 15.2°C to 20.5°C, while in Room B, it was lower, with a minimum of 11.6°C. In the spring period (April–May), the temperature increased, especially in Room A, where the average reached 18.6°C, positively influencing production outcomes.

Relative humidity was low during winter, associated with room heating. In Room A, it ranged from 27% to 37%, while in Room B, it was between 19% and 31%. In the spring, humidity increased to 56%–63% in Room B, improving living conditions for the animals.

##### ***Lighting***

Natural light intensity in Room A averaged 174 Lx at the upper cage levels, gradually decreasing to 56 Lx at the lower levels. Room B, with a larger window area, exhibited higher natural light intensity, which improved animal comfort. However, insufficient lighting at the lower cage levels may have negatively impacted fertility and fur quality.

##### ***Air Movement and Gas Concentrations***

The air movement speed in both rooms was relatively low, particularly during winter, which contributed to the accumulation of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and ammonia (NH<sub>3</sub>). Gas measurements revealed trace amounts of NH<sub>3</sub> and no detectable hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) in the farm's air. CO<sub>2</sub> concentrations during winter averaged 1,039 ppm in Room A and 742 ppm in Room B, which were within acceptable limits. However, prolonged exposure to higher concentrations could reduce animal comfort and affect their health. In the spring period, gas concentrations were lower due to improved ventilation and higher outdoor temperatures.

**Table 2. Average values of microclimatic parameters in chinchilla housing rooms and outdoors during stage I of the study (winter)**

Parameters	Room A			Room B			Outdoors		
	min.	$\bar{X}$	max.	min.	$\bar{X}$	max.	min.	$\bar{X}$	max.
Temperature (°C)	15,2	18,0	20,5	11,6	17,0	21,6	-14,4	-8,4	-3,8
Relative Humidity (%)	27	31	37	19	25	31	71	75	81
Air Movement (m/s)	0,022	0,082	0,226	0,040	0,131	0,723	0,226	0,857	1,98
Cooling (mW/cm <sup>2</sup> )	18,05	24,46	34,63	19,06	27,64	49,91	70,71	106,0	169,7
Vapor Pressure (mmHg)	3,6	4,8	6,4	2,1	3,7	5,6	1,1	1,9	2,6
Lighting (Lx)	39	123	340	9	137	308	248	7653	19043
CO <sub>2</sub> Concentration (ppm)	750	1039	1600	650	742	900	300	305	400
O <sub>3</sub> Concentration (ppb)	39	42	45	39	42	45	27	48	75

**Table 3. Average values of microclimatic parameters in chinchilla housing rooms and outdoors during stage II of the study (spring)**

Parameters	Room A			Room B			Outdoors		
	min.	$\bar{X}$	max.	Parameters	min.	$\bar{X}$	max.	Parameters	min.
Temperature (°C)	17,8	18,6	20,0	14,4	16,8	18,6	7,0	11,8	20,4
Relative Humidity (%)	51	57	63	52	58	66	33	78	95
Air Movement (m/s)	0,030	0,068	0,160	0,022	0,081	0,181	0,303	0,463	0,723
Cooling (mW/cm <sup>2</sup> )	20,95	23,10	27,37	22,93	26,14	33,94	33,27	48,51	60,61
Vapor Pressure (mmHg)	7,9	9,3	10,6	7,8	8,4	9,1	5,8	7,4	8,4
Lighting (Lx)	33	108	389	14	125	365	1585	12505	43883
CO <sub>2</sub> Concentration (ppm)	500	639	850	350	535	850	300	300	300
O <sub>3</sub> Concentration (ppb)	39	42	45	39	42	45	30	52	63

Production Indicators

Fertility

The results on fertility indicated that microclimatic conditions had a significant impact on litter size. In Room A, where thermal conditions were more stable, fertility was higher compared to Room B (Table 4).

**Table 4. Average fertility of chinchillas in rooms A and B**

Room	A								
Cage level	I			II			III		
Values	min.	$\bar{X}$	max.	min.	$\bar{X}$	max.	min.	$\bar{X}$	max.
Fertility	1,0	1,69	3,0	1,0	1,47	2,3	1,0	1,76	2,5
Room	B								
Cage level	I			II			III		
Values	min.	$\bar{X}$	max.	min.	$\bar{X}$	max.	min.	$\bar{X}$	max.
Fertility	1,0	1,97	3,0	1,0	1,86	3,0	1,0	1,89	3,0

*Fur Quality*

Fur quality was assessed based on the density, length, silkiness, and elasticity of the hair, following the Chinchilla Phenotype Assessment Standard [20]. During the winter study period, poorer fur quality was observed, particularly in Room B, where lower temperatures and humidity negatively impacted the condition of the skin and the animals' coat. In spring, as microclimatic conditions improved—especially in Room A—a significant improvement in fur quality was noted. The hair was denser, silkier, and more elastic, indicating better living conditions for the animals.

*Impact of Cage Levels on Production Indicators*

The study revealed that production indicators varied depending on cage level. Animals housed on the upper levels, where temperature and lighting were better, demonstrated higher fertility (Table 5) and better coat quality: Level I – 7.7 (SD 1.4), Level II – 6.8 (SD 1.2), Level III – 5.4 (SD 0.9). The results of coat quality assessments between Level I and Level III were statistically significant ( $p < 0.01$ ). On the lower levels, where conditions were less favorable (lower lighting and higher gas concentrations), production outcomes were poorer.

**Table 5. Average fertility of chinchillas by cage level and light intensity**

Room	A						B					
Stage	I - Winter			II - Spring			I - Winter			II - Spring		
Cage level	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Lightning (Lx)	144	126	98	137	110	77	185	148	77	175	126	73
Fertility	1,69	1,47	1,76	1,69	1,47	1,76	1,97	1,86	1,89	1,97	1,86	1,89

**Discussion.** Creating optimal housing conditions for chinchillas, as with any fur animal, requires consideration of multiple factors such as microclimate, nutrition, handling, and the organization of the breeding space. In the chinchilla farm facilities analyzed, key factors influencing fertility and fur quality were microclimatic parameters, including temperature, humidity, lighting, and gas concentrations.

According to the literature, the temperature in chinchilla housing should range between 16–22°C [21, 22] to ensure regular births and reduce neonatal mortality. In the present study, the average room temperatures were within the recommended range, confirming that the conditions in the studied facilities did not pose a threat to animal health. Similar findings were reported by Barabasz and Hoefer [18, 23], who highlighted that temperatures between 18–20°C promote animal health and reproduction.

The results also revealed temperature differences across cage levels, which could significantly affect animal health and fur quality. During the winter studies, the temperature difference between the highest and lowest cage levels reached up to 3°C, indicating a potential need for more uniform ventilation within the rooms. Similar conclusions were drawn by Felska [24], who emphasized that maintaining stable temperatures across all cage levels is crucial for chinchilla health and fur quality.

Humidity is another crucial factor influencing animal health and comfort. In the current study, winter humidity levels were low (27–37% in Room A and 19–31% in Room B), which could negatively affect animal health by increasing the risk of skin diseases such as fungal infections and reducing fur elasticity [22]. According to Jarosz and Rżewska [21], optimal relative humidity for chinchillas should be 50–70%, providing adequate protection against overheating and improving fur quality. Low humidity levels during the winter period may have contributed to poorer health outcomes, particularly in the middle sections of the cages, where fungal infections were more frequently observed.

Lighting is another factor influencing fertility and fur quality. The study confirmed that better lighting in Room B, especially at the upper cage levels, positively impacted fertility and fur quality. Neira et al. [25] and Barabasz [18] reported that females housed in well-lit environments produce larger and stronger litters. The current findings indicate that the highest fertility rates and the best-quality fur were observed in areas with the highest light intensity, consistent with the literature.

Gas concentrations, particularly ammonia and carbon dioxide, are critical zoohygienic parameters affecting animal health. Excessive ammonia levels can irritate the respiratory tract and cause coat discoloration [18]. In the current study, ammonia concentrations were minimal, indicating good ventilation and hygiene standards in the rooms.

**Conclusions.** In summary, the findings confirm that microclimatic conditions, particularly temperature, humidity, lighting, and gas concentrations, significantly influence chinchilla fertility and fur quality. Optimal conditions result in better production outcomes, as supported by both the literature and the present study. To further enhance chinchilla farming efficiency, more precise control of the microclimate, especially regarding humidity and temperature distribution within the rooms, is recommended.

### References

1. Spotorno A.E., Zuleta C.A., Valladares J.P., Deane A.L., Jimenez J.E. (2004) *Chinchilla laniger* in Mammalian species. ASM, 758, 1-9.
2. Valladares P., Zuleta C., Spotorno O.Á. (2014) *Chinchilla lanigera* (Molina 1782) and *C. chinchilla* (Lichtenstein 1830): review of their distribution and new findings. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/147330>
3. Roach N., Kennerley R. (2016) *Chinchilla lanigera* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016, e.T4652A117975205. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T4652A22190974.en>
4. Bidlingmaier T.C. (1937) Notes on the genus *Chinchilla*. J. Mammal. 18, 159-163. <https://doi.org/10.2307/1374461>
5. Valladares F.P., Spotorno O.Á., Zuleta R.C. (2014) Natural history of the *Chinchilla* genus (Bennett 1829): Considerations of their ecology, taxonomy and conservation status. Gayana (Concepción). 78, 135-143. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382014000200008>
6. SCAHAW. (2001) Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare, 2001. The Welfare of Animals Kept for Fur Production. European Commission. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com\\_scah\\_out67\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scah_out67_en.pdf)
7. Chernova O.F., Zhrebtsova O.V. (2023) Architecture of vibrissae in eight rodent species of *Ctenohystrica* (Rodentia): A comparative SEM study. Zoologischer Anzeiger; 307, 54-69. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2023.09.004>
8. Mans C., Donnelly T.M. (2021) Chapter 22: Chinchillas. In: 4th. Ferrets, rabbits, and rodents: Clinical medicine and surgery. Elsevier. St. Louis, Missouri. 298-322.
9. Jiménez, J.E. (1996) The extirpation and current status of wild chinchillas *Chinchilla lanigera* and *C. brevicaudata*. Biol. Conserv., 77, 1-6. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)00116-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)00116-6)
10. Parker, W.D. (1975) Modern chinchilla farming. Borden Publishing Co., Alhambra, California.

11. Dzierżanowska-Góryń, D.; Kaleta, T.; Kowalczyk, M. (2005) The behaviour and an activity of chinchilla (*Chinchilla lanigera*) kept under laboratory conditions. In XIIth International Congress in Animal Hygiene (ISAH), Warszawa, Poland, Warsaw Agricultural University. [https://www.isah-soc.org/userfiles/downloads/proceedings/2005/sections/109\\_vol\\_2.pdf](https://www.isah-soc.org/userfiles/downloads/proceedings/2005/sections/109_vol_2.pdf)
12. Łapiński, S.; Niedbała, P.; Markowska, K.; Rutkowska, A.; Lis, M.W. (2023) The effects of age, size, and cage complexity on the behaviour of farmed female chinchillas (*Chinchilla lanigera*). *Sci. Rep.*, 13, 6108. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32516-5>
13. CoE. (1999) Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals Kept for Farming Purposes (T-AP). Recommendation Concerning Fur Animals, Adopted by the Standing Committee on 22 June 1999. [https://www.coe.int/t/e/legal\\_affairs/legal\\_co-operation/biological\\_safety\\_and\\_use\\_of\\_animals/farming/rec%20fur%20animals%20e%201999.asp](https://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_co-operation/biological_safety_and_use_of_animals/farming/rec%20fur%20animals%20e%201999.asp)
14. Barabasz B., Łapiński S. (2008) Growth rate of sucking chinchilla pups and lactating performance of their dams. *Animal Science Papers and Reports*, 3, 227-234.
15. Łapiński, S.; Lis, M.W.; Wójcik, A.; Migdał, Ł.; Guja, I. (2014) Analysis of factors increasing the probability of fur chewing in chinchilla (*Chinchilla lanigera*) raised under farm conditions. *Ann. Anim. Sci.*, 14, 189–195. <https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0067>
16. Łapiński, S.; Orel, J.; Niedbała, P.; Kucharska, W.; Jakubowska, M.; Lisowska-Lis, A.; Tombariewicz, B.; Lis, M.W. (2020) Infrared Thermography as an Indicator of Heat Loss in Fur-Chewing Chinchillas (*Chinchilla lanigera*). *J. Appl. Anim. Welf. Sci.*, 23, 338-347. <https://doi.org/10.1080/10888705.2019.1614924>
17. Sulik M., Seremak B., Bielińska A., Mieleńczuk G. (2001) Intensywność użytkowania rozplodowego samic szynszyli w wybranej fermie na Pomorzu Zachodnim. *Zeszyty Naukowe Polskie Towarzystwo Zootechniczne Warszawa*, 58, 73-78.
18. Barabasz B. (2008) Szynszyle Chów fermowy. PWRiL, Warszawa.
19. Sulik M., Felska L. (2000) Analiza wad skór szynszylowych. *Zeszyty Naukowe Polskie Towarzystwo Zootechniczne Warszawa*, 53, 205-214.
20. KCHZ. (2012) Wzorzec oceny fenotypu szynszyli. *Krajowe Centrum Hodowli Zwierząt, Warszawa*.
21. Jarosz S., Rżewska E. (1996) Szynszyle, chów i hodowla. *Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa*.
22. Nowak M. (1995) Jak urządzić fermę szynszyli. *Biuletyn Informacyjny dla Hodowców Szynszyli*, 1.
23. Hoefler H.L. (1994) Chinchillas. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 24, 103-111. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(94\)50005-6](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(94)50005-6)



24. Felska L. (1999) Warunki zoohigieniczne na fermie szynszyli. Przegląd Hodowlany, 7, 24-26.

25. Neira N.R., Garcia F.X., Scheu R. (1989) Analisis descriptivo del comportamiento reproductivo y de crecimiento de chinchillas (*Chinchilla laniger* Grey) en confinamiento. Avances en Produccion Animal, 14, 109-119.

УДК 636.932.4.083.312.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.31-41>

## ВПЛИВ ЗООГІГІЄНИЧНИХ УМОВ НА ПЛОДЮЧІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ХУТРА ФЕРМЕРСЬКИХ ШИНСИЛ

Tombarkiewicz B.,

Łapiński S.\*

*Університет сільського господарства, факультет зоотехніки, кафедра зоології та захисту тварин, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Краків, Польща*

*\*Автор для кореспонденції: [stanislaw.lapinski@urk.edu.pl](mailto:stanislaw.lapinski@urk.edu.pl)*

*Метою цього дослідження було дослідити вплив зоогігієнічних умов на окремі продуктивні показники шиншил, включаючи плодючість та якість хутра. Дослідження проводили на фермі шиншил у Мисленіце (Польща), аналізуючи дві житлові одиниці (кімнату А та кімнату Б) протягом двох періодів: зими та весни. Вимірювали температуру, вологість, рух повітря, концентрацію газу та освітлення в клітках, розташованих на різних рівнях. Результати показують, що температура і вологість були критичними факторами, що впливають на продуктивність і якість хутра. Взимку спостерігалася нижча плодючість і нижча якість хутра, особливо в більш холодному житловому приміщенні В, де середня температура становила 17°C. Рівень вологості взимку також був низьким (19–37%), що негативно впливало на здоров'я та якість хутра. Весняні умови були більш сприятливими, з вищими температурами (18,6°C у житловому приміщенні А) та рівнями вологості, що призвело до покращення показників продуктивності. Освітлення, особливо на верхніх рівнях клітки, також позитивно вплинуло на плодючість. Вища інтенсивність світла в житловій одиниці А сприяла кращим репродуктивним результатам. Таким чином, оптимізація мікроклімату у фермерських приміщеннях, особливо щодо температури, вологості та освітлення, має вирішальне значення для підвищення ефективності виробництва на фермах шиншил.*

**Ключові слова:** шиншили, зоогігієнічні умови, мікроклімат, плодючість, хутро, якість

УДК 636.934

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.42-52>

**МІНЛИВОСТЬ ТА ХАРАКТЕР УСПАДКОВУВАНOSTI  
СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТИВНОСТІ  
САМЦІВ ТА САМОК НОРОК В РЯДІ ПОКОЛІНЬ ПРИ  
ЗАСТОСУВАННІ СХРЕЩУВАННЯ**

Башенко М.І., академік, доктор с.-г. наук,

Гавриш О.М., с.н.с., кандидат с.-г. наук,

Яремич Н.В., кандидат с.-г. наук,

Невесенко А.В., кандидат екон. наук

*Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН України, м. Черкаси*[bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

*За результатами ретроспективного аналізу електронних баз даних показників продуктивності норок коричневого типу забарвлення звірогосподарства Черкаської облспоживспілки (2008-2014 рр., n=17400 гол.) досліджено рівень мінливості та характер успадкованості селекційно-генетичних показників продуктивності популяції помісних норок отриманих шляхом прилиття крові норок скандинавської селекції з вітчизняним типом норок стандартного коричневого типу. Встановлено, що за досліджуваний період в популяції норок спостерігалось покращення селекційно-генетичних ознак від першої до n'ятої генерації тварин. Середнє значення показника довжини норок вихідного покоління перебувало в межах 44,73 см, відповідний показник для тіла нащадків F<sub>4</sub> був вищим на 1,16 см, а в наступному поколінні ми спостерігали різке зниження значень даного показнику на 2,0 см. При дослідженні якості опушення та інтенсивності забарвлення помісних самок норок в ряді поколінь відмічена низька мінливість даних ознак (C.V. = 0,63-1,50%). При дослідженні показнику розміру білої плями на хутрі помісних самок норок встановлено, що даний показник у звірів досліджуваної популяції мав невисокий рівень варіювання і знаходився в межах 6,80-16,20 %, з крайніми значеннями оцінки ознаки 3 бали. Мінімальним середнім значенням оцінки за розміром білої плями на хутрі – 4,18 балів відзначались звірі вихідного покоління. У нащадків спостерігалась тенденція до підвищення якості хутра за даною ознакою з максимальними її значеннями в 2011 та 2014 роках – 4,90-4,82 балів відповідно. Починаючи з 2011 року на тілі більшості самок (68,6–90,0 %), які в подальшому були відібрані для відтворення, не спостерігалось білої плями. Реалізація репродуктивної функції самок норок у великій мірі залежить від факторів навколишнього середовища. За цією господарсько-корисною ознакою спостерігались досить високі значення коефіцієнта*

варіації в межах від 42,24-52,18 %, що є наслідком широкого ліміту кількості щенят в приплоді (1-16 голів). Таким чином можна зробити припущення, що потенціал відтворювальної здатності самок норок реалізується на фоні впливу не лише генетичного, а й паратипового факторів, що мало відображення на показнику плідності тварин.

**Ключові слова:** американська норка, генотип, схрещування, продуктивність, успадкованість, кореляція.

**Актуальність.** Сучасний етап селекційної роботи з популяціями сільськогосподарських тварин неможливий без детального аналізу рівня мінливості та особливостей успадкованості селекційно-генетичних ознак. У дослідженнях, присвячених розведенню та селекції американської норки, як вітчизняні, так і закордонні вчені дійшли висновку, що господарсько-корисні ознаки характеризуються різними рівнями мінливості та особливостями успадкованості [1, 2, 9]. Відомо, що максимальну мінливість в популяціях вітчизняних типів норок коричневого, чорного та блакитного типів забарвлення, відмічалось за показниками відтворювальної здатності, оскільки саме цей показник найбільше піддається впливу паратипових факторів (рівня вгодованості самок на момент розмноження, техніки проведення гону, макрокліматичних показників навколишнього середовища, тощо) [1]. Встановлений коефіцієнт варіації по досліджуванім групам знаходився в межах 21-33 %, а коефіцієнту успадкованості ознаки – 0,20-0,24. За показником довжини тіла мінливість ознаки була низькою і становила лише 1,14-2,95 %, при значенні коефіцієнту успадкованості 0,19-0,64, подібні низькі значення коефіцієнтів встановлені і за рештою ознаками (якість хутра, загальне забарвлення тощо), що є свідченням ефективності проведеної селекційної роботи з поголів'ям [1].

Водночас, використання методу ввідного схрещування для створення популяцій норок, що тривалий час вирощуються у вітчизняних господарствах з використанням генотипів скандинавської селекції потребує ретельного вивчення, оскільки отримані гібриди поєднують ознаки обох вихідних генотипів. Це підкреслює важливість подальших досліджень та розробки ефективної системи відбору самців і самок для формування високопродуктивного племінного ядра [6-8, 11, 12]. Важливим є також вивчення селекційно-генетичного потенціалу отриманої популяції тварин. Сучасна племінна робота у вітчизняних звірогосподарствах базується на таких ефективних методах, як оцінка тварин за якістю потомства, розведення за лініями та родинами. Однак визначення племінної цінності тварин здійснюється переважно за фенотипом під час бонітування. Класність визначають на основі оцінки породності, рівня розвитку (живої маси і будови тіла), якості волосяного покриву та відтворної здатності [9-15].

Дослідження мінливості та успадкованості селекційно-генетичних ознак у популяціях норок є важливим етапом у вдосконаленні методів розведення. Аналіз цих характеристик у самців і самок норок протягом кількох поколінь дозволяє оцінити ефективність схрещування, визначити рівень впливу генетичних і середовищних факторів, а також сформулювати стратегії для покращення продуктивності племінного поголів'я [13, 14].

**Мета роботи** – дослідити рівень мінливості та характер успадкованості селекційно-генетичних показників продуктивності норок в ряді поколінь при застосуванні методу ввідного схрещування з використанням генотипів скандинавської селекції

**Матеріали та методи.** Дослідження рівня мінливості та характеру успадкованості селекційно-генетичних показників продуктивності помісних норок в ряді поколінь проводилося з використанням ретроспективного аналізу електронних баз даних показників продуктивності норок коричневого типу забарвлення звірогосподарства Черкаської облспоживспілки отриманих з використанням методу ввідного схрещування генотипів скандинавської селекції. Електронна база даних містить інформацію про показники продуктивності створених популяцій норок ( $n=17400$  гол.) за період з 2008-2014 рр. Починаючи з 2012 року було проведено схрещення вихідного поголів'я тварин з самцями коричневого типу скандинавської селекції. Продуктивність норок вивчалася за показниками плодючості тварин (Пл), якісними показниками хутра (ЯХ), якість забарвлення (ЯЗ), розміром тіла (РТ) додаткових селекційних ознак (розмір білої плями на хутрі (РП) ). Якісні характеристики хутра досліджувалися шляхом проведення бонітування тварин в період повного дозрівання хутра згідно Інструкції з бонітування хутрових звірів [5].

Успадкованість селекційних ознак нащадками визначалася за формулою:

$$h^2 = \frac{\sigma_H^2}{\sigma_P^2} \quad (1),$$

де,  $\sigma_H^2$  – генотипічна варіанса;  $\sigma_P^2$  – фенотипічна варіанта [3].

Розрахунки виконувалися за допомогою статистичного системного аналізу програмного пакету «STATISTICA 13.1» [4].

**Результати досліджень.** Результати вивчення показнику довжини тіла помісних самок норок в ряді поколінь наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Показники продуктивності помісних самок норок різних генерацій

Рік, генерація	N	Селекційна ознака	M±S.E.	Lim	Std. Dev.	C.V., %
2008 (вихідне поголів'я)	3578	РТ	44,73±0,05***	42-48	0,77	2,04
		ЯХ	5±0,01	4-5	0,05	1,00
		ЯЗ	5±0,01	4-5	0,07	1,50
		РП	4,18±0,01***	3-5	0,68	16,20
		Пл.	6,20±0,04	1-14	2,74	44,25
2009 (F <sub>1</sub> )	2930	РТ	45,58±0,02***	44-48	1,15	1,27
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,34±0,02***	3-5	0,98	22,71
		Пл.	6,21±0,05	1-16	2,62	42,24
2010 (F <sub>2</sub> )	1655	РТ	45,48±0,05***	44-48	0,59	1,30
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,43±0,01***	3-5	0,58	13,35
		Пл.	5,56±0,07***	1-15	2,88	51,82
2011 (F <sub>3</sub> )	1659	РТ	45,77±0,01	44-46	0,35	0,98
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,90±0,01	3-5	0,33	6,80
		Пл.	5,82±0,06**	1-13	2,75	47,23
2012 (F <sub>4</sub> )	1005	РТ	45,89±0,07	44-47	0,45	0,71
		ЯХ	5,00±0,01	4-5	0,03	0,63
		ЯЗ	5	5	-	-
		РП	4,67±0,01***	3-5	0,51	10,87
		Пл.	5,73±0,01***	1-15	3,01	45,65
2013 (F <sub>5</sub> )	1346	РТ	43,89±0,02***	44-47	0,33	0,68
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,74±0,03	3-5	0,50	10,67
		Пл.	6,23±0,14	1-13	2,65	42,50
2014 (F <sub>6</sub> )	2505	РТ	43,83±0,01***	44-47	0,70	0,86
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,82±0,02**	3-5	0,43	8,94
		Пл.	5,92±0,06*	1-14	3,09	52,18

Примітка\* -  $P > 0,95$ ; \*\* -  $P > 0,99$ ; \*\*\* -  $P > 0,999$ , відносно мінімального середнього значення ознаки.

Аналізуючи отримані дані, можна відмітити тенденцію до збільшення розміру тіла самок з 2008 до 2012 р. включно. Саме в 2012 році в господарстві проведено часткову заміну поголів'я тварин, шляхом завезення самців коричневого типу скандинавської селекції, що позначилося на результатах

продуктивності норок в подальшому. Середнє значення показника довжини норок вихідного покоління перебувало в межах 44,73 см, відповідний показник для тіла нащадків F<sub>4</sub> був вищим на 1,16 см, а в наступному поколінні ми спостерігали різке зниження значень даного показника на 2,0 см. В 2014 р. не спостерігалось значних змін, і середнє значення показника становило 43,83 см. Різниця при порівнянні середніх значень довжини тіла норок у розрізі досліджуваних поколінь виявилася високовірогідною між отриманими показниками вихідного покоління та нащадків всіх поколінь ( $P > 0,999$ ). Встановлений показник варіювання розміру тіла був незначним і знаходився в межах 0,68–2,04 %.

Також відзначено звуження ліміту досліджуваної ознаки з роками. Аналіз розподілу самок норок за показником розміру тіла виявлено, що у вихідному поголів'ї переважали звірі, довжина тіла яких складала 45–46 см (89,66 %), проте в порівнянні з рештою поколінь вони мали найбільший розмах даного показника – 6 см. Поголів'я дочок, отриманих від цих самок, характеризувалось меншим розмахом показника довжини тіла (лише 4 см), а відтак відносно вузьким лімітом цього значення. А починаючи вже з третього покоління нащадків ліміт звузився до 3 см. Переважна частка самок норок наступних поколінь (78,96 – 90,90 %) мала довжину тіла 46 см.

При дослідженні якості опушення та інтенсивності забарвлення помісних самок норок в ряді поколінь відмічена низька мінливість даних ознак ( $C.V. = 0,63-1,50\%$ ). При комплексній оцінці під час проведення бонітування дані звірі отримали максимальні оцінки (4-5 балів) та були віднесені до I класу.

Наявність білої плями на хутрі оцінюється як додаткова ознака при бонітуванні, проте її розмір значною мірою впливає на клас звірів та сорт отриманої від них шкурки. При дослідженні показнику розміру білої плями на хутрі помісних самок норок встановлено, що даний показник у звірів досліджуваної популяції мав невисокий рівень варіювання і знаходився в межах 6,8-16,2 %, з крайніми значеннями оцінки ознаки 3 бали. Мінімальним середнім значенням оцінки за розміром білої плями на хутрі – 4,18 балів відзначались звірі вихідного покоління. У нащадків спостерігалась тенденція до підвищення якості хутра за даною ознакою з максимальними її значеннями в 2011 та 2014 роках – 4,90-4,82 балів відповідно. Починаючи з 2011 року на тілі більшості самок (68,6–90,0 %), які в подальшому були відібрані для відтворення, не спостерігалось білої плями.

Реалізація репродуктивної функції самок норок у великій мірі залежить від факторів навколишнього середовища. Значна мінливість показників плодючості в більшій мірі зумовлена такими паратиповими факторами: як умови годівлі та утримання, технологічні параметри сезону парування, віковою структурою стада та епізоотичний стан господарства в цілому.

Дослідження рівня плодючості самок норок різних поколінь свідчить про мінливість цього показника з роками. Показник плідності самок вихідного поголів'я та їх дочок знаходився майже на одному рівні і в середньому становив 6,20 щенят на самку. Результати щеніння самок подальших трьох поколінь ( $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ) виявилися вірогідно нижчими на 0,4-0,6 гол. ( $P>0,999$ ). У самок п'ятого покоління зафіксовано максимальне значення досліджуваного показнику – 6,23 щенят, а на наступний рік рівень плідності знизився на 0,31 гол. За даною господарсько-корисною ознакою спостерігались досить високі значення коефіцієнта варіації в межах від 42,2-52,2 %, що є наслідком широкого ліміту кількості щенят в приплоді (1-16 голів).

Результати вивчення тілобудови та якісних показників хутра самців наведені в таблиці 2. В розрізі досліджуваних поколінь також спостерігалася низька мінливість за показником довжини тіла ( $C.V, \% = 0,47-1,50$ ). Дане явище є наслідком належно проведеної селекції роботи під час підбору пар напередодні сезону парування.

Максимальні середні значення довжини тіла зареєстровані у самців третього покоління – 54,3 см, що на 0,6 см більше в порівнянні з самцями батьківського покоління ( $P>0,999$ ). Наведені дані засвідчують, що починаючи з 2011 р. більшість самців (71-93 %) характеризувались досить крупними розмірами 54 см. Найбільш консолідоване поголів'я самців відмічено у 2013 р., розмах за даною ознакою склав лише 1 см.

За показниками якості хутра та інтенсивності забарвлення плідники всіх поколінь при проведенні бонітування отримували максимальні бали та були віднесені до I класу.

При оцінці помісних самців норок, за розміром білої плями на тілі встановлено, що середній бал за даним показником в розрізі досліджуваних поколінь знаходився в межах 4,26-4,72 та мав не значне варіювання ( $C.V. = 7,1-13,1$  %). Більшість звірів, згідно даних бонітування, мали пляму на губі або ж окремі пучки білого волосся на череві. Найвищий середній бал зареєстровано у самців покоління  $F_6$  – 4,72 бали.

Ведення селекційно-плеємної роботи на сучасному етапі становлення зоотехнічної науки неможливе без встановлення залежності між селекційними ознаками та характеру їх успадкованості. З метою з'ясування залежності між показниками продуктивності батьків та дочок нами проведено кореляційний аналіз, результати якого висвітлені в таблиці 3.

Таблиця 2. Показники продуктивності помісних самців норок різних генерацій

Рік, генерація	N	Селекційна ознака	M±S.E.	Lim	Std.Dev.	C.V.,%
2008 (вихідне поголів'я)	56 4	РТ	53,68±0,02***	50-55	0,81	1,50
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,26±0,02	3-5	0,56	13,08
2009 (F <sub>1</sub> )	52 8	РТ	54,05±0,01***	52-55	1,26	1,25
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5,00±0,01	3-5	0,06	1,27
		РП	4,38±0,01	3-5	0,55	12,63
2010 (F <sub>2</sub> )	33 9	РТ	53,54±0,01***	52-55	0,64	1,20
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,33±0,01	3-5	0,54	12,53
2011 (F <sub>3</sub> )	31 0	РТ	54,26±0,01	53-55	0,47	0,87
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,90±0,01	3-5	0,35	7,09
2012 (F <sub>4</sub> )	17 9	РТ	53,99±0,01***	53-55	0,36	0,66
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,52±0,02	3-5	0,53	11,71
2013 (F <sub>5</sub> )	25 9	РТ	53,93±0,03***	53-54	0,25	0,47
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,99±0,01	4-5	0,07	1,52
2014 (F <sub>6</sub> )	54 3	РТ	53,97±0,05***	53-55	0,30	0,55
		ЯХ	5	-	-	-
		ЯЗ	5	-	-	-
		РП	4,72±0,01	3-5	0,49	10,45

Примітка: \*\*\* -  $P > 0,999$ .

Проведеним кореляційним аналізом встановлено низькі та невірні коефіцієнти успадкування селекційно-генетичних ознак як за схемою мати-дочка так і схемою батько-дочка ( $r = -0,01 \dots 0,03$ ), що свідчить про відносно низьку мінливість за рядом ознак та впливом паратипових факторів (відтворювальна здатність). Відтак, низькими виявилися і коефіцієнти успадкованості селекційно-генетичних параметрів створеної популяції  $h^2 = 0,06-0,14$ .



**Таблиця 3. Кореляції та характер успадкованості між селекційно-генетичними ознаками норок досліджуваної популяції**

Корелюючі ознаки	r (X, Y)	S.E.	t	p	h <sup>2</sup>	S.E.
«батько-дочка»						
Розмір тіла	-0,01	0,05	-0,22	0,825	-0,02	0,11
Розмір білої плями	-0,04	0,06	-0,77	0,442	-0,08	0,12
Плідність	-0,02	0,06	-0,30	0,766	-0,03	0,11
«мати-дочка»						
Розмір тіла	0,03	0,04	0,72	0,754	0,06	0,13
Розмір білої плями	-0,07	0,45	-1,2	0,22	-0,14	0,89
Плідність	0,01	0,39	0,06	0,96	0,02	0,77

**Висновок.** За досліджуваній період на досліджуваній популяції норок коричневого типу забарвлення спостерігалось покращення селекційно-генетичних ознак до 2012 року. В наступні роки, після проведення прилиття крові самцями скандинавської селекції відмічено незначне зниження показнику розміру тіла як по групі самок так і самців в наступних поколіннях, що вимагає проведення ретельного відбору та оцінки плідників для подальшого розмноження. Потенціал відтворювальної здатності самок норок реалізувався на фоні впливу не лише генетичного, а й паратипового факторів, що мало відображення на показнику плідності тварин.

### Література

1. Гавриш О. Роль селекційно-генетичних факторів у формуванні продуктивності норок різних типів: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.02.01. Чубинське, 2011. 20 с.
2. Гончар О. Ф., Гавриш О. Відтворювальна здатність норок. Чернобай : Чернобайв. комун. полігр. підприємство, 2010. 264 с.
3. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / ред.: І. Ібатуллін, О. Жукорський. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.
4. Петровська І., Салига Ю., Вудмаска І. Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ, 2022. 172 с.
5. Інструкція з бонітування норок, лисиць, песців, тхорів, єнотовидних собак, нутрій з кліткового розведення. Інструкція з бонітування кролів. Інструкція з ведення племінного обліку у звірівництві та кролівництві. К.: Бланк–Сервіс: 2003. 87 с.
6. Einarsson E. J. Heritability for litter size in mink, with special reference to methods of estimation and influence of maternal effects. *Acta Agric. Scand.* 1995. No. 31. P. 219–224.

7. Filistowicz A., Żuk B. Application of breeding programs in furry animal breeding in Poland. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.* 1995. No. 21. P. 55–68.
8. Henderson C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics.* 1975. V. 31. P. 423–447.
9. Lagerkvist G., Johansson K., Lundeheim N. Selection for litter size, body weight, and pelt quality in mink (*Mustela vison*): experimental design and direct response of each trait. *J. of Anim. Sci.* 1993. No. 71. P. 3261–3272.
10. Lagerkvist G., Johansson K., Lundeheim N. Selection for litter size, body weight, and pelt quality in mink (*Mustela vison*): correlated responses. *J. of Anim. Sci.* 1994. No. 72. P. 1126–1137.
11. Maciejowski J., Jeżewska G. Genetic predispositions of reproduction traits in furcovered animals. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.* 1993. - No. 12. - P. 5–12.
12. Maciejowski J. The heritability of the standard mink. *Prace Materiały zootechn.* 1980. No 21. P. 67-75.
13. Rozempolska-Rucińska I. Genetic background of performance and functional traits in mink. *EJPAU* 7. 2004. Vol. 2. P. 2-4.
14. Ślaska B., Rozempolska-Rucińska I., Jeżewska-Witkowska G. Variation in some reproductive traits of mink (*Neovison vison*) according to their coat colour. *Ann. Anim. Sci.* 2011. Vol. 9 (3). P. 287–297.
15. Socha S. Markiewicz D., Wojewódzka A. Fecundity of minks (*Mustela vison* Sch.) of various colour types. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.* 2003. No 68. P. 79–86.

### References

1. Havrysh O. Rol selektsiino-henetychnykh faktoriv u formuvanni produktyvnosti norok riznykh typiv : avtoref. dys. kand. s.-h. nauk : 06.02.01. Chubynske, 2011. 20 s.
2. Honchar O. F., Havrysh O. Vidtvoriuvalna zdatnist norok. Chornobai : Chornobaiv. komun. polih. pidpriemstvo, 2010. 264 s.
3. Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi / red.: I. Ibatullin, O. Zhukorskyi. Kyiv : Ahrarna nauka, 2017. 328 s.
4. Petrovska I., Salyha Yu., Vudmaska I. Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: navchalno-metodychni posibnyk. Kyiv, 2022. 172 s.
5. Instruksiiia z bonituvannia norok, lisyts, pestsiv, tkhoriv, yentovydynykh sobak, nutrii z klytkovoho rozvedennia. Instruksiiia z bonituvannia kroliv. Instruksiiia z vedennia plemynnoho obliku u zvirivnytstvi ta krolivnytstvi. K.: Blank–Servis: 2003. 87 s.
6. Einarsson E. J. Heritability for litter size in mink, with special reference to methods of estimation and influence of maternal effects. *Acta Agric. Scand.* 1995. No. 31. P. 219–224.

7. Filistowicz A., Żuk B. Application of breeding programs in furry animal breeding in Poland. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.* 1995. No. 21. P. 55–68.
8. Henderson C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics.* 1975. V. 31. P. 423–447.
9. Lagerkvist G., Johansson K., Lundeheim N. Selection for litter size, body weight, and pelt quality in mink (*Mustela vison*): experimental design and direct response of each trait. *J. of Anim. Sci.* 1993. No. 71. P. 3261–3272.
10. Lagerkvist G., Johansson K., Lundeheim N. Selection for litter size, body weight, and pelt quality in mink (*Mustela vison*): correlated responses. *J. of Anim. Sci.* 1994. No. 72. P. 1126–1137.
11. Maciejowski J., Jeżewska G. Genetic predispositions of reproduction traits in furcovered animals. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.* 1993. - No. 12. - P. 5–12.
12. Maciejowski J. The heritability of the standard mink. *Prace Materiały zootechn.* 1980. No 21. P. 67-75.
13. Rozempolska-Rucińska I. Genetic background of performance and functional traits in mink. *EJPAU* 7. 2004. Vol. 2. P. 2-4.
14. Ślaska B., Rozempolska-Rucińska I., Jeżewska-Witkowska G. Variation in some reproductive traits of mink (*Neovison vison*) according to their coat colour. *Ann. Anim. Sci.* 2011. Vol. 9 (3). P. 287–297.
15. Socha S. Markiewicz D., Wojewódzka A. Fecundity of minks (*Mustela vison* Sch.) of various colour types. *Zesz. Nauk. Prz. Hod.* 2003. No 68. P. 79–86.

**UDC 636.934**

**DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.42-52>**

**VARIABILITY AND NATURE OF HERITABILITY OF BREEDING AND  
GENETIC PARAMETERS OF MINK MALES AND FEMALES  
PRODUCTIVITY IN A NUMBER OF GENERATIONS WHEN USING  
CROSSBREEDING**

Bashchenko M.I.,  
Havrysh O.M.,  
Yaremych N.V.,  
Nevesenko A.V.

Cherkassy experimental station bioresources Academy of agricultural sciences of  
Ukraine, [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

*According to the results of retrospective analysis of electronic databases of productivity indicators of brown minks of Cherkasy regional consumer union (2008-2014, n = 17400 heads), the level of variability and the nature of heredity of breeding and genetic indicators of productivity of populations of domestic minks obtained by crossbreeding of Scandinavian minks with domestic mink of standard brown type*

*were studied. It was established that during the study period, the improvement of breeding and genetic traits from the first to the fifth generation of animals was observed in the studied population of minks. The average value of the length of the mink of the initial generation was within 44.73 cm; the corresponding value for the body of the F4 offspring was 1.16 cm higher, and in the next generation we observed a sharp decrease in the value of this indicator by 2.0 cm. In the study of the quality of pubescence and color intensity of mink females in a number of generations, low variability of these traits was noted (C.V. = 0.63-1.50%). When studying the size of the white spot on the fur of mink females, it was found that this indicator in the animals of the studied population had a low level of variation and was in the range of 6.80-16.20 %, with extreme values of the trait score of 3 points. The minimum average value of the assessment of the size of a white spot on the fur - 4.18 points - was observed in the animals of the original generation. In the offspring, there was a tendency to improve the quality of fur for this trait with its maximum values in 2011 and 2014 - 4.90-4.82 points, respectively. Since 2011, the majority of females (68.6-90.0%), which were subsequently selected for reproduction, did not have white spots on their bodies. The reproductive function of mink females is highly dependent on environmental factors. Rather high values of the coefficient of variation were observed for this economically useful trait, ranging from 42.24-52.18 %, which is a consequence of the wide limit of the number of pups in a litter (1-16 heads). Thus, it can be assumed that the reproductive potential of female minks is realized against the background of the influence of not only genetic but also paratypic factors, which is reflected in the fertility rate of animals.*

**Keywords:** *american mink, genotype, crossbreeding, productivity, heritability, correlation.*

УДК 636.92.085.15

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.53-68>

## ВПЛИВ ГОДІВЛІ ПОВНОРАЦІОННИМ КОМБІКОРМОМ, ЗБАЛАНСОВАНИМ ЗА СТРУКТУРОВАНОЮ КЛІТКОВИНОЮ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ МОЛОДНЯКУ КРОЛІВ

Гончар О.Ф., с.н.с. кандидат с-г наук,

Бойко О.В., с.н.с. кандидат с-г наук,

Мезенцева Л.М., кандидат біологічних наук,

Михно В.В., кандидат с-г наук,

Бащенко В.М., кандидат с-г наук.

*Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна*  
[of.gonchar@gmail.com](mailto:of.gonchar@gmail.com) [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

*Розроблено рецепт повнораціонного комбікорму збалансованого за структурованою клітковиною для годівлі молодняку кролів. Використання такого комбікорму, розробленого з незначними відхиленнями від міжнародних норм за окремими складовими чинниками структурованої клітковини, дозволяє виключити з рецепту соєву макуху, що в свою чергу сприяє підвищенню ефективності виробництва м'яса.*

*Результати досліджень засвідчили, що фактична поживність комбікорму за вищезазначеними показниками мало відрізнялася від розрахункової за виключенням вмісту сирової клітковини. У перерахунку на 90% сухої речовини для дослідної групи була вищою на 4,74% від розрахункової.*

*Встановлено, що різниця між групами аналогів за цим показником статистично не вірогідна. Абсолютний приріст живої маси склав 771,9 г у дослідній групі і фактично не відрізнявся за цим показником від кролів контрольної групи – 768,8 г. Аналогічна тенденція спостерігалась і за відносним приростом – відповідно 51,1% та 50,8%. За весь період досліджень середньодобовий приріст живої маси тварин дослідної групи рівнявся 22,7 г, а контрольної – 22,6 г, тобто був фактично на одному рівні. Збереженість поголів'я молодняку в обох групах склала 100%. Таким чином, тварини обох груп майже не відрізнялися за вищезазначеними показниками (різниця між групами невірогідна).*

*При визначенні витрат кормів було встановлено, що всього за період досліду в розрахунку на 1 гол. було згодовано 5,74 кг комбікорму в дослідній групі і 5,80 кг – у контрольній (різниця 1,03%), середньодобове споживання - відповідно 168,9 г і 170,5 г (різниця 0,94%). Затрати корму на 1 кг приросту живої маси молодняку рівнялись: у дослідній групі – 7,44 кг і в контрольній – 7,54 кг, тобто були меншими в 2-групі на 0,10 кг або на 1,33%.*

*Передзабійна жива маса 1 гол. в дослідній групі рівнялася 2499,0 г, а в контрольній – 2497,5 г (різниця 0,06%), забійна маса туші – відповідно 1428,3 г і 1427,0 г (різниця 0,09%), забійний вихід туші – 57,18% і 57,13% (різниця 0,05%), а також довжина туші – 27,4 см і 27,3 см (різниця 0,37%). Різниця між групами за всіма вищезазначеними показниками – статистично невірогідна.*

*Не виявлено суттєвої вірогідної різниці між групами аналогів і при зважуванні внутрішніх органів. Так, зокрема, маса печінки в дослідній групі становила 57,0 г, в контрольній – 57,3 г (різниця 0,52%), нирок – відповідно 15,5 г і 15,8 г (різниця 1,90%), серця – 6,3 г і 6,5 г (різниця 3,08%), легень – 13,0 г і 13,3 г (різниця 2,26%), а також загальна маса шкурки 371,3 г і 371,8 г (різниця 0,13%).*

*Встановлено, що використання повнораціонного гранульованого комбікорму для годівлі молодняку кролів, розробленого за міжнародними нормами з незначними відхиленнями за окремими складовими чинниками структурованої клітковини (вищий вміст крохмалю на 0,88% та на 0,04 нижче співвідношення лігніну до целюлози), дозволяє виключити з рецепту соєву макуху, а це, в свою чергу, сприяє зниженню вартості корму в загальних витратах на виробництво м'яса.*

**Ключові слова:** *кролі, структурна клітковина, амінокислоти, комбікорм, приріст, поживність, раціон.*

**Актуальність.** Сухий тип годівлі кролів повнораціонним гранульованим комбікормом має істотні переваги над традиційним комбінованим [3-4, 15-16]. Свідченням цьому є наукові дослідження: ще в 50-х роках минулого століття І.С. Кучеровим у дослідах на кролях були підтверджені спостереження В.І. Федорова про те, що ріст молодняку проходить з періодично змінною інтенсивністю – ритмічно з довжиною хвилі 7 - 15 днів, а в середньому – 12 днів [9]. У зв'язку з цим, одним з перспективних напрямів розвитку кролівництва в Україні є наукове обґрунтування щодо застосування у кролівництві сучасних методів годівлі, зокрема, сухого типу [5-6].

В багатьох випадках при використанні комбікорму застосовують нормування рецептури з відповідним маркуванням, яке передбачає врахування із вуглеводів лише вмісту сирової клітковини [16, 18]. Дослідженням впливу рівня клітковини на продуктивність кролів присвячено не мало експериментів як вітчизняних, так і зарубіжних учених [1, 13, 17, 19-22, 26, 27]. Адже серед вуглеводів клітковина відіграє найбільшу роль, так як значно гірше перетравлюється й використовується цими тваринами при порівнянні з цукром і крохмалем; важливе значення має її вміст у кормі в регулюванні процесів травлення, а також у бактеріальному синтезі [1]. У кролів перетравлення

клітковини відбувається в сліпій кишці, де вона становиться основним джерелом енергії для мікроорганізмів [22].

На початку 2000-х років у світі науковцями були розроблені норми годівлі кролів, схвалені VIII Міжнародним конгресом з кролівництва (2004 р.), що передбачають нормування й за вмістом структурованої клітковини [2, 20-21].

У вітчизняній практиці одними з перших науковців, що займалися дослідженнями впливу раціонів з різним рівнем та структурою клітковини на продуктивні якості кролів, стали Н.П. Платонова, Г.П. Петров та Г.А. Коцюбенко; отримані дані засвідчили про перспективні можливості підвищення ефективності виробництва кролятини за рахунок оптимізації раціонів за вмістом структурованої клітковини [13]. Аналогічні позитивні результати досліджень були одержані ще й раніше рядом зарубіжних учених [19, 21-22]. Але використання деяких кормових інгредієнтів не є дешевими й традиційними кормами в Україні. Разом з тим, відсутня й чітка схема розроблення таких рецептів, а наявна вітчизняна наукова база – не достатня й перебуває на перших етапах формування.

У зв'язку з цим, робота була направлена на визначення продуктивної дії повнораціонного комбікорму, оптимізованого за міжнародними нормами й збалансованого за структурованою клітковиною, на інтенсивність росту молодняку кролів в умовах використання кормової бази Центрального Придніпров'я.

Використання комбікорму, розробленого з незначними відхиленнями від міжнародних норм за окремими складовими чинниками структурованої клітковини, дозволяє виключити з рецепту соєву макуху, що в свою чергу сприяє підвищенню ефективності виробництва м'яса.

**Мета роботи.** Розроблення повнораціонних комбікормів для годівлі молодняку кролів, збалансованих за структурованою клітковиною.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводились на поголів'ї кролів породи полтавське срібло на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН із урахуванням світового досвіду та використанням загальноприйнятих методик. Чітко дотримувались методики проведення досліджень й термінів виконання робіт, а також чинних ДСТУ та інструкції щодо проведення НДР, технологічних регламентів й нормативної документації. Остаточні вимоги уточнювались у процесі роботи [10, 11 . 12].

Під час виконання досліджень застосовувались зоотехнічні методи та технологічні дослідження. Показники господарсько корисних ознак кролів обраховувались за даними первинного зоотехнічного обліку – за загальноприйнятими методами біометричного аналізу [14].

Одержані дані наукових досліджень оброблялись методами статистики за допомогою програмного пакету «Statistic – 6.1» та Excel (Microsoft Office 2007) у середовищі Windows на ПЕОМ за алгоритмами М.А. Плохінського [14].

В основу нормування годівлі кролів взято норми, схвалені VIII Міжнародним конгресом з кролівництва у 2004 р. [2, 20-21]. Поживність готового комбікорму теоретично розраховувалась за допомогою таблиць WUFFDA за використання поживної цінності окремих інгредієнтів розрахунковим методом. Також до сировинної бази внесені показники вмісту окремих мікроелементів та вітамінів, характерні для зони Лісостепу України [7-8]. Вміст окремих амінокислот (лізин, метіонін+цистин, треонін, триптофан і аргінін) коригувався у відповідності з фактичним показником сирого протеїну за допомогою спеціального електронного носія («платиновий диск») фірми «Дегусса» («Евонік») [25]. Рецепт повнораціонного гранульованого комбікорму приведено в таблиці 1.

Таким чином, враховувались показники вмісту перетравної енергії, сирого та перетравного протеїну, сирого жиру й клітковини, амінокислот (лізину, метіоніну+цистину, треоніну, триптофану та аргініну), кальцію, фосфору, натрію, калію, магнію, сірки, лігно-целюлози, лігніну, целюлози, нейтрально-детергентної клітковини, геміцелюлози, крохмало, а також співвідношення перетравного протеїну до обмінної енергії й лігніну до целюлози.

Молодняк кролів утримували в капітальному приміщенні в оцинкованих решітчастих клітках розміром 75 x 34 см (по 3 гол.) із самогодівницею (годовля «досхочу») та ніпельною поїлкою (щільність посадки – 0,85 м<sup>2</sup>/гол.) з урахуванням статі.

Для годівлі дослідних груп аналогів у віці 46-87 діб було розроблено два рецепти повнораціонного гранульованого комбікорму, які фактично наближені за поживністю (табл. 1).

За проведення оцінки відгодівельних якостей молодняка враховувалась зміна живої маси на початку та в кінці досліду шляхом індивідуального зважування, а також з метою прижиттєвої оцінки м'ясності – взятті проміри будови тіла: довжини тулуба й обхвату грудей за лопатками [16]. Схема досліду наведена в таблиці 2.

Для прижиттєвої оцінки м'ясності кролів визначали індекс збитості; для дослідження м'ясної продуктивності у кінці досліду у віці 88 діб проведено контрольний експериментальний забій молодняка кролів (по 2 самиці і 2 самці з живою масою, наближеною до середніх показників у групі).



**Таблиця 1. Рецепти повнораціонального гранульованого комбікорму для годівлі молодяку кролів у віці 46-87 днів, %**

Інгредієнт	Дослідна група	Контрольна група
Сінне борошно люцерни	32,35	32,95
Дерть пшенична	25,34	20,82
Дерть ячмінна	1,85	10,00
Висівки пшеничні	14,37	9,23
Макуха соєва	10,62	
Макуха соняшникова	13,09	24,43
Премікс	1,00	1,00
Вапняк	0,60	0,57
Сіль кухонна	0,49	0,50
Адсорбент мікотоксинів	0,20	0,20
Лізін-хлорид 78%	0,03	0,24
Діакокс	0,06	0,06
Всього	100,00	100,00
В 1 кг комбікорму міститься:		
Суха речовина, %	89,44	89,29
Перетравна енергія, МДж	10,69	10,66
Сирий протеїн, %	17,51	16,37
Перетравний протеїн, %	12,78	11,50
Сирий жир, %	3,88	4,05
Сира клітковина, %	15,45	17,11
Крохмаль, %	19,99	20,88
Нейтрально-детергентна клітковина, %	31,15	32,84
Лігно-целюлоза, %	19,25	21,13
Лігнін, %	5,50	5,54
Целюлоза, %	13,75	15,59
Геміцелюлоза, %	11,90	11,72
Лізін, %	0,80	0,80
Метіонін+цистин, %	0,60	0,60
Треонін, %	0,64	0,58
Триптофан, %	0,24	0,23
Аргінін, %	1,10	1,02
Кальцій, %	0,85	0,85
Фосфор, %	0,60	0,60
Натрій, %	0,22	0,22
Калій, %	1,21	1,11
Магній, %	0,26	0,27
Сірка, %	0,23	0,25
Співвідношення:		
Перетравний протеїн/перетравна енергія	1,20	1,08

Таблиця 2. Схема досліджу

Група	Відгодівельний молодняк	
	Підготовчий період (7 діб)	Основний період (34 доби)
I (контрольна)	Визначення продуктивної дії повнораціонного комбікорму,	Раціон - без ретельного нормування за вмістом структурованої клітковини.
II (дослідна)	збалансованого за структурованою клітковиною, на інтенсивність росту молодняку кролів.	Раціон – з урахуванням ретельного нормування за вмістом структурованої клітковини.

На підставі аналізу проведених досліджень визначено економічно-технологічну ефективність використання розроблених рецептур комбікорму.

**Результати досліджень.** Результати досліджень поживності комбікорму в лабораторії ДП «Черкасистандартметрологія» наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Результати лабораторного дослідження поживності комбікорму в ВЦ ДП «Черкасистандартметрологія», (%)

Показник	Нормативний документ на метод випробувань	Дослідна група	Контрольна група
Вологість	ДСТУ 7621:2014	9,5	9,2
Масова частка сирого протеїну	ДСТУ 7169:2010	17,9	16,0
Масова частка сирого жиру	ГОСТ 13496.15-97	3,6	4,0
Масова частка сирі клітковини	ГОСТ 13496.2-91	20,4	17,2

Зокрема, фактичний вміст сирого протеїну для годівлі дослідної групи становив 17,9% і 16,0% – для контрольної, сирого жиру – відповідно 3,6% і 4,0%, а також сирі клітковини – 20,4% та 17,2%. Вологість – 9,5% для дослідної групи і 9,2% - для контрольної. Результати досліджень засвідчили, що фактична поживність комбікорму за вищезазначеними показниками мало відрізнялася від розрахункової за виключенням умісту сирі клітковини. У перерахунку на 90% сухої речовини для дослідної групи була вищою на 4,74% від розрахункової.

Показники росту й розвитку молодняку кролів (n=25) наведено в табл. 4.

Так, зокрема, на початку досліджу середня жива маса тварин дослідної групи становила 1530,9 г, а контрольної – 1534,6 г (різниця 0,24%), а в кінці досліджу – відповідно 2302,8 г та 2303,4 г (різниця 0,03%).

Таблиця 4. Показники росту й розвитку молодняку кролів (n=25)

Показник	Дослідна група		Контрольна група	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
Середня жива маса 1 гол. на початок досліду, г	1530,9±20,88	6,82	1534,6±19,95	6,50
Середня жива маса 1 гол. на кінець досліду, г	2302,8±18,36	3,99	2303,4±23,15	5,03
Абсолютний приріст живої маси 1 гол., г	771,9±26,70	17,30	768,8±25,75	16,75
Відносний приріст живої маси 1 гол., %	51,1		50,8	
Середньодобовий приріст живої маси, г	22,7±0,79	17,30	22,6±0,76	16,88
Згодовано корму на 1 гол. всього за період, кг	5,74		5,80	
Середньодобове споживання корму 1 гол., г	168,9		170,5	
Затрати корму на 1 кг приросту живої маси, кг	7,44		7,54	
Збереженість поголів'я, %	100,0		100,0	

Різниця між групами аналогів за цим показником статистично не вірогідна. Абсолютний приріст живої маси склав 771,9 г у дослідній групі і фактично не відрізнявся за цим показником від кролів контрольної групи – 768,8 г. Аналогічна тенденція спостерігалась і за відносним приростом – відповідно 51,1% та 50,8%. За весь період досліджень середньодобовий приріст живої маси тварин дослідної групи рівнявся 22,7 г, а контрольної – 22,6 г, тобто був фактично на одному рівні. Збереженість поголів'я молодняку в обох групах склала 100%. Таким чином, тварини обох груп майже не відрізнялися за вищезазначеними показниками (різниця між групами невірогідна).

За визначення витрат кормів було встановлено, що всього за період досліду в розрахунку на 1 гол. було згодовано 5,74 кг комбікорму в дослідній групі і 5,80 кг – у контрольній (різниця 1,03%), середньодобове споживання - відповідно 168,9 г і 170,5 г (різниця 0,94%). Затрати корму на 1 кг приросту живої маси молодняку рівнялись: у дослідній групі – 7,44 кг і в контрольній – 7,54 кг, тобто були меншими в 2-групі на 0,10 кг або на 1,33%.

Для прижиттєвої оцінки м'ясності молодняку кролів відбирали проміри тілобудови: пряму довжину тулуба та обхват грудей за лопатками, на основі яких визначали індекс збитості (табл. 5).

**Таблиця 5. Показники лінійних промірів та індексу збитості будови тіла молодняку кролів (n=25)**

Показник	Дослідна група		Контрольна група	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
Пряма довжина тулуба на початку досліду, см	34,7±0,15	2,20	34,5±0,12	1,72
Пряма довжина тулуба в кінці досліду, см	38,2±0,20	2,56	38,2±0,22	2,83
Обхват грудей за лопатками на початку досліду, см	25,6±0,13	2,55	25,2±0,13	2,61
Обхват грудей за лопатками в кінці досліду, см	28,7±0,17	2,92	28,7±0,25	4,44
Індекс збитості на початку досліду, %	73,71		72,94	
Індекс збитості в кінці досліду, %	75,02		75,08	

Як показали дослідження, на початку і в кінці досліду тварини обох груп за вищезазначеними середніми чинниками фактично не відрізнялися (різниця між групами невірогідна). Так, зокрема, у 53-добовому віці пряма довжина тулуба в дослідній групі молодняку становила в середньому 34,7 см, у контрольній – 34,5 см (різниця 0,60 %), а 87-добовому віці – 38,2 см в обох групах. На початку досліду обхват тулуба за лопатками рівнявся 25,6 см у другій групі та 25,2 см – у першій (різниця 1,59%), а в кінці досліду - 28,7 см в обох групах.

Індекс збитості на початку досліду становив: 73,71% (друга) та 72,94% (перша група), а в кінці досліду – відповідно 75,02% і 75,08% (різниця 0,6%). Таким чином, за цим індексом молодняк кролів у переважній більшості можна віднести до ейрисомного типу (широкий вкорочений бочкоподібний тулуб і широкі та менш глибокі груди).

Для дослідження м'ясної продуктивності молодняку кролів у кінці досліду (вік 88 діб) був проведений контрольний експериментальний забій, результати якого наведені у табл. 6.

Передзабійна жива маса 1 гол. в дослідній групі рівнялася 2499,0 г, а в контрольній – 2497,5 г (різниця 0,06%), забійна маса туші – відповідно 1428,3 г і 1427,0 г (різниця 0,09%), забійний вихід туші – 57,18% і 57,13% (різниця 0,05%), а також довжина туші – 27,4 см і 27,3 см (різниця 0,37%). Різниця між групами за всіма вищезазначеними показниками – статистично невірогідна.

**Таблиця 6. Показники контрольного експериментального забою молодняку кролів у кінці досліду (n=4)**

Показник	Дослідна група		Контрольна група	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
Передзабійна жива маса 1 гол., г	2499,0±57,77	4,62	2497,5±37,71	3,02
Забійна маса туші, г	1428,3±31,67	4,43	1427,0±26,89	3,77
Забійний вихід туші, %	57,18		57,13	
Довжина туші, см	27,4± 0,69	5,03	27,3± 0,60	2,98
Маса печінки, г	57,0± 1,58	5,55	57,3± 0,85	2,98
Маса нирок, г	15,5± 0,65	8,33	15,8± 0,63	7,99
Маса серця, г	6,3± 0,48	15,32	6,5± 0,29	8,88
Маса легень, г	13,0± 0,71	10,88	13,3± 0,48	7,23
Загальна маса парної шкурки, г *	371,3±10,73	5,78	371,8± 8,73	4,70

\* Загальна маса парної шкурки - без шкіри на голові.

Не виявлено суттєвої вірогідної різниці між групами аналогів і при зважуванні внутрішніх органів. Так, зокрема, маса печінки в дослідній групі становила 57,0 г, в контрольній – 57,3 г (різниця 0,52%), нирок – відповідно 15,5 г і 15,8 г (різниця 1,90%), серця – 6,3 г і 6,5 г (різниця 3,08%), легень – 13,0 г і 13,3 г (різниця 2,26%), а також загальна маса шкурки 371,3 г і 371,8 г (різниця 0,13%).

При визначенні економічно-технологічної ефективності використання розроблених рецептів комбікорму для годівлі молодняку кролів керувались показниками вартості інгредієнтів 1 т корму та затратами корму на 1 кг приросту живої маси.

Показники економічно-технологічної ефективності використання розроблених рецептур комбікорму наведені в табл. 7. Зокрема, вартість інгредієнтів 1 т корму для годівлі тварин дослідної групи була дорожчою і рівнялась 5576,36 грн., а для контрольної – 4967,41 грн. (різниця 608,95 грн. або 12,26%). Хоча затрати корму на 1 кг приросту живої маси молодняку в дослідній групі були дещо нижчими, ніж у контрольній, вартість корму (інгредієнтів) у розрахунку на 1 кг приросту в першій групі була нижчою, ніж у другій, на 4,04 грн. або на 10,79%.

Таким чином, використання повнораціонного гранульованого комбікорму для годівлі молодняку кролів, розробленого за міжнародними нормами з незначними відхиленнями за окремими складовими чинниками структурованої клітковини (вищий вміст крохмалю на 0,88% та на 0,04 нижче

співвідношення лігніну до целюлози), дозволяє виключити з рецептури соєву макуху, а це, в свою чергу, сприяє зниженню вартості корму в загальних витратах на виробництво м'яса.

**Таблиця 7. Показники економічно-технологічної ефективності використання розроблених рецептур комбікорму**

Показник	Дослідна група	Контрольна група
Затрати корму на 1 кг приросту живої маси, кг	7,44	7,54
Вартість корму (інгредієнтів) 1 т корму, грн.	5576,36	4967,41
Вартість корму (інгредієнтів) на 1 кг приросту живої маси, грн.	41,49	37,45

### **Висновки.**

За умови використання повнораціонного гранульованого комбікорму, розробленого як за ретельним дотриманням міжнародних норм за окремими складовими чинниками структурованої клітковини, так і з їх незначним відхиленням (не вище від норми на 0,88% вміст крохмалю та не нижче за 0,04 – співвідношення лігніну до целюлози), не виявило суттєвої (вірогідної) різниці між групами молодняка кролів за відгодівельними й м'ясними якостями, а також показниками лінійних промірів будови тіла та збереженості поголів'я.

Використання повнораціонного гранульованого комбікорму для годівлі молодняка кролів, розробленого з незначними відхиленнями від міжнародних норм за окремими складовими чинниками структурованої клітковини, дозволяє виключити з рецептури соєву макуху, що, в свою чергу сприяє зниженню вартості корму в загальних витратах виробництва м'яса на 10,79% або в розрахунку на 1кг приросту живої маси – на 4,04 грн.

### **Рекомендації виробництву.**

З метою зниження собівартості виробництва м'яса кролів за рахунок здешевлення вартості кормів за вирощування молодняка кролів м'ясо-шкуркового напрямку продуктивності рекомендується використання повнораціонного гранульованого комбікорму, розробленого за міжнародними нормами з незначними відхиленнями за нормування за окремими складовими чинниками структурованої клітковини (не вище від норми на 0,88% вміст крохмалю та не нижче за 0,04 – співвідношення лігніну до целюлози).

## Література.

1. Башенко М., Гончар О., Шевченко Є. Видання третє, перероблене: Монографія. Чорнобаїв. КПП, 2018.
2. Вакуленко І.С., Данець Л.М., Аксьонов Є.О. Біологічні особливості формування м'ясної продуктивності кролів. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2016. Вип. 2. С. 13-23.
3. Донченко Т.А. Продуктивні якості кролів різних порід в умовах товарної кролеферми. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2016. Вип. 2. С. 37-46.
4. Гончар О.Ф., Михно В.В. Алгоритм застосування повнораціонного комбікорму за умов інтенсивного виробництва кролятини. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2021. Вип. 7. С. 60-71.
5. Гончар О.Ф. Шевченко Є.А. Перспективи розвитку кролівництва в Україні. *Тваринництво України*. 2011. №6. С. 2-6.
6. Гончар О., Бойко О., Гавриш О. Сучасні тенденції розвитку кролівництва в Україні. *Тваринництво*. №1 (січень). 2020. С. 74-79.
7. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України. Довідник. За редакцією академіка О.О. Созінова. К.: Аграрна наука, 1995. С. 310-341.
8. Довідник хімічного складу і поживності кормів в ґрунтово-кліматичних умовах Черкаської області / М.І. Башенко, І.А. Іонов, О.Ф. Гончар та ін. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2013. С. 160-167.
9. Свечин К.Б. Индивидуальное развитие сельскохозяйственных животных. К.: Урожай, 1976. С. 66-68.
10. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / ред.: І. Ібатуллін, О. Жукорський. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.
11. Михно В.В. Розроблення рецептів повнораціонного комбікорму в умовах інтенсивного виробництва кролятини. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2019. Вип. 5. С. 118-128.
12. Уманець Д.П., Уманець Р.М. Продуктивність ремонтного молодяку кролів за згодовування повнораціонних комбікормів з різним рівнем кальцію та фосфору. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2020. Вип. 6. С. 125-135.
13. Платонова Н.П., Петров Г.П., Коцюбенко Г.А. Вплив раціонів з різним рівнем та структурою клітковини на збереженість та щоденні прирости

ремонтного молодняку кроликів новозеландської білої породи. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2018. Вип. 4. С. 103-111.

14. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 255 с.

15. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: навчальний посібник / під ред. І.І.Ібатуліна. – К.: 2015. – 422 с.

16. Бойко О.В., Уманець Р.М., Гончар О.Ф., Зламанюк Л.М., Уманець Д.П. Технологія виробництва продукції кролівництва та звірівництва: навчальний посібник. Київ: НУБІП України, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 2024. 488 с.

17. Уманець Д.П., Уманець Р.М. Продуктивність та зміни в травневій системі молодняку кролів залежно від рівня сирової клітковини в комбікормах. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2017. Вип. 3. С. 93-104.

18. Михно В.В. Розроблення рецептів повнораціонного комбікорму в умовах інтенсивного виробництва кролятини. *Збірник наукових праць «Ефективне кролівництво і звірівництво»*. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2019. Вип. 5. С. 118-128.

19. Debray L., Fortun L., Gidenne T. Influence of low dietary starch fiber ratio around weaning on intake behavior performance and health status of young and rabbit does. *Animal Research*. 2002. Vol. 51. Issue 1. P. 63-75.

20. Lebas F., Gidenne T. Recent research advances in rabbit nutrition. Ningbo (China) 22-23 Decembre 2000. Page 1.

21. Lebas F. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feeding redient sutilization. Proceedings. 8th World Rabbit Congress. 10, 2004. Puebla, Mexico Invited Paper.

22. Moore L. Rabbit Nutrition and Nutritional Healing. 2017. P. 33 – 40.

23. Nutrition of the Rabbit / edited by C. deBlas and J. Wiserman. 2 nded P.cm. 2010. 315 p.

24. Maertens L., Perez J.M., Villamide M., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G. Nutritive value of raw materials for Rabbits: EGRAN tables 2002. World Rabbit Science. Vol 10 (4). P. 157-166.

25. Amino Dat 3.0 Platinum. Version Degussa Feed Additives – aminoacids and more. //AllRightsReserve/Copyright. – 2005 [Електронний ресурс – диск].

26. Годування кролів повнораціонними комбікормами [Електронний ресурс] – Режим доступу – <http://kombicorm.org/statti/read/goduvannya-krolikov-rovnotsnnimi-kombkormami>.

27. Інформаційний портал SOFT-AGRO.COM [Електронний ресурс] – Режим доступу – <http://soft-agro.com>>Home>Годівля кролів.



**References**

1. Bashchenko M., Honchar O., Shevchenko Ye. Vydannia tretie, pereroblone: Monohrafiia. Chornobaiv. KPP, 2018.
2. Vakulenko I.S., Danets L.M., Aksonov Ye.O. Biologichni osoblyvosti formuvannia miasnoi produktyvnosti kroliv. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2016. Vyp. 2. S. 13-23.
3. Donchenko T.A. Produktyvni yakosti kroliv riznykh porid v umovakh tovarnoi krolefermy. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2016. Vyp. 2. S. 37-46.
4. Honchar O.F., Mykhno V.V. Alhorytm zastosuvannia povnoratsionnoho kombikormu za umov intensyvnoho vyrobnytstva kroliatyny. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2021. Vyp. 7. S. 60-71.
5. Honchar O.F. Shevchenko Ye.A. Perspektyvy rozvytku krolivnytstva v Ukraini. Tvarynnytstvo Ukrainy. 2011. №6. S. 2-6.
6. Honchar O., Boiko O., Havrysh O. Suchasni tendentsii rozvytku krolivnytstva v Ukraini. Tvarynnytstvo. №1 (sichen). 2020. S. 74-79.
7. Detalizovana pozhyvnyist kormiv zony Lisostepu Ukrainy. Dovidnyk. Za redaktsiieiu akademika O.O. Sozinova. K.: Ahrarna nauka, 1995. S. 310-341.
8. Dovidnyk khimichnoho skladu i pozhyvnosti kormiv v hruntovo-klimatychnykh umovakh Cherkaskoi oblasti / M.I. Bashchenko, I.A. Ionov, O.F. Honchar ta in. Cherkasy: Cherkas. doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2013. S. 160-167.
9. Svechyn K.B. Yndyvydualnoe razvytye selskokhoziaistvennykh zhyvotnykh. K.: Urozhai, 1976. S. 66-68.
10. Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi / red.: I. Ibatullin, O. Zhukorskyi. Kyiv : Ahrarna nauka, 2017. 328 s.
11. Mykhno V.V. Rozroblennia retseptiv povnoratsionnoho kombikormu v umovakh intensyvnoho vyrobnytstva kroliatyny. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2019. Vyp. 5. S. 118-128.
12. Umanets D.P., Umanets R.M. Produktyvnist remontnoho molodniaku kroliv za zghodovuvannia povnoratsionnykh kombikormiv z riznym rivnem kaltsiiu ta fosforu. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2020. Vyp. 6. S. 125-135.
13. Platonova N.P., Petrov H.P., Kotsiubenko H.A. Vplyv ratsioniv z riznym rivnem ta strukturoiu klitkovyny na zberezenist ta shchodenni pryrosty remontnoho

molodniaku krolykiv novozelandskoi biloi porody. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2018. Vyp. 4. S. 103-111.

14. Plokhynskiy N.A. Rukovodstvo po byometryi dlia zootekhnikov. M.: Kolos, 1969. 255 s.

15. Praktikum z hodivli silskohospodarskykh tvaryn: navchalnyi posibnyk / pid red. I.I.Ibatullina. – K.: 2015. – 422 s.

16. Boiko O.V., Umanets R.M., Honchar O.F., Zlamaniuk L.M., Umanets D.P. Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii krolivnytstva ta zvirivnytstva: navchalnyi posibnyk. Kyiv: NUBIP Ukrainy, Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN. 2024. 488 s.

17. Umanets D.P., Umanets R.M. Produktivnist ta zminy v travnevii systemi molodniaku kroliv zalezno vid rivnia syroi klitkovyny v kombikormakh. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2017. Vyp. 3. S. 93-104.

18. Mykhno V.V. Rozroblennia retseptiv povnoratsionnoho kombikormu v umovakh intensyvnoho vyrobnytstva kroliatyny. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2019. Vyp. 5. S. 118-128.

19. Debray L. Fortun L., Gidenne T. Influence of low dietary starch fiber ratio around weaning on intake behavior performance and health status of young and rabbit does. *Animal Research*. 2002. Vol. 51. Issue 1. P. 63-75.

20. Lebas F., Gidenne T. Recent research advances in rabbit nutrition. Ningbo (China) 22-23 Decembre 2000. Page 1.

21. Lebas F. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feeding redient sutilization. *Proceedings. 8th World Rabbit Congress*. 10, 2004. Puebla, Mexico Invited Paper.

22. Moore L. *Rabbit Nutrition and Nutritional Healing*. 2017. P. 33 – 40.

23. *Nutrition of the Rabbit* / edited by C. deBlas and J. Wiserman. 2 nded P.cm. 2010. 315 p.

24. Maertens L., Perez J.M., Villamide M., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G. Nutritive value of raw materials for Rabbits: EGRAN tables 2002. *World Rabbit Science*. Vol 10 (4). P. 157-166.

25. Amino Dat 3.0 Platinum. Version Degussa Feed Additives – aminoacids and more. //AllRightsReserve/Copyright. – 2005 [Elektronnyi resurs – dysk].

26. Hoduvannia kroliv povnoratsionnymu kombikormamy [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu – <http://kombicorm.org/statti/read/goduvannya-krolikov-povnotsnimi-kombkormami>.

27. Informatsiinyi portal SOFT-AGRO.COM [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu – <http://soft-agro.com>>Home>Годівля kroliv.

UDC 636.92.085.15

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.53-68>

## THE INFLUENCE OF FEEDING COMPLETE NUTRITION COMBINED FEED BALANCED BY STRUCTURED FIBER ON THE GROWTH INTENSITY OF YOUNG RABBITS

Honchar O.,  
Bojko O.,  
Mezenceva L.,  
Mikhno V.,  
Bashhenko V.

Cherkassy experimental station bioresources Academy of agricultural sciences of Ukraine, [of.gonchar@gmail.com](mailto:of.gonchar@gmail.com) [bioeurs.ck@ukr.net](mailto:bioeurs.ck@ukr.net)

*A recipe for a complete ration compound feed balanced by structured fiber for feeding young rabbits has been developed. The use of such compound feed, developed with minor deviations from international standards for individual components of structured fiber, allows you to exclude soy cake from the recipe, which in turn contributes to increasing the efficiency of meat production.*

*The results of the research proved that the actual nutritional content of the compound feed according to the above indicators was little different from the calculated one except for the crude fiber content. In terms of 90% dry matter for the experimental group, the percentage was 4.74% higher than the calculated one.*

*It was established that the difference between the groups of analogues according to this indicator is not statistically probable. The absolute increase in live weight amounted to 771.9 g in the experimental group and actually did not differ by this indicator from the rabbits of the control group - 768.8 g. A similar trend was observed in terms of relative growth - 51.1% and 50.8%, respectively. During the entire period of research, the average daily increase in live weight of animals in the experimental group was 22.7 g, and in the control group - 22.6 g, that is, it was practically at the same level. The preservation of the stock of young animals in both groups was 100%. Thus, the animals of both groups almost did not differ in terms of the above indicators (the difference between the groups is improbable).*

*When determining feed costs, it was established that during the entire period of the experiment, per 1 head. 5.74 kg of compound feed was fed in the experimental group and 5.80 kg in the control group (difference 1.03%), average daily consumption was 168.9 g and 170.5 g, respectively (difference 0.94%). Feed costs per 1 kg of live weight gain of young animals were equal: in the experimental group - 7.44 kg and in the control group - 7.54 kg, that is, they were lower in the 2nd group by 0.10 kg or by 1.33%.*

*Pre-slaughter live weight 1 goal. in the experimental group it was 2499.0 g, and in the control group - 2497.5 g (difference 0.06%), the slaughter weight of the carcass was 1428.3 g and 1427.0 g (difference 0.09%), respectively, the slaughter yield of the carcass – 57.18% and 57.13% (difference 0.05%), as well as carcass length – 27.4 cm and 27.3 cm (0.37% difference). The difference between the groups according to all the above-mentioned indicators is statistically improbable.*

*No significant probable difference was found between groups of analogs and when weighing internal organs. So, in particular, the weight of the liver in the experimental group was 57.0 g, in the control group - 57.3 g (difference 0.52%), kidneys - 15.5 g and 15.8 g, respectively (difference 1.90%). heart - 6.3 g and 6.5 g (difference 3.08%), lungs - 13.0 g and 13.3 g (difference 2.26%), as well as total weight skins 371.3 g and 371.8 g (difference 0.13%).*

*It has been established that the use of a complete ration granulated compound feed for feeding young rabbits, developed according to international standards with minor deviations in the individual components of structured fiber (a higher starch content by 0.88% and a lower ratio of lignin to cellulose by 0.04), allows to exclude from the recipe soybean cake, and this, in turn, helps to reduce the cost feed in the total costs of meat production.*

**Key words:** rabbits, structural fiber, amino acids, compound feed, growth, nutrition, diet.

**ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ ГЕНІВ рРНК  
У ЯДЕРЦЕВИХ ОРГАНІЗАТОРАХ ЛІМФОЦИТІВ КРОВІ КРОЛІВ  
УКРАЇНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ**

<sup>1</sup>Дзіцюк В, доктор с.-г. наук

<sup>2</sup>Бойко О., кандидат с.-г. наук

<sup>2</sup>Гончар О., кандидат с.-г. наук

<sup>2</sup>Гавриш О., кандидат с.-г. наук

<sup>3,4</sup>Гузеватий О., кандидат біолог. наук

<sup>1</sup> Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН  
valenty nadzitsiuk@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9697-4165>

<sup>2</sup>Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

<sup>3</sup>Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова “Асканія-Нова” – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства

<sup>4</sup>Національна академія аграрних наук

*Вивчення ядерцевих організаторів тварин дає можливість оцінити рівень функціональної активності рибосомальних генів 18S/28S, які беруть участь у біосинтезі білка. Метою роботи було дослідження ознак активності ядерця у інтерфазних клітинах крові кролів різних порід української селекції.*

*У експерименті використали самок кролів 4-місячного віку порід полтавське срібло (n=30), каліфорнійська (n=25) їх гібридів (n=21). Зони ядерця у інтактних лімфоцитах крові досліджували за методом Howellend Black (1980). Препарати фарбували розчином 50% AgNO<sub>3</sub> з додаванням 1- % розчину мурашиної кислоти і інкубували у вологій камері за температури +60° С. Мікроскопування проводили за допомогою мікроскопа «ZEISS, Germany» (збільшення 10×100). У кожній тварини досліджували щонайменше 200 інтерфазних клітин. Активність ядерця оцінювали за параметрами: середня кількість ядерця у ядрі (пЯО), сумарна площа ядерця в ядрі (ΣS<sub>яо</sub>, мкм<sup>2</sup>), частка площі ядерця у площі ядра лімфоцита (чΣS<sub>яо</sub>, %). Статистичний аналіз здійснювали за стандартними програмами варіаційної статистики, що входить у пакет програм «STATISTICA» (2020).*

*Середнє число ядерця на клітину варіювалось від – 1,70±0,08 у кролів каліфорнійської породи до 5,90±0,29 у гібридних тварин. Виявлена статистично значуща різниця (p<0,05) між дослідними групами чистопородних і гібридних кролів. Коефіцієнт варіації показника середньої кількості ядерця на клітину знаходився на середньому рівні мінливості: 20,58% у кролів породи полтавське срібло, 19,50%, у каліфорнійської породи і*

16,49% у гібридних. Сумарна площа ядра у клітині у всіх дослідних тварин варіювала від 5 мкм<sup>2</sup> у однієї з особин каліфорнійської породи до 12 мкм<sup>2</sup> у особини гібридного походження. Частка площі ядра від площі ядра у кролів породи полтавське срібло, каліфорнійська і гібридів склала 26,10±1,80%, 24,30±1,62 і 29,40±2,50 відповідно.

Кореляційний аналіз виявив статистично достовірний зв'язок між числом ядра у клітині та сумарною площею ядра в ядрі клітини ( $r=0,54$ ,  $p<0,01$ ) та між числом ядра у клітині та часткою площі ядра від площі ядра ( $r=0,28$ ,  $p<0,05$ ) у кролів породи полтавське срібло.

Встановлено поліморфізм за дослідженими параметрами активності ядра у інтактних лімфоцитах периферійної крові кролів порід полтавське срібло, каліфорнійська і гібридів.

Доведено існування статистично значущої різниці між дослідними групами чистопородних і гібридних кролів за кількістю ядра у клітині, сумарною площею ядра у клітині і часткою ядра від площі ядра лімфоцита.

Результати порівняльного аналізу досліджених параметрів активності ядра у лімфоцитах периферійної крові кролів порід полтавське срібло, каліфорнійської і гібридів вказують на більш високу активність ядра у тварин гібридного походження.

**Ключові слова:** ядра, ядро лімфоцита, гени рРНК, Ag-banding, кролі

**Актуальність.** Кріль домашній (*Orycto laguscunicu lus domesticus*) вважається цінним сільськогосподарським видом завдяки високоякісному дієтичному м'ясу, високій продуктивності та скороспілості. Food and Agriculture Organization (FAO) виділяє кроля домашнього як одного із видів ссавців «золотої п'ятірки», які є основою аграрної цивілізації (FAO, 2015). У різних країнах світу нараховується близько 200 порід і 500 породних груп кролів, які значно різняться за напрямом продуктивності та умовами розведення (Carneiro et al., 2011).

Кролівництво в Україні, як і в усьому у світі, наразі демонструє активні темпи розвитку. Прогнози експертів свідчать про зростання виробництва крільчатини з очікуваним щорічним приростом обсягу близько +2% (до 2 млн т до 2025 року).

Досягнення цих цілей потребує впровадження сучасних методів управління генетичними ресурсами кролів, що ґрунтуються на новітніх підходах до дослідження їх генетичної структури. Пріоритетними напрямом генетики, що використовується для розробки генетично обґрунтованих селекційних програм і збереження генофонду сільськогосподарських тварин, є застосування молекулярних технологій. Це включає селекцію за допомогою

молекулярно-генетичних маркерів (MAS), маркування генів, що контролюють кількісні кількісних ознаки (QTL) та інші методи. Водночас для вивчення механізмів та шляхів регуляції структурно-функціональної мінливості геному застосовуються цитогенетичні дослідження, які поглиблюють знання про роль структурної організації ДНК у функціонуванні геному. Цитогенетичне дослідження окремих структур клітинного ядра, зокрема морфофункціонального стану його ділянок, що містять ядерця, відіграє важливу роль у розумінні процесів синтезу ДНК і РНК та взаємодії ДНК з і білками ядерного матриксу (Britton-Davidian et al., 2012; Hirai H. 2020; Montiel et al., 2022).

Ядерця є структурними елементами клітинного ядра, які називають «фабрикою рибосом» (Bersaglieri, Santoro, R, 2019). Весь матеріал ядерця – це похідне ядерцевого організатора. Завдяки використанню методу гібридизації *insitu* показано, що ядерцевий організатор являє собою ділянку хромосоми, що містить кластери рибосомальних генів для 18S, 5,8S і 28S РНК. Кластери рДНК займають певні райони в деяких хромосомах каріотипу, які отримали назву «ядерцеорганізуючих хромосом» (ЯО-хромосом), а ділянки хромосом, на яких локалізовані рибосомальні гени, – «ядерцевих організаторів або ядерцеорганізуючих районів хромосом» (ЯОР, Nucleolusorganizerregions (NORs) (Cockrell, 2022; Hori et al., 2023). Ядерце є динамічною оргanelюю, структура якого відображає процеси, пов'язані із біогенезом рибосом. Його розміри і складові компоненти змінюються залежно від активності клітини і стадії мітотичного циклу. Ядерце добре візуалізується у ядрі клітини на стадії інтерфази. У динаміці клітинного циклу у його структурі відбуваються зміни і воно зникає, тобто переходить у цитоплазму. Але його матеріал, асоційований із регуляторними кислими білками, зберігається і перерозподіляється між кластерами рДНК. Починаючи з телофази ядерця відновлюються і скупчуються навколо спеціалізованих ділянок у хромосомах – районів ядерцевих організаторів (Nucleolus Organizer Regions (NOR), (Srikulnath et al., 2009, McStay. 2016). Особливістю цих ділянок є їх асоціація із кислими негістоновими білками (C23, B23, UBFі РНК-полімеразою), які є аргентофільними і мають здатність забарвлюватись азотнокислим сріблом (AgNO<sub>3</sub>) (Pich et al 1995; Ahmad et al., 2019).

Диференційне фарбування азотнокислим сріблом (AgNO<sub>3</sub>) (*Ag-banding*) дозволяє візуалізувати райони організаторів ядерця, але складність отримання препаратів хромосом робить цей метод не дуже практичним.

Натомість дослідники (Wang, Lemos, 2017; Iolchiev et al., 2022) запропонували метод оцінки активності ядерцевого апарату у інтактних клітинах лімфоцитарного ряду, зокрема в лейкоцитах. Цей метод став можливим завдяки глибокому вивченню структури і функцій лейкоцитів. Ці

клітини, маючи ядро, є одними з найскладніших і функціонально активних у крові ссавців. Вони сприймають сигнали про будь-які зміни гомеостазу, адаптуючи свою активність для підтримання біологічної рівноваги (Sirri, 2000). Цей принцип лежить в основі реакції імунної системи, роблячи лейкоцити індикаторами стану організму в цілому (Andraszek et al., 2009).

Згідно з дослідженнями Oka et al (2015) збільшення площі ядерця у ядрі лімфоцита свідчить про підвищення активності ядерця та інтенсивності синтезу рРНК. Цю залежність підтверджують інші дослідники (McStay, 2016; Pena et al., 2017), стверджуючи, що структура і кількість ядерцевих організаторів динамічно змінюється залежно від потреби клітин в синтезі рибосомальної РНК.

Цей зв'язок робить багатообіцяючим використання показників активності ядерцевих організаторів для характеристики фізіологічного стану тварин та, в перспективі, для оцінки їх господарсько корисних ознак (King et al., 1988).

У кроля домашнього (*Oryctolagus cuniculus domesticus*), як і в інших видів тварин, ядерцеві організатори досліджувались у метафазних хромосомах (Martin-DeLeon, 1980; Monteagudo, Arruga, 1991). Хоча ці дослідження дають уявлення про кількість і хромосомну локалізацію ядерцевих організаторів, все ж вони не дають достатньої інформації для практичного застосування знань про активність і зв'язок параметрів структури ядерцевого апарату з фізіологічними і продуктивними характеристиками сільськогосподарських тварин.

**Мета роботи.** Дослідження активності ядерць у інтактних лімфоцитах у чистопородних і гібридних кролів різних порід української селекції.

**Матеріали і методи.** Дослідження виконані у відділі генетики і біотехнології тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН та у лабораторії генетики Черкаської станції біоресурсів НААН.

Для дослідження активності ядерць у інтактних лімфоцитах крові були відібрані зразки крові у самок кролів у 4-5 місячного віку порід полтавське срібло (30 гол.), каліфорнійська (25 гол.) та їх гібридів (21 гол.). Кров кролів відбирали пункцією вушної вени вранці перед годівлею у пробірки з антикоагулянтом (S-Monovette, Germany).

Дослідження зон ядерць у лімфоцитах проводили на мазках периферійної крові, зафіксованих метиловим спиртом. Фарбування інтерфазних лімфоцитів здійснювали за методом Howell and Black (1980). На препарат наносили 150 мкл 50-% розчину азотнокислого срібла і 100 мкл 1-% розчину мурашиної кислоти, потім інкубували у вологій камері термостата за температури +60°C протягом 40-60 хвилин. Після промивання препарату дистильованою водою його проводили по спиртах і дофарбовували 1%-ним



розчином барвника Гімза. Пофарбовані препарати аналізували за допомогою мікроскопа «ZEISS» (Німеччина) за збільшення  $10\times 100$ . Ядра після фарбування було легко ідентифікувати: вони були забарвлені у жовтий колір, а ядерця – у темно-коричневий колір. У кожній тварини дослідили не менше 200 інтерфазних клітин.

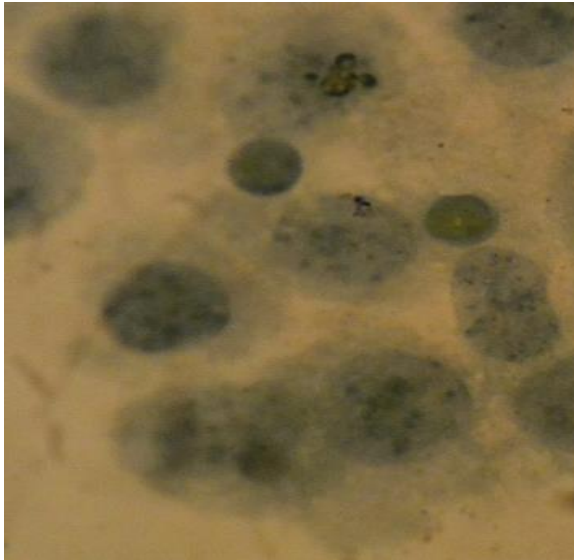
Для аналізу функціональної активності ядерець в інтерфазних ядрах враховували середню кількість ядерець у ядрі (nЯО), їх сумарну площу в ядрі ( $\Sigma S_{\text{ЯО}}$ , мкм), частку площі ядерець від площі ядра лімфоцита ( $\text{ч}\Sigma S_{\text{ЯО}}$ , %). Площу ядерець і ядер лімфоцитів вимірювали з використанням окуляр-мікрометра WF10X.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за стандартними програмами варіаційної статистики, що входять до пакету програм «STATISTICA» (version 14.00.15., 2020).

**Результати досліджень.** В результаті проведеного дослідження встановлено, що у популяції лімфоцитів периферійної крові кроликів після фарбування препаратів азотнокислим сріблом виявляються два типи клітин: лімфоцити, що перебувають у стані спокою і не мають чітко виражених ядерцевих структур, та лімфоцити з активними ядерцями (рис.1). На рисунку в лімфоцитах чітко видно забарвлені сріблом структури, які, на нашу думку, відповідають ядерцевим організаторам у хромосомах, стимульованих мітогеном. Кількість активних ядерець на клітину варіювалась від 1 до 9. Водночас спостерігалось, що розміри і інтенсивність забарвлених ядерець у інтерфазних лімфоцитах різняться.

Відомо, що білки транскрипційного комплексу ядерцевих організаторів у мітотичних хромосомах здатні зафарбовуватись азотнокислим сріблом. Отримані нами дані свідчать про те, що ці білки присутні в інтерфазних лімфоцитах периферійної крові. Це робить метод фарбування азотнокислим сріблом перспективним для візуалізації активних ядерцевих структур у лімфоцитах, підрахунку кількості ядерець у кожному лімфоциті і вимірювання площі активних ядерних структур, що дає інформацію про їх активність.

Основні характеристики ядерець у лімфоцитах кролів досліджуваних груп представлені у таблиці. Встановлено, що середня кількість ядерець на клітину варіювалась від  $-1,70\pm 0,08$  у групі кролів каліфорнійської породи до  $5,90\pm 0,29$  у групі гібридних тварин. Найбільш поширеними були клітини з трьома ядерцями. Достовірної різниці в середній кількості ядерець на клітину між дослідними групами кролів порід полтавське срібло і каліфорнійська не виявлено. Натомість середнє значення кількості ядерець у дослідній групі кролів гібридного походження статистично значущо переважало аналогічний параметр чистопородних тварин обох інших груп ( $p < 0,05$ ).



***Рис. 1 Лімфоцити периферійної крові кролика, що містять ядерця. Забарвлення азотнокислим сріблом. Збільшення: об.  $\times 100$ ; ок.  $\times 10$ .***

Величина коефіцієнтів варіації свідчить про середній рівень мінливості показника кількості ядерць на клітину у трьох дослідних групах і коливається від 16,49% у гібридних кролів до 20,58 % у кролів породи полтавське срібло, з проміжним значенням 19,50% у кролів каліфорнійської породи.

Згідно з даними, представленими на рисунку 2, характер розподілу кількості ядерць у кролів досліджуваних груп значною мірою співпадає. Модальне число кількості ядерць на клітину знаходиться в діапазоні 2,0-2,9 (рис.2).

Водночас спостерігаються відмінності між групами, зумовлені наявністю різної кількості активних клітин, що, в свою чергу, свідчить про інтенсивність процесів синтезу рРНК в клітинах.

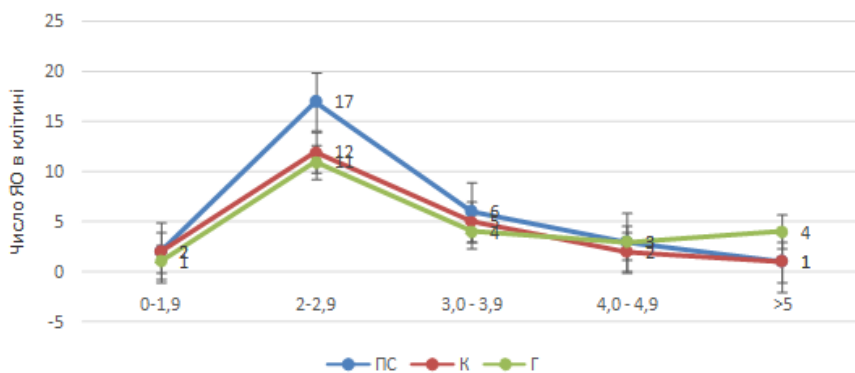
Дослідження показало, що тварини гібридного походження статистично значущо ( $p < 0,05$ ) переважають за кількістю клітин з активними ядерцями тварин інших дослідних груп – чистопородних кролів порід полтавське срібло і каліфорнійська.

Схеми міжпородного схрещування відіграють важливу роль у програмах розведення кролів, адже вони дозволяють оцінити ефективність комбінації генів, що відповідають за реалізацію бажаних продуктивних ознак (Saadey et al., 2008). Відомо, що схрещування кролів різних порід може призвести до покращення продуктивних ознак у потомства порівняно з батьківськими породами (явище гетерозису). Однак, важливо враховувати, що схрещування

також може дати непередбачувані результати, і не гарантує, що потомство матиме всі бажані продуктивні ознаки.

У досліджених нами кролях міжпородного гібридного походження було виявлено вищі значення параметрів, які характеризують активність ядерця. Це, в свою чергу, свідчить про вищий рівень синтезу РНК в клітинах і, відповідно, кращі обмінні процеси в організмі. Це може вказувати на потенційну вищу продуктивність тварин.

Chen et al. (1998) запропонували гіпотезу, яка пояснює домінування ядерця у міжвидових гібридних тварин. Вони вважають, що даний феномен спричинюється пригніченням генів рРНК одного виду іншим, що призводить змін у метилюванні ДНК і модифікації гістонів (Pontvianne, 2012). Домінування ядерця епігенетичне і в гібридів експресія генів рРНК відбувається тільки в одного із батьків (Chen et al., 1998).



**Рис. 2. Розподіл частоти ЯО у інтерфазних лімфоцитах різних порід кролів**

Схожа картина спостерігається і у аналізі дослідних груп кролів за показниками «сумарна площа ядерця в ядрі» і «частка площі ядерця від площі ядра». Показник сумарної площі ядерця в клітині всіх дослідних тварин виявився досить мінливим, варіюючи від 5  $\mu\text{m}^2$  у однієї з особин каліфорнійської породи до 12  $\mu\text{m}^2$  у особини гібридного походження. (таблиця 1).

Параметр «частка площі ядерця від площі ядра» свідчить про те, що ядерця займають близько третини площі ядра лімфоцита. Цей показник коливався від 26,1% у кролів породи полтавське срібло до 29,4% у гібридних кролів.

**Таблиця 1. Середня кількість ядерць на клітину, сумарна площа ядерць в ядрі та частка площі ядерця від площі ядра лімфоцита**

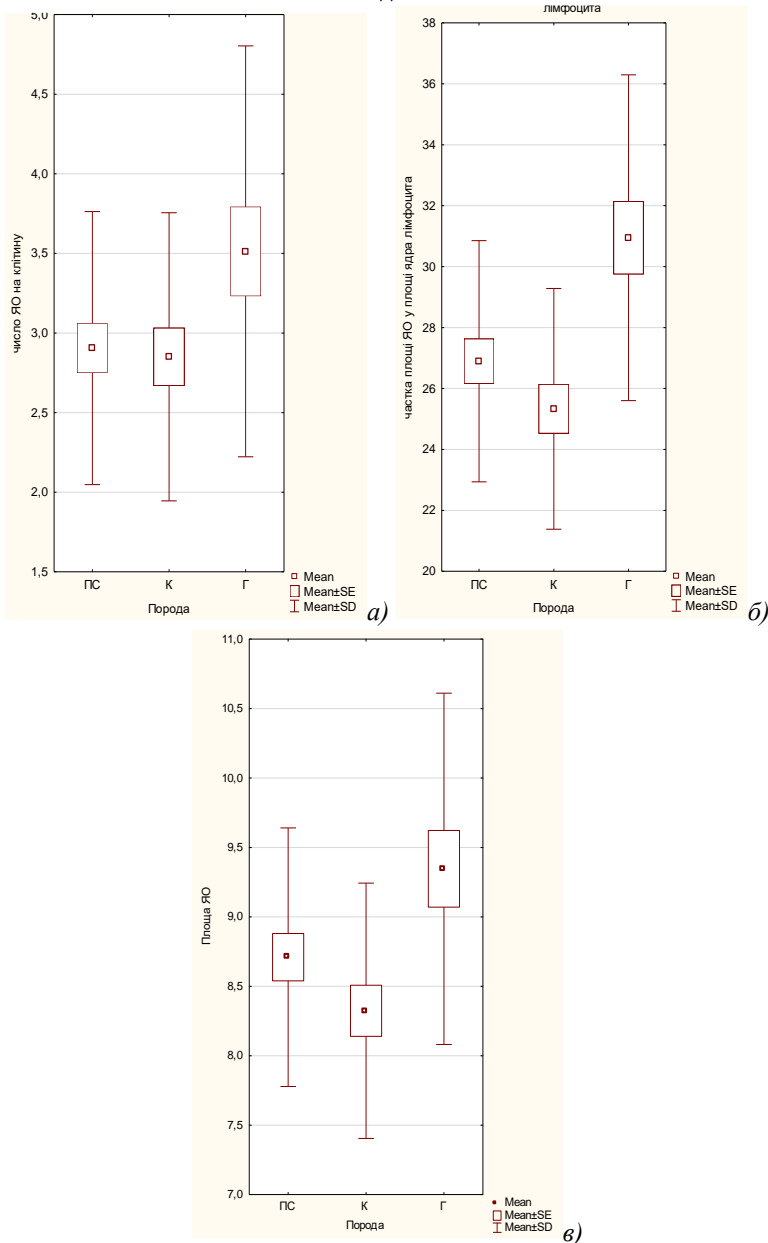
Параметри вимірювання	Порода		
	Полтавське срібло	каліфорнійська	Гібриди
n	30	25	21
Середня кількість ядерць на клітину, n	2,97±0,48	2,85±0,50	3,51±0,68
Сумарна площа ядерць в ядрі, мкм <sup>2</sup>	8,70±1,40	8,32±1,98	9,33±1,90
Частка площі ЯО від площі ядра, %	26,10±1,80	24,30±1,62	29,40±2,50

У групі кролів гібридного походження встановлено достовірно вищі значення параметрів ядерць порівняно з дослідженими групами чистопородних кролів порід полтавське срібло і каліфорнійська. Це стосується середньої кількості ядерць ( $p < 0,05$ ), сумарної площі ядерць ( $p < 0,05$ ) та середньої частки площі ядерця від площі ядра ( $p < 0,05$ ) (рис. 3).

Не спостерігалось статистично значущих відмінностей за середніми значеннями кількості, сумарної площі ядерць та частки площі ядерця від площі ядра лімфоцита між дослідженими групами чистопородних тварин.

Ці результати узгоджуються з даними Oznurlu et al (2009), які виявили, що кількість ядерць, їх абсолютна і відносна площі були вищими у ангорських кролів порівняно з новозеландськими кроликами. Дослідники також спостерігали позитивну кореляцію між кількістю активних ядерць щільністю волокон у ангорських кроликів, які мають високу продуктивність вовни.

Проведений аналіз ознак, що характеризують стан ядерць у досліджених груп кролів, може свідчити про існування певного зв'язку між ними. Для перевірки цього припущення були розраховані коефіцієнти кореляції між показниками середньої кількості ядерць на клітину та сумарної площі ядерць в ядрі, а також між середньою кількістю ядерць на клітину та часткою площі ядерця від площі ядра. Як показав аналіз, у всіх дослідних групах кількість ядерць статистично достовірно корелює із сумарною площею ядерць у ядрі клітини ( $r = 0,54$ ,  $p < 0,01$ ). Кореляція між кількістю ядерць та часткою площі ядерця від площі ядра була слабкою ( $r = 0,28$ ,  $p < 0,05$ ).



**Рис. 3. Числові значення параметрів, що характеризують активність ядерців у лімфоцитах кролів: а) середня кількість ядерців на клітину; б) сумарна площа ядерців в ядрі лімфоцита; в) частка площі ЯО від площі ядра лімфоцита**

**Обговорення отриманих результатів дослідження.** Визначення параметрів ядерцевих організаторів у метафазних хромосомах стало поширеним методом дослідження міжхромосомного, міжклітинного, міжіндивідуального, міжвидового та міжпопуляційного поліморфізму. Водночас поширення набувають дослідження похідних структур районів ядерцевих організаторів – ядерець у ядрах інтерфазних лейкоцитів (Wang, Lemos, 2017).

Використання ядерцевих організаторів як тесту, що характеризує фізіологічний і продуктивний стан організму заслуговує на увагу. Останніми роками дослідження параметрів ядерця набули широкого застосування в медицині у прогностичних цілях, для діагностики онкологічних захворювань (Derenzini et al., 2009; Donizy et al., 2017).

У сільськогосподарських тварин рівень активності ділянок хромосом, в яких локалізовані кластери рибосомальних генів і які відповідають за формування ядерця, може слугувати в якості одного із маркерів життєздатності і продуктивності (McStay, 2016). Проведені цитогенетичні дослідження тварин сільськогосподарських видів підтверджують цю особливість. Так, дослідження ролі ядерця в інтерфазних лейкоцитах свині домашньої (*Sus scrofa*) виявили зв'язок між їх параметрами та продуктивними показниками тварин (Skripkin et al., 2021).

Вивчення каріотипу корів молочних порід української селекції показало відмінності в активності ядерцевих організаторів у метафазних хромосомах між чистопородними і кросбредними тваринами. Результати досліджень засвідчили, що кількість активних ядерцевих організаторів у хромосомах досліджених тварин демонструє асоціативну залежність з швидкістю синтезу білка, необхідного для реалізації продуктивності. (Dzitsiuk et al., 2021).

Delany et al. (1994) дослідили поліморфізм показників ядерця у різних популяціях курей. Це свідчить про різну активність рДНК, що в свою чергу впливає на життєздатність, ріст і відтворення курей різного напрямку продуктивності.

Klenovitskiy et al. (2019) у дослідженні каріотипу кіз встановили, що генотип тварин впливає на величину ознак, які характеризують активність рибосомальних генів в інтактних лімфоцитах. Автори доводять, що між числом кластерів генів рРНК і кількістю зафарбованих азотнокислим сріблом центрів в інтактних лімфоцитах існує прямий позитивний кореляційний зв'язок.

У публікації про дослідження параметрів ядерця у інтерфазних клітинах крові вівці автори повідомляють, що гібриди романівських овець з архаром за числом ядерця достовірно переважали чистопородних романівських овець (Klenovitskiy, 2021).

Oznurlu et al. (2011) у результаті цитологічних досліджень шиншил дійшли висновку, що збільшення кількості ядерця в інтерфазних ядрах свідчить про клітинну гіперактивність, швидкість проліферації, та секреторну

активність клітини. Вони вважають, що площа аргірофільних ядерцевих організаторів у є прогностичною ознакою якості хутра.

У кроля домашнього дослідження районів ядерцевих організаторів проводились на препаратах метафазних хромосом, отриманих після 72-годинного культивування клітин крові за стандартною методикою (Monteagudo, Arruga, 1991; Martin-DeLeon, 1978.). Встановлено, що ядерцеві організатори у кроля розміщені на коротких плечах хромосом 13, 16, 20, а також у теломерній області довгих плечей хромосом 21 (Monteagudo, Arruga, 1991). За результатами досліджень, спостерігається індивідуальний поліморфізм ядерцевих організаторів. Дослідження ядерцевих структур у кроликів також проводились на ооцитах (Šutovsky et al., 1993). Дослідники встановили, що конденсація хромосом в ооцитах кролика відбувається одночасно з ущільненням ядра, залежним від синтезу рРНК, і передує руйнуванню ядерної оболонки та відновленню мейозу.

На жаль, дослідження ядерцевих організаторів у сільськогосподарських тварин висвітлюється у науковій літературі обмежено. Зокрема, відсутні дані про дослідження ядерць у інтерфазних клітинах периферійної крові кролів.

Найвні дослідження ядерцевих організаторів у тварин інших видів не дають прямих підтверджень зв'язку між кількістю зафарбованих ядерць інтерфазних лімфоцитатах ядерце організуючими районами у хромосомах. Проведення аналізу морфології ядерць у інтерфазних клітинах крові тварин різних видів, які відрізняються за кількістю кластерів генів рРНК, може допомогти отримати такі докази. Порівняння результатів досліджень на кролях з даними про інші види тварин може дати цінну інформацію про еволюцію та функції ядерцевих організаторів. Тому поглиблені дослідження, спрямовані на вивчення механізмів регуляції експресії генів рРНК та їх зв'язку з ядерцевими організаторами, можуть значно розширити розуміння цих структур.

**Висновки.** Досліджено активність ядерць у інтерфазних лімфоцитах периферійної крові кролів порід полтавське срібло, каліфорнійська та гібридів та встановлено поліморфізм за дослідженими параметрами активності ядерць.

Виявлено статистично значущу різницю між дослідними групами чистопородних і гібридних кролів за показниками середнього число ядерць на клітину, сумарної середня площі ядерць на клітину і частки ядерць від площі ядра лімфоцита.

Кореляційним аналізом встановлено статистично достовірну кореляцію між кількістю ядерць на клітину та сумарною площею ядерць у ядрі клітини ( $r=0,54$ ,  $p<0,01$ ), а також і між кількістю ядерць і часткою площі ядра від площі ядра ( $r=0,28$ ,  $p<0,05$ ).

Результати порівняльного аналізу досліджених параметрів активності ядерних організаторів у лімфоцитах периферійної крові кролів порід

полтавське срібло, каліфорнійської і гібридів свідчать про більш високу активність ядерець у тварин гібридного походження.

Отже, вивчення активності ядерцевих організаторів у клітинах ссавців, зокрема сільськогосподарських видів, набуває особливого значення для прикладних досліджень, оскільки їх параметри характеризують синтез рРНК, відображають проліферативний потенціал клітин та дозволяють оцінити білково-синтетичну функцію клітини. У перспективі результати таких досліджень можуть бути використані для оцінки потенційної здатності тварин до реалізації продуктивних ознак.

### References

1. Ahmad S, Baun J, Tipton B, Tate Y, Switzer R. (2019) Modification of AgNOR staining to reveal the nucleolus in thick sections specified for stereological and pathological assessments of brain tissue. *Heliyon*. 5 (12):3e03047 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03047>.
2. Andraszek K, Horoszewicz E, Smalec E. (2009) Nucleolar organizer regions, satellite associations and nucleoli of goat cells (*Capra hircus*). *Archives Animal Breeding*. 52 (2): 177– 186. <https://doi.org/10.5194/aab-52-177-2009>
3. Bersaglieri C., Santoro R. (2019). Genome organization in and around the nucleolus. *Cells*, 8 (6): 579. [Doi.org/10.3390/cells8060579](https://doi.org/10.3390/cells8060579)
4. Britton-Davidian, J., Cazaux, B., Catalan, J. (2012) Chromosomal dynamics of nucleolar organizer regions (NORs) in the house mouse: micro-evolutionary insights. *Heredity*. 108: 68–74. <https://doi.org/10.1038/hdy.2011.105>
5. Carneiro M, Afonso S, Caraldes A, Garreau H, et al. (2011) The genetic structure of domestic rabbits. *Mol. Biol. Evol.* 28 (6): 1801-1816. DOI: [10.1093/molbev/msr003](https://doi.org/10.1093/molbev/msr003)
6. Chen Z, Comai L, Pikaard C. (1998). Gene dosage and stochastic effects determine the severity and direction of uniparental ribosomal RNA gene silencing (nucleolar dominance) in *Arabidopsis* allopolyploids. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95 (25), 14891-14896. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.25.14891>
7. Cockrell A, Gerton J. (2022). Nucleolar Organizer Regions as Transcription-Based Scaffolds of Nucleolar Structure and Function. In: Kloc, M., Kubiak, J.Z. (eds) *Nuclear, Chromosomal, and Genomic Architecture in Biology and Medicine. Results and Problems in Cell Differentiation*, 70. Springer, [https://doi.org/10.1007/978-3-031-06573-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-031-06573-6_19)
8. Delany M, Emsley A, Smiley M, Putnam J, Bloom S. (1994) Nucleolar Size Polymorphisms in Commercial Layer Chickens: Determination of Incidence, Inheritance, and Nucleolar Sizes. *Poultry Science*, 73 (8): 1211-1217. <https://doi.org/10.3382/ps.0731211>
9. Derenzini M, Montanaro L, Treré D. (2009). What the nucleolus says to a tumor pathologist. *Histopathology*, 54 (6), 753-762. [doi.org/10.1111/j.1365-2559.2008.03168.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2559.2008.03168.x).



10. Donizy P., Biecek P, Halon A., Maciejczyk A., Matkowski R. (2017). Nucleoli cytomorphology in cutaneous melanoma cells—a new prognostic approach to an old concept. *Diagnostic pathology*, 12 (1), 1-9. doi.org/10.1186/s13000-017-0675-7
11. Dzitsiuk V, Typylo H, Mitiohlo I. (2021). Polymorphism of nucleolar organizer regions in different Ukrainian cattle breeds. *Agricultural Science and Practice*, 8 (1), 29-36. <https://doi.org/10.15407/agrisp8.01.024>
12. FAO (2015) The second Report on the State of the World’s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by B.D. Scherf and Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome (available at <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>)
13. Hirai H. (2020) Chromosome Dynamics Regulating Genomic Dispersion and Alteration of Nucleolus Organizer Regions (NORs). *Cells*. 9 (4):971. <https://doi.org/10.3390/cells9040971>
14. Hori Y, Engel C. Kobayashi T. (2023). Regulation of ribosomal RNA gene copy number, transcription and nucleolus organization in eukaryotes. *Nat Rev Mol Cell Biol* 24, 414–429 <https://doi.org/10.1038/s41580-022-00573-9>
15. Howell W., Black D. (1980) Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: in aonestep method. *Experientia*, 36:1014–1015 DOI: [10.1007/BF01953855](https://doi.org/10.1007/BF01953855)
16. King W, Niar A, Chartrain I, Betteridge K, Guay P. (1988) Nucleolus organizer regions and nucleoli in preattachment bovine embryos. *J ReprodFertil*. 82 (1):87-95. doi: 10.1530/jrf.0.0820087
17. Klenovitskiy P et al. (2019). Analysis of the parameters characterizing the nucleolar organizers in intact lymphocytes in crossbreed goats. *Vestnik of Mari state University*. 5 (3): 298-304. Doi:10.30914/2411-9687-2019-5-3-298-304.
18. Klenovitskiy P et al. (2021) Analysis of parameters characterizing argyrophilic zones in intact lymphocytes of domestic sheep (*Ovis aries* L., 1758) and their hybrids with argali (*Ovis ammon* L., 1758). *Agrarian Science*. 344 (1): 52–56. DOI: [10.32634/0869-8155-2021-344-1-52-56](https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-52-56)
19. Martin-DeLeon PA. (1980) Location of the 18S and 28S rRNA cistrons in the genome of the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L). *Cytogenet Cell Genet*. 28 (1-2):34-40. Doi: 10.1159/000131509.
20. McStay B. (2016) Nucleolar organizer regions: genomic ‘dark matter’ requiring illumination. *Genes Dev*. 30 (14):1598-610. Doi: 10.1101/gad.283838.116.
21. Monteagudo, L. V., & Arruga, M. V. (1991). NOR activity interaction among the chromosomes of common rabbit: a statistical analysis. *Caryologia*, 44 (1), 85–91. <https://doi.org/10.1080/00087114.1991.10797022>
22. Montiel E, Badenhurst D, Lee L., Valenzuela N. (2022) Evolution and dosage compensation of nucleolar organizing regions (NORs) mediated by mobile elements in turtles with female (ZZ/ZW) but not with male (XX/XY)

heterogamety Journal of Evolutionary Biology. 35 (12): 1709–1720, <https://doi.org/10.1111/jeb.14064>

23. Oktay M, Eroz R, Oktay N A, Erdem H, Basar F, Akyol L, Cucer N, Bahadır A (2015) Argyrophilicnucleolar organizing region associated protein synthesis for cytologic discrimination of follicular thyroid lesions Biotechnic and histochemistry. 90 (3):179–183. DOI: [10.3109/10520295.2014.976271](https://doi.org/10.3109/10520295.2014.976271)

24. Oznurlu Y, Celik I, Sur E, Ozaydin T. (2011) Histological examination of the skin and AgNOR parameters of matrix pili cells in the chinchilla. Eurasian J Vet Sci, 2011, 27, 1, 39-43

25. Oznurlu Y, Çelik I, Sur E, Telatar T, Ozparlak H. (2009) Comparative skin histology of the White New Zealand and Angora rabbits: Histometrical and immunohistochemical evaluations. JAVA, 8, 1694- 1701

26. Pena C, Hurt E, Panse V. (2017) Eukaryotic ribosome assembly, transport and quality control. Nat. Struct. Mol. Biol. 24: 689–699. Doi: 10.1038/nsmb.3454

27. Pich A, Chiusa L, Margaria E. (1995) Role of the argyrophilicnucleolar organizer regions in tumor detection and prognosis. Cancer Detect. Prev. 19:282–291

28. Pontvianne F, Blevins T, Chandrasekhara C, Feng W, Stroud H, Jacobsen S. Pikaard C. (2012). Histone methyltransferases regulating rRNA gene dose and dosage control in Arabidopsis. Genes and development. 26 (9): 945-957. doi.org/10.1101/gad.182865.111

29. Saadey S, Galal A, Zaky H. El-Dein A. (2008) Diallel crossing analysis for body weight and egg production traits of two native Egyptian and two exotic chicken breeds. International Journal of Poultry Science 7:64–71

30. Sirri V, Roussel P, Hernandez-Verdun D. (2000). The AgNOR proteins: Qualitative and quantitative changes during the cell cycle. Micron, 31 (2): 121-126. doi.org/10.1016/S0968-4328 (99) 00068-2

31. Skripkin et al. (2021) Morphological and Functional Activity Dynamics of Blood Lymphocytes in Large White Breed Pigs in Postnatal Ontogenesis and during Pregnancy IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 852 012100. DOI 10.1088/1755-1315/852/1/01210

32. Srikulnath K., Matsubara K., Uno Y. et al. (2009). Karyological Characterization of the Butterfly Lizard (*Leiolepisreevesiirubritaeniata*, Agamidae, Squamata) by Molecular Cytogenetic Approach. Cytogenetic and genome research. 125: 213-23. 10.1159/000230005

33. Šutovsky P, Jelínková L, AntalíkováL, Motlík J. (1993) Ultrastructuralcytochemistry of the nucleus and nucleolus in growing rabbit oocytes, Biology of the Cell, 77:173-180, [https://doi.org/10.1016/S0248-4900 \(05\) 80185-6](https://doi.org/10.1016/S0248-4900 (05) 80185-6).

34. Wang M, Lemos B. (2017) Ribosomal DNA copy number amplification and loss in human cancers are linked to tumor genetic context, nucleolus activity, and proliferation. PLoS genetics, 13 (9), e1006994. doi.org/10.1371/journal.pgen.1006994

UDC 575.113:577.213.3:612.112: 636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.69-84>**RESEARCH OF THE ACTIVITY OF rRNA GENES IN NUCLEAR ORGANIZERS OF BLOOD LYMPHOCYTES KINGS OF UKRAINIAN BREEDING**<sup>1</sup>Dzicyuk V.,<sup>2</sup>Bojko O.,<sup>2</sup>Honchar O.,<sup>2</sup>Havrysh O.,<sup>3</sup> Guzyevaty`j O.<sup>1</sup> *Institute of Animal Breeding and Genetics named after M.V. Zubtsia of the National Academy of Sciences of Ukraine*<sup>2</sup> *Cherkassy Experimental Station of Bioresources of the National Academy of Sciences Ukraine,*<sup>3</sup> *Institute of Animal Husbandry of Steppe Regions named after M.F. Ivanova "Askania-Nova" - National Scientific Breeding and Genetic Center for Sheep Breeding National Academy of Sciences Ukraine.*valentynadzitsiuk@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9697-4165>bioresurs.ck@ukr.net <https://orcid.org/0000-0002-3917-5583><https://orcid.org/0000-0003-2269-9767> <https://orcid.org/0000-0002-8632-6508>

*The study of animal nucleolar organizers makes it possible to assess the level of functional activity of 18S/28S ribosomal genes involved in protein biosynthesis. The aim of the work was to study the signs of nucleoli activity in the interphase blood cells of rabbits of different breeds of Ukrainian breeding.*

*In the experiment, 4-month-old female rabbits of the Poltava Silver breed (n = 30), Californian (n = 25), and their hybrids (n = 21) were used. Zones of nucleoli in intact blood lymphocytes were studied according to the method of Howell and Black (1980). The preparations were stained with a solution of 50% AgNO<sub>3</sub> with the addition of a 1% solution of formic acid and incubated in a humid chamber at a temperature of +60 °C. Microscopy was performed using a microscope "ZEISS, Germany" (magnification 10×100). At least 200 interphase cells were studied in each animal. The activity of nucleoli was evaluated according to the parameters: the average number of nucleoli in the nucleus (nNR), the total area of the nucleus in the nucleus (ΣSNR, μm<sup>2</sup>), and the share of the area of the nucleolus in the area of the lymphocyte nucleus (hΣSNR, %). Statistical analysis was carried out using standard variation statistics programs included in the "STATISTICA" (2020) program package. The average number of nucleolar cells varied from -1.70±0.08 in California rabbits to 5.90±0.29 in hybrid animals. A statistically significant difference (p<0.05) was found between the experimental groups of purebred and hybrid rabbits. The coefficient of variation of the average number of nucleoli per cell was at the average level of variability: 20.58% in rabbits of the Poltava silver*

breed, 19.50% in the California breed, and 16.49% in hybrids. The total area of the nucleus in the cell in all experimental animals varied from 5  $\mu\text{m}^2$  in one of the individuals of the California breed to 12  $\mu\text{m}^2$  in individuals of hybrid origin. The share of the area of the nucleus from the area of the nucleus in Poltava silver, California, and hybrid rabbits was  $26.10 \pm 1.80\%$ ,  $24.30 \pm 1.62$ , and  $29.40 \pm 2.50$ , respectively.

Correlation analysis revealed a statistically significant relationship between the number of nucleoli per cell and the total area of the nucleolus in the cell nucleus ( $r = 0.54$ ,  $p < 0.01$ ) and between the number of nucleoli per cell and the fraction of the area of the nucleolus from the area of the nucleus ( $r = 0.28$ ,  $p < 0.05$ ) in Poltava silver rabbits.

Polymorphism was established according to the studied parameters of nucleoli activity in intact peripheral blood lymphocytes of Poltava silver, California, and hybrid rabbits.

The existence of a statistically significant difference between the research groups of purebred and hybrid rabbits in terms of the number of nuclei per cell, the total area of nuclei per cell, and the fraction of the nucleus from the area of the lymphocyte nucleus has been proven.

The results of a comparative analysis of the studied parameters of the activity of nucleoli in peripheral blood lymphocytes of rabbits of the Poltava silver, California, and hybrid breeds indicate a higher activity of nucleoli in animals of hybrid origin.

**Key words:** nucleus, lymphocyte nucleus, rRNA genes, Ag-banding, rabbits.

УДК: 636.082.57

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.85-99>

## ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ПРОДУКТИВНИХ ОЗНАК ПОРОК ПАСТЕЛЬ РІЗНИХ ВІДТІНКІВ ЗАБАРВЛЕННЯ ХУТРА

Корх О.В., кандидат с-г наук

*Інститут тваринництва НААН м. Харків, Україна, korhoksana@gmail.com*

*Жива маса і розмір порок пастель обумовлювалися статтю і коливалися залежно від відтінків забарвлення хутра. Обґрунтовано, що як на момент бонітування, так і підготовки до гону, звірі середнього відтінку забарвлення хутра краще росли і мали суттєву перевагу за живою масою над ровесниками темного та напівтемного відтінків. Самці за величиною показників вагового і лінійного росту як за серіями, так і віковими періодами досліджувані перевершували самиць. Аналізуючи отримані дані, слід відзначити, що норки всіх груп уже на момент бонітування досягли достатньо високої живої маси, яка варіювала від 2637,1 г до 3360,0 г у самців та від 1153,1 г до 1569,4 г – у самиць. За проведення першої серії досліджень жива маса самців і самиць середнього відтінку забарвлення хутра на момент бонітування була відповідно на 20,0 і 20,5 % більша, порівняно з норками темного відтінку забарвлення хутра. Із віком самці не лише зберегли свою перевагу за живою масою, але й збільшили її порівняно з темними звірами на 24,9 %, у той час як у самиць ця відмінність була лише на 11,2 % більшою. Разом із переведенням звірів усіх груп на раціони, які використовували в період підготовки до гону, жива маса середніх самців знизилася на 13,4 % і самиць – на 19,6 %, темних самців – на 16,8 % і самиць – на 12,9 %, порівняно з живою масою на момент бонітування. Аналогічну картину щодо змін живої маси по періодах росту спостерігали у другу і третю серію досліджень.*

*Норки середнього відтінку забарвлення хутра виявилися не тільки важчими, але й довшими, порівняно з аналогами інших відтінків. На момент бонітування середня довжина тулуба у самців середнього відтінку забарвлення хутра в першу серію досліджень перевищувала цей показник, порівняно з самцями темного відтінку на 4,2 %, у другу – на 10,6 %. Різниця між самцями середнього відтінку і напівтемними ровесниками становила відповідно 3,1 %, у другу серію досліджень та 4,9 % – у третю. Самиці середнього відтінку забарвлення хутра значно перевершували ровесниць темного відтінку% у першій серії досліджень різниця становила 5,8 %, другий – 13,6 % і третій 8,7 %. Відмінність, порівняно з напівтемними аналогами, становила відповідно 6,9 і 3,0 %.*

*Звертає на себе увагу те, що за незначним виключенням, зв'язок між*

основними показниками у матерів і потомків вірогідно значущий, ніж у батьків. Потомки, маючи однакові з батьками відтинки забарвлення хутра, різнилися від останніх за характером зв'язку з живою масою та довжиною тулуба, і навпаки.

Натомість, домінуючий високовірогідний вплив на різноманітність відтінків забарвлення хутра синів (17,4 %) проявили батьки, а дочок (17,9 %), навпаки, – матері. Вплив відтінків забарвлення хутра на формування середніх показників потомків простежувався і за живою масою та довжиною тулуба. Однак, слід зазначити, що на синів, порівняно з дочками, більшим виявився вплив генотипу обох батьків – відповідно 10,7–18,3 % та 12,1–16,1 %.

**Ключові слова:** норки пастель, відтінок забарвлення хутра, жива маса, довжина тулуба, бонітування, підготовка до гону.

**Актуальність.** Сучасне звірівництво України є вузькоспеціалізованою галуззю тваринництва переважно орієнтованою на виробництво хутрової продукції [1]. Вітчизняна галузь на різних етапах свого функціонування зазнавала як найвищого розвитку, наприкінці 1970–1980 рр., так і падіння – на початку 1990–2000 рр. У 2001–2009 рр. позитивна тенденція щодо стабілізації та поступового нарощування обсягів виробництва відновилася [2, 3]. Проте, наступне десятиліття стало справжнім викликом для галузі, що було зумовлено погіршенням загального економічного стану в країні, дезінтеграцією сталих господарських зв'язків і систем постачання та реалізації продукції [4, 5]. При тому що як деструктивні події в країні, так і за кордоном загрожували професійній діяльності галузі в Україні. І саме та, незначна чисельність господарств, що витримала тиск негативної ситуації у надскладних умовах сьогодення додала надії на відродження галузі.

Відродження і стабілізація вітчизняної галузі звірівництва вимагає, насамперед, розширення та поглиблення селекційно-племінної роботи, яка передбачає безперервну реалізацію комплексної системи дієвих заходів, спрямованих на збереження генофонду, постійне підвищення продуктивних, поліпшення племінних якостей звірів, широкого застосування внутрішньопородних прийомів добору і підбору та контролю за перебігом селекційного процесу за ознаками, що селекціонуються [6].

Як констатують [7, 8], селекційно-племінна робота зі звірами всіх видів є одним й з ключових чинників підвищення їх продуктивності та поліпшення якості хутра й ефективно ведеться на високому рівні лише у спеціалізованих великих господарствах. У контексті вказаного найважливішими селекційними ознаками хутрових звірів, за якими визначають площу шкурки, вважають їх живу масу і розмір тіла [9]. За відповідних умов ці показники у живих звірів використовують як індикатор кількісного визначення розміру та якості шкурок

після їх забою. Окрім того, за живою масою звірів безпосередньо судять про ступінь вгодованості, нерідко без врахування довжини тіла. Проте, лише одна жива маса не дає достеменної уяви про їх вгодованість. Зважаючи на те, що розмір звірів, зокрема норок, варіює в значних числових межах, ваговий індекс на рівні 24–26 одиниць є оптимальним, тоді як за інших його величин відтворювальна здатність звірів знижується [10, 11]. Ці кількісні селекційні ознаки характеризуються середнім та високим рівнем успадкованості.

Визначну роль у формуванні якісних ознак хутра звірів відіграє загальне забарвлення та його відтінки, як провідні селекційні ознаки, що також забезпечують товарну цінність шкурки [12]. Слід зауважити про наявність високого рівня залежності інтенсивності забарвлення звірів, зокрема норки, від генетичних чинників [13]. Натомість, додаткову значущість у племінній роботі з норками набуває визначення характеру і сили кореляційних зв'язків між основними селекційними ознаками та характеру успадкованості забарвлення хутра як важливих критеріїв оцінювання успішної реалізації селекції [14–17]. Обґрунтування окреслених питань визначає актуальність та практичну цінність проведеної роботи.

**Мета досліджень.** Визначити основні параметри формування продуктивних ознак норки пастель залежно від відтінків забарвлення хутра.

**Матеріали і методи.** Експериментальну частину роботи виконували у виробничих умовах норківничої ферми племінного звірогосподарства «Червона Поляна» Добровеличківського району Кіровоградської області на норках кольорового типу пастель. Загальний масив норки звірогосподарства цього типу представлений чистопородними тваринами типовими для своєї породної групи, які, за даними бонітування основних показників продуктивності та якості хутра, відповідали вимогам класу еліта та першому [18]. Перед початком дослідження поголів'я норки оцінили за забарвленням хутра і на підставі цього тварин поділили спочатку на групи з середнім й темним відтінками, а в подальшому виділили групу з напівтемним відтінком, які визначили за вираженістю типових для кожної групи кольору остьового та пухового волосся. До середнього відтінку віднесли норку, які мали коричневу ость з добре вираженим блакитно-сірим відтінком та сірий з легким коричневим відтінком пух. Напівтемні ровесники характеризувалися коричневою остю з менш блакитно-сірим відтінком та сірим з коричневим відтінком пух. У групі звірів темного відтінку переважала коричнева ость та сірий з коричневими верхівками пух.

Після проведеної оцінки обраного для дослідження поголів'я за відтінками забарвлення хутра здійснили поліпшувальний підбір пар (гомо та гетерогенний). Підбір пар звірів виконали за методом аналогів з урахуванням

віку, фізіологічного стану, відносної вирівняності і якості хутра та відтінку його забарвлення [19]. Експеримент включав три серії.

У рамках першої серії науково-господарського досліджу вивчали продуктивні ознаки та якість хутра звірів кольорового типу пастель за різних варіантів підбору батьківських пар з урахуванням відтінків забарвлення хутра. Для цього з основного стада тварин, наявних у господарстві, середнього та темного відтінків забарвлення хутра сформували чотири варіанти (групи) підбору пар.

Схема другої серії досліджу аналогічна першій, проте для ґрунтовнішого з'ясування спектру забарвлення хутра за різних варіантів підбору батьківських пар, розподіл проводили за напівтонами. Було заплановано дев'ять варіантів підбору пар.

У третій серії досліджу самців темного відтінку забарвлення хутра, які не відповідали вимогам добору за якістю хутра та відтворювальною здатністю, було вибракувано з виробничого складу й виключено зі схеми досліджень. І подальша селекційно-племінна робота була спрямована на консолідацію ознак звірів за бажаними якостями, зокрема за відтінком забарвлення хутра. Для третьої серії було сформовано п'ять варіантів підбору батьківських пар.

У період проведення досліджень режим догляду за звірами, утримання та годівля були однаковими для всіх піддослідних груп і відповідали зоотехнічним нормам та галузевим рекомендаціям. Звіроферма працювала за принципом підприємства закритого типу. Умови утримання – загальноприйнятні, що практикуються в звірогосподарствах України: у шедях стандартної конструкції з напіввідкритими боковими стінками для забезпечення достатнього природного освітлення. Маточне поголів'я і самців-плідників норок розміщали індивідуально, молодняк до відсадки – разом із самицями. Після відсадки молодняк для подальшого вирощування розділяли за статтю й утримували до періоду парування по дві голови однієї статі (самиця + самиця) або різної (самиця + самець) у одній клітці.

Добові раціони повністю забезпечували біологічні потреби норок як за загальною білковою, так і мінеральною поживністю. Годівлю звірів здійснювали індивідуально, один раз на добу вранці, за винятком періоду з квітня по червень. Раціони у межах кожної серії досліджу складали та корегували, виходячи з наявності кормів у господарстві. Тип годівлі – м'ясо-рибний. Добові раціони, складені для звірів усіх груп, упродовж досліджу були постійними і близькими за складом кормів, калорійністю, вмістом перетравного протеїну, жиру та вуглеводів. Основну масу кормів залежно від віку, статі та фізіологічного стану тварин включали до складу м'ясо-рибної групи (м'ясопродукти, субпродукти I та II категорій і риба).



Живу масу звірів контролювали шляхом індивідуального зважування їх на вагах до ранкової годівлі і поїння, з точністю виміру до  $\pm 10$  г. Для зважування норок використовували спеціальну пастку.

Екстер'єрні особливості будови тулуба норок установлювали за лінійними промірами окремих статей на момент бонітування: довжину – вимірюванням від кінчика носа до кореня хвоста, з точністю виміру до  $\pm 0,5$  см; обхват грудей за лопатками – вимірюванням мірною стрічкою, з точністю виміру до  $\pm 0,5$  см. Для вимірювання довжини тулуба використовували спеціальний мірний станок.

Для характеристики росту, за даними живої маси (у грамах) та довжини тулуба (у сантиметрах), розраховували ваговий індекс, що характеризував ступінь вгодованості звірів у період підготовки до гону за формулою:

$$I = V / D,$$

де  $I$  – ваговий індекс;  $V$  – жива маса, г;  $D$  – довжина тулуба, см.

Селекційно-генетичні параметри основних продуктивних ознак норок визначали на підставі розрахунку коефіцієнтів успадкування та кореляції.

Первинний цифровий матеріал, одержаний в рамках досліджень, опрацьовували методами варіаційної статистики і алгоритмів, розроблених М.О. Плохінським за використання персонального комп'ютера та пакету базових прикладних програм Microsoft Excel, SPSS 15.

**Результати досліджень.** За умов однакової годівлі та утримання піддослідні звірі росли і розвивалися по-різному (табл. 1).

За результатами проведених індивідуальних зважувань установлено, що використані методи підбору пар впливали на величину живої маси. Упродовж досліджень у всі вікові періоди, а саме на момент бонітування (7 місяців) та підготовки до гону (9 місяців), звірі середнього відтінку забарвлення хутра краще росли і мали суттєву перевагу за живою масою над ровесниками темного та напівтемного відтінків. Самці за величиною показників вагового і лінійного росту як за серіями, так і віковими періодами досліду перевершували самиць. Аналізуючи отримані дані, слід відзначити, що норки всіх груп уже на момент бонітування досягли достатньо високої живої маси, яка варіювала від  $2637,1 \pm 74,89$  г до  $360,0 \pm 39,66$  г у самців та від  $1153,1 \pm 22,81$  г до  $1569,4 \pm 17,54$  г – у самиць. Максимальна жива маса окремих тварин, незалежно від відтінків забарвлення хутра у першу серію, становила  $3400$  г у самців і  $1710$  г у самиць, у другу –  $3440$  і  $1790$  г та у третю –  $3090$  і  $1650$  г. Проте заходи, які проводили в господарстві з регулювання вгодованості звірів, сприяли деякому зменшенню їх живої маси у період підготовки до гону. За проведення першої серії досліджень жива маса самців і самиць середнього відтінку забарвлення

хутра на момент бонітування була відповідно на 526,9 і 235,9 г або 20,0 % ( $P<0,001$ ) і 20,5 % ( $P<0,001$ ) більша, порівняно з нормками темного відтінку забарвлення хутра. Із віком самці не лише зберегли свою перевагу за живою масою, але й збільшили її порівняно з темними звірами на 545,7 г або 24,9 % ( $P<0,001$ ), у той час як у самиць ця відмінність була лише на 112,0 г або 11,2 % більшою ( $P<0,001$ ). Разом із переведенням звірів усіх груп на раціони, які використовували в період підготовки до гону, жива маса середніх самців знизилася на 13,4 % ( $P<0,001$ ) і самиць – на 19,6 % ( $P<0,001$ ), темних самців – на 16,8 % ( $P<0,001$ ) і самиць – на 12,9 % ( $P<0,001$ ), порівняно з живою масою на момент бонітування.

**Таблиця 1. Основні показники продуктивності самців та самиць батьківського поголів'я норок пастель,  $X \pm S \bar{X}$**

Відтінок забарвлення хутра	n	Жива маса, г		Довжина тулуба, см	Коефіцієнт вгодованості, одиниць
		при бонітуванні	при підготовці до гону		
Перша серія досліджень (самці)					
Середній	5	3164,0±102,25	2740,0±97,57	51,8±0,80	-
Темний	7	2637,1±74,89	2194,3±53,67	49,7±0,29	-
Самиці					
Середній	42	1389,0±31,71	1116,1±22,83	41,7±0,24	26,8
Темний	38	1153,1±22,81	1004,1±16,49	39,4±0,30	25,5
Друга серія досліджень (самці)					
Середній	6	3315,0±39,48	2853,3±35,09	53,3±0,42	-
Напівтемний	15	3174,0±38,06	2723,3±34,26	51,7±0,40	-
Темний	12	2741,7±34,04	2334,2±25,57	48,2±0,34	-
Самиці					
Середній	39	1569,4±17,54	1256,9±13,37	45,1±0,25	27,9
Напівтемний	82	1409,4±13,72	1071,5±9,35	42,2±0,27	25,4
Темний	58	1285,6±11,85	990,6±12,19	39,7±0,26	25,0
Третя серія досліджень (самці)					
Середній	12	3360,0±39,66	2945,8±30,73	53,7±0,28	-
Напівтемний	12	3167,5±28,10	2734,2±37,14	51,2±0,32	-
Самиці					
Середній	54	1477,9±12,81	1157,4±12,03	44,9±0,20	25,8
Напівтемний	82	1385,3±11,94	1089,5±9,22	43,6±0,18	25,0
Темний	18	1282,1±33,81	972,1±20,65	41,3±0,69	23,5

Аналогічну тенденцію спостерігали і в другій серії дослідів. Середня жива маса самиць середнього відтінку забарвлення хутра на момент бонітування та в період підготовки до гону була більша відповідно на 283,8 і 266,3 г або 22,1 і 26,9 % ( $P<0,001$ ), ніж у темних, та на 160,0 і 185,4 г або 11,4 і 17,3 % ( $P<0,001$ ), порівняно з напівтемними звірами. Інші відмінності цього показника

відзначені між самцями відповідних відтінків забарвлення хутра. Зокрема, на момент бонітування різниця за живою масою становила 573,3 г ( $P<0,001$ ) і 141,0 г ( $P<0,05$ ) або 20,9 і 4,4 %, та при підготовці до гону 519,2 г ( $P<0,001$ ) і 130,0 г ( $P<0,05$ ) або 22,2 і 4,8 %, на користь середніх самців, порівняно з темними та напівтемними ровесниками. У меншій мірі визначилася перевага за живою масою в цих вікових періодах у звірів напівтемного відтінку забарвлення хутра: на момент бонітування самці перевершували аналогів темного відтінку на 432,3 г або 15,8 % ( $P<0,001$ ), а самиці – на 123,8 г або 9,6 % ( $P<0,001$ ). У період підготовки до гону встановлена раніше перевага між звірами збереглася, але вона зменшилася відповідно до 389,1 г ( $P<0,001$ ) і 80,9 г ( $P<0,001$ ) або до 16,7 і 8,2 %. Зниження живої маси у самців за період вирощування були майже однаковими. Від бонітування до підготовки до гону вони втрачали від 13,9 % до 14,9 % ( $P<0,001$ ) живої маси. Самиці в цей період перебували у добрій ваговій кондиції, але втрати живої маси в них становили відповідно від 19,9 % до 24,0 % ( $P<0,001$ ).

У заключній серії експерименту крупнішими виявилися також звірі середнього відтінку забарвлення хутра. Норки напівтемного відтінку забарвлення хутра росли дещо гірше, але краще, від темного. Самці середнього відтінку за живою масою перевершували на 192,5 г або 6,1 % ( $P<0,001$ ) аналогів напівтемного відтінку на момент бонітування та на 211,6 г або 7,7 % ( $P<0,001$ ) при підготовці до гону, а самиці відповідно на 92,6 г ( $P<0,001$ ) і 67,9 г ( $P<0,001$ ) або 6,7 і 6,2 %. Різниця за живою масою самиць середнього і темного відтінків забарвлення хутра при бонітуванні та у період підготовки до гону становила відповідно 195,8 і 185,3 г або 15,3 і 19,1 % за ( $P<0,001$ ) в обох випадках порівняння. Разом із цим, якщо відмінність за живою масою між самицями напівтемного і темного відтінків забарвлення хутра на момент бонітування була 103,2 г або 8,1 % ( $P<0,001$ ), то при підготовці до гону стала суттєвішою 117,4 г або 12,1 % ( $P<0,001$ ). Зниження живої маси у самців, незалежно від відтінку забарвлення хутра, за період від бонітування до підготовки до гону становило 12,3–13,7 %, у самиць – 21,7–24,2 %.

Повніше уявлення про лінійний ріст звірів дає величина довжини тулуба. Результати вимірювань свідчать, що довжина тулуба як у самців, так і самиць збільшувалася достатньо рівномірно. Однак, норки середнього відтінку забарвлення хутра виявилися не тільки важчими, але й довгими, порівняно з аналогами інших відтінків. На момент бонітування середня довжина тулуба у самців середнього відтінку забарвлення хутра в першу серію досліджень перевищувала цей показник, порівняно з самцями темного відтінку на 2,1 см або 4,2 % ( $P<0,05$ ), у другу – на 5,1 см або 10,6 % ( $P<0,001$ ). Різниця між самцями середнього відтінку і напівтемними ровесниками становила відповідно 1,6 см або 3,1 % ( $P<0,05$ ), у другу серію досліджень та 2,5 см або

4,9 % ( $P < 0,001$ ) – у третю. На другому місці за цим показником була група самців напівтемного відтінку забарвлення хутра, яка мала незначно меншу відмінність за довжиною тулуба – 3,5 см або 7,3 %, порівняно зі звірами темного відтінку, але різниця між ними була також статистично вірогідна ( $P < 0,001$ ).

Аналогічні відмінності спостерігали і за визначення довжини тулуба у самиць. Самиці середнього відтінку забарвлення хутра значно перевершували ровесниць темного відтінку. У першій серії досліджень різниця становила 2,3 см або 5,8 % ( $P < 0,001$ ), другій – 5,4 см або 13,6 % ( $P < 0,001$ ) і третій 3,6 см або 8,7 % ( $P < 0,001$ ). Відмінність, порівняно з напівтемними аналогами, становила відповідно 2,9 і 1,3 см або 6,9 ( $P < 0,001$ ) і 3,0 % ( $P < 0,001$ ). Самиці напівтемного відтінку хутра за довжиною тулуба також перевершували за аналогічним показником самиць темного відтінку, причому як у першу, так і в другу серію досліду різниця між ними була вірогідна ( $P < 0,001$ ).

Визначення коефіцієнта вгодованості самиць у період підготовки до гону показало, що він залежав як від живої маси, так і від довжини тулуба, і знаходився в межах 23,5–27,9 одиниці, за вірогідної різниці між середніми та темними звірами як в першій ( $P < 0,05$ ), так і другій ( $P < 0,001$ ) серіях досліджень. Установлено, чим більшими були жива маса та довжина тулуба звірів, тим вищий спостерігався і коефіцієнт. Отже, норкам середнього відтінку притаманні вищі показники живої маси і довжини тулуба, порівняно з аналогами темного і напівтемного відтінків. Вони також мали більший коефіцієнт вгодованості. Це дає підставу вважати, що в подальшому ці показники забезпечуватимуть кращу якість та товарну оцінку шкурки.

Біометричним опрацюванням результатів досліду виявлено позитивний зв'язок між показниками живої маси та площі шкурки. Дещо чіткіший він був у звірів середнього відтінку забарвлення хутра й виражався наступними коефіцієнтами кореляції: у самців –  $r = + 0,950$  і самиць –  $r = + 0,678$ ; напівтемного відтінку –  $r = + 0,727$  і  $0,638$  і темного відтінку – відповідно  $r = + 0,950$  і  $0,215$ . Зв'язок живої маси з довжиною тулуба був відповідно  $r = + 0,901$  і  $0,701$ ;  $r = + 0,808$  і  $0,572$ ;  $r = + 0,552$  і  $0,237$ . При чому, цей зв'язок носив закономірний характер, оскільки він мав місце у норки усіх відтінків забарвлення хутра. Позитивний, але менш тісний зв'язок, виявлено між показниками довжини тулуба, з одного боку, та площею шкурки – з другого. У самців і самиць середнього відтінку забарвлення хутра він становив  $r = + 0,864$  і  $0,620$ ; напівтемного –  $r = + 0,505$  і  $0,537$  і темного –  $r = + 0,456$  і  $0,146$ .

Установлено, що між окремими ознаками батьків і потомків норки різних відтінків забарвлення хутра мають місце значні розбіжності у напрямках та величинах кореляційних зв'язків (табл. 2).

**Таблиця 2. Напрями й величини фенотипічних кореляцій між основними показниками батьків і потомків**

Основні ознаки батьків	Ознаки продуктивності потомків, кореляційні величини та вірогідність		
	відтінок забарвлення хутра	жива маса, г	довжина тулуба, см
Відтінок забарвлення хутра батька	+ 0,376	- 0,047	- 0,133
Відтінок забарвлення хутра матері	+ 0,411	+ 0,138	- 0,240
Довжина тулуба батька	- 0,304	+ 0,060	+ 0,130
Довжина тулуба матері	- 0,354	+ 0,158	+ 0,256
Жива маса батька	- 0,329	+ 0,065	+ 0,137
Жива маса матері	+ 0,230	+ 0,157	+ 0,242

Варто засвідчити, що за незначним виключенням, зв'язок між основними показниками у матерів і потомків вірогідно значущий, ніж у батьків. Потомки, маючи однакові з батьками відтінки забарвлення хутра, різнилися від останніх за характером зв'язку з живою масою та довжиною тулуба, і навпаки. Ймовірно, негативний характер й величини зв'язку між цими показниками є результатом комплексу екстер'єрних особливостей їх організму.

Порівнюючи продуктивні показники звірів слід зазначити, що за відтінками забарвлення хутра, довжиною тулуба і живою масою потомки переважали батьків, проте збільшення цих показників у них виявилось різним як за напрямом, так і величинами.

Окрім цього було визначено силу впливу батьків норок пастель різних відтінків забарвлення на основні показники продуктивності потомків (табл. 3).

Аналізуючи величини цього впливу можна зазначити доволі чітке передавання потомству того рівня продуктивних ознак, якими характеризувались батьки. Сила впливу спадковості матерів на ці ознаки дочок знаходилася від 4,1 % до 17,9 %, синів – відповідно від 15,8 % до 18,3 %, але сила впливу батьків варіювала в межах: у дочок від 5,9 % до 15,2 % та синів – від 10,7 % до 17,4 %.

Домінуючий високовірогідний вплив на різноманітність відтінків забарвлення хутра синів (17,4 %,  $P < 0,001$ ) проявили батьки, а дочок (17,9 %,  $P < 0,001$ ), навпаки, – матері. Вплив відтінків забарвлення хутра на формування середніх показників потомків простежувався і за живою масою та довжиною тулуба. Однак, слід зазначити, що на синів, порівняно з дочками, більшим виявився вплив генотипу обох батьків – відповідно 10,7–18,3 % ( $P < 0,001$ ) та 12,1–16,1 % ( $P < 0,001$ ).

**Таблиця 3. Параметри впливу батьків різних відтінків забарвлення норок пастель**

Чинник	Стать потомків	Відтінок забарвлення хутра		Довжина тулуба, см		Жива маса, г	
		сила впливу $\eta_x^2$ , %	рівень вірогідності, Р	сила впливу у, $\eta_x^2$ , %	рівень вірогідності, Р	сила впливу, $\eta_x^2$ , %	рівень вірогідності, Р
Відтінок забарвлення хутра батька	самиці	15,2	<0,001	7,8	<0,001	5,9	<0,001
	самці	17,4	<0,001	10,7	<0,001	12,1	<0,001
Відтінок забарвлення хутра матері	самиці	17,9	<0,001	14,3	<0,001	4,1	<0,001
	самці	15,8	<0,001	18,3	0,001	16,1	<0,001

Невисокі коефіцієнти успадковування продуктивних ознак свідчать про значні можливості підвищення їхнього рівня й подальшої селекції як у розрізі кожного відтінку забарвлення хутра, так і у загальній групі норок звірогосподарства за умови застосування оцінки та добору звірів за генотипом.

**Висновки.** Норкам пастель середнього відтінку властиві вищі показники живої маси, довжини тулуба і коефіцієнту вгодованості як на момент бонітування, так і при підготовці до гону, що дало змогу забезпечити кращу якість й товарну оцінку їх шкурок під час забою, порівняно з аналогами темного та напівтемного відтінків.

Невисокі коефіцієнти кореляції, отримані між батьками і потомками вказують на те, що подальша селекційна робота з норками кольорового типу пастель має бути спрямована на добір звірів не лише за відтінками забарвлення хутра, але й за живою масою.

Підтверджена доцільність застосування виявлених позитивних взаємообумовлених залежностей між показниками живої маси і довжини тулуба та довжиною і площею шкурок норок пастель різних відтінків забарвлення хутра й статі як надійних тестів для оцінювання потенційної їх продуктивності та прогнозування майбутніх товарних ознак шкурок.

### Література

1. Мамчур С., Гурко Є. Використання генетичних ресурсів у норківництві. *Сучасні підходи гарантування безпечності та якості продуктів тваринництва* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. м. Одеса, 06-07 груд.2022 р. Одеса, 2022. С.65–66.

2. Башченко М. І. Звірівництво. Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2010. <https://esu.com.ua/article-16655>
3. Китаєва А. П. Загальне звірівництво. Одеса, 2001. 214 с.
4. Коновалов І. В. Основні тенденції та напрями підвищення ефективності розвитку хутрового звірівництва в Україні. *Економіка АПК*, 2006. № 6. С. 88–91.
5. Програма розвитку та селекції кролівництва і звірівництва в Україні на 2005-2015 роки. К. : ТОВ «Атмосфера», 2006. 32 с.
6. Корх О. В. Принципи оцінки та ефективність селекції норок кольорового типу пастель за відтінками забарвлення хутра : Дис. ...канд. с.-г. наук : 06.02.01. Херсон, 2010. 148 с.
7. Мирось В. В., Помітун І. А., Михно В. І. Стан та перспективи селекції у звірівництві. *Аграрна наука*, 2000. № 12. С. 106–107.
- Гавриш О. М. Успадковуваність розміру тіла норками різних типів забарвлення. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва*, 2009. Вип. 100. С. 183–188.
9. Valipour S., Karimi K., Barrett D., Ngoc Do D., Hu G., Sargolzaei M., Wang Z., Miar Y. (2022). Genetic and phenotypic parameters for pelt quality and body length and weight traits in American mink. *Animals*. Vol. 12 (22). P. 3184 <https://doi.org/10.3390/ani12223184>
10. Осташевський В. І. Характеристика продуктивності та біологічних особливостей норок різних типів : автореф. дис. ...канд. с.-г. наук : 06.02.01. Львів, 2006. 20 с.
11. Seremak B., Felska-Błaszczuk L. Analysis of body weight in various color varieties of American mink (Neovision vison) and the relationship between female body weight and reproductive performance. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. 2021. Vol. 20 (2). P. 47–54. <https://doi.org/10.21005/asp.2021.20.2.06>
12. Гурко Є. Ю., Мажилівська К. Р. Доместикаційні перетворення інтер'єрних ознак американських норок. *Біоінтенсивні та SMART-технології у тваринництві* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. Конф. м. Одеса, 29-30 черв. 2023 р. Одеса, 2023. С. 50–52.
13. Бойко О. В., Гончар О. Ф., Гавриш О. М., Яремич Н. В., Осокіна Т. Г. Удосконалення системи чистопородного розведення американської норки в умовах сучасних звірогосподарств : метод. реком. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН України, 2021. 38 с.
14. Гавриш О. М., Осокіна Т. Г. Вплив макроклімату на відтворювальну здатність американської норки різних генотипів. *Ефективне кролівництво і звірівництво*, 2021. № 7. С. 36–45.

15. Wang L., Zhou S., Liu G., Lyu T., Shi L., Dong Y., He S., Zhang H. (2022). The mechanisms of Animals (Basel). Vol. 12 (22). P. 3088. <https://doi.org/10.3390/ani12223088>
16. Thapa P. C., Do D. N., Manafiazar G., Miar Y. (2022). Coat color inheritance in American mink. BMC Genomics. Vol. 24 (1). P. 234. <https://doi.org/10.1186/s12864-023-09348-8>
- Valipour, S.; Karimi, K.;
17. Waclawik P., Grabolus D., Zatoń-Dobrowolska M., Kruszyński W. (2021). Coat colour inheritance in American mink (Neovison vison): Pedigree analysis. Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica. Vol. 19 (4). P. 33–38. <https://doi.org/10.21005/asp.2020.19.4.04>
18. Інструкція з бонітування норок, лисиць, песців, тхорів, снотовидних собак, нутрій кліткового розведення. Інструкція з бонітування кролів. Інструкція з ведення племінного обліку в звірівництві та кролівництві. К., 2003. 84 с.
19. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. К. : Аграрна наука, 2017. 328 с.

### References

1. Mamchur, S. & Hurko, Ye (2022). Vykorystannia henetychnykh resursiv u norkivnytstvi. Suchasni pidkhody harantuvannia bezpechnosti ta iakosti produktiv tvarynnytstva : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Odesa, 06-07 hrud. 2022. Odesa. S.65–66.
2. Baschenko, M. I. (2010). Zvirivnytstvo. Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen' NAN Ukrainy. <https://esu.com.ua/article-16655>
3. Kytaieva, A. P. (2001). Zahal'ne zvirivnytstvo. Odesa. 214 s.
4. Konovalov, I. V. (2006). Osnovni tendentsii ta napriamy pidvyschennia efektyvnosti rozvytku khutrovoho zvirivnytstva v Ukraini. Ekonomika APK. № 6. S. 88–91.
5. Prohrama rozvytku ta selektsii krolivnytstva i zvirivnytstva v Ukraini na 2005-2015 roky. (2006). K. : TOV «Atmosfera». 32 s.
6. Korkh, O. V. (2010). Pryntsypy otsinky ta efektyvnist' selektsii norok kol'orovoho typu pastel' za vidtinkamy zabarvlennia khutra: Dys. ...kand. s.-h. nauk : 06.02.01. Kherson. 148 s.
7. Myros', V. V., Pomitun, I. A. & Mykhno, V. I. (2000). Stan ta perspektyvy selektsii u zvirivnytstvi. Ahrarna nauka. № 12. S. 106–107.
8. Havrysh, O. M. (2009). Uspadkovuvannist' rozmiru tila norkamy riznykh typiv zabarvlennia. Naukovo-tekhnicnyj biuletten' Instytutu tvarynnytstva. Vyp. 100. S. 183–188.



9. Valipour, S., Karimi, K., Barrett, D., Ngoc, Do, D., Hu, G., Sargolzaei, M., Wang, Z. & Miar, Y. (2022). Genetic and phenotypic parameters for pelt quality and body length and weight traits in American mink. *Animals*. Vol. 12 (22). P. 3184 <https://doi.org/10.3390/ani12223184>

10. Ostashevs'kyj, V. I. (2006). Kharakterystyka produktyvnosti ta biolohichnykh osoblyvostej norok riznykh typiv. avtoref. dys. ...kand. s.-h. nauk : 06.02.01. L'viv. 20 s.

11. Seremak, B. & Felska-Błaszczek, L. (2021). Analysis of body weight in various color varieties of American mink (Neovision vison) and the relationship between female body weight and reproductive performance. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. Vol. 20 (2). P. 47–4. <https://doi.org/10.21005/asp.2021.20.2.06>

12. Hurko, Ye. Yu. & Mazhylovs'ka, K. R. (2023). Domestykatsijni peretvorennia inter'iernykh oznak amerykans'kykh norok. *Biointensyvnii ta SMART-tekhnologii u tvarynnytstvi. materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. Konf. Odesa, 29-30 cherv. 2023.*

13. Bojko, O. V., Honchar, O. F., Havrysh, O. M., Yaremych, N. V. & Osokina, T. H. (2021). Udoskonalennia systemy chystoporodnoho rozvedennia amerykans'koi norky v umovakh suchasnykh zvirihospodarstv. metod. rekom. Cherkasy. Cherkas'ka doslidna stantsiia bioresursiv NAAN Ukrainy. 38 s.

14. Havrysh, O. M. & Osokina, T. H. (2021). Vplyv makroklimatu na vidtvoriuval'nu zdatsnist' amerykans'koi norky riznykh henotypiv. *Efektivne krolivnytstvo i zvirivnytstvo*. № 7. S. 36–45.

15. [Wang, L.](#), [Zhou, S.](#), [Liu, G.](#), [Lyu, T.](#), [Shi, L.](#), [Dong, Y.](#), [He, S.](#) & [Zhang, H.](#) (2022). *The mechanisms of Animals* (Basel). Vol. 12 (22). P. 3088. <https://doi.org/10.3390/ani12223088>

16. Thapa, P. C., Do, D. N., [Manafiazar, G.](#) & [Miar, Y.](#) (2022). Coat color inheritance in American mink. *BMC Genomics*. Vol. 24 (1). P. 234. <https://doi.org/10.1186/s12864-023-09348-8>

Valipour, S.; Karimi, K.;

17. Waclawik, P., Grabolus, D., Zatoń-Dobrowolska, M. & Kruszyński, W. (2021). Coat colour inheritance in American mink (Neovision vison): Pedigree analysis. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. Vol. 19 (4). P. 33–38. <https://doi.org/10.21005/asp.2020.19.4.04>

18. Instruksiiia z bonituvannia norok, lysyts', pestsiv, tkhoriv, ienotovydneykh sobak, nutrij klitkovoho rozvedennia. Instruksiiia z bonituvannia kroliv. Instruksiiia z vedennia plemynnoho obliku v zvirivnytstvi ta krolivnytstvi. K. 2003. 84 s.

19. Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen' u tvarynnytstvi: posibnyk (2017). za red. I. I. Ibatullina, O. M. Zhukors'koho. K. : Ahrarna nauka. 328 s.

UDC: 636.2

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.85-99>**FORMATION OF THE MAIN PRODUCTIVE TRAITS OF MINK PASTELS  
DIFFERENT SHADES OF FUR COLOR**

Korkh O. V.,

*Livestock farming institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine,  
korkhoksana@gmail.com*

*Live weight and size of Pastel minks were determined by sex and varied depending on the shades of fur color. It has been substantiated that during both the comprehensive evaluation and preparation for rutting, animals with medium fur color exhibited better growth and had a significant advantage in live weight compared to their dark and semi-dark counterparts. Males outperformed females in terms of weight and linear growth across both experimental series and age periods. Analyzing the obtained data, it should be noted that minks in all groups had already reached a sufficiently high live weight by the time of evaluation, ranging from 2637.1 g to 3360.0 g in males and from 1153.1 g to 1569.4 g in females. During the first series of studies, the live weight of males and females with medium fur color at the time of evaluation was 20.0% and 20.5% higher, respectively, compared to minks with dark fur color. With age, males not only maintained their advantage in live weight but further increased it, exceeding their dark-colored counterparts by 24.9%. In females, however, this difference was only 11.2%. Following the transition of all groups to diets designed for rut preparation, the live weight of medium-colored males decreased by 13.4% and females by 19.6%, while dark-colored males and females experienced reductions of 16.8% and 12.9%, respectively, compared to their live weight at the time of evaluation. Similar trends in live weight changes across growth periods were observed in the second and third series of studies. Minks with medium fur color were not only heavier but also had longer body lengths compared to their counterparts of other shades. During the comprehensive evaluation, the average body length of medium-colored males in the first series of studies exceeded that of dark-colored males by 4.2%, and in the second series by 10.6%. The difference between medium-colored males and their semi-dark counterparts was 3.1% in the second series and 4.9% in the third.*

*Minks with medium fur color were not only heavier but also had longer body lengths compared to their counterparts of other shades. During comprehensive evaluation, the average body length of medium-colored males in the first series of studies exceeded that of dark-colored males by 4.2%, and in the second series by 10.6%. The difference between medium-colored males and their semi-dark counterparts was 3.1% in the second series and 4.9% in the third. Medium-colored females also significantly outperformed their darker counterparts. In the first series*

*of studies, the difference was 5.8%; in the second, 13.6%; and in the third, 8.7%. Compared to their semi-dark counterparts, the difference was 6.9% in the second series and 3.0% in the third.*

*It is noteworthy that, with a few exceptions, the relationship between the main indicators in mothers and their offspring is significantly stronger than that observed in fathers. Offspring with the same fur color shades as their parents differed from them in the nature of the relationship between live weight and body length, and vice versa.*

*Instead, the dominant and highly probable influence on the diversity of fur color shades in sons (17.4%) was attributed to fathers, while in daughters (17.9%), it was attributed to mothers. The impact of fur color shades on the formation of average indicators in offspring was also observed in terms of live weight and body length. However, it should be noted that sons, compared to daughters, were more influenced by the genotype of both parents, with contributions ranging from 10.7% to 18.3% for sons and 12.1% to 16.1% for daughters.*

*Keywords: mink Pastel, shade of fur color, live weight, body length, comprehensive evaluation, preparation for rutting.*

УДК 636.92.085.552 : 636.084. 11.12

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.100-112>

## БЕЗПЕЧНІСТЬ І ПРОДУКТИВНА ДІЯ ПРЕПАРАТУ L-КАРНІТИНУ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ МОЛОДНЯКУ КРОЛІВ

Лучин І.С., доктор с. г. наук, с. н. с.

Сотніченко Ю.М., кандидат с-г наук,

Невесенко А.В., кандидат екон. наук,

Білан А.П., науковий співробітник.

*Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН м. Черкаси, Україна.*

[luchin60@ukr.net](mailto:luchin60@ukr.net)

*Досліджено продуктивну дію препарату «CarnEon 50» на інтенсивність росту молодняку кролів. Розроблено рецепт комбікорму на основі місцевих кормових інгредієнтів: дерті ячменю (10 %) і вівса (10 %), висівок пшениці (10 %), шроту соняшнику (20 %), борошна люцерни (35 %), солі кухонної (0,4 %), преміксу (3,1 %). Для досліду, методом пар-аналогів, було сформовано 6 груп молодняку кролів по 10 голів в кожній (5самців+5самок).*

*Встановлено, що при застосуванні в раціоні відгодівельного молодняку кролів «CarnEon 50» в кількості 150; 200 і 250 г на тону готового корму (III, IV і V групи) жива маса в 90 добовому віці підвищилася на 2,9-6,8 %, середньодобові прирости – на 4,2-10,5 %, прижиттєва ширина попереку (показник м'ясності) – на 3,0-4,5 %, конверсія корму покращилась на 2,5-3,9 % щодо I контрольної групи.*

*Молодняк кролів IV та V дослідних груп з вмістом в раціонах препарату «CarnEon 50» 200 і 250 г/т вірогідно переважав контрольну групу на 124 і 94 г ( $p < 0,01$ ) за масою парної тушки. За забійним виходом молодняк III, IV і V груп мав перевагу над контрольною на 1,0 - 1,3 %.*

*Використання препарату «CarnEon 50» в кількості 200-250 г на тону комбікорму в раціонах молодняку кролів за інтенсивного виробництва кролятини дає змогу зменшити прямі затрати на виробництво 1 т кролятини на 800 грн., а рентабельність виробництва підвищити на 2 %.*

**Ключові слова:** молодняк кролів, інтенсивність росту, препарат «CarnEon 50», комбікорм, відгодівельні та забійні показники, економічна ефективність

**Актуальність.** На сьогодні більшість виробників застосовують стандартні кормові добавки, які дають можливість отримати середньостатистичні прирости та прибутки. При цьому в процесі вирощування завжди виникають одні й ті ж самі проблеми, пов'язані з невисокими

приростами, довшим періодом відгодівлі, значним переліком захворювання тварин [2].

Одним із основних рішень – це використання в процесі виробництва комбікормів нових прогресивних, інноваційних продуктів, які забезпечать високі якісні та фінансові показники виробництва при використанні стандартних інгредієнтів [3, 14, 7, 17].

Дослідження, які проведені науковцями багатьох країн світу, не дають повної уяви про дію «Карнітину» на тваринний організм, особливо за умов інтенсивного вирощування кролів [10].

L-карнітин (CarnEon 50) відіграє важливу роль у використанні жирних кислот та транспортуванні метаболічної енергії в організмі [1].

CarnEon 50 містить вітаміноподібну речовину, яка природнім чином присутня в кормах рослинного та тваринного походження.

Здатність синтезувати L-карнітин в печінці з'являється і розвивається тільки в перші періоди життя тварини. Тому тварини потребують отримання L-карнітину через молоко або з кормом, особливо протягом 5 перших тижнів життя.

В період відлучення молодняк схильний до підвищеного стресу за рахунок зміни місць утримання і зміни типу годівлі. L-карнітин допомагає молодняку подолати ці стресові ситуації [15, 16].

Якщо тварина отримує достатню кількість L-карнітину, то можна очікувати більш ефективне використання енергетичних, а також білкових та амінокислотних ресурсів корму [4]. Сприяння отриманню енергії з жирних кислот, зниження катаболізму незамінних амінокислот, а також більш ефективне використання обмінної енергії призводить до прискореного формування м'язової маси, збільшенню вмісту пісного м'яса і зниження вмісту жиру [8, 12]. Крім того швидкозростаючі тварини в фінішній період повинні бути в змозі переносити стресові ситуації, наприклад транспортування на бійню, що має на увазі достатнє забезпечення тварин на відгодівлі L-карнітином, особливо високопродуктивних [9].

В умовах інтенсивного виробництва кролятини відбувається корекція поживності раціонів, вводяться нові інгредієнти, змінюється їх структура з метою підвищення продуктивності, вище вказане призводить до виникнення стресів і подальшого падежу та зниження продуктивності кролів [6, 11, 13, 18].

Одним із основних рішень інтенсивного виробництва кролятини є використання в повнораціонних комбікормах нових прогресивних, інноваційних продуктів, які забезпечують високі фінансові показники виробництва та безпечність і якість продукції.

У зв'язку з цим важливим та інноваційним залишається питання застосування та вивчення продуктивної дії, безпечності препарату L-карнітину - «CarnEon 50» у годівлі кролів.

**Мета роботи:** обґрунтувати та розробити схему використання інноваційного препарату «CarnEon 50», встановити оптимальну дозу та безпечність у годівлі інтенсивно ростучого молодняка кролів.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводились на молодняку кролів Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції з використанням препарату «CarnEon 50» від фірми «Lohmann Animal Health» (Німеччина) та закупленій в приватного підприємства «Агро-ТЕК» м. Тернопіль.

В господарстві застосовується технологія інтенсивного виробництва кролятини. Для вирощування використовують трьох порідні поміси білого термонця, шиншили та фландра (НТШ). Середньомісячна чисельність кролів 250 голів, з них основних кролематок 60. Основні елементи технології, що присутні в дослідженні:

- осіменіння кролематок згідно технологічної карти, на 10 день після окролу;
- відлучення кроленят в 28 добовому віці;
- підготовчий період для контрольної відгодівлі кроленят 5діб;
- відгодівельний період з 33 до 90добового віку.

Для досліду, методом пар-аналогів, було сформовано 6 груп молодняка кролів по 10 голів в кожній (5самців+5самок).

Дослідження здійснювалися шляхом порівняльного аналізу показників інтенсивності росту піддослідного молодняка кролів з 30 до 90-добового віку на підставі визначення абсолютного, відносного та середньодобового приростів; конверсії корму, прижиттєвих м'ясних показників, забійних показників.

Дослідження проводились згідно сучасних методологічних підходів та дотриманням відповідних вимог і стандартів, котрі використовуються у вітчизняній та міжнародній практиці, зокрема відповідати вимогам ДСТУ ISO/EC 17025:2006.

Утримання тварин та всі маніпуляції проводились відповідно до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986)

Технологія годівлі, яка застосовується в господарстві - повнорационні гранульовані комбікорми з поїданням вволю. Раціони розраховувались в форматі Microsoft Excel, шляхом структуризації кормів, згідно європейських

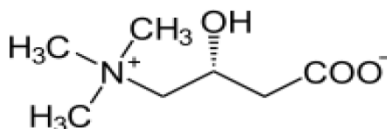
норм для інтенсивно ростучого молодняка кролів – «Норми живлення кролів, схвалені VIII Міжнародним конгресом з кролівництва (2004)» (EGRAN), «Європейської таблиці поживності кормів для кролів (2002)» (EGRAN).

Використані місцеві кормові інгредієнти: дерть ячменю (10%), дерть вівса (10%), висівки пшениці (10%), шрот соняшнику (20%), борошно люцерни (35%), сіль кухонна (0,4%), премікс (3,1%). Шрот соняшнику, що застосовувався у дослідженнях, вироблений в умовах ПП «ОЛІЯР» Львівської області, Пустомитівського району, села Ставчани.

Вартість 1 кг комбікорму – 11 грн., 1кг препарату «CarnEon 50» – 1500грн.

Препарат «CarnEon 50» в означених дозах попередньо ретельно змішували з преміксом і вводили у склад комбікорму (до 1 тони).

Карнітин, як і багато інших біомолекул, може існувати в двох ізомерних формах, що мають однаковий хімічний склад, але різну просторову конфігурацію, кожна з яких є дзеркальним відображенням іншої - L-карнітин (ліва форма) і D-карнітин (права форма).



Рекомендації виробника - ввід у склад комбікорму від 100г до 300г на тону готового корму для тварин та птиці, рекомендації для кролів відсутні. Згідно рекомендацій виробника розроблена схема досліду.

**Таблиця 1. Схема проведення досліду щодо оцінки безпечності та продуктивної дії препарату «CarnEon 50» на інтенсивність росту молодняка кролів**

Група	Відгодівельний молодняк кролів (НТШ) характер годівлі, n=10	
	Підготовчий період, 5 діб	Основний період, 60 діб
I (контрольна)	Визначення ефективності застосування в раціоні молодняка кролів препарату «CarnEon 50А»	ОР – без препарату «CarnEon 50».
II (дослідна)		ОР + 100г «CarnEon 50» на 1 т готового корму.
III (дослідна)		ОР + 150г «CarnEon 50» на 1 т готового корму.
IV (дослідна)		ОР + 200г . «CarnEon 50» на 1 т готового корму.
V (дослідна)		ОР + 250г «CarnEon 50» на 1 т готового корму.
VI (дослідна)		ОР + 300г «CarnEon 50» на 1 т готового корму.

Для визначення об'єктивної цінності відгодівельних і м'ясних якостей дослідних тварин визначався показник комплексної оцінки (ПКО). Для цього відбирався промір тіла – ширина попереку (у точках, прилеглих до колінних суглобів). Показник комплексної оцінки ремонтного молодняка визначали за формулою [5]:

$$I = 5,1 (K + 2H),$$

де 5,1 і 2 – корегуючі коефіцієнти; I – ПКО; K – середньодобовий приріст живої маси молодняка за період вирощування, г; H – ширина попереку, см.

Отримані результати опрацьовані з використанням методів варіаційної статистики та обчисленням критеріїв вірогідності при допомозі електронних таблиць Excel 2007.

На основі аналізу проведених досліджень визначали економічно-технологічну ефективність використання різних доз препарату «CarnEon 50».

**Результати досліджень.** Показник середньої живої маси однієї голови молодняка кролів при відлученні в 28 добовому віці, при постановці на підготовчий період, вірогідної різниці між групами не мав (табл. 2).

**Таблиця 2. Жива маса дослідних тварин (M±m, n=10)**

Група	Жива маса кролів, г	
	при постановці на підготовчий період (28 діб)	після закінчення підготовчого періоду (35 діб)
1 - контрольна	502±13,46	714±14,39
2 - дослідна	499±14,28	717±10,28
3 - дослідна	512±14,46	707±10,67
4 - дослідна	494±11,73	687±14,05
5 - дослідна	506±12,72	693±13,67
6 - дослідна	497±13,62	677±14,53

Після закінчення підготовчого періоду (35 діб) відзначилась тенденція до зміни інтенсивності росту молодняка кролів по групах (табл. 3).

Із збільшенням вмісту препарату «CarnEon 50» в раціонах кролів дослідних груп, у підготовчий період, знижувались середньодобові прирости: перша 30,3г; друга 31,1г; третя 27,5г; четверта 27,6г; п'ята 26,7г та шоста 25,7г. Відбувалось привикання тварин до поїдання корму з специфічним препаратом «CarnEon 50».



При постановці тварин на дослід (підготовчий період), показник середньої живої маси однієї голови молодняка кролів при відлученні в 28 добовому віці, вірогідної різниці між групами не мав.

У 90-добовому віці середня жива маса кролів у всіх дослідних групах змінювалася щодо молодняку I (контрольної) групи (табл. 3). Максимальною жива маса однієї голови в 90-добовому віці була в IV дослідній групі ( $p < 0,05$ ) – вона становила 2875 г за використання «CarnEon 50» в кількості 200 г/т, тимчасом, як за використання цього препарату в раціоні годівлі молодняка кролів III групи (150 г) вона склала 2770 г, V групи (250 г) – 2840 г.

Встановлено, що найвищу інтенсивність росту мав молодняк кролів IV і V груп, в раціоні яких було відповідно 200 і 250 г препарату «CarnEon 50» на тону корму. Показник середньодобових приростів мав вірогідну різницю в цих дослідних групах молодняка кролів ( $p < 0,05$ ) щодо контролю.

Найвищі середньодобові прирости за період 30-90 діб відзначено в IV (39,8г) і V (39г) дослідних групах, нижчі – в II (36,3 г) і III (37,5 г), нижчим цей показник був у молодняка кролів VI дослідної групи (300 г «CarnEon 50» на тону корму) і становив 36,9 г.

**Таблиця 3. Інтенсивність росту молодняка кролів ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Групи	Жива маса 1 голови		Середньодобові прирости, г
	У віці 35 діб, г	у 90-добовому віці, г	
I	714±14,39	2692±39	36,0±0,8
II	717±10,28	2715±47	36,3±0,9
III	707±10,67	2770±39	37,5±0,8
IV	687±14,05	2875±37*	39,8±0,7*
V	693±13,67	2840±52*	39,0±1,0*
VI	677±14,53	2705±53	36,9±1,1

*Тут і в наступних таблицях: \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$*

Кращі показники відгодівельної продуктивності у 90-добовому віці за введення 200 г препарату «CarnEon 50» на тону готового корму отримано у IV дослідній групі, очевидно за рахунок ефективності фізіологічного впливу карнітину на процес травлення та обміну речовин моногастричних, рослиноїдних гризунів, що проявилось у кращому поїданні корму. Жива маса кролів цієї дослідної групи зросла на 183 г ( $p < 0,05$ ), середньодобові прирости – на 3,8 г ( $p < 0,05$ ), ширина попереку – на 0,3 см, конверсія корму покращилася на 150 г.

Прижиттєвий показник м'ясності – ширина попереку була дещо вищою у кролів III, IV і V дослідних груп щодо контролю, однак без вірогідної різниці

(табл. 4). Ширина попереку в 3-місячному віці у кролів цих груп становила відповідно 6,8 і 6,9 см. При введенні у раціон дослідних кролів препарату «CarnEon 50» в кількості 300 г на тону готового корму цей показник становив 6,6 см і був на рівні контрольної групи.

Щодо забійних показників, то слід відзначити дещо нерівномірне зростання маси парної тушки (табл. 5). Молодняк кролів IV та V дослідних груп з вмістом в раціонах препарату «CarnEon 50» 200 і 250 г вірогідно переважав контрольну групу на 124 і 94 г ( $p < 0,01$ ). За забійним виходом молодняк III, IV і V груп мав перевагу над контрольною на 1,0 - 1,3 %.

**Таблиця 4. Відгодівельні та забійні показники молодняку кролів у 90-добовому віці, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ )**

Групи	Ширина попереку, см	Маса парної тушки, г	Забійний вихід, %	Затрати корму на 1кг приросту, кг	ПКО
I	6,6±0,1	1336±17	49,5	3,85	251
II	6,7±0,11	1362±25	50,2	3,85	253
III	6,8±0,07	1406±19	50,7	3,75	261
IV	6,9±0,07	1460±18**	50,8	3,7	273
V	6,8±0,09	1433±24**	50,5	3,7	268
VI	6,6±0,08	1362±24	50,4	3,8	255

Затрати корму в I, II, III, VI групах становили 3,85; 3,85; 3,75 і 3,8 кг готового корму на 1 кг приросту, тимчасом як в IV і V групах вони були дещо ефективнішими і знаходилися на рівні 3,7 кг.

Отже, при застосуванні в раціоні відгодівельного молодняку кролів «CarnEon 50» в кількості 150; 200 і 250 г на тону готового корму (III, IV і V групи) жива маса в 90 добовому віці підвищилася на 2,9-6,8 %, середньодобові прирости – на 4,2-10,5 %, прижиттєва ширина попереку (показник м'ясності) – на 3,0-4,5 %, конверсія корму покращилася на 2,5-3,9 % щодо I контрольної групи.

Найвищий показник комплексної оцінки (ПКО) молодняку кролів, виходячи з показника середньодобового приросту і ширини попереку по групі, відзначено у молодняку IV (273) і V (268) груп за нижчого показника у I (контрольний) групі – 251.

Економічний аналіз відгодівлі молодняку кролів показав, що із введенням у раціон різної кількості «CarnEon 50» змінювалася продуктивність кролів і

одночасно вартість корму, що є основним показником при визначенні собівартості тваринницької продукції (табл. 5).

**Таблиця 5. Економічна ефективність від використання різної кількості препарату «CarnEon 50» в годівлі молодняку кролів**

Економічні показники	Групи					
	1	2	3	4	5	6
Вартість 1 кг препарату «CarnEon 50», грн.	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Вартість 1 т комбікорму, грн.	11000	11150	11225	11300	11375	11450
Затрати корму на 1кг приросту, кг	3,85	3,85	3,75	3,7	3,7	3,8
Вартість корму на 1 кг приросту живої маси, грн.	42,35	42,93	42,09	41,81	41,83	43,51
Собівартість 1кг кролятини, грн.	60,5	61,33	60,13	59,73	59,76	62,16
Реалізаційна ціна 1 кг живої маси кролятини, грн.	80	80	80	80	80	80
Чистий дохід 1 кг кролятини, грн.	19,5	18,7	19,9	20,3	20,2	17,6
Рентабельність, %	32	30	33	34	34	29

Вартість затрат кормів на одиницю приросту визначали шляхом множення вартості раціону (1 кг корму) на затрати кормів на 1 кг приросту.

Економічний аналіз свідчить, що затрати кормів на 1 кг приросту по групах зменшувалися щодо показників I контрольної групи (з 3,85 до 3,7 кг), крім VI групи, а вартість 1 т готового корму зростала з I по VI групу (з 11000 до 11450 грн.).

Використання препарату «CarnEon 50» забезпечило зростання відгодівельної продуктивності кролів і одночасно зменшення вартості корму на 1 кг приросту – з 42,35 грн. у контрольній групі та II 42,93 грн. у II групі до 42,09 грн. у III (150 г/т), до 41,81 грн. у IV групі та в V до 41,83 грн., а в VI дослідній групі молодняку кролів (300 г препарату на 1т корму) відзначено підвищення вартості 1 кг корму (43,51 грн.).

Собівартість годівлі молодняку кролів дослідних груп щодо I (контрольної) була нижчою (з 60,5 до 59,73 грн.), окрім VI дослідної групи (62,16 грн.).

Така динаміка вплинула на показник чистого прибутку і рентабельності виробництва. Найвищою рентабельністю виробництва за прямими затратами була у молодняку кролів IV і V груп і становила 34 %. Цим дослідним групам згодовували з кормом 200 і 250 г препарату «CarnEon 50» на тону готового повнораціонного комбікорму.

Слід відзначити, що із введенням у раціон різної кількості «CarnEon 50» змінювалися як відгодівельні показники молодняку кролів по групах, так і економічні показники, зокрема вартість корму, як основного показника

собівартості. Із зростанням відгодівельної продуктивності зростала питома вага корму в структурі собівартості приросту кролятини та знижувалися затрати корму на одиницю приросту.

Таким чином, дослідженнями встановлено, що використання препарату «CarnEon 50», а особливо в дозі 200-250 г/т комбікорму, в раціонах молодняку кролів в умовах інтенсивного виробництва кролятини дає змогу зробити її виробництво більш ефективним. При цьому прямі затрати на виробництво 1 т кролятини зменшуються на 800 грн., а рентабельність виробництва зростає на 2 %.

**Висновки.** Досліджено безпечну дію препарату «CarnEon 50» на інтенсивність росту молодняку кролів. У всіх групах відсутній падіж молодняку кролів. Більш того, безпечність використання полягала у відсутності гастроентероколітів за весь період і за різних доз застосування препарату «CarnEon 50». Препарат сприяв кращому поїданню корму, що впливало на зростання відгодівельної і забійної продуктивності кролів.

При застосуванні в раціоні відгодівельного молодняку кролів «CarnEon 50» в кількості 150; 200 і 250 г на тону готового корму (III, IV і V групи) жива маса в 90 добовому віці підвищилася на 2,9-6,8 %, середньодобові прирости на 4,2-10,5 %, прижиттєва ширина попереку (показник м'ясності) на 3,0-4,5 %, конверсія корму покращилась на 2,5-3,9 % щодо I контрольної групи.

Молодняк кролів IV та V дослідних груп з вмістом в раціонах препарату «CarnEon 50» 200 і 250 г/т вірогідно переважав контрольну групу на 124 і 94 г ( $p < 0,01$ ) за масою парної тушки. За забійним виходом молодняк III, IV і V груп мав перевагу над контрольною на 1,0 - 1,3 %.

Затрати корму в I, II, III, VI групах становили 3,85; 3,85; 3,75 і 3,8 кг готового корму на 1 кг приросту, тимчасом як в IV і V групах вони були дещо ефективнішими і знаходилися на рівні 3,7 кг.

Використання препарату «CarnEon 50» в кількості 200-250 г на тону комбікорму в раціонах молодняку кролів за інтенсивного виробництва кролятини дає змогу зменшити прямі затрати на виробництво 1 т кролятини на 800 грн., а рентабельність виробництва підвищити на 2 %.

### Література

1. Антоненко П.П., Постоєнко В.О., Засєкін Д.А. Вплив фітопрепаратів на обмін речовин та продуктивність птиці. *Сучасне птахівництво*. 2007. № 7. С. 18-19.
2. Башенко М.І., Лучин І.С., Бойко О.В., Дармограй Л.М., Гончар О.Ф., Гавриш О.М. Проектування інтенсивного виробництва кролятини в Україні. Монографія. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2019. 212 с.

3. Гончар О.Ф., Шевченко Є. А. Підвищення продуктивних якостей кролів шляхом застосування пробіотичного препарату *Vacillus subtilis*. *Вісник АПВ НААНУ*. 2010. №10. С. 24–29.
4. Коцюмбас І. Я., Гунчак В. М., Стецько Т.І. Проблеми використання антимікробних препаратів для стимулювання росту продуктивних тварин та альтернативи їх застосуванню. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*. 2013. Вип. 14. № 3–4. С. 381–389.
5. Лучин І.С. Комплексний показник оцінки ремонтного молодняка кролів різних генотипних поєднань. *Розведення і генетика тварин : міжвід. темат. наук. зб.* 2005. Вип. 39. С.128–133.
6. Колесник М.Д. Використання ехінацеї пурпурової у кормових добавках. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 7. С. 26-28.
7. Нечаев А.П., Кочеткова А.А. Пищевые и биологически активные добавки, ароматизаторы и технологические вспомогательные средства. Учебное пособие. СПб: ГИОРД, 2007. С. 201-214.
8. Сучасні технології годівлі свиней без використання антибіотиків [Електронний ресурс] <https://vita.biz.ua/suchasni-tehnologivi-godivli-syvnei-bezvvrstvannva-antvbiotvkviv/>
9. Abdel-Fattah S. A., El-Sanhoury M. H., El-Mednay N. M. Abdel-Azeem F. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. *International Journal of Poultry Science*. 2008. Vol. 7 (3) P.215–222.
10. Butsiak H.A. Butsiak V.I., Gutyj B.V., Kalyn B.M., Muzyka L.I., Stadnytska O.I., Luchyn I.S., Rozputnii O.I., Kachan L.M., Melnichenko Yu. O., Sliusarenko S.V., Bilkevich V.V., Leskiv K.Y. (2021). Migration of heavy metal mobile forms into the plant vegetative mass under anthropogenic load. *Ukrainian Journal of Ecology*. 11 (1). 329-343, doi: 10.15421/2021\_50.
11. Wojko O.V., Darmohray L.M., Luchyn I.S., Honchar O.F., Gutyj B.V. Specific activity of Sr-90 and Cs-137 in rabbits of various genotypes. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (2). 165-169. doi: 10.15421/2020\_80.
12. Darmohray L.M., Luchyn I.S., Gutyj B.V., Golovach P.I., Zhelavskiy M.M., Paskevych G.A., Vishchur V.Y. (2019). Trace elements transformation in young rabbit muscles. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9 (4). 204-210.
13. Dibner, J.J. and P. Butin, (2002). Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *J. Appl. Poult. Res.* 11: 453-463.
14. Hunchak, A., Hunchak, V. M., & Ratych, I. B. (2015). BIOLOGICAL EFFECTS OF PLANTS EXTRACTS IN THE POULTRY. *Scientific Messenger of*

*LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Veterinary Sciences, 17 (3), 19-31.

15. Maertes L. Peres J., Villamide M., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G. (2004). Nutritive value of raw materials for rabbits : EGRAN tables 2004. *World rabbits sci*. Vol. 10. Issue 4. P. 157-166.

16. Samudovska A., Demeterova M. (2010). Effect of water acidification on performance, carcass characteristic and some variables of intermediary metabolism in chickens. *Acta Veterinaria (Beograd)*. Vol. 60. (№ 4). P. 363–370.

17. Soltan M.A. Effect of dietary organic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood serum parameters in laying hens. *International journal of poultry sciences*. Asian network for scientific information. 2008. 7 (6): p. 613-621. ADIMIX

18. [Електронний ресурс]

[http://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/specradi/disert\\_lukashuk.pdf](http://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/specradi/disert_lukashuk.pdf)

### References

1. Antonenko P.P., Postoienko V.O., Zasiakin D.A. Vplyv fitopreparativ na obmin rechovyn ta produktyvnist ptytsi. *Suchasne ptakhivnytstvo*. 2007. № 7. S. 18-19.

2. Bashchenko M.I., Luchyn I.S., Boiko O.V., Darmohrai L.M., Honchar O.F., Havrysh O.M. Proektuvannia intensyvnoho vyrobnytstva kroliatyny v Ukraini. *Monohrafiia*. Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2019. 212 s.

3. Honchar O.F., Shevchenko Ye. A. Pidvyshchennia produktyvnykh yakosti kroliiv shliakhom zastosuvannia probiotychnoho preparatu *Bacillus subtilis*. *Visnyk APV NAANU*. 2010. №10. S. 24–29.

4. Kotsiumbas I. Ya., Hunchak V. M., Stetsko T.I. Problemy vykorystannia antimikrobnykh preparativ dlia stymuliuвання rostu produktyvnykh tvaryn ta alternatyvy yikh zastosuvanniu. *Naukovo-tekhnichnyi biuletен Instytutu biolohii tvaryn i Derzhavnogo naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetpreparativ ta kormovykh dobavok*. 2013. Vyp. 14. № 3–4. S. 381–389.

5. Luchyn I.S. Kompleksnyi pokaznyk otsinky remontnoho molodniaku kroliiv riznykh henotypnykh poiednan. *Rozvedennia i henetyka tvaryn : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2005. Vyp. 39. S.128–133.

6. Kolesnyk M.D. Vykorystannia ekhinatsei purpurovoi u kormovykh dobavkakh. *Visnyk aharnoi nauky*. 2005. № 7. C. 26-28.

7. Nechaev A.P., Kochetkova A.A. Pyshechевые y byolohycheskyi aktyvnyie dobavky, aromatyzatory y tekhnolohycheskye vspomohatelnyie sredstva. *Uchebnoe posobie*. SPb: HYORD, 2007. S. 201-214.

8. Suchasni tekhnologii hodivli svynei bez vykorystannia antybiotyktiv [Elektornnyi resurs] <https://vita.biz.ua/suchasni-tehnologivi-godivli-svyniei-bezvkorvstannva-antvbiotvktiv/>

9. Abdel-Fattah S. A., El-Sanhoury M. H., El-Mednay N. M. Abdel-Azeem F. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. *International Journal of Poultry Science*. 2008. Vol. 7 (3) P.215–222.

10. Butsiak H.A. Butsiak V.I., Gutyj B.V., Kalyn B.M., Muzyka L.I., Stadnytska O.I., Luchyn I.S., Rozputnii O.I., Kachan L.M., Melnichenko Yu. O., Sliusarenko S.V., Bilkevich V.V., Leskiv K.Y. (2021). Migration of heavy metal mobile forms into the plant vegetative mass under anthropogenic load. *Ukrainian Journal of Ecology*. 11 (1). 329-343, doi: 10.15421/2021\_50.

11. Bojko O.V., Darmohray L.M., Luchyn I.S., Honchar O.F., Gutyj B.V. Specific activity of Sr-90 and Cs-137 in rabbits of various genotypes. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (2). 165-169. doi: 10.15421/2020\_80.

12. Darmohray L.M., Luchyn I.S., Gutyj B.V., Golovach P.I., Zhelavskiy M.M., Paskevych G.A., Vishchur V.Y. (2019). Trace elements transformation in young rabbit muscles. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9 (4). 204-210.

13. Dibner, J.J. and P. Butin, (2002). Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *J. Appl. Poult. Res.* 11: 453-463.

14. Hunchak, A., Hunchak, V. M., & Ratych, I. B. (2015). BIOLOGICAL EFFECTS OF PLANTS EXTRACTS IN THE POULTRY. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 17 (3), 19-31.

15. Maertes L. Peres J., Villamide M., Cervera C., Gidenne T., Xiccato G. (2004). Nutritive value of raw materials for rabbits : EGRAN tables 2004. *World rabbits sci*. Vol. 10. Issue 4. P. 157-166.

16. Samudovska A., Demeterova M. (2010). Effect of water acidification on performance, carcass characteristic and some variables of intermediary metabolism in chcsks. *Acta Veterinaria (Beograd)*. Vol. 60. (№ 4). R. 363–370.

17. Soltan M.A. Effect of dietary organic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood serum parameters in laying hens. *International journal of poultry sciences. Asian network for scientific information*. 2008. 7 (6): r. 613-621. ADIMIX

18. [Електронний ресурс]

[http://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/specradi/disert\\_lukashuk.pdf](http://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/specradi/disert_lukashuk.pdf)

UDC 636.92.085. 552: 636.084. 11.12

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.100-112>**SAFETY AND PRODUCTIVE EFFECT OF THE L-CARNITINE  
PREPARATION ON THE GROWTH INTENSITY OF YOUNG RABBITS**

Luchyn I.,  
Sotnichenko Yu.,  
Nevy`senko A.,  
Bilan A.

*Cherkassy Experimental Station of Bioresources of the National Academy of  
Sciences, Cherkassy, Ukraine [luchin60@ukr.net](mailto:luchin60@ukr.net)*

*The productive effect of the drug "CarnEon 50" on the intensity of growth of young rabbits was studied. A compound feed recipe was developed based on local feed ingredients: barley grits (10%) and oats (10%), wheat bran (10%), sunflower meal (20%), alfalfa flour (35%), table salt (0.4%), premix (3.1%). For the experiment, 6 groups of young rabbits of 10 heads each (5 males + 5 females) were formed using the pair-analog method.*

*It was established that when used in the diet of fattening young rabbits "CarnEon 50" in the amount of 150; 200 and 250 g per ton of finished fodder (III, IV and V groups) live weight at 90 days of age increased by 2.9-6.8%, average daily gains - by 4.2-10.5%, lifetime waist width (meatiness index) – by 3.0-4.5%, feed conversion improved by 2.5-3.9% compared to the first control group.*

*Young rabbits of the IV and V experimental groups with 200 and 250 g/t of CarnEon 50 in their rations probably outweighed the control group by 124 and 94 g ( $p < 0.01$ ) in terms of paired carcass weight. In terms of slaughter yield, young animals of III, IV and V groups had an advantage over the control group by 1.0 - 1.3%.*

*The use of the drug "CarnEon 50" in the amount of 200-250 g per ton of compound feed in the diets of young rabbits during intensive production of rabbit meat makes it possible to reduce direct costs for the production of 1 ton of rabbit meat by UAH 800, and to increase the profitability of production by 2%.*

**Key words:** young rabbits, growth intensity, the drug "CarnEon 50", compound feed, fattening and slaughter indicators, economic efficiency



УДК 636.92:631.223.6:628.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.113-130>

## ОЦІНКА СТАНУ КОМФОРТУ КРОЛІВ У ЦЕГЛЯНОМУ КРІЛЬЧАТНИКУ ЗА ПЕРІОДАМИ РОКУ

Небилиця М.С., кандидат с.-г. наук,

Гавриш О.М., с.н.с., кандидат с.-г. наук,

Гончар О. Ф., с.н.с., кандидат с.-г. наук,

Осокіна Т.Г., науковий співробітник.

*Черкаська дослідна станція біоресурсів Національної академії аграрних наук  
України, м. Черкаси, [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)*

*Зміна клімату є однією з найбільших загроз для всіх верств населення, оскільки безпосередньо впливає на навколишнє середовище та економіку України. Це вимагає проведення відповідних заходів з адаптації тварин до мікроклімату, для уникнення зниження виробництва сільськогосподарської продукції. Дослідження проведені на кролях породи полтавське срібло, каліфорнійська та новозеландська біла на базі кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН. Метою експерименту було визначити основні параметри мікроклімату у капітальних цегляних крільчатниках, за умов підвищених температур довкілля і утримання тварин за традиційною промисловою технологією у сітчастих клітках, для оцінки стану комфорту тварин. Методи дослідження – бібліографічні, аналітичні, фізичні, біометричні. Дослідження мікроклімату проводили впродовж 20 діб, у другий місяць кожної пори року, методом безперервної автоматичної реєстрації за допомогою вимірювально-облікового комплексу «Аналізатор повітряного середовища електронний моноблоковий». Зміни показників температури й вологості у крільчатнику визначали за сухого типу годівлі тварин повнораціонним гранульованим комбікормом з годівниць бункерного типу і цілодобового доступу до води за допомогою ніпельних поїлок. Оцінку стану комфорту кролів, за порами року, здійснювали за допомогою обрахунку температурно-вологісного індекса (ТВІ). Дослідженнями встановлено, що у зимовий період утримання в цегляній будівлі кролі мали деякий дискомфорт, який характеризував індекс ТВІ на рівні 46,5 од., що відповідало наявності мінімального холодового стресу. Значно більший дискомфорт відчували тварини у період аномально спекотного літа, коли ТВІ дорівнював 74,4 од., що вказує про наявність помірного теплового стресу. При порівнянні середніх значень відтворювальної здатності кролематок визначено вірогідне переважання кількісних параметрів досліджуваних гнізд за порами року, які узгоджувалися зі станом комфорту тварин.*

**Ключові слова:** кролі, крільчатник, мікроклімат, температурно-вологістний індекс, температурний стрес

**Актуальність.** Порівняно з іншими країнами світу, енергоємність ВВП України є досить високою, що визначає низьку конкурентоспроможність економіки. Починаючи з 2014 року, енергоефективність та енергозбереження стали пріоритетними напрямками подальшого функціонування вітчизняної економіки, проте рівень енергоємності ВВП України, за даними Світової енергетичної ради – WEC, лишається у 2,0-2,5 рази вищим, ніж у більшості європейських країн.

Однією із складових енергозбереження являється енергоефективність. Енергозбереження це комплекс заходів, мета яких, здебільшого, націлена на те, щоб зменшити споживання енергії на обслуговування будівлі [1-3]. Споруда з малим споживанням енергії на її обслуговування (опалення, кондиціонування) являється енергоефективною, або енергозберігаючою [4, 5]. За рахунок ефективного проектування та виконання інженерних мереж, вентиляції з рекуперацією повітря, в будівлі створюється комфортне середовище для існування тварин [6].

Питання енергозбереження та енергоефективності впливають на екологічну безпеку [7, 8, 9]. Згідно з доповіддю Міжурядової групи експертів зі зміни клімату наукові дослідження свідчать, що зміна клімату в результаті антропогенного впливу з кінця XIX століття лише приблизно на третину пов'язана з природними змінами, а на дві третини зумовлена діяльністю людини, зокрема збільшенням концентрації парникових газів в атмосфері та підвищенням температури навколишнього середовища. В Україні за даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України середня річна температура з початку XX століття зросла більше, ніж на 2,0°C, в тому числі на 1,2°C – за останні 30 років.

На думку Wang F., Zhang J. (2019) прогнозується, що глобальне потепління зростатиме протягом наступних кількох десятиліть, якщо викиди парникових газів продовжуватимуть збільшуватися [10]. Отже, зміна клімату є однією з найбільших загроз людству з далекосяжним впливом на навколишнє середовище та економіку. Зміна клімату буде впливати на регіони світу та всі верстви населення. Дані досліджень свідчать, що без проведення заходів з адаптації [11, 12, 13], глобальна зміна клімату може знизити до 30 % виробництво сільськогосподарської продукції до 2050 року. Внаслідок цього, найбільше постраждають 500 мільйонів невеликих ферм у всьому світі.

Головним напрямом енергозбереження у кролівництві є оптимізація потреби в технічних засобах, за критерієм енергетичної ефективності, з

урахуванням розміру будівлі, системи й способу утримання, прийнятої технології годівлі, напування та видалення гною [14].

Ефективність кролівництва значною мірою залежить від мікроклімату у приміщенні [15]. Відомо, що відхилення параметрів мікроклімату від встановлених норм призводить до зменшення секреції молока у кролематок на 10-20 %, зниження резистентності організму тварин до незаразних захворювань та скорочення періоду експлуатації обладнання, машин та будівель.

Коли говорять про стан комфорту кролів, часто акцентують увагу на аббревіатурі ТВІ - температурно-вологісний індекс, який є числовим вираженням спільного впливу температури і відносної вологості мікроклімату на тварин. Крім того, він є інструментом оцінювання потенційного ризику отримання кролями теплового стресу. У порівнянні з іншими видами сільськогосподарських тварин, кролі є чутливими до теплового стресу, оскільки здатні регулювати температуру тіла у вузькому діапазоні, через відсутність залоз потовиділення. Тепловий стрес є головною проблемою у кролівництві, особливо в період літньої спеки, навіть, у центральних регіонах України.

Дослідженнями Marai I. F. M. et. al., (2002) встановлено температурно-вологісний індекс, відповідно до якого: тепловий стрес відсутній коли температура менше 27,8°C, за температури 27,8-28,9°C - тепловий стрес є помірним, за температури 29,0-30,0°C – тепловий стрес є сильним і за 30,0 °C і більше – тепловий стрес вважається дуже сильним [16].

Встановлено, що тепловий стрес спричиняє зниження добового приросту живої маси кролів на 20–25%, коефіцієнта конверсії корму на 8–15%, збільшення загибелі молодняка на 9–12 % та зниження відтворювальної функції самиць на 6–10 %, а також негативно впливає на якісні показники м'яса (Marai I. F. M. et. al., 2007, Song Z. et. al., 2006, Yan Y. et. al., 2008) [17, 18, 19].

За даними Marco-Jiménez F. et. al., (2017) оптимальна температура для функціонування відтворювальної системи кролів коливається від 15 до 20°C. Якщо температура навколишнього середовища значно перевищує показник 20°C, кролики потерпають від теплового стресу, що негативно впливає на їх репродуктивну здатність [20]. Безплідність, під час дії теплового стресу, може тривати від 45 до 70 днів, що є однією з основних причин ускладнень відтворення самців в осінній період року (Jie Z. et. al., 2020) [21].

Для визначення ступеня впливу теплового стресу на корів широко застосовується спеціальний температурно-вологісний індекс ТНІ (Temperature humidity index). Цей індекс є комбінацією двох змінних, а саме: температури навколишнього середовища й відносної вологості повітря. Він дає змогу

оцінити потребу в охолодженні тварин і вжити необхідних заходів для відвернення теплового стресу [22].

Індекс температури та вологості, який визначає реакцію людського організму на поєднання тепла та вологості, розробив Е. К. Том (1959) дослідник Управління кліматології Бюро погоди США. Він визначив індекс температури та вологості як  $TNI = 0,4 (T + T_w) + 15$ , де  $T$  – температура повітря, виміряна у тіні, а  $T_w$  – температура за вологим термометром, (температура, до якої повітря можна охолоджувати, випаровуючи в ньому воду за постійного тиску) [23].

Також, за даними [24] для оцінки стану комфорту людини застосовується показник – humidex (індекс температури і вологості, використовуваний канадськими метеорологами, який дозволяє оцінити суб'єктивне відчуття людини в жарку погоду), який розробили Masterton J. M. і Richardson F. A. в 1979 році. Він широко використовується в канадських метеозведеннях влітку. Значення цього індексу вище 30 створює деякий дискомфорт, вище 40 – великий дискомфорт, а вище 45 є небезпечним для людини. Якщо humidex досягає 54, тепловий удар є неминучим. Humidex відрізняється від [індексу TNI](#), який використовується в [США](#) тим, що більше ґрунтується на [точці роси](#), а не на [відносній вологості](#).

Оцінка температурно-вологісних індексів цегляного крільчатника у технологічних умовах утримання тварин і глобального потепління в Україні, за періодами року, наразі невідома. У зв'язку з вищезазначеним, нами проведені дослідження з оцінки температури й вологості з визначенням ТВІ у капітальному приміщенні для кролів – крільчатник. Завданням дослідження було:

- з'ясувати об'ємно-планувальні рішення крільчатника, побудованого за будівельними нормами 1995 року [25];
- оцінити температурно-вологісний режим і визначити ТВІ кролів за періодами року, згідно до нормативного повітрообміну;
- провести графічний аналіз добової динаміки температури та відносної вологості повітря у крільчатнику без- та за температурного стресу в літній період року;
- оцінити відтворювальну здатність кролематок за періодами року;
- обґрунтувати адаптивні рішення для удосконалення добробуту утримання кроликів.

**Мета роботи.** Визначити основні параметри мікроклімату у капітальних цегляних крільчатниках, за умов підвищених температур довкілля і утримання тварин за традиційною промисловою технологією у сітчастих клітках, для оцінки стану комфорту тварин.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили на кролях породи полтавське срібло, каліфорнійська та новозеландська біла на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН, відповідно до нижче наведеної схеми табл. 1.

Таблиця 1. Схема досліджень

Показник	Пора року			
	зима	весна	літо	осінь
Період дослідіу	дослідний 1	дослідний 2	дослідний 3	дослідний 4
Параметр мікроклімату °С, %, ррт, мм. рт. ст.	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, CO <sub>2</sub>	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, CO <sub>2</sub>	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, CO <sub>2</sub>	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, CO <sub>2</sub>
Система вентилювання та рівень повітрообміну	припливно- втяжна з механічним приводом, до 30 м <sup>3</sup> /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 45 м <sup>3</sup> /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 60 м <sup>3</sup> /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 45 м <sup>3</sup> /ц
Індекс	ТВІ	ТВІ	ТВІ	ТВІ

Для виконання поставленого завдання застосовано вимірювально обчислювальний комплекс (ВОК) АПСЕ-М [26, 27] та методику мультипараметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації [28]. ВОК працював за таким алгоритмом: одне вимірювання через кожні три секунди, з наступним усередненням 40 вимірювань параметра та його записом у карту пам'яті.

Середньодобові показники мікроклімату крільчатника фіксували впродовж 20 діб кожного місяця, який характеризував середні значення температури зовнішнього повітря, за кожен пору року. Розрахунок температурно-вологісного індексу (ТВІ) здійснювали за формулою для корів [22]:

$$ТВІ = 0,8 \times ТНС + (ВВП : 100 \times (ТНС - 14,4)) + 46,4$$

де ТНС - температура навколишнього середовища, °С;

ВВП - відносна вологість повітря, %.

Градація індексу ТВІ нами була модифікована у відповідності до фізіологічних особливостей організму кроликів. Стан комфорту кроликів оцінювали згідно з даними, наведеної далі таблиці 2.

Таблиця 2. Оцінка стану комфорту кролів за температурно-вологістним індексом

Градація ТВІ	Оцінка впливу на організм тварин
37,2 і менше	помірний холодний стрес
37,3-43,3	слабкий холодний стрес
43,4-48,8	мінімальний холодний стрес
48,9-54,4	поріг холодного стресу
54,5-56,9	нейтральний стан (без стресовий)
57,0-64,0	комфортний стан
64,1-68,5	нейтральний стан (без стресовий)
68,6-72,3	поріг теплового стресу
72,4-75,9	мінімальний тепловий стрес
76,0-79,9	помірний тепловий стрес
80,0-86,0	середній тепловий стрес
87,0 і більше	сильний тепловий стрес

Температурно-вологістний режим крілячатника визначали за сухого типу годівлі кролів повнораціонними гранульованими комбікормами з годівниць бункерного типу і цілодобового доступу тварин до води з ніпельних поїлок. Гранульований повнораціонний комбікорм (ПК 91) мав наступний склад: 90% сухої речовини (СВ), обмінної енергії 10,4 МДж/кг, вміст сирого протеїну 17,1%, сирого клітковини 18,9%, сирого жиру 4,3%, кальцію 1,05% і фосфору 0,65 %.

Одержані результати середньодобових показників мікроклімату порівнювали з нормативними даними відповідно ВНТП АПК-02.07 [15], які були систематизовані за порою року – зима, весна, літо та осінь. Показники відтворювальної здатності кролів визначали за даними первинного зоотехнічного обліку – за загальноприйнятими методами біометричного аналізу.

Матеріали досліджень оброблялися біометричними методами на комп'ютері з використанням програмного забезпечення Statistica 8. За результатами обробки даних визначали середню арифметичну величину ( $M$ ), її похибку ( $m$ ), коефіцієнт варіації ( $Cv$ ), рівень ймовірності ( $p$ ).

**Результати досліджень.** Дослідили об'ємно-планувальні рішення будівлі крілячатника. Вона є капітальною, має цегляну кладку стін, залізобетонні плити для перекриття стелі, бетонну підлогу. Довжина будівлі становить 18,0 м, ширина 8,0, висота стіни до стелі 3,2 метра. Коефіцієнт компактності будівлі дорівнює – 1,0. Загальний об'єм крілячатника становить

454 м<sup>3</sup> (без урахування об'єму додаткових приміщень). Всього в крільчатнику 5 вікон площею 4 м<sup>2</sup>, площа дверей – 2,7, брам – 3,9 м<sup>2</sup>. Крільчатник обладнаний вісьмома двоярусними оцинкованими металевими клітковими батареями. Щільність посадки тварин 0,09-0,17 м<sup>2</sup>. Накопичення калу і сечівки кролів здійснюється у пластмасові контейнери розміром 2,0х0,4х0,25 м, які розміщені під клітковими батареями. Видалення гною з крільчатника – за допомогою ручного візка. Вентиляція будівлі - припливно-витяжна з механічним приводом, здійснювалася за допомогою стінового витяжного вентилятора та припливних стінових отворів.

Зазначені вище об'ємно-планувальні рішення будівлі крільчатника та технологія утримання кролів формували основні середньодобові показники мікроклімату за порами року, які наведені у таблиці 3.

Аналіз даних (табл. 3) свідчить про те, що основні параметри мікроклімату крільчатника, за повітрообміну до 30 м<sup>3</sup> взимку до 60 м<sup>3</sup> влітку і до 45 м<sup>3</sup> весною та осінню на 100 кг живої маси тварин, були близькими до нормативних, за винятком температури (в середньому була менше мінімально допустимого значення на 4,3°C) та відносної вологості повітря в зимовий період (в середньому була більше максимально допустимого значення на 5,8%). У весняний, літній та осінній періоди показники мікроклімату крільчатника відповідали нормативним параметрам, за винятком температури повітря в літній період (в середньому була більше максимально допустимого значення на 0,6°C). Стан повітрообміну крільчатника оцінювали за концентрацією вуглекислого газу, яка варіювала за порами року від 1065 до 1476 ppm.

Провели оцінку стану комфорту утримання кролів, за порами року, в капітальному цегляному крільчатнику. За визначеними температурно-вологістними індексами встановлено, що у зимовий період кролики мали деякий дискомфорт, який характеризував індекс ТВІ на рівні 46,5 од., що відповідало наявності мінімального холодового стресу. Значно більший дискомфорт відчували тварини в період аномально спекотного літа коли індекс ТВІ дорівнював 74,4 од. та свідчив про наявність помірного теплового стресу. Необхідно зазначити, що в літній та осінній періоди індекси ТВІ характеризувалися більшою вирівняністю на відміну від зимового та весняного періодів (Рис. 1).

Аналіз показника багатоплідності кролематок засвідчив, що останній варіював в межах 5,9-7,1 голів. При порівнянні середніх значень встановлено вірогідне переважання кількісних параметрів досліджуваних гнізд у кролематок, що корелювали з ТВІ індексами. Так, згідно табл. 4 вони дорівнювали: у весняний – 7,1 гол. (стан комфорту 62,2 од.) у літній - 6,9 гол. (74,4 од.) і осінній – 7,0 гол. (68,5 од.) та в зимовий період 5,9 гол. (стан

комфорту 46,5 од.) відповідно ( $p < 0,001$ ). Показник крупноплідності виявився вірогідно найвищим осінню - 60,6 г (68,5 од.) та дещо нижчим взимку – 59,9 г ( $p < 0,01$ ). Дослідження показника маси гнізда при народженні, також, засвідчив наявність різниці середніх значень залежно від пори року. Встановлено, що мінімальним середнє значення досліджуваного показнику зареєстроване взимку (353,4 г за стану комфорту 46,5 од.), а максимальне весною – 428,8 г (62,2 од.), влітку – 414,0 г (74,4 од.) та осінню – 424,2 г (68,5 од.) різниця при порівнянні до мінімального значення була істотною ( $p < 0,001$ ).

**Таблиця 3. Середньодобові параметри мікроклімату крільчатника за порами року, для оцінки стану комфорту тварин, n= по 20 діб,  $M \pm m$**

Параметр мікроклімату	Пора року:					
	<i>Зима</i>			<i>Весна</i>		
	Будівля	Довкілля	Норма	Будівля	Довкілля	Норма
Температура, °С	7,7±0,01	3,4±0,06	12-23	17,4±0,02	16,5±0,23	12-25
Відносна вологість, %	90,8±0,03	76,0±0,13	45-85	59,1±0,11	53,3±0,44	45-75
Атм. тиск, мм. рт. ст.	756,2±0,02	753,2±0,02	750-760	748,7±0,02	748,6±0,02	750-760
Концентрація CO <sub>2</sub> , ppm	1346±3,50	506±0,40	до 2500	1225±11,48	524±0,85	до 2500
Стан комфорту, ТВІ	46,5±0,07	40,7±0,17	54,5-68,5	62,2±0,07	60,7±0,16	54,5-68,5
Пора року	<i>Літо</i>			<i>Осінь</i>		
Параметр мікроклімату	Будівля	Довкілля	Норма	Будівля	Довкілля	Норма
Температура, °С	25,6±0,01	24,9±0,20	12-25	22,3±0,01	19,3±0,16	12-25
Відносна вологість, %	56,1±0,14	47,9±0,33	45-75	53,7±0,06	47,8±0,21	45-75
Атм. тиск, мм. рт. ст.	751,0±0,02	750,9±0,02	750-760	752,3±0,01	752,2±0,01	750-760
Концентрація CO <sub>2</sub> , ppm	1476±12,70	544±1,21	до 2500	1065±6,39	509±0,34	до 2500
Стан комфорту, ТВІ	74,4±0,02	71,3±0,12	54,5-68,5	68,5±0,01	64,1±0,11	54,5-68,5

Примітка: тут норма параметрів мікроклімату, відповідно ВНТП АПК-02.07, окрім ТВІ.



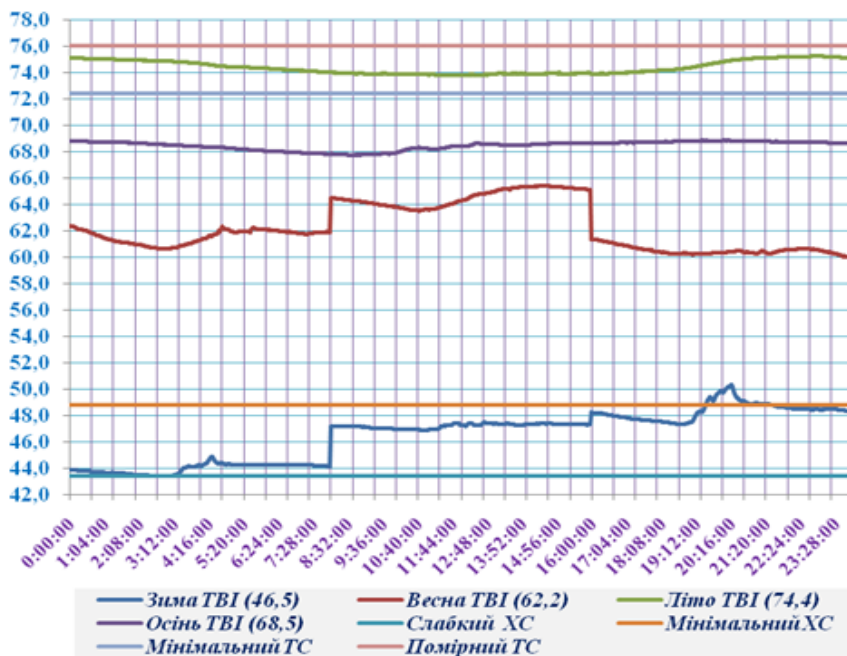


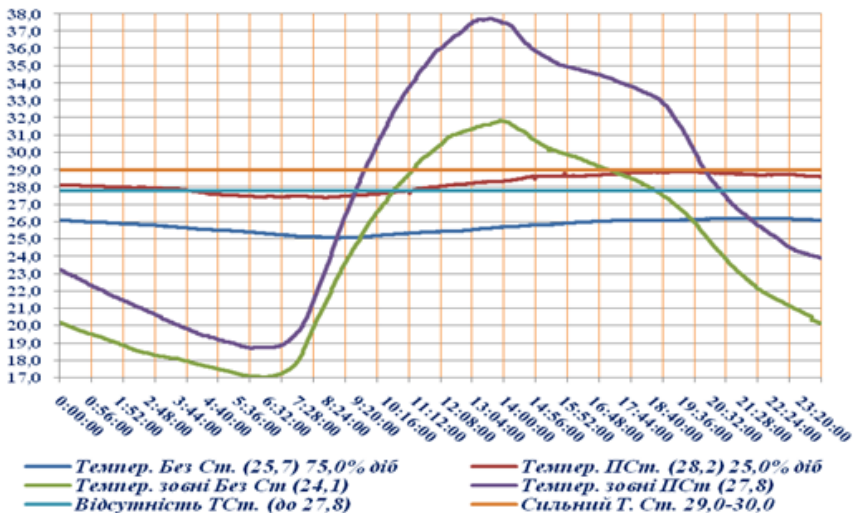
Рис. 1. Графічний аналіз добової динаміки ТВІ крільчатника за порами року (по 20 днів за кожену пору)

Таблиця 4. Ступінь реалізації відтворювальної здатності кролематок, n=30

Показник	Статистичний показник			
	М ± m	Сv, %	М ± m	Сv, %
<b>Пора року</b>	<b>зима</b>		<b>весна</b>	
Багатоплідність, гол.	5,9±0,15	16,43	7,1±0,14***	13,09
Крупноплідність, г	59,9±0,21	21,31	60,4±0,14	18,94
Маса гнізда при народженні, г	353,4±6,35	11,60	428,8±7,08***	10,81
<b>Пора року</b>	<b>літо</b>		<b>осінь</b>	
Багатоплідність, гол.	6,9±0,13***	8,58	7,0± 0,11***	10,28
Крупноплідність, г	60,0±0,13	10,58	60,6±0,10	13,31
Маса гнізда при народженні, г	414,0±5,12***	7,81	424,2±7,58***	9,30

На основі фізіологічних особливостей організму кроликів індекс стану комфорту (Див. табл. 1 розділу Матеріали і методика досліджень) ми доповнили градацією та поняттям холодового стресу (порогове значення, мінімальний, слабкий та помірний). На перспективу планується доповнити градацію індексу показниками етологічних, зоотехнічних і гематологічних досліджень та фізіологічного стану організму кроликів (пульс, температура тіла, кількість дихальних рухів тощо).

Графічний аналіз добової динаміки температури і відносної вологості крільчатника і зовнішньої без- та за помірному температурного стресу влітку наведено на рис. 2-3.

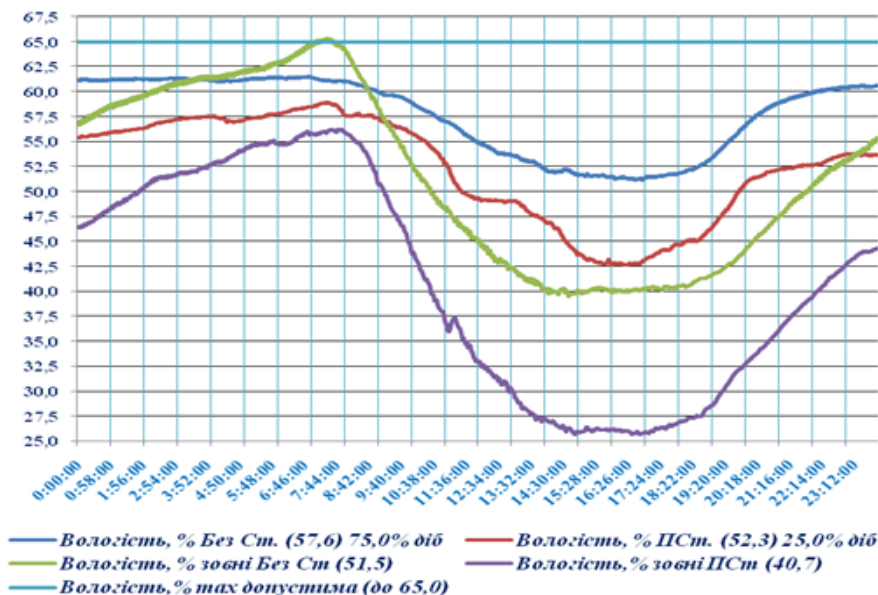


**Рис. 2. Графічний аналіз добової динаміки температури крільчатника і зовнішньої без- та за помірному температурного стресу влітку**

Дані аналізу показують, що в денний період доби з 12.00 по 14.00 годину спостерігалися максимальні температури зовнішнього повітря 32,0-37,8°C, а з 13.30 по 18.30 год. мінімальні значення відносної вологості повітря на рівні 26,3-39,5%. Проте, максимальні показники температури внутрішнього повітря спостерігали в інтервалі з 17.40 по 21.00 годину, на рівні 28,7-29,0°C та відносної вологості в інтервалі з 15.30 по 18.00 годину, на рівні 42,5-51,6% відповідно.

Необхідно зазначити, що середньодобова температура в крільчатнику змінювалися в межах 1,2-1,5°C, а відносна вологість повітря – 9,9-15,5%. Результати наших досліджень (рис. 2-3) свідчать про те, що середньодобові

температура і відносна вологість повітря в крільчатнику змінювалися впродовж періодів року, дотримуючись синусоїдальної добової моделі, що узгоджується з даними Calvet S. et. al., 2011 [29].



**Рис. 3. Графічний аналіз добової динаміки відносної вологості повітря крільчатника і зовнішньої без- та за помірною температурного стресу влітку**

Згідно даних Marai I. F. M. et. al., 2002 оцінка стану комфорту за індексом ТНІ така: за температури менше 27,8°C тепловий стрес є відсутнім, а за температури 27,8-28,9°C - він помірний [16]. У зв'язку з тим, що в робочій зоні крільчатника важливо знати не лише стан комфорту тварин, але й обслуговуючого персоналу ми провели порівняльну характеристику індексів ТНІ та ТВІ в спекотну пору літнього періоду. Для цього було здійснено групування одержаних даних моніторингу показників середньодобової температури повітря крільчатника за 20 діб на дві групи, зокрема: менше 27,8°C (15 діб) і за температури понад 27,8°C (5 діб) табл. 5. Дослідження, проведені нами в цегляному крільчатнику, за технологічних та кліматичних умов України, свідчать про те, що влітку між індексами комфорту людського організму (ТНІ) і організму кроликів (ТВІ) існує висока вірогідна позитивна кореляція на рівні 0,92\*, за відсутності теплового стресу. Проте, за наявності

теплого стресу, встановлено середню вірогідну позитивну кореляцію, на рівні 0,56\*.

Потрібно зазначити, що за температурно-вологісного режиму крільчатника, на рівні показника індексу ТНІ 26,4 од. людський організм не піддається дії теплового стресу, на відміну від організму кроликів, які в цей період, подолавши порогове значення, цілодобово потерпають від мінімального теплового стресу (73,5). Аналіз даних свідчить, що зовні приміщення, за показників індексу ТНІ на рівні 23,7-27,5 од. людський організм також не піддається тепловому стресу, зокрема, завдячуючи наявності залоз потовиділення. Водночас, на організм кроликів може впливати порогове значення стресу (70,2 од.) та мінімальний тепловий стрес (73,4 од.).

**Таблиця 5. Порівняльна характеристика стану комфорту робочої зони крільчатника та довкілля за індексами ТВІ та ТНІ у літню пору року, n=720**

Стан комфорту	Статистичний показник	Індекс, од.			
		крільчатник		довкілля	
		ТНІ	ТВІ	ТНІ	ТВІ
Відсутність теплового стресу, 15 діб	M ± m	26,4±0,02	73,5±0,02	23,7±0,20	70,2±0,22
	Cv, %	2,0	0,8	22,9	8,5
	r	1,00	0,92*	1,00	1,00*
Наявність помірного теплового стресу, 5 діб	M ± m	28,6±0,01	76,1±0,02	27,5±0,24	73,4±0,24
	Cv, %	1,1	0,6	23,8	9,0
	r	1,00	0,56*	1,00	0,99*

Примітка: \* -  $p \leq 0,05$

З огляду глобального потепління доцільно розробити адаптаційні заходи стосовно удосконалення добробуту утримання кроликів. Зокрема, рекомендувати модернізацію обладнання, за допомогою рекуперативних теплових утилізаторів, для збереження в крільчатнику теплової енергії взимку та підвищення стану комфорту тварин. Окрім цього, планувати застосування розпилювачів води високого тиску, в спекотний літній період, для зниження температури внутрішнього повітря. При цьому, нарижним каменем має бути показник енергоефективності будівлі в процесі її експлуатації.

Наші дослідження доповнюють важливі аспекти створення добробуту для сільськогосподарських тварин, зокрема кроликів, що відповідає вимогам Амстердамського договору 1997 року.

**Висновки.** 1. Дослідженнями встановлено, що в зимовий період утримання, в цегляній будівлі, кролики мали дискомфорт, який характеризував індекс ТВІ на рівні 46,5 од., що відповідало наявності мінімального холодного стресу. Значно більший дискомфорт відчували

тварини в період аномально спекотного літа, коли ТВІ дорівнював 74,4 од., або свідчив про наявність помірного теплового стресу.

2. При порівнянні середніх значень відтворювальної здатності кролематок визначено вірогідне переважання кількісних параметрів досліджуваних гнізд за періодами року, які узгоджувалися зі станом комфорту утримання тварин.

3. У цегляному крільчатнику, за технологічних та кліматичних умов України, влітку між індексами комфорту людського організму (ТНІ) і організму кроликів (ТВІ) існує висока вірогідна позитивна кореляція за відсутності теплового стресу на рівні 0,92. За наявності теплового стресу виявлено середню вірогідну позитивну кореляцію на рівні 0,56.

### Література

1. Директива 2006/32/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 5 квітня 2006 р. про ефективність кінцевого споживання енергії та енергетичні послуги та про скасування Директиви Ради 93/76/ЄС (Текст має відношення до ЄЕЗ). Офіційний журнал Європейського Союзу. 27.04.2006. L 114/64.

2. ДСТУ ISO 50001:2014. (2015). Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 50001:2011, IDT). К.: Мінекономрозвитку України, 19.

3. Закон України Про енергетичну ефективність будівель. (2017). Відомості Верховної Ради (ВВР). 33, 359.

4. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві. Науковий вісник ТДАТУ. 2016. Вип.6. Т.1. С. 55-64.

5. Boltianska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

6. Волощук В. М., Смыслов С. Ю., Сокирко М. П. (2017). Нетрадиційні об'ємно-планувальні рішення для будівництва свиноферм племінних підприємств до 100 основних свиноматок. Наукові доповіді НУБіП України: електрон. наук. фахове вид. Vip. 2 (66). doi: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovid2017.02.014>. [Українською мовою].

7. Бойко О.В., Гончар О.Ф., Гавриш О.М., Небилиця М.С., Осокіна Т.Г. (2022). Шляхи зменшення впливу об'єктів тваринництва на довкілля. *Агроекологічний журнал*. №1. С. 13-22.

8. Небилиця М. С. (2019). Техніко-економічне обґрунтування теплоізоляції огорожувальних конструкцій свинарських приміщень. Свинарство. Міжвідомчий збірник наукових праць Інституту свинарства і АПВ НААН. Іс. 73:48-57. [Українською мовою].

9. Башенко М. І., Небилиця М. С., Чернецький А. Г. (2010). Основні принципи реконструкції тваринницьких приміщень для застосування

ресурсозберігаючої технології виробництва свинини. Методичні рекомендації. Черкаси: Черкаська ДСБ НААН, 25.

10. Wang F., Zhang J. (2019). Heat stress response to national-committed emission reductions under the Paris agreement. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*. 2019. 16 (12). P. 2202. DOI:10.3390/ijerph16122202.

11. Shauberger G., Mikovitz K., Tsohlich V., Harterteguber S., Baumgartner J., Nibur K., Piringer M., Knauder V., Anders I., Andre K., Hennig-Pauka I. & Shenhart M. (2019). The impact of global warming on cattle held in buildings: the efficiency of adaptation measures to reduce heat stress for pigs on fattening. *Climate changes* 156, 567-587. DOI: 10.1007/S10584-019-02525-3.

12. Іванюта С.П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. (2020). Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації./ аналіт. доповідь за ред. С. П. Іванюти. К.: НІСД, 2020. 110 с.

13. Nebylitsa M. S., Boiko O. V., Usenko V.O., Osokina T.G. (2022). Determination of the emission of pollutant substances from the flying house to the atmospheric air depending on the effect of some paratypical factors. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2022. Вип. 8. С. 6-16. . DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2022.8>

14. Хазін В.Й., Кошлатий О.Б., Нестеренко С.В. Заходи з енергозбереження при проектуванні та експлуатації тваринницьких будівель. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. 2013. Т. 4. С. 270-275.

15. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства звірівництва та кролівництва. ВНТП-АПК-05.07. Мінагрополітики України, Київ 2007. Чинні з 11.03.2008.

16. Marai I. F. M., Habeeb A. A. M., Gad A. E. (2002). Rabbits productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest Prod Sci*. 2002. 78. P.71-90. DOI: 10.1016/S0301-6226 (02) 00091-X.

17. Marai I. F. M., Habeeb A. A. M., Gad A. E. (2007). Biological functions in young pregnant rabbit does as affected by heat stress and lighting regime under subtropical conditions of Egypt. *Trop Subtrop Agroecosyst*. 2007. 7 (3). P. 165-176.

18. Song Z., Zhao G., Zhang Y. (2006). The effect of heat stress on rabbits and its nutrition regulation. *Feed Res*. 2006. 7. P.19-22. DOI:10.3969/j.issn.1001-0084.2006.07.007.

19. Yan Y., Li M. (2008). Feeding Management Technology of Breeding Rabbit in Hot Climate. Qingdao Kanada Food Company Limited Kanada Group. 2008. P. 25-27. Available online at: <http://hostcambodia.com/mekarn/prorab/yan.htm>.

20. Marco-Jiménez F., García-Diego F. J., Vicente J. S. (2017). Effect of gestational and lactational exposure to heat stress on performance in rabbits. *World Rabbit Sci*. 2017. 25. P. 17-25. DOI:10.4995/wrs.2017.5728.

21. Jie Z., Chao Y., Min L., Li T., Zhang X.Y., Xie, X. H. (2020). The effect of heat stress on the reproductive performance of rabbits and the research progress

of related heat shock proteins. *Rabbit Rais China*. 2020. 235. P. 19-22. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6327.2020.01.005.

22. Колієр Р., Хол Л., Рангруанг С. & Зімблман Р. (2015). Тепловий стрес і його вплив на обмін речовин та продуктивність. *Молоко і ферма*. 2015. № 3 (28).

23. Матеріал з Вікіпедії. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Humidex>.

24. Schlatter, TW (1987). The temperature-humidity index. In: *Climatology. Encyclopedia of Earth Science*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4\\_176](https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4_176)

25. ДБН В.2.2.1-95. Будинки та споруди. Будинки та споруди для тваринництва. Чинні від 1995-01-02. (1995). Київ: Держкоммістобудування України, 38 с.

26. Аналізатор повітряного середовища електронний: пат. на винахід 127047 Україна: МПК G01N 27/416 (2006.01), G01N 27/27 (2006.01), G01N 19/10 (2006.01). № а 2017 12586; заявл. 18.12.2017; зарес. в Держреєстрі 29.03.2023.

27. Небилиця М.С., Бойко О.В. (2019). Обґрунтувати використання розподіленої системи контролю повітряного середовища тваринницьких приміщень. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2019. Вип. 5. С. 99-117.

28. Башенко М.І., Волощук В.М., Іванов В.О., Небилиця М.С., Бойко О.В., Сотніченко Ю.М., Ткач Є.Ф. (2021). Методика мульти-параметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації. Методичні рекомендації. 24.

29. Calvet, S., Cambra-Lopez, M., Estelles, F., Torres, A.G. (2011). Characteristics of the internal environment and gas emissions from queen's farms. *World Rabbit Sci*. 2011, 19: 49-61. [Doi:10.4995/wrs.2011.802](https://doi.org/10.4995/wrs.2011.802)

## References

1. Dyrektyva 2006/32/JeS Yevropeiskoho Parlamentu ta Rady vid 5 kvitnia 2006 r. pro efektyvnist kintsevoho spozhyvannia enerhii ta enerhetychni posluhy ta pro skasuvannia Dyrektyvy Rady 93/76/JeES (Tekst maie vidnoshennia do YeEZ). Ofitsiinyi zhurnal Yevropeiskoho Soiuzu. 27.04.2006. L 114/64.

2. DSTU ISO 50001:2014. (2015). Enerhozberezhennia. Systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Vymohy ta nastanovy shchodo zastosuvannia (ISO 50001:2011, IDT). К.: Minekonomrozvytku Ukrainy, 19.

3. Zakon Ukrainy Pro enerhetychnu efektyvnist budivel. (2017). Vidomosti Verkhivnoi Rady (VVR). 33, 359.

4. Boltianska N.I. Systema chynnykiv efektyvnoho zastosuvannia resursozberihaiuchykh tekhnolohii v molochnomu skotarstvi na pidpriumstvi. *Naukovyi visnyk TDATU*. 2016. Vyp.6. T.1. S. 55-64.

5. Boltianska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. *ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy*

Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. R. 23-29.

6. Voloshchuk V. M., Smyslov S. Yu., Sokyрко M. P. (2017). Netradytsiini obiemno-planuvalni rishennia dlia budivnytstva svynoferm pleminykh pidpriumstv do 100 osnovnykh svynomatok. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy: elektron. nauk. fakhove vyd. Vip. 2 (66). doi: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.02.014>. [Ukrainskoiu movoiu].

7. Boiko O.V., Honchar O.F., Havrysh O.M., Nebylytsia M.S., Osokina T.H. (2022). Shliakhy zmeshennia vplyvu ob'ektiv tvarynnytstva na dovkillia. Ahroekolohichniy zhurnal. №1. S. 13-22.

8. Nebylytsia M. S. (2019). Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia teploizoliatsii ohorodzhuvalnykh konstruksii svynarskykh prymishchen. Svynarstvo. Mizhvidomchyi zbirnyk naukovykh prats Instytutu svynarstva i APV NAAN. Is. 73:48-57. [Ukrainskoiu movoiu].

9. Bashchenko M. I., Nebylytsia M. S., Chernetskyi A. H. (2010). Osnovni pryntsy py rekonstruksii tvarynnytskykh prymishchen dlia zastosuvannia resursozberihaiuchoi tekhnolohii vyrobnytstva svynyny. Metodychni rekomendatsii. Cherkasy: Cherkaska DSB NAAN, 25.

10. Wang F., Zhang J. (2019). Heat stress response to national-committed emission reductions under the Paris agreement. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*. 2019. 16 (12). P. 2202. DOI:10.3390/ijerph16122202.

11. Shauberger G., Mikovitz K., Tsolich V., Harterteguber S., Baumgartner J., Nibur K., Piringer M., Knauder V., Anders I., Andre K., Hennig-Pauka I. & Shenhart M. (2019). The impact of global warming on cattle held in buildings: the efficiency of adaptation measures to reduce heat stress for pigs on fattening. *Climate changes* 156, 567-587. DOI: 10.1007/S10584-019-02525-3.

12. Ivaniuta S.P., Kolomiets O. O., Malynovska O. A., Yakushenko L. M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii./ analit. dopovid za red. S. P. Ivaniuty. K.: NISD, 2020. 110 s.

13. Nebylytsia M. S., Boiko O. V., Usenko V.O., Osokina T.G. (2022). Determination of the emission of pollutant substances from the flying house to the atmospheric air depending on the effect of some paratypical factors. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2022. Вип. 8. С. 6-16. . DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2022.8>

14. Khazin V.I., Koshlatyi O.B., Nesterenko S.V. Zakhody z enerhozberezhennia pry proektuvanni ta ekspluatatsii tvarynnytskykh budivel. Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi. 2013. T. 4. S. 270-275.

15. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Pidpriumstva zvirivnytstva ta krolivnytstva. VNTP-APK-05.07. Minahropolityky Ukrainy, Kyiv 2007. Chynni z 11.03.2008.

16. Marai I. F. M., Habeeb A. A. M., Gad A. E. (2002). Rabbits productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest Prod Sci*. 2002. 78. P.71-90. DOI: 10.1016/S0301-6226 (02) 00091-X.



17. Marai I. F. M., Haebe A. A. M., Gad A. E. (2007). Biological functions in young pregnant rabbit does as affected by heat stress and lighting regime under subtropical conditions of Egypt. *Trop Subtrop Agroecosyst*. 2007. 7 (3). P. 165-176.
18. Song Z., Zhao G., Zhang Y. (2006). The effect of heat stress on rabbits and its nutrition regulation. *Feed Res*. 2006. 7. P.19-22. DOI:10.3969/j.issn.1001-0084.2006.07.007.
19. Yan Y., Li M. (2008). Feeding Management Technology of Breeding Rabbit in Hot Climate. Qingdao Kanada Food Company Limited Kanada Group. 2008. P. 25-27. Available online at:<http://hostcambodia.com/mekarn/prorab/yan.htm>.
20. Marco-Jiménez F., García-Diego F. J., Vicente J. S. (2017). Effect of gestational and lactational exposure to heat stress on performance in rabbits. *World Rabbit Sci*. 2017. 25. P. 17-25. DOI:10.4995/wrs.2017.5728.
21. Jie Z., Chao Y., Min L., Li T., Zhang X.Y., Xie, X. H. (2020). The effect of heat stress on the reproductive performance of rabbits and the research progress of related heat shock proteins. *Rabbit Rais China*. 2020. 235. P. 19-22. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6327.2020.01.005.
22. Koler R., Khol L., Rahnruanh S. & Zimblman R. (2015). Teplovyi stres i yoho vplyv na obmin rechovyn ta produktyvnist. Moloko i ferma. 2015. № 3 (28).
23. Material z Vikipedii. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Humidex>.
24. Schlatter, TW (1987). The temperature-humidity index. In: Climatology. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4\\_176](https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4_176)
25. DBN V.2.2.1-95. Budynky ta sporudy. Budynky ta sporudy dlia tvarynnytstva. Chynni vid 1995-01-02. (1995). Kyiv: Derzhkommistobuduvannia Ukrainy, 38 s.
26. Analizator povitrianoho seredovyscha elektronnyi: pat. na vynakhid 127047 Ukraina: MPK G01N 27/416 (2006.01), G01N 27/27 (2006.01), G01N 19/10 (2006.01). № a 2017 12586; zaiavl. 18.12.2017; zareies. v Derzhreistri 29.03.2023.
27. Nebylytsia M.S., Boiko O.V. (2019). Obgruntuvaty vykorystannia rozpodilenoj systemy kontroliu povitrianoho seredovyscha tvarynnytskykh prymishchen. ZNP Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo. 2019. Vyp. 5. S. 99-117.
28. Bashchenko M.I., Voloshchuk V.M., Ivanov V.O., Nebylytsia M.S., Boiko O.V., Sotnichenko Yu.M., Tkach Ye.F. (2021). Metodyka multy-parametrychnoi otsinky mikroklimatu tvarynnytskykh prymishchen metodom bezpererвної avtomatychnoi reiestratsii. Metodychni rekomendatsii. 24.
29. Calvet, S., Cambra-Lopez, M., Estelles, F., Torres, A.G. (2011). Characteristics of the internal environment and gas emissions from queen's farms. *World Rabbit Sci*. 2011, 19: 49-61. [Doi:10.4995/wrs.2011.802](https://doi.org/10.4995/wrs.2011.802)

UDC 636.92:631.223.6:628.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.113-130>

## EVALUATION OF THE COMFORT STATE OF RABBITS IN A BRICK RABBIT HOUSING BY PERIOD OF THE YEAR

Nebylytsia M.,

Havrish O.,

Honchar O.,

Osokina T.

*Cherkassy experimental station bioresources Academy of agricultural sciences of Ukraine, [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)*

*Climate change is one of the greatest threats to all segments of the population. Since it has a direct impact on the environment and economy of Ukraine. This requires appropriate adaptation measures to avoid a possible decrease in food production. The research was conducted on the population of Poltava Silver, Californian and New Zealand White rabbits of the Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences of Ukraine. The aim of the work was to determine the main parameters of the microclimate of a brick rabbit hutch, under the conditions of global warming and animal husbandry technology in Ukraine, to assess the comfort state. The research methods are bibliographic, analytical, physical, biometric. The microclimate research was carried out for 20 days of each season by the method of continuous automatic registration. For this purpose, the measuring and monitoring complex "Electronic monoblock air environment analyzer" was used. The temperature and humidity regime of the rabbit hutch was determined with a dry type of feeding of animals with complete mixed feeds. Bunker-type feeders and round-the-clock access to water from nipple drinkers were used. The comfort state of rabbits was assessed using the temperature and humidity index (THI). Studies have shown that during the winter period of keeping rabbits in a brick building, they experienced some discomfort, which was characterized by the TVI index at 46.5 units. This corresponded to the presence of minimal cold stress. The animals experienced significantly greater discomfort during the abnormally hot summer. At the same time, the TVI index was 74.4 units, or indicated the presence of moderate heat stress. When comparing the average values of reproductive performance of female rabbits, a probable predominance of quantitative parameters of nests by periods of the year was determined. They were consistent with the state of comfort of keeping animals.*

**Keywords:** rabbits, rabbitry, microclimate, temperature-humidity index, temperature stress

УДК 636.92.082.21

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.131-143>

## ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ САМЦІВ У СХРЕЩУВАННІ ЛІНІЙ КРОЛІВ

Якубець Т.В. доктор філософії,

Бочков В.М. – канд. с.-г. наук, доцент

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

*tarasyakubets@nubip.edu.ua*

*Подолання голоду є однією з ключових Цілей Сталого Розвитку, визначених Організацією Об'єднаних Націй. Розвиток кролівництва може стати важливим фактором вирішення цієї глобальної проблеми людства, адже цей напрям тваринництва за використання сучасних ресурсоощадних і високоефективних технологій утримання і селекції здатний забезпечити населення цінним продуктом для харчування.*

*Найбільш економічно вигідною технологією виробництва продукції кролівництва на сьогодні є промислове розведення кролів, що передбачає утримання їх в приміщеннях з регульованим мікрокліматом, використання в годівлі повнораціонних комбікормів та вирощування кролів, отриманих в результаті кросу спеціалізованих ліній. Нині найважливішим завданням селекціонерів в кролівництві є розробка найефективніших схем кросів. Цьому передує масштабна робота з створення з удосконалення вихідних ліній кролів, які використовуватимуться в кросах і забезпечать високу рентабельність виробництва продукції кролівництва. У зв'язку з цим актуальною проблемою промислового кролівництва на сучасному етапі його розвитку є пошук оптимальних схем кросів та удосконалення існуючих систем підбору кролів.*

*В роботі представлено результати проведених досліджень з вивчення економічної ефективності використання самців батьківської лінії материнської форми кросу Нула з різним ваговим індексом для отримання кролематок материнської форми кросу з високим рівнем продуктивності. Дослідження були проведені в умовах ТОВ «Ферма Кролікофф» Черкаської області. В процесі дослідів вивчали продуктивність та рівень ознак відтворення самців батьківської лінії материнської форми кросу НулаGPC та кролематок материнської форми НулаNG. Також було здійснено розрахунок економічних параметрів та визначено рентабельність використання самців з різним ваговим індексом.*

*У результаті проведених досліджень було встановлено, що самці з ваговим індексом понад 120 одиниць мали найбільшу живу масу (5,87 кг) та*

характеризувались вищими значеннями об'єму яєкуляту та рухливості спермій. Аналіз даних дослідів показав, що дочки самців з ваговим індексом більше 120 одиниць мали найбільше значення багатоплідності (10,37 гол), та молочності (6497,3 г), а також переважали ровесниць, отриманих від самців з ваговим індексом менше 100 одиниць і від 100 до 120 одиниць за показниками збереженості кроленят до відлучення.

Розрахунки економічної ефективності показали, що найбільший прибуток можна отримати від використання кролематок, що походили від самців прабатьківської форми кросу з ваговим індексом більше 120 одиниць. При цьому рентабельність виробництва кролятини становила 35,11%.

**Ключові слова:** крос, лінія, продуктивність, економічна ефективність, ознаки відтворення.

**Актуальність.** Вирощування кролів і виробництво кролятини в перспективі є важливим елементом для вирішення проблеми нестачі білка для зростаючої популяції людей, особливо в країнах, що розвиваються. Перевага кролів перед іншими видами тварин полягає в тому, що кролятина відрізняється високим вмістом білка і низьким вмістом жиру та холестерину, має відмінні смакові якості, є здоровим та дієтичним харчовим продуктом [1, 2, 3, 4, 7, 10]. Високоєфективні технології виробництва продукції кролівництва неможливі без постійної селекційної роботи з поголів'ям кролів, що ґрунтується на розумінні типу і рівня успадкованості селекційних ознак та їх взаємодії в системі «генотип-середовище». Удосконалення системи селекції у кролівництві для підвищення точності оцінки племінної цінності повинно здійснюватися з використанням сучасних селекційно-генетичних методів, що включають визначення рівня варіабельності ознак селекції з метою максимальної гомогенності поголів'я за показником м'ясної продуктивності [5, 15].

В умовах стрімкої глобалізації економіки, постійної зміни клімату та нестачі продовольчих ресурсів у світі розвиток кролівництва є актуальним завданням. На думку вчених варіантом зменшення дефіциту білка тваринного походження в Україні та світі, може стати впровадження сучасних світових технологій та досягнень існуючої системи селекції в кролівництві [2, 3, 6]. Вважається, що кількість відлучених кроленят на кролематку є основним фактором рентабельності виробництва кролятини [8]. Тому програми розведення були зосереджені на генетичному покращенні багатоплідності кролиць, що призвело до значного збільшення загальної кількості народжених кроленят [13]. Однак, збільшення загальної кількості народжених кроленят призводить до зниження великоплідності та підвищення смертності кроленят [19]. Дослідженнями науковців було встановлено, що на низьку масу

молодняку впливає вільний простір у матці на плід і його кровопостачання [9, 118], що може призвести до фізіологічної незрілості та нездатності підтримувати температуру тіла, яка є вирішальною для виживання кроленят перші години після окролу [16, 19].

Інтенсивна технологія кролівництва, яка є найбільш економічно вигідною, реалізується шляхом використання кролів, отриманих при схрещуванні порід або ліній. За такого принципу самців, відібраних за ознаками інтенсивності росту від батьківських ліній, спаровують із помісними кролицями від ліній, відібраних за репродуктивними ознаками. Усі ці ознаки мають економічне значення [8].

**Мета досліджень** полягала у встановленні економічної ефективності використання самців з різним ваговим індексом для отримання кролематок материнської форми кросу з найвищою продуктивністю.

**Матеріали та методи.** Дослідження були проведені в умовах ТОВ «Ферма Кролікофф» Уманського району Черкаської області. У науково-виробничих досліджах використовували самців батьківської лінії материнської форми кросу Нула–НулаGPC, кролематок материнської лінії материнської форми НулаGPD та кролематок материнської форми кросу – НулаNG. Відповідно до схеми досліджень (таблиця 1) самці були розділені на 3 групи, залежно від значення їх вагового індексу, який розраховувався за формулою 1:

$$VI = \frac{MT,г}{ПДТ,см^3}$$

де MT – маса тіла, г; ПДТ – пряма довжина тулуба, см.

**Таблиця 1. Схема проведення науково-господарського дослідіу**

Група кролематок	Батьківські форми					Ваговий індекс батька кролематки (дослідний фактор), одиниць
	♀		♂			
	генотип	n	генотип	n	середня жива маса, кг	
I	NG	64	Max	15	6,31	≤100
II	NG	89	Max	15	6,35	Від 100 до 120
III	NG	70	Max	15	6,32	≥120

До I групи входили самці, ваговий індекс, яких становив менше 100 одиниць, у самців II групи значення вагового індексу було в межах від 100 до 120 одиниць, а в кролів III групи ваговий індекс мав значення більше 120 одиниць. Кролематки були поділені на групи залежно від походження за батьком. У I групі були самиці отримані від самців з ваговим індексом менше

100 одиниць, кролематки II групи походили від кролів з ваговим індексом від 100 до 120 одиниць, а самці III групи – від самців, ваговий індекс яких був більшим, ніж 120 одиниць.

В ході досліджень визначали масу тіла кролів шляхом зважування вранці до годівлі, брали проміри тіла: пряму довжину тулуба – від потиличного гребеня до кореня хвоста – мірною стрічною; обхват грудей за лопатками – у площині, дотичній до заднього кута лопаток – мірною стрічкою; ширину попереку – в крайніх точках поперечних відростків поперекових хребців – штангенциркулем. Об'єм еякуляту самців визначали за допомогою градуйованої пробірки а концентрацію і рухливість спермій – під мікроскопом за допомогою цифрової камери і камери Горяєва. Багатоплідність кролематок визначали шляхом підрахунку живих новонароджених кроленят, великоплідність – зважуванням новонароджених кроленят. Молочність кролематок розраховували за формулою 2 [12]:

$$MY = 1,69 \times DG + 362,$$

де MY – молочність кролематок, кг, DG – приріст маси гнізда від народження до 21 доби, г, 1,69, 362 – коригуючі коефіцієнти.

Коефіцієнт молочності розраховували за формулою 3, запропонованою Nied'zwiadek [17]:

$$M = [(LW2 - LW1) : (21 \times LW2)] \times 100,$$

де LW1 – маса гнізда на час народження, LW2 – маса гнізда у віці 21 доби.

Піддослідні тварини утримувались в приміщенні з регульованим мікрокліматом, параметри якого відповідали зоотехнічним нормам. Годівля кролів здійснювалась повнораціонними комбікормами, збалансованими за усіма поживними речовинами. Тварини мали вільний доступ до води. Відповідно до технологічної схеми осіменіння кролематок відбувалось на 19-тий день після окролу, відлучення кроленят здійснювали у віці 35 діб.

Розрахунки економічних показників здійснювали за даними виробничого обліку за цінами станом на 2024 рік.

**Результати досліджень.** Ефективна селекційна робота з лініями кросу неможлива без точного знання рівня продуктивності прабатьківських форм. Відбираючи самців батьківської лінії материнської форми, основну увагу звертають на фертильність їх матерів, кількість кроленят при відлученні, а також якість сперми, яку отримували від самців та їх екстер'єр. Фенотипові показники самців батьківської лінії материнської форми слід враховувати при проектуванні підбору їх до кролематок материнської лінії материнської форми

з метою отримання від такого схрещування самиць материнської форми кросу, які матимуть високі показники відтворної здатності та здатні до продуктивного довголіття.

Саме тому, важливим елементом роботи з кросом є впровадження ефективної системи підбору на етапі схрещування прабатьківських ліній. Для цього необхідно знати рівень продуктивності тварин цих структурних елементів кросу. Нами було досліджено показники продуктивності самців батьківської лінії материнської форми кросу *Hyla GPC* залежно від значення вагового індексу, які наведено в таблиці 2.

**Таблиця 2. Рівень ознак продуктивності самців батьківської лінії материнської форми *Hyla GPC***

Ознака	Показник					
	I група		II група		III група	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Жива маса, кг	4,54±0,072**	9,15	5,27±0,062	5,92	5,87±0,081**	8,95
Пряма довжина тулуба, см	47,90±0,312*	4,21	49,08±0,425	4,33	49,30±0,334	4,05
Обхват грудей за лопатками, см	35,64±0,280**	5,30	37,40±0,287	3,84	39,50±0,313**	5,00
Ширина попереку, см	6,69±0,070**	6,31	7,30±0,085	5,83	7,32±0,080	6,49
Індекс збитості, %	74,14±0,995	4,03	76,28±0,617	4,04	79,58±1,005	3,79
Об'єм яєкуляту, см <sup>3</sup>	0,66±0,042	33,67	0,74±0,022	30,47	0,82±0,051	32,54
Концентрація сперміїв, млн/мл	394,2±44,21	16,74	374,8±38,76	18,37	371,3±37,84	19,45
Рухливість сперміїв, балів	7,1±0,11	15,23	7,4±0,08	14,37	7,8±0,07	16,49

\* $p \leq 0,01$ , \*\* $p \leq 0,001$  порівняно із самцями II групи

Самці батьківської лінії материнської форми кросу, ваговий індекс яких становив понад 120 одиниць, мали живу масу на рівні 5,87 кг, що 0,64 кг більше ( $p \leq 0,001$ ), ніж середнє значення живої маси самців з ваговим індексом від 100 до 120 одиниць та на 1,23 кг більше, ніж жива маса самців з ваговим індексом менше 100 одиниць. Самці з високим ваговим індексом відзначались

вірогідно вищими значеннями основних промірів, порівняно із самцями з середніми значеннями індексу.

Зокрема, пряма довжина тулуба у них була більша на 0,22 см, обхват грудей за лопатками – на 2,10 см ( $p \leq 0,001$ ). Пряма довжина тіла самців з низьким ваговим індексом була на 1,18 см ( $p \leq 0,01$ ), обхват грудей за лопатками – на 1,76 см ( $p \leq 0,001$ ), а ширина попереку – на 0,63 см менші ніж у самців з ваговим індексом від 100 до 120 одиниць. Відомо, що між шириною попереку і об'ємом еякуляту самців існує прямий зв'язок. Це підтверджується результатами досліджень – у самців з високим ваговим індексом об'єм еякуляту був на 0,08 см<sup>3</sup> або на 11% більшим, ніж у самців з середнім ваговим індексом і на 0,16 см<sup>3</sup> або на 24% більший, ніж у самців з низьким ваговим індексом. За концентрацією спермій в еякуляті вірогідної різниці між самцями дослідних груп виявлено не було. У самців III групи рухливість спермій була на 5 і 6% більшою, ніж у самців II і I групи, відповідно.

Жива маса і проміри тіла самців характеризуються низькою мінливістю – коефіцієнт варіації цих ознак знаходився в межах від 3,84 до 9,15%. Об'єм еякуляту мав високу мінливість ( $C_v = 30,47-33,67 \%$ ), у зв'язку з тим, що на прояв цієї ознаки впливає значна кількість як генотипових, так паратипових факторів.

За даними дослідників [11], середній об'єм еякуляту самців лінії V, яка є структурним елементом кросів, становив 0,93 мл, а концентрація спермій – 384,7 млн/мл. Інші вчені [20] отримали схожі дані щодо спермопродуктивності самців каліфорнійської та новозеланської білої порід, які є вихідними породами при створенні батьківських ліній кросів. Результати дослідів вказують, що концентрація спермій у самців каліфорнійської породи становила 360,0 млн/мл, а рухливість – 7,6 бала, тоді як у самців новозеланської білої породи – 390,0 млн/мл і 7,4 бала, відповідно.

Продуктивність кролематок є основою економічної ефективності кролівництва. Від багатоплідності та молочності самиць материнської форми кросу залежить кількість і якість кроленят фінального гібриду, які будуть переведені на відгодівлю та реалізовані на забій. Як відомо, продуктивність кролематок поступово зростає і досягає максимальних показників на 3-4 окролах. Результати третього окролу представлені в таблиці 3.

Аналіз отриманих показників свідчить про те, що кролематки, які походили від самців з високим ваговим індексом характеризуються вищими показниками материнських ознак. Жива маса після 3 окролу у них була на 249,8 г більшою ( $p \leq 0,05$ ), ніж у кролематок II групи та на 345,6 г більшою, ніж у кролиць I групи. Кролематки III групи переважали ровесниць II і I груп за багатоплідністю на 1,15 ( $p \leq 0,05$ ) і 1,27 голови відповідно. Поряд з цим, у кролематок I групи була найвища великоплідність, що підтверджує прояв



зворотної кореляції між цими ознаками. За молочністю перевагу мали кролематки III групи – вона була на 338,7 г більшою ( $p \leq 0,05$ ), ніж у кролематок II групи та на 394,6 г більшою, ніж у самиць I групи. Коефіцієнт молочності також був вищим у кролематок III групи, що вказує на більш інтенсивний ріст кроленят у гніздах від цих кролематок.

**Таблиця 3. Показники відтворення кролематок материнської форми, отриманих від різних самців**

Ознака	Показник					
	I група (n=59)		II група (n=84)		III група (n=62)	
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$
Жива маса після окролу, г	4928,7 $\pm$ 72,68	7,6	5024,5 $\pm$ 64,72	6,9	5274,3 $\pm$ 74,97*	7,2
Багатоплідність, гол	9,10 $\pm$ 0,464	35,5	9,22 $\pm$ 0,373	31,5	10,37 $\pm$ 0,447*	31,2
Великоплідність, г	62,51 $\pm$ 0,696	6,94	61,24 $\pm$ 0,518	5,87	60,73 $\pm$ 0,689	6,82
Молочність, г	6102,7 $\pm$ 143,21	23,6	6158,6 $\pm$ 107,36	19,7	6497,3 $\pm$ 131,22*	21,4
Коефіцієнт молочності	4,09 $\pm$ 0,010	4,8	4,15 $\pm$ 0,015	5,2	4,22 $\pm$ 0,016	5,4
Маса кроленяти у віці 3 тижні, г	418,4 $\pm$ 5,51	7,8	414,3 $\pm$ 4,23	8,2	416,0 $\pm$ 7,74	11,0
Маса кроленяти у віці 5 тижнів, г	942,8 $\pm$ 10,22	6,4	940,27 $\pm$ 8,438	5,8	941,7 $\pm$ 13,72	8,6
Збереженість кроленят до відлучення, %	91,34 $\pm$ 1,981	16,5	91,57 $\pm$ 1,827	15,8	92,58 $\pm$ 2,090	17,4

Примітка: \* -  $p \leq 0,05$  порівняно з кролематками II групи

Основним призначенням прабатьківських форм у схемі кросу ліній є отримання кролематок материнської форми. У результаті схрещування цих самиць з плідниками батьківської форми отримують кроленят фінального гібриду, які призначені для відгодівлі та забою. Тому, визначення економічної ефективності використання самців прабатьківської форми з різним ваговим індексом було проведено за продуктивністю їх дочок – кролематок материнської форми кросу Нула NG. При цьому було враховано показники багатоплідності кролематок та збереженості кроленят до відлучення за III окріл. Розрахунки проведені на один виробничий цикл, а їх результати наведено в таблиці 4.

Таблиця 4. Економічна ефективність використання самців прабатьківських форм з різним ваговим індексом

Показник	Група кролематок		
	I	II	III
Багатоплідність кролематок, гол	9,10	9,22	10,37
Збереженість кроленят до відлучення, %	91,34	91,57	92,58
Вихід ділових кроленят, гол	8,31	8,44	9,60
Витрати на отримання кроленят за час сукрільності і лактації, грн	490,00	490,00	490,00
Витрати на 1 кроленя на час відлучення	58,95	58,04	51,04
Витрати на кроленят за період відгодівлі, грн	73,30	73,30	73,30
Собівартість 1 голови відгодівельного молодняка	132,25	131,34	124,34
Загальні витрати, грн	1099,27	1108,85	1193,72
Отримано м'яса, кг	11,64	11,82	13,44
Собівартість 1 кг м'яса, грн	94,47	93,81	88,81
Виручка від реалізації м'яса, грн	1396,41	1418,38	1612,89
Прибуток, грн	297,14	309,53	419,17
Рентабельність, %	27,03	27,91	35,11

За даними економічного обліку діяльності підприємства було встановлено, що втрати на отримання кроленят за час сукрільності і лактації для усіх кролематок є однаковими. У цю категорію витрат включено витрати на годівлю кролематок, вартість спермодози і проведення штучного осіменіння, а також ветеринарні препарати. Зважаючи на різну багатоплідність, збереженість і вихід ділових кроленят у кролематок різних груп, витрати на отримання одного кроленяти також були різними. У кролематок III групи вони були найменшими, оскільки вони мали найвищу багатоплідність і вихід ділових кроленят.

За результатами розрахунків найменшу собівартість одного кроленяти на відгодівлі отримували від кролематок III групи. Вона була на 7,91 і 7,00 грн меншою ніж від кролематок I та II груп відповідно.

Від однієї кролематки I, II та III груп за виробничий цикл було отримано 11,64, 11,82 і 13,44 кг м'яса відповідно з різною собівартістю, на яку впливають різні загальні витрати на вирощування кроленят. Найменша собівартість 1 кг м'яса отримали від кролематок III групи. У кролематок I групи вона була на 8,1% вищою, а у самиць II групи – на 5,3% вищою.

Найбільший прибуток від реалізації м'яса кролів було отримано від використання кролематок III групи 419,17 грн. Від реалізації м'яса, отриманого від кроленят, які походили від кролематок II групи було отримано 309,53 грн прибутку, що на 36,1% менше, ніж у кролематок III групи. Прибуток від реалізації кроленят, отриманих від самиць I групи був на 122,03 грн меншим, ніж від кролематок III групи.

Основним показником економічної ефективності є рентабельність. Економічний аналіз рентабельності показав, що найбільш ефективним є використання кролематок III групи. Завдяки їх високій багатоплідності та збереженості кроленят до відлучення отримано показник рентабельності виробництва м'яса кролів на рівні 35,11%, що на 7,2% більше, ніж у самиць II групи і на 8,1% більше, ніж у кролематок I групи.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень було встановлено, що для отримання високопродуктивних кролематок материнської форми з високою багатоплідністю та молочністю найбільш економічно вигідно використовувати самців батьківської лінії материнської форми, які мають ваговий індекс більше 120 одиниць. Це дозволить отримувати кролематок материнської форми, які матимуть на 12,5% вищу багатоплідність та на 5,5% вищу молочність. При цьому рентабельність вирощування кролів на м'ясо складатиме понад 35%.

### Література

1. Вакуленко І. С., Петраш В. С. Формування м'ясної продуктивності кролів у віковій динаміці. *Науково-технічний бюлетень ІТНААН*. 2016. №116. С. 21-26;
2. Гончар О. Ф., Бойко О. В., Гавриш О. М. Аналіз стану галузі кролівництва в Україні. *Effective rabbit breeding and fur farming*. 2020. № 6. С. 47–58. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.47-58>.
3. Гончар О. Ф., Шевченко Є. А. Особливості селекційно-генетичного моніторингу в кролівництві за ДНК-маркерами. *Effective rabbit breeding and fur farming*. 2020. № 5. С. 36–51. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2019.5.36-51>.
4. Коцюбенко Г. А. Науково-практичні методи підвищення продуктивності кролів : монографія. Миколаїв : МНАУ, 2013. 191 с.
5. Коцюбенко Г. А. Ефективність застосування ввідного схрещування при покращенні продуктивних якостей кролів. *Розведення і генетика тварин : міжвід. темат. наук. зб.* 2009. № 43. С. 192–196.
6. Коцюбенко Г.А. Ефективність ведення галузі звірівництва і кролівництва в південному регіоні України. *Тваринництво України*. 2008. № 1. С. 8–9.
7. Divergent selection for longevity in breeding does. / Garreau, H., et al. In: 9th World Rabbit Congress. 2008. p. 97-101.
8. Economic weights in rabbit meat production / L. Cartuche et al. *World Rabbit Science*. 2014. Vol. 22, no. 3. P. 165. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1747>.

9. Effect of intrauterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits / M. J. Argente et al. *Livestock Science*. 2008. Vol. 114, no. 2-3. P. 211–219. URL: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.05.008>
10. Efficiency of crossbreeding paternal line males and maternal line females of rabbits on growth performance / G. Abd El-latif et al. *Egyptian Poultry Science Journal*. 2021. Vol. 41, no. 4. P. 709–722. URL: <https://doi.org/10.21608/epsj.2021.213293> .
11. Evaluation of milk yield and semen quality in maternal line of rabbits / I. Ali et al. *Egyptian Poultry Science Journal*. 2021. Vol. 41, no. 2. P. 413–428. URL: <https://doi.org/10.21608/epsj.2021.182516> .
12. Fortun-Lamothe L., Sabater F. Estimation de la production laitière à partir de la croissance des lapereaux. 10èmes Journ. rech. cunicole. 2003. P. 69–72.
13. García M., Argente M. The genetic improvement in meat rabbits. *Lagomorpha Character*. 2020. IntechOpen; London, UK, Volume 5. P. 1–13.
14. Gavriš O. M. Рівень продуктивності кролів різних порід та ефективність використання селекційних індексів в кролівництві. *Animal Breeding and Genetics*. 2015. Т. 55. С. 38–46. URL: <https://doi.org/10.31073/abg.55.05> .
15. Gavriš O. M. Рівень продуктивності кролів різних порід та ефективність використання селекційних індексів в кролівництві. *Animal Breeding and Genetics*. 2015. Т. 55. С. 38–46. URL: <https://doi.org/10.31073/abg.55.05> .
16. Genetic analyses of rabbit survival and individual birth weight / R. Belabbas et al. *Animals*. 2022. Vol. 12, no. 19. P. 2695. URL: <https://doi.org/10.3390/ani12192695> .
17. Niedźwiadek S. *Zasady hodowli królików*. Warszawa : PWRiL, 1981. 357 p.
18. Relationships between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity / M. J. Argente et al. *Journal of Animal Science*. 2003. Vol. 81, no. 5. P. 1265–1273. URL: <https://doi.org/10.2527/2003.8151265x> .
19. The birth weight of rabbits: influencing factors and effect on behavioural, productive and reproductive traits: a review / Z. Szendrő et al. *Livestock Science*. 2019. Vol. 230. P. 103841. URL: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103841> .
20. Vintoniv O. A., Havrysh O. M. The reproductive ability of male rabbits depending on the influence of paratypical and genotypical factors. *Animal Breeding and Genetics*. 2022. No. 64. P. 147–153. <https://doi.org/10.31073/abg.64.13>.

## References

1. Vakulenko I. S., Petrash V. S. Formuvannya m'yasnoyi produktyvnosti kroliv u vikovij dy`namici. Naukovo-texnichny`j byuletен` IT NAAN. 2016. #116. S. 21-26;
2. Gonchar O. F., Bojko O. V., Gavry`sh O. M. Analiz stanu galuzi krolivny`cztva v Ukraini. Effective rabbit breeding and fur farming. 2020. # 6. S. 47–58. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.47-58> .
3. Gonchar O. F., Shevchenko Ye. A. Osobly`vosti selekciyno-genety`chnogo monitory`ngu v krolivny`cztvi za DNK-markeramy`. Effective rabbit breeding and fur farming. 2020. # 5. S. 36–51. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2019.5.36-51>.
4. Kocyubenko G. A. Naukovo-prakty`chni metody` pidvy`shhennya produktyvnosti kroliv : monografiya. My`kolayiv : MNAU, 2013. 191 s.
5. Kocyubenko G. A. Efektyvnist` zastosuvannya vvidnogo sxreshhuvannya pry` pokrashhenni produktyvny`x yakостей kroliv. Rozvedennya i genety`ka tvary`n : mizhvid. temat. nauk. zb. 2009. # 43. S. 192–196.
6. Kocyubenko G.A. Efektyvnist` vedennya galuzi zvirivny`cztva i krolivny`cztva v pivdenному regioni Ukrainy`. Tvary`nny`cztvo Ukrainy`. 2008. # 1. S. 8–9.
7. Divergent selection for longevity in breeding does. / Garreau, H., et al. In: 9th World Rabbit Congress. 2008. p. 97-101.
8. Economic weights in rabbit meat production / L. Cartuche et al. World Rabbit Science. 2014. Vol. 22, no. 3. P. 165. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1747> .
9. Effect of in utero crowding on available uterine space per fetus in rabbits / M. J. Argente et al. Livestock Science. 2008. Vol. 114, no. 2-3. P. 211–219. URL: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.05.008>
10. Efficiency of crossbreeding paternal line males and maternal line females of rabbits on growth performance / G. Abd El-latif et al. Egyptian Poultry Science Journal. 2021. Vol. 41, no. 4. P. 709–722. URL: <https://doi.org/10.21608/epsj.2021.213293> .
11. Evaluation of milk yield and semen quality in maternal line of rabbits / I. Ali et al. Egyptian Poultry Science Journal. 2021. Vol. 41, no. 2. P. 413–428. URL: <https://doi.org/10.21608/epsj.2021.182516> .
12. Fortun-Lamothe L., Sabater F. Estimation de la production laitière à partir de la croissance des lapereaux. 10èmes Journ. Rech. Cunicole. 2003. P. 69–72.
13. García M., Argente M. The genetic improvement in meat rabbits. Lagomorpha Charact. 2020. IntechOpen; London, UK, Volume 5. P. 1–13.

14. Gavrish O. M. Riven` produkty`vnosti kroliv rizny`x porid ta efekty`vnist` vy`kory`stannya selekciyni`x indeksiv v krolivny`cztv. Animal Breeding and Genetics. 2015. T. 55. S. 38–46. URL: <https://doi.org/10.31073/abg.55.05> .

15. Gavrish O. M. Riven` produkty`vnosti kroliv rizny`x porid ta efekty`vnist` vy`kory`stannya selekciyni`x indeksiv v krolivny`cztv. Animal Breeding and Genetics. 2015. T. 55. S. 38–46. URL: <https://doi.org/10.31073/abg.55.05> .

16. Genetic analyses of rabbit survival and individual birth weight / R. Belabbas et al. Animals. 2022. Vol. 12, no. 19. P. 2695. URL: <https://doi.org/10.3390/ani12192695> .

17. Nied`zwiadek S. Zasady hodowli królików. Warszawa : PWRiL, 1981. 357 p.

18. Relation ships between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity1 / M. J. Argente et al. Journal of Animal Science. 2003. Vol. 81, no. 5. P. 1265–1273. URL: <https://doi.org/10.2527/2003.8151265x> .

19. The birth weight of rabbits: influencing factors and effect on behavioural, productive and reproductive traits: a review / Z. Szendrő et al. Livestock Science. 2019. Vol. 230. P. 103841. URL: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103841> .

20. Vintoniv O. A., Havrysh O. M. The reproductive ability of male rabbits depending on the influence of paratypical and genotypical factors. Animal Breeding and Genetics. 2022. No. 64. P. 147–153. <https://doi.org/10.31073/abg.64.13>.

**УДК 636.92.082.21**

**DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.131-143>**

## **ECONOMIC EFFICIENCY OF USING MALES IN CROSSING LINES OF RABBITS**

Yakubets T.,

Bochkov V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv

*tarasyakubets@nubip.edu.ua*

*Overcoming hunger is one of the key Sustainable Development Goals defined by the United Nations. The development of rabbit breeding can become an important factor in solving this global problem of humanity, because this direction of animal husbandry, using modern resource-saving and highly efficient technologies of keeping and breeding, is able to provide the population with a valuable product for food.*

*The most economically profitable technology for producing rabbit products today is industrial rabbit breeding, which involves keeping them in rooms with a regulated microclimate, using complete feed in feeding, and growing rabbits obtained as a result of crossing specialized lines. Currently, the most important task*

*of breeders in rabbit breeding is to develop the most effective crossbreeding schemes. This is preceded by large-scale work to create and improve the original lines of rabbits, which will be used in crosses and ensure high profitability of rabbit production. In this regard, the current problem of industrial rabbit breeding at the current stage of its development is the search for optimal cross schemes and improvement of existing rabbit selection systems.*

*The paper presents the results of studies conducted to study the economic efficiency of using males of the parental lines of the maternal form of the Hyla cross with different weight indices to obtain female rabbits of the maternal form of the cross with a high level of productivity. The studies were conducted in the conditions of LLC "Farm Krolikoff" of Cherkasy region. In the course of the experiments, the productivity and level of reproduction characteristics of males of the parental line of the maternal form of the Hyla GPC cross and female rabbits of the maternal form of the Hyla NG were studied. The calculation of economic parameters was also carried out and the profitability of using males with different weight indices was determined.*

*As a result of the conducted studies, it was found that males with a weight index of more than 120 units had the largest live weight (5.87 kg) and were characterized by higher values of ejaculate volume and sperm motility. Analysis of the experimental data showed that daughters of males with a weight index of more than 120 units had the highest values of multiparity (10.37 heads) and milk yield (6497.3 g), and also prevailed over peers obtained from males with a weight index of less than 100 units and from 100 to 120 units in terms of survival of rabbits to weaning.*

*Calculations of economic efficiency showed that the greatest profit can be obtained from the use of female rabbits that originated from males of the ancestral cross form with a weight index of more than 120 units. At the same time, the profitability of rabbit meat production was 35.11%.*

**Keywords:** *cross, line, productivity, economic efficiency, reproduction traits.*

УДК 636.92.053.112.385.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.144-156>

## ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ І ПРОДУКТИВНІСТЬ КРОЛІВ ЗА ВИПОЮВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЧНОГО СЕЛЕНУ ЦИТРАТУ

<sup>1,3</sup>Ковальчук І.І., доктор вет. наук, професор<sup>1</sup>Проданчук О.В., аспірант [olga271098@gmail.com](mailto:olga271098@gmail.com)<sup>2,3</sup>Лесик Я.В., доктор вет. наук, професор<sup>3</sup>Цам М.М., кандидат с.-г. наук<sup>3</sup>Пилипець А.З., кандидат с.-г. наук, с.н.с.<sup>1</sup>Колотницький В.А., кандидат вет. наук, доцент

<sup>1</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, вул. Пекарська 50, м. Львів, 79010, Україна

<sup>2</sup>Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

<sup>3</sup>Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

Дослідили вплив цитрату селену на показники крові та продуктивність кролів. Дослідження проводили в умовах приватної кролеферми на молодянку кролів породи Нула. Тварин було поділено на чотири групи – контрольну та три дослідні. Кролі контрольної групи споживали стандартний гранульований комбікорм і воду без обмежень, згідно з чинними вимогами. Перша дослідна група, крім стандартного раціону з питною водою протягом доби, отримувала водний розчин нанотехнологічного селену цитрату в кількості 50 мкг Se/л. Відповідно, друга дослідна група споживала селену цитрат з розрахунку 100 мкг Se/л; третя дослідна група отримувала селену цитрат з розрахунку 200 мкг Se/л. Протягом експериментального періоду (15 та 30 доба дослідження) проводили щоденний контроль збереженості та інтенсивності росту організму кролів контрольної та дослідних груп. Всі отримані цифрові дані обробляли за допомогою комп'ютерної програми STATISTICA з використанням методу варіаційної статистики.

Аналіз отриманих результатів свідчить про позитивний вплив впоювання селену цитрат на показники червоної крові залежно від його кількості та періоду застосування. Більше виражений біологічний ефект з вірогідними різницями у досліджуваних показниках крові та росту організму виявлено у тварин, які отримували у раціоні селену цитрат впродовж 30 діб з розрахунку 200 мкг/л. Впоювання кролям різної кількості селену цитрат



сприяло підвищенню показників гемопоетичної функції, резистентності та інтенсивності росту організму порівняно з контрольною групою. Застосування селену цитрату в раціоні кролів, активізувало фізіолого-біохімічні процеси в організмі, що характеризувалося більшою кількістю еритроцитів ( $P < 0,05$ ), лейкоцитів ( $P < 0,05$ ) та концентрацією гемоглобіну ( $P < 0,05$ ), вищими показниками маси тіла та СДП, що було більше вираженим у кролів, яким випоювали селену цитрат в дозах 100 та 200 мкг/л упродовж 30 діб дослідження.

**Ключові слова:** кролі, цитрат селену, гематологічні показники, продуктивність.

**Актуальність.** Кролівництво є однією з перспективних галузей, що займає особливу позицію в сучасному тваринництві. Для збереження і отримання високої продуктивності кролів важливе значення має збалансоване мінеральне живлення. Мінеральні речовини надходять до організму тварин з кормом та водою, забезпечують виконання важливих функцій, що активують обмін речовин [1, 2]. Надходження мінеральних елементів до організму кролів впливає на перебіг метаболізму, а також на клінічні показники тварин [3, 4, 5].

Одним з важливих есенційних мікроелементів, що потребує всебічного глибокого дослідження його участі в метаболічних процесах організму кролів є Селен. Селен є незамінним мікроелементом, який відіграє важливу роль у життєдіяльності тварин та необхідний для нормального росту та розвитку організму [6]. Споживання Se та достатня його кількість у раціоні кролів впливає на антиоксидантний захист, репродуктивну функцію, гормональний статус та імунну систему тварин [7, 8].

У ветеринарній практиці застосовують неорганічні та органічні форми селену. Неорганічні, такі як селеніт та селенат натрію, попри широке їх використання у тваринництві, є досить токсичними (1-2 клас токсичності), і застосування їх пов'язане з ризиком можливого передозування. Токсичність неорганічних форм селену зумовлена їх високою окиснюючою властивістю. Окрім того, до їх недоліків слід віднести низьку біодоступність для організму тварин та меншу фізіологічну активність порівняно з органічними формами. Внаслідок цього, використання органічних форм селену набуває все більшої актуальності [9]. Особливої уваги заслуговують наночастинки біогенних металів у складі кормових добавок в раціонах кролів. Результати досліджень Din, T.-E. та Noha, T. [10], Ibrahim, N. [11], Emara S. [12] вказують на позитивний вплив наносполук мікроелементів на продуктивність та фізіологічний стан організму кролів. Потреба Se широко варіює у раціонах кролів коливаючись у межах від 0,05 до 2,0 мг/кг.

Тому триває пошук нових добавок Селену, що характеризувалися б оптимальною кількістю діючої речовини та її формою, що забезпечувала б утворення енергетичної, прооксидантно-антиоксидантної рівноваги і направленості обмінних процесів організму тварин, а також зумовлювала б стимулюючий вплив на їх продуктивність.

**Мета роботи.** Метою дослідження було вивчити вплив застосування цитрату селену на гематологічні показники крові та продуктивність молодняка кролів.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили у приватному кролівничому господарстві на молодняка кролів породи *Hylla*. Тварин утримували в приміщенні з регульованим мікрокліматом, освітленням, у сітчастих клітках розміром 50×120×30 см відповідно до чинних ветеринарно-санітарних норм. Кролів формували за принципом аналогів (вік, маса тіла, клінічний стан) у групи по 5-6 тварин, у віці 30 діб, середньою масою тіла 960,0 ± 70,0 г. На 15 добу підготовчого періоду тварин зважували відбирали кров для фізіолого-біохімічних досліджень.

У віці 45 діб тварини були поділені на чотири групи – контрольну і три дослідні. Кролі контрольної групи, споживали стандартний гранульований комбікорм (ОР) і воду без обмеження, згідно з чинними вимогами. І дослідна група, крім (ОР) з питною водою впродовж доби отримувала водний розчин нанотехнологічного селену цитрату у кількості – 50 мкг Se/л. Відповідно, II дослідна – селену цитрату з розрахунку – 100 мкг Se/л; III дослідна – селену цитрату – 200 мкг Se/л. Селену цитрат отримали від ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ [10]. У дослідний період (15 і 30 доба дослідження) проводився щоденний контроль за збереженістю та інтенсивністю росту кролів. Кров від кролів відбирали з крайової вухної вени шляхом проколу одноразовою голкою у стерильний шприц. Місце відбору крові було оброблено спиртом та розчином димексиду для місцевої гіперемії.

Для гематологічного дослідження кров відбирали в пробірки, що містили дикалієву сіль етилендіаміну – тетраоцтову кислоту (EDTA – K<sup>2+</sup>), що служила антикоагулянтом. У крові кролів визначали загальну кількість еритроцитів, кількість лейкоцитів та їх форм — лімфоцитів, моноцитів, гранулоцитів і кількість тромбоцитів. Дослідження проводили за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора («Orphee Mythic 18», Швейцарія).

Утримання тварин та всі маніпуляції проводили відповідно до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) [14]. Статистичний аналіз одержаних цифрових даних проводили за допомогою

програми Statistika для Windows XP [15]. Після порівняння досліджуваних показників та їхніх між групових різниць використовували *t* критерій Стьюдента, а результат вважали вірогідним після  $P < 0,05$ .

**Результати досліджень.** Як відомо, про зміни в обміні речовин і фізіологічному стані тварин можна судити за змінами крові [16]. Аналіз одержаних результатів свідчить про позитивний вплив впоювання селену цитрату на показники червоної крові, залежно від його кількості та періоду впоювання. Зокрема, у крові тварин I, II і III дослідних груп, яким застосовували селен цитрат встановлено більшу кількість еритроцитів (табл. 1). Кількість еритроцитів у крові кролів I групи була відповідно більшою на 14,2 % ( $P < 0,05$ ) зі збереженою тенденцією до підвищення у тварин II і III дослідних груп на 30 добу дослідження порівняно до контролю.

**Таблиця 1. Кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну та гематокритної величини у крові кролів за впоювання селену цитрату ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )**

Показник	Група	Періоди досліджень		
		підготовчий, 45 доба життя	дослідний (доба життя /період впоювання добавок)	
			60/15	75/30
Еритроцити, $10^{12}/л$	К	5,52±0,15	5,70±0,10	5,60±0,13
	Д – I	5,50±0,13	5,71±0,08	6,40±0,34*
	Д – II	5,20±0,06	5,73±0,14	5,93±0,29
	Д – III	5,10±0,24	5,80±0,08	5,90±0,06
Гемоглобін, г/л	К	129,6±2,80	133,6±2,73	125,8±3,22
	Д – I	129,0±1,95	130,2±1,59	134,6±4,70
	Д – II	122,8±0,86	132,6±2,32	136,6±2,71*
	Д – III	120,4±5,05	131,6±1,03	138,6±3,59*
Гематокрит, л/л	К	0,553±0,009	0,535±0,011	0,516±0,013
	Д – I	0,541±0,006	0,529±0,004	0,546±0,030
	Д – II	0,529±0,003	0,561±0,006	0,552±0,020
	Д – III	0,525±0,011	0,558±0,012	0,522±0,007

*Примітка:* У цій та наступних таблицях статистично вірогідні різниці враховували порівняно з контрольною групою: \* —  $P < 0,05$ ; \*\* —  $P < 0,01$ ; \*\*\* —  $P < 0,001$

Важливе значення у забезпеченні нормального перебігу енергетичних та метаболічних процесів, підтриманні гомеостазу організму у тварин має рівень гемоглобіну у крові [17, 18]. Застосування додатково до раціону цитрату селену не викликало суттєвих міжгрупових різниць на 15 добу дослідження у крові кролів дослідних груп порівняно з контролем. За тривалішого

застосування, на 30 добу дослідження, концентрація гемоглобіну у крові кролів II і III дослідних груп була вищою відповідно на 8,6 % і 10,2 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольною групою. Це може свідчити про більше виражений дозозалежний вплив органічної сполуки селену на гемопоетичну функцію організму кролів впродовж тривалого часу застосування.

Показник гематокритної величини був у межах фізіологічних величин і змінювався залежно від кількості клітин крові кролів. Необхідно зазначити, що застосована більша кількість селену цитрату у раціоні позитивно вплинула на процеси метаболізму, які задіяні у формуванні клітин крові кролів, це підтверджує відсоток гематокриту.

Отримані результати показників морфологічного складу лейкоцитів крові кролів дослідних груп та відмінності проти контролю були виявлені впродовж експерименту з вірогідними змінами як на першому, так і на другому етапах дослідження (табл. 2).

**Таблиця 2. Показники морфологічного складу лейкоцитів крові кролів за впоювання селену цитрату, ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )**

Показник	Група	Періоди досліджень		
		підготовчий, 45 доба життя	дослідний (доба життя /період впоювання добавок)	
			60/15	75/30
Лейкоцити, $10^9/\text{л}$	К	$5,7 \pm 0,36$	$10,2 \pm 0,92$	$9,0 \pm 0,82$
	Д – I	$6,7 \pm 0,07$	$10,5 \pm 0,24$	$12,1 \pm 0,43^*$
	Д – II	$7,2 \pm 0,41$	$10,1 \pm 0,34$	$11,7 \pm 0,32^*$
	Д – III	$7,1 \pm 0,34$	$10,8 \pm 0,77$	$12,0 \pm 0,39^*$
Лімфоцити, $10^9/\text{л}$	К	$2,5 \pm 0,10$	$4,1 \pm 0,20$	$4,6 \pm 0,08$
	Д – I	$2,7 \pm 0,04$	$4,5 \pm 0,16$	$5,8 \pm 0,85$
	Д – II	$2,8 \pm 0,22$	$4,3 \pm 0,26$	$5,5 \pm 0,56$
	Д – III	$2,9 \pm 0,58$	$5,5 \pm 0,58$	$5,7 \pm 0,81$
Моноцити, $10^9/\text{л}$	К	$1,1 \pm 0,11$	$1,6 \pm 0,16$	$1,7 \pm 0,21$
	Д – I	$1,2 \pm 0,05$	$1,7 \pm 0,09$	$1,9 \pm 0,10$
	Д – II	$1,3 \pm 0,04$	$1,6 \pm 0,15$	$2,2 \pm 0,18$
	Д – III	$1,4 \pm 0,16$	$2,1 \pm 0,06^*$	$2,7 \pm 0,46$
Гранулоцити, $10^9/\text{л}$	К	$2,4 \pm 0,17$	$3,4 \pm 0,24$	$2,8 \pm 0,59$
	Д – I	$2,6 \pm 0,14$	$3,5 \pm 0,12$	$3,3 \pm 0,32$
	Д – II	$2,7 \pm 0,28$	$3,7 \pm 0,29$	$3,5 \pm 0,12$
	Д – III	$3,0 \pm 0,45$	$3,8 \pm 0,21$	$3,6 \pm 0,24$

За результатами дослідження показники морфологічного складу крові кролів дослідних груп характеризувалися вищими рівнем кількості лейкоцитів у дослідних групах порівняно до контрольної групи. Лейкоцити відіграють провідну роль у формуванні імунних реакцій, що є частиною системи

гуморального імунітету. Випоювання селену цитрату в різних концентраціях через 15 діб не характеризувалося вірогідними змінами щодо кількості лейкоцитів. Проте, на 30 добу загальна кількість лейкоцитів у крові тварин усіх дослідних груп була вищою у I дослідній групі на 34,4 % ( $P < 0,05$ ), II на 30 % ( $P < 0,05$ ), у III на 33,3 % ( $P < 0,05$ ) порівняно з контролем. Збільшення кількості лейкоцитів у постнатальному онтогенезі, в межах фізіологічної норми, вказує на стимулюючий вплив добавок Селену на лейкопоетичну функцію кісткового мозку, лімфатичних вузлів та селезінки. Зміни кількості лейкоцитів мають позитивний характер, оскільки в кров надходить додаткова кількість зрілих клітин, які здатні виконувати захисні функції [19].

Подібну закономірність спостерігали і для кількості лімфоцитів за випоювання добавки. Кількість моноцитів у крові кролів характеризувалися вірогідно вищим рівнем у III дослідній групі ( $P < 0,05$ ) на 15 добу випоювання. Тенденцію до більшої їх кількості відзначено на 30 добу дослідження у I–III дослідних групах порівняно з контрольною. Отримані результати дослідження кількості моноцитів, як активних фагоцитів крові, можуть свідчити про виокремлену дію і залежати від особливостей дії частинок мікроелементу, що володіють високою функціональною активністю на організм тварин [20, 21]. Аналіз абсолютної кількості гранулоцитів у крові кролів показав тенденцію до збільшення їх кількості у I–III дослідних групах порівняно до контрольної групи без вірогідних різниць.

Одним з основних показників, за яким можна оцінювати рівень продуктивності кролів, є динаміка маси тіла. Маса тіла кролів є важливим показником, що характеризує їх ріст та розвиток. Залежно від приростів за певний період, судять про швидкість розвитку тварин, про результати їх вирощування та відгодівлі. Показники росту та розвитку кролів залежать від умов годівлі та спадкових якостей. Враховуючи біологічні особливості кроликів на показники росту і розвитку впливають фактори стресу [22].

Застосування кролям додатково до раціону селену цитрату позитивно вплинуло на їх динаміку маси тіла. Згідно з даними рис. 1 на початку досліджень та на 15 добу застосування добавки селену цитрату інтенсивність росту кролів суттєво не відрізнялася між дослідними та контрольною групами.

Однак, на 30 добу випоювання добавки (75 доба життя) відзначено підвищення маси тіла у тварин I; II і III дослідних груп відповідно на 4,0 %; 7,3 % і 9,3 % порівняно з контролем. Очевидно застосування добавки селену цитрату впродовж тривалішого часу позитивно вплинуло на показники росту кролів у завершальний період, особливо у тварин III дослідної групи.

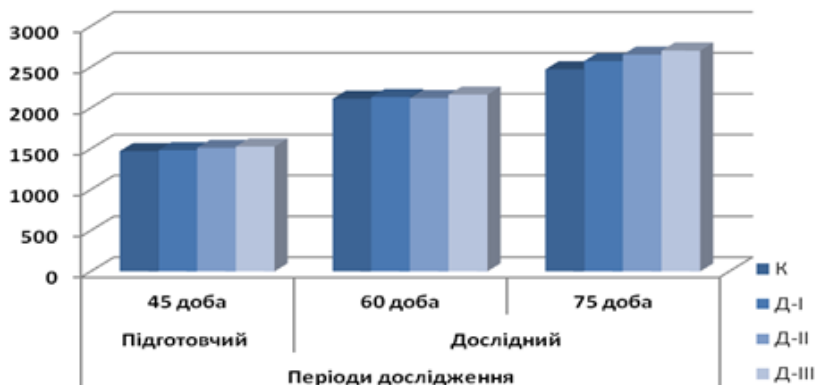


Рис. 1. Маса тіла кролів за впоювання селену цитрату, г ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

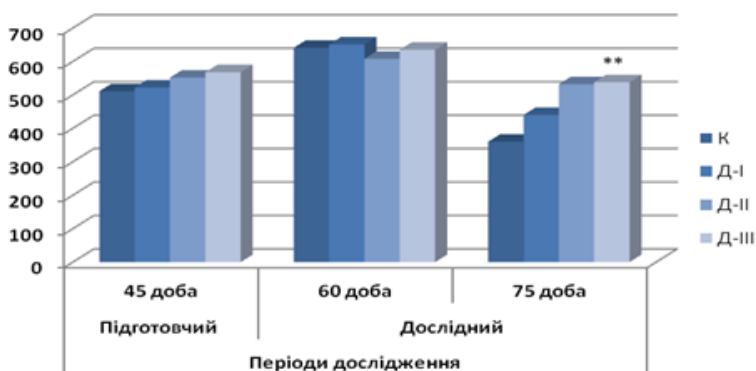
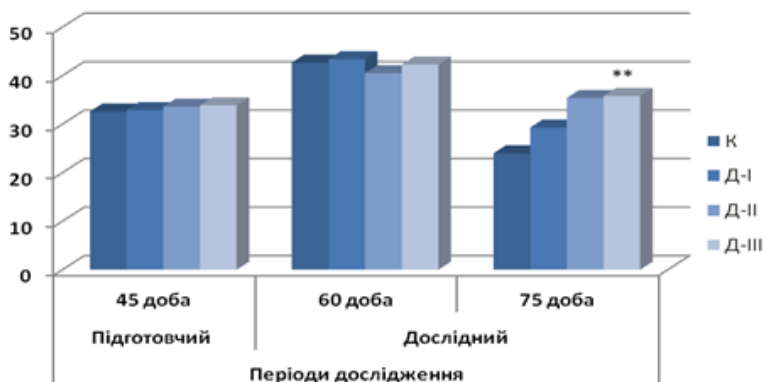


Рис. 2. Приріст маси тіла кролів за впоювання селену цитрату, г ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Впоювання цитрату селену кролям дослідних груп позитивно вплинуло на показники приросту маси тіла та середньодобових приростів (рис. 2 і рис. 3). Загальний приріст маси тіла та середньодобові прирости кролів I і III дослідних груп були дещо вищими, порівняно з тваринами контрольної групи і корелювали за періодами досліджень з масою тіла кролів. Найвищі показники приросту маси тіла кролів відзначено у II і III дослідній групі.

Зокрема, на 75-ту добу життя приріст маси тіла кролів дослідних груп та середньодобові прирости перевищували на 22,0-49,0 %; порівняно з контролем. Очевидно застосування селену цитрату впродовж тривалішого часу позитивно вплинуло на активацію обміну процесів і позначилося вищими показниками росту кролів під час завершального період експерименту.



*Рис. 3. Приріст маси тіла кролів за впоювання селену цитрату, г ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )*

### Висновки.

1. Впоювання кролям різних кількостей селену цитрату позначилося вищими показниками гемопоетичної функції, резистентності та інтенсивності росту організму порівняно з контрольною групою.

2. Застосування у раціон кролів селену цитрату активувало фізіолого-біохімічні процеси в організмі, що характеризувалося більшою кількістю еритроцитів ( $P < 0,05$ ), лейкоцитів ( $P < 0,05$ ) та концентрації гемоглобіну ( $P < 0,05$ ), вищими показниками маси тіла та СДП, що більше було виражено у кролів, яким впоювали цитрат селену у дозі 100 і 200 мкг/кг маси тіла впродовж 30 діб дослідження.

### Література

1. Kiwull-Schone H., Kalthoff H., Manz F., Kiwull P. Food mineral composition and acid-base balance in rabbits Eur J. Nutr. 2005;44 (8):499-508. doi: 10.1007/s00394-005-0553-z.

2. Lesyk Y. V., Dychok-Niedzielska A. Z., Boiko O. V., Honchar O. F., Bashchenko M. I., Kovalchuk I. I., Gutyj, B. V. Hematological and biochemical parameters and resistance of the organism rabbits for feeding sulfur compounds. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2022. 13 (1). P. 60 – 66.

3. Lesyk Ya., Dychok A. Prospects of using sulfur in the rabbits feeding. Human health: realities and prospects. Health and nutrition. Monographic series, 3; edited by Nadiya Skotna, Drohobych: Posvit. 2018. P. 130 – 142.

4. Hassan, F., Mobarez, S., Mohamed, M., Attia, Y., Mekawy, A., & Mahrose, K. Zinc and/or selenium enriched spirulina as antioxidants in growing rabbit diets to

alleviate the deleterious impacts of heat stress during summer season. *Animals*, 2021; 11 (3), 756. doi:10.3390/ani11030756

5. Yakubets T., Bochkov V. Influence of males of the paternal line with different weight index on the productivity of rabbits of the maternal form of the Hyla Cross. *Animal Science and Food Technology*, 2023. Вип.14 (1), 113-125.

6. Mohapatra, P., Swain, R.K., Mishra, S.K., Behera, T., Swain, P., Behura, N.C., Sahoo, G., Sethy, K., Bhol, B.P., Dhama, K. 'Effects of nano-selenium Supplementation on the performance of layer grower birds' *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2014; 9 (10): 641-652. DOI:[10.3923/ajava.2014.641.652](https://doi.org/10.3923/ajava.2014.641.652)

7. Kout-Elkloud M., Hoda M.H., Shaheen G/F., Kotamy E.M, Ghoniem A., Younan G.E., Farag M. Impact of different forms of selenium supplementation on growth and physiological performance of New Zealand white rabbits *Trop Anim Health Prod.* 2024; 19, 56 (4): 131. doi: [10.1007/s11250-024-03970-8](https://doi.org/10.1007/s11250-024-03970-8)

8. Diana, AS Abdel Ghfaar, Mostafa, AH and Inas, MG Evaluation of Nano Selenium on Rabbit growth and Immunity. *Biomedical Journal of Scientific and Technical Research.* 2020; 32- (3), 24950 – 24960.1174–1241. DoI:10.26717/BJSTR.2020.32.005244.

9. Kassim A., Marwan T., Abdel-Wareth A. Selenium nanoparticles in rabbit nutrition. A review/*SVU-International Journal of Agricultural Sciences.* 2022; 4 (1): 90-98. DOI:[10.21608/svuijas.2022.117298.1171](https://doi.org/10.21608/svuijas.2022.117298.1171)

10. Din, T.-E., Noha, T. 'Effects of dietary nano-zinc and nano-selenium addition on productive and physiological performance of growing rabbits at fattening period' *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds.* 2019; 22 (1): 79-89. DOI:[10.21608/ejnf.2019.75842](https://doi.org/10.21608/ejnf.2019.75842)

11. Ibrahim, N., Sabic, E., Wakwak, M., El- Wardany, I., El-Homosany, Y., Mohammad, N.E.D. ' In-Ovo and dietary supplementation of selenium nano-particles influence physiological responses, immunological status and performance of broiler chicks'. *Journal of Animal and Feed Sciences.* 2020; 29 (1): 46–58. DOI:[10.22358/jafs/118209/2020](https://doi.org/10.22358/jafs/118209/2020)

12. Emar, S.S. 'Comparative Effects of nano-selenium and sodium selenite supplementation on blood biochemical changes in relation to growth performance of growing New Zealand White Rabbits'. *Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications.* 2019; 52: 1-14.

13. Патент України на корисну модель № 38391. МПК (2006): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126 (2008.01), C07C 53/10 (2008.01), A23L 1/00, B82B 3/00. Спосіб отримання карбоксилатів металів. Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів / Косінов М. В., Каплуненко В. Г. — Опубл. 12. 01. 2009. Бюл. № 1/2009.

14. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. 1986. Council of Europe, Strasbourg



15. Петровська І, Салига Ю, Вудмаска І. Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ: Аграрна наука, 2022. 172.

16. Кучерявий В.П., Штенська О.Б., Ванжула Ю.І. Морфологічні та біохімічні показники крові відгодівельного молодняка кролів Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького, 2016; 18 (2): 124-128

17. Жовнір О.М., Андріяшук В.О., Уховська Т.М., Тютюн С.М., Мінцюк Є.П. Гематологічні показники крові кролів, щеплених експериментальними зразками вакцин «Вельшісан» Вельшісан+ AUNP» «Вельшісан+ AUNP+Стимул» Ветеринарна біотехнологія. 2019; 34:50-58

18. Косяненко О.М. Вплив різних джерел селену в раціоні на гематологічні показники молодняка кролів. Аграрні вісті .2009; (3): 13-15 [rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1054](http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1054)

19. Dawood, M.A.O.; Basuini, M.F.E.; Yilmaz, S.; Abdel-Latif, H.M.R.; Kari, Z.A.; Abdul Razab, M.K.A.; Ahmed, H.A.; Alagawany, M.; Gewaily, M.S. Selenium Nanoparticles as a Natural Antioxidant and Metabolic Regulator in Aquaculture: A Review. *Antioxidants* 2021, 10, 1364. Doi.org/10.3390/antiox10091364

20. Grossi, S.; Rossi, L.; De Marco, M.; Sgoifo Rossi, C.A. The Effect of Different Sources of Selenium Supplementation on the Meat Quality Traits of Young Charolaise Bulls during the Finishing Phase. *Antioxidants* 2021, 10, 596. <https://doi.org/10.3390/antiox10040596>

21. Nayak V.; Singh K.R.B.; Singh A.K.; Singh R.P. Potentialities of selenium nanoparticles in biomedical science. *New J. Chem.* 2021, 45, 2849–2878

22. Sedilo H., Luchyn I., Fedak N., Mamchur O. Influence of Plant Biological Additive on the Productivity of Young Rabbits *Scientific Horizons.* 2022. 25 (10). 9-16 DOI: 10.48077/scihor.25 (10).2022.9-16

## References

1. Kiwull-Schone H., Kalthoff H., Manz F., Kiwull P. Food mineral composition and acid-base balance in rabbits *Eur J. Nutr.* 2005;44 (8):499-508. doi: 10.1007/s00394-005-0553-z.

2. Lesyk Y. V., Dychok-Niedzielska A. Z., Boiko O. V., Honchar O. F., Bashchenko M. I., Kovalchuk I. I., Gutyj, B. V. Hematological and biochemical parameters and resistance of the organism rabbits for feeding sulfur compounds. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2022. 13 (1). P. 60 – 66.

3. Lesyk Ya., Dychok A. Prospects of using sulfur in the rabbits feeding. *Human health: realities and prospects. Health and nutrition. Monographic series, 3;* edited by Nadiya Skotna, Drohobych: Posvit. 2018. P. 130 – 142.

4. Hassan, F., Mobarez, S., Mohamed, M., Attia, Y., Mekawy, A., & Mahrose, K. Zinc and/or selenium enriched spirulina as antioxidants in growing rabbit diets to alleviate the deleterious impacts of heat stress during summer season. *Animals*, 2021; 11 (3), 756. doi:10.3390/ani11030756
5. Yakubets T., Bochkov V. Influence of males of the paternal line with different weight index on the productivity of rabbits of the maternal form of the Hyla Cross. *Animal Science and Food Technology*, 2023. Вип.14 (1), 113-125.
6. Mohapatra, P., Swain, R.K., Mishra, S.K., Behera, T., Swain, P., Behura, N.C., Sahoo, G., Sethy, K., Bhol, B.P., Dhama, K. 'Effects of nano-selenium Supplementation on the performance of layer grower birds' *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2014; 9 (10): 641-652. DOI:[10.3923/ajava.2014.641.652](https://doi.org/10.3923/ajava.2014.641.652)
7. Kout-Elkloud M., Hoda M.H., Shaheen G/F., Kotamy E.M, Ghoniem A., Younan G.E., Farag M. Impact of different forms of selenium supplementation on growth and physiological performance of New Zealand white rabbits *Trop Anim Health Prod.* 2024; 19, 56 (4): 131. doi: [10.1007/s11250-024-03970-8](https://doi.org/10.1007/s11250-024-03970-8)
8. Diana, AS Abdel Ghfaar, Mostafa, AH and Inas, MG Evaluation of Nano Selenium on Rabbit growth and Immunity. *Biomedical Journal of Scientific and Technical Research.* 2020; 32- (3), 24950 – 24960.1174–1241. DoI:10.26717 /BJSTR.2020.32.005244.
9. Kassim A., Marwan T., Abdel-Wareth A. Selenium nanoparticles in rabbit nutrition. A review/SVU-International Journal of Agricultural Sciences. 2022; 4 (1): 90-98. DOI:[10.21608/svuijas.2022.117298.1171](https://doi.org/10.21608/svuijas.2022.117298.1171)
10. Din, T.-E., Noha, T. 'Effects of dietary nano-zinc and nano-selenium addition on productive and physiological performance of growing rabbits at fattening period' *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds.* 2019; 22 (1): 79-89. DOI:[10.21608/ejnf.2019.75842](https://doi.org/10.21608/ejnf.2019.75842)
11. Ibrahim, N., Sabic, E., Wakwak, M., El- Wardany, I., El-Homosany, Y., Mohammad, N.E.D. ' In-Ovo and dietary supplementation of selenium nano-particles influence physiological responses, immunological status and performance of broiler chicks'. *Journal of Animal and Feed Sciences.* 2020; 29 (1): 46–58. DOI:[10.22358/jafs/118209/2020](https://doi.org/10.22358/jafs/118209/2020)
12. Emar, S.S. 'Comparative Effects of nano-selenium and sodium selenite supplementation on blood biochemical changes in relation to growth performance of growing New Zealand White Rabbits'. *Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications.* 2019; 52: 1-14.
13. Patent Ukrainy na korysnu model № 38391. MPK (2006): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126 (2008.01), C07C 53/10 (2008.01), A23L 1/00, B82B 3/00. Sposib otrymannia karboksylativ metaliv. Nanotekhnolohiia otrymannia karboksylativ metaliv / Kosinov M. V., Kaplunenko V. H. — Opubl. 12. 01. 2009. Biul. № 1/2009

14. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. 1986. Council of Europe, Strasbourg

15. Petrovska I, Salyha Yu, Vudmaska I. Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: navchalno-metodychnyi posibnyk. Kyiv: Ahrarna nauka, 2022. 172.

16. Kucheriavyi V.P., Shtenska O.B., Vanzhula Yu.I. Morfolohichni ta biokhimichni pokaznyky krovi vidhodivelnoho molodniaku kroliv Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z.Hzhytskoho, 2016; 18 (2): 124-128

17. Zhovnir O.M., Andriiashchuk V.O., Ukhovska T.M., Tiutiun S.M., Mintsyuk Ye.P. Hematolohichni pokaznyky krovi kroliv, shcheplynykh eksperymentalnykh zrazkamy vaktsyn «Velshisan» Velshisan+ AUNP» «Velshisan+ AUNP+Stymul» Veterynarna biotekhnolohiia. 2019; 34:50-58

18. Kosianenko O.M. Vplyv riznykh dzherel selenu v ratsioni na hematolohichni pokaznyky molodniaku kroliv. Ahrarni visti .2009; (3): 13-15

19. Dawood, M.A.O.; Basuini, M.F.E.; Yilmaz, S.; Abdel-Latif, H.M.R.; Kari, Z.A.; Abdul Razab, M.K.A.; Ahmed, H.A.; Alagawany, M.; Gewaily, M.S. Selenium Nanoparticles as a Natural Antioxidant and Metabolic Regulator in Aquaculture: A Review. *Antioxidants* 2021, 10, 1364. [Doi.org/10.3390/antiox10091364](https://doi.org/10.3390/antiox10091364)

20. Grossi, S.; Rossi, L.; De Marco, M.; Sgoifo Rossi, C.A. The Effect of Different Sources of Selenium Supplementation on the Meat Quality Traits of Young Charolaise Bulls during the Finishing Phase. *Antioxidants* 2021, 10, 596. <https://doi.org/10.3390/antiox10040596>

21. Nayak V.; Singh K.R.B.; Singh A.K.; Singh R.P. Potentialities of selenium nanoparticles in biomedical science. *New J. Chem.* 2021, 45, 2849–2878

22. Sedilo H., Luchyn I., Fedak N., Mamchur O. Influence of Plant Biological Additive on the Productivity of Young Rabbits *Scientific Horizons*. 2022. 25 (10). 9-16 DOI: 10.48077/scihor.25 (10).2022.9-16

**UDK 636.92.053.112.385.4**

**DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.144-156>**

**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD  
AND PRODUCTIVITY OF RABBITS AFTER FEEDING  
NANOTECHNOLOGICAL SELENIUM CITRATE**

<sup>1,3</sup>Kovalchuk I.I.,

<sup>1</sup>Prodanchuk O. V., [olga271098@gmail.com](mailto:olga271098@gmail.com)

<sup>2,3</sup> Lesyk Y.V.,

<sup>3</sup>Tsap M.M.,

<sup>3</sup>Pylypets A.Z.,

<sup>1</sup>Kolotnytskyi V.A.

<sup>1</sup>Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Grzycki National University of Veterinary Medicine and Biology, 50 Pekarska St., Lviv, 79010, Ukraine

<sup>2</sup>Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University

<sup>3</sup>Institute of Animal Biology, 38 V. Stusa Str., Lviv, 79034, Ukraine

*The effect of selenium citrate on blood parameters and rabbit productivity was studied. The study was conducted in a private rabbit farm on young rabbits of the Hylla breed. The animals were divided into four groups - control and three experimental. Rabbits in the control group consumed standard pelleted feed and water without restrictions, according to current requirements. The first experimental group, in addition to the standard diet with drinking water during the day, received an aqueous solution of nanotechnology selenium citrate in the amount of 50 µg Se/l. Accordingly, the second experimental group consumed selenium citrate at the rate of 100 µg Se/L; the third experimental group received selenium citrate at the rate of 200 µg Se/L. During the experimental period (days 15 and 30 of the study), the safety and growth rate of the rabbits of the control and experimental groups were monitored daily. All the obtained digital data were processed using the STATISTICA computer program using the method of variation statistics.*

*The analysis of the results obtained indicates a positive effect of selenium citrate feeding on red blood counts, depending on its amount and period of use. A more pronounced biological effect with significant differences in the studied blood parameters and body growth was found in animals that received selenium citrate in the diet for 30 days at the rate of 200 µg/l. Feeding rabbits with different amounts of selenium citrate contributed to an increase in hematopoietic function, resistance and growth intensity compared to the control group. The use of selenium citrate in the diet of rabbits activated physiological and biochemical processes in the body, characterized by a higher number of red blood cells ( $P < 0.05$ ), leukocytes ( $P < 0.05$ ) and hemoglobin concentration ( $P < 0.05$ ), higher body weight and BW, which was more pronounced in rabbits fed selenium citrate at doses of 100 and 200 µg/l for 30 days of the study.*

**Key words:** rabbits, blood, selenium citrate, hematological parameters, productivity.

УДК619:615.45:636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.157-168>

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОДРАЗНЮВАЛЬНОЇ ДІЇ ЗАЛІЗОВМІСНОГО ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТУ НА КРОЛЯХ: РЕЗУЛЬТАТИ ДОКЛІНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

<sup>1</sup>Сачук Р.М., д-р вет. наук, професор,

<sup>1</sup>Велесик Т.А., канд. екон. наук, доцент,

<sup>2</sup>Стравський Я.С., д-р вет. наук, професор,

<sup>3</sup>Кацараба О.А., канд. вет. наук, доцент,

<sup>3</sup>Барило Б.С., канд. с.г. наук, доцент,

<sup>4</sup>Пепко В.О., канд. с.г. наук.

<sup>1</sup>Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Пластова, 29-а, м.  
Рівне, 33028, Україна [sachuk.08@ukr.net](mailto:sachuk.08@ukr.net)

<sup>2</sup>Тернопільський національний медичний університет імені І. Я.  
Горбачевського, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, 46002, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та  
біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010,  
Україна

<sup>4</sup>Вінницький національний аграрний університет, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця,  
21008, Україна

Проведено доклінічні дослідження з визначення подразнювальної дії ветеринарного препарату «Феродев» при нанесенні на шкіру та слизову оболонку ока кролів. Один мілілітр препарату містить діючу речовину залізо (у формі заліза (III) гідроксиду декстранового комплексу) – 100,0 мг та допоміжні речовини – фенол, воду для ін'єкцій. Препарат застосовують для профілактики і терапії залізодefіцитної анемії у великої рогатої худоби (телят) та свиней (свиноматок і поросят).

Під час досліджень встановлено, що ветеринарний препарат «Феродев» (розчин для ін'єкцій), при нанесенні на шкіру кролів у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла, не проявляє подразнювальної дії, а за ступенем небезпечності його можна віднести до IV класу – малонебезпечних речовин ( $LD_{50} > 2500,0$  мг/кг маси тіла).

Препарат «Феродев» (розчин для ін'єкцій) не викликає подразнювальної (шкідливої) дії на слизову оболонку ока кролів, про що свідчить відсутність набряку повік протягом усього терміну спостереження, ін'єкція судин та помірні виділення лише протягом першої доби після нанесення.

*Результати доклінічних стандартних досліджень залізовмісного препарату «Феродев» з фармакології безпеки свідчать про відсутність особливої небезпеки для тварин, при застосуванні терапевтичних доз.*

*Подальші дослідження будуть черговим етапом доклінічних випробувань, спрямованих на вивчення ембріофетотоксичності препарату «Феродев» на кролях. Дослідження передбачатимуть вивчення патологічних змін чи загибелі ембріонів при проникненні в організм вагітних самок декстранового заліза.*

**Ключові слова:** «Феродев», кролі, шкіра, око, подразнювальна дія, токсичність.

**Актуальність.** Більша частина експериментальних досліджень у біолого-медичному та ветеринарному напрямку, особливо в фізіології, біохімії, фармакології, а також, при розробці нових фармакологічних препаратів за доклінічних випробувань, проводяться з використанням різних піддослідних тварин [1, 3].

Для експериментальних досліджень використовуються кролі різних галузях медичних і ветеринарних наук, оскільки певні галузі досліджень, очевидно, не можуть бути зроблено на цільових тваринах з практичної та етичної точки зору. Крім того, кріль – легкодоступна іменш агресивна тварина, є перспективною моделлю для токсикологічних експериментів [2, 3].

Кролі, як лабораторні тварини, вже протягом 100 років використовуються для проведення науково-дослідної роботи [1, 4].

Важливим етапом доклінічних досліджень ветеринарних лікарських засобів є токсикологічні дослідження (визначення подразнювальної дії), які проводяться на кролях. Це один з етапів, метою якого є одержання інформації щодо небезпеки досліджуваного залізовмісного препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) в умовах короткотривалих досліджень та перспективи проведення подальших випробувань [3, 6, 7].

Залізо – мікроелемент організму, що бере участь у кровотворенні, диханні, окисно-відновних реакціях та імунобіологічних процесах, у вигляді декстранового комплексу сприяє гемопоезу. Використовують для профілактики і лікування метаболічних порушень у тварин, а також, як засіб симптоматичної та заміщуючої терапії, при захворюваннях іншої етіології [5, 10, 12].

Наше дослідження стосується доклінічного вивчення ветеринарного препарату «Феродев» на кролях. Виконується для забезпечення якості та безпечності лікарського засобу, з метою державної реєстрації – процедури, яка проводиться відповідно до вимог чинного законодавства, з метою надання дозволу на ветеринарне застосування [13].

**Мета досліджень.** Надати токсикологічну (доклінічну) оцінку ветеринарного препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) шляхом визначення подразнювальної дії на кролях.

**Матеріали та методи.** Параметри гострої дермальної токсичності препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) досліджували на 20 кролях породи білий велетень, віком 3-4 міс, масою 3,1-3,3 кг. Тварин утримували в стандартних умовах віварію ТОВ «ДЕВІЕ» за температури (18-21) °С, вологості (55-65) %, на стандартному раціоні, що відповідає нормативам. Приміщення загальною площею 50 м<sup>2</sup>, де під контролем спеціалістів ТОВ «ДЕВІЕ» здійснюється утримання відносно невеликої кількості тварин з науковою метою. Лабораторні тварини містилися в звичайних клітках (8 кліток) з площею підлоги 40×60 см, тобто з достатньою площею для вільного пересування та двох клітках розміром 20×40 см, де площа для пересування була зменшена в 3 рази.

Для проведення досліджень було сформовано одну контрольну та три дослідних групи, по 5 кролів у кожній. За день до початку дослідів на передбачуваному місці аплікації видаляли шерсть, ретельно вистригали її ножицями. Крім того, тваринам були одягнені захисні комірці з метою попередження злизування препарату [11, 14, 15].

Спостереження за дослідними тваринами тривало 14 діб, при цьому враховували загальний стан тварин, характер уражень шкіри в місці аплікації, а також терміни загибелі або видужання тварин. Аплікація препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) була проведена вранці до годівлі тварин.

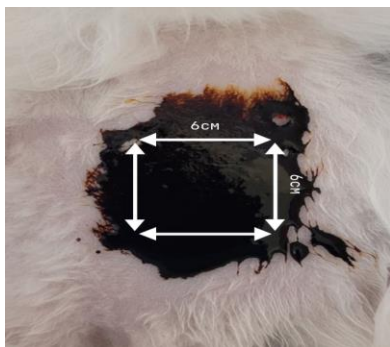
Препарат рівномірно наносили на ділянку шкіри кролів розміром 6×6 см.

Кролям дослідних груп препарат «Феродев» (розчин для ін'єкцій) наносили на шкіру в дозах (за абсолютною масою): I групі – 750,0 мг/кг, II – 1500,0 мг/кг (рис. 1а), III – 3000,0 мг/кг маси тіла, відповідно.

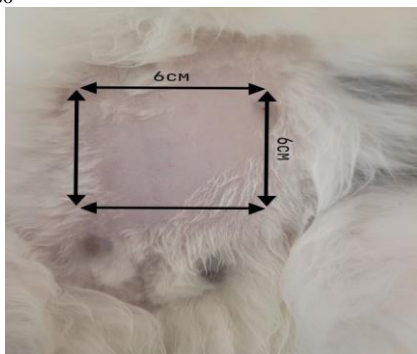
Тваринам контрольної групи, за аналогічних умов, наносили воду для ін'єкцій (рис. 1б).

Пдрозднювальну (шкідливу) дію препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) на слизову оболонку ока досліджували на 3 кролях. В кон'юнктивальний мішок лівого ока тварин із піпетки закапували по 0,1 мл препарату (рис. 2а).

Для контролю в праве око тварині закапували по 0,1 мл води для ін'єкцій (рис. 2б). Тварину фіксували, відтягували кут кон'юнктивального мішка і протягом 1 хв пальцем перетискали слізно-носовий канал. Після обробки через одну, 24, 48, 72, 96 год та до 14 діб проводили ретельний огляд очей.



а)



б)

**Рис. 1. Нанесення препарату «Феродев» та води для ін'єкцій на ділянку шкіри кролів**



а)



б)

**Рис. 2. Місцеве застосування препарату «Феродев» та води для ін'єкцій на слизову оболонку ока кроля**

Для дослідження було використано препарат «Феродев» – розчин для ін'єкцій, серія: 010222, придатний до: 022025. 1 мл препарату містить діючу речовину: залізо (у формі заліза (III) гідроксиду декстранового комплексу) – 100,0 мг. Допоміжні речовини: фенол, вода для ін'єкцій.

*Фармакологічні властивості препарату. АТС-vet класифікаційний код: QV03AC Препарати заліза для парентерального застосування.* Залізо є важливим компонентом гемоглобіну в еритроцитах, що транспортує кисень до всіх частин тіла. Ветеринарний препарат містить залізо у вигляді стабільного комплексу заліза (III) – гідроксид декстран, який є аналогом фізіологічної форми заліза феритину (заліза гідроксид фосфатно-білковий комплекс). Залізо доступне в неіонній водорозчинній формі, яка має дуже низьку токсичність, порівняно з вільним залізом. Залізо (як декстран заліза) в антианемічних засобах діє шляхом збільшення запасу заліза, необхідного для утворення



гемоглобіну та поповнення ферментів, пов'язаних із залізом і залучених до росту та стійкості до інфекцій. Після введення, декстрановий комплекс гідроксиду заліза відкладається в ретикулоендотеліальній системі, а потім з комплексу поступово вивільняється залізо.

Після внутрішньом'язової ін'єкції декстран заліза швидко всмоктується з місця ін'єкції в капіляри та лімфатичну систему. Циркулююче залізо видаляється з плазми клітинами ретикулоендотеліальної системи, які розщеплюють комплекс на компоненти заліза та декстрану. Залізо негайно зв'язується з наявними білковими фрагментами з утворенням гемосидерину або феритину, фізіологічних форм заліза, або, меншою мірою, трансферину. Період напіввиведення циркулюючого заліза становить 5 год. Невеликі кількості заліза виводяться з сечею та калом. Декстран або метаболізується, або виводиться.

*Клінічні особливості.* Препарат застосовують для великої рогатої худоби (телята), свиней (свиноматки і поросята).

*Показання до застосування.* Профілактика і терапія залізодефіцитної анемії у великої рогатої худоби (телята) та свиней (свиноматки і поросята).

*Протипоказання.* Не призначати поросятим з підозрою на дефіцит вітаміну Е та/або селену.

Не застосовувати при підвищеній чутливості до діючої речовини.

Не використовуйте декстран заліза для старших свиней, оскільки у тварин старше 4 тижнів може з'явитися пляма на м'ясі.

*Побічна дія.* У місці введення можливе виникнення невеликого набряку, що зникає за декілька днів.

Можуть виникати реакції гіперчутливості.

Дуже рідко траплялися випадки смерті поросят після парентерального введення препаратів декстрану заліза (менше ніж у 1 тварини на 10 000 тварин). Ці смерті були пов'язані з генетичними факторами або дефіцитом вітаміну Е та/або селену.

Ін'єкції цього ветеринарного лікарського засобу можуть спричинити тимчасову зміну кольору та кальцифікацію в місці ін'єкції.

*Використання під час вагітності, лактації, несучості.* Не застосовувати препарат у I триместрі вагітності.

*Спеціальні застереження при використанні.* Необхідно дотримуватися асептичних умов під час введення препарату.

*Взаємодія з іншими засобами та інші форми взаємодії.* Не слід призначати одночасно з пероральними препаратами заліза. Лікування пероральними препаратами заліза можна розпочинати не менше, ніж через 5 днів після останньої ін'єкції препарату заліза. Антациди сповільнюють засвоєння заліза.

У комбінації із токоферолом знижується ефективність обох препаратів.

*Період виведення (каренція).* М'ясо – 0 діб.

*Спеціальні застереження для осіб і обслуговуючого персоналу.* Персонал, який працює з препаратом, повинен дотримуватися основних правил гігієни та безпеки, прийнятих під час роботи з ветеринарними препаратами. Слід бути обережним, щоб уникнути випадкової самоін'єкції, особливо людям з відомою гіперчутливістю до декстрану заліза. У разі випадкової самоін'єкції негайно зверніться до лікаря та покажіть лікарю інструкцію з упаковки або етикетку. Вимийте руки після використання.

*Дозування.* Препарат вводять глибоко внутрішньом'язово в області стегна або шиї. Перед введенням препарат підігривають на водяній бані до температури тіла.

Дози з профілактичною метою (одноразово на 1 тварину, мл):

свиноматки (за 3-4 тижні до опоросу)	10;
поросята 3-4 добового віку	1,5-2;
телята 5-6 добового віку	8-10.

За наявності в господарстві тварин із ознаками анемії, з лікувальною метою препарат вводять 2-3 рази, з тижневим інтервалом у тих же дозах.

*Передозування.* Високий рівень насичення трансферину залізом може призвести до підвищеної сприйнятливості до (системних) бактеріальних захворювань, болю, запальних реакцій, а також утворення абсцесу в місці ін'єкції. Може виникнути стійка зміна кольору м'язової тканини в місці ін'єкції.

Ятрогенне отруєння з такими симптомами: блідість слизових оболонок, геморагічний гастроентерит, блювання, тахікардія, артеріальна гіпотензія, задишка, набряки кінцівок, кульгавість, шок, смерть, ураження печінки. Можна використовувати такі підтримуючі засоби, як хелатоутворювачі.

*Термін придатності.* 3 роки. Термін придатності після першого відбору із флакона – 28 діб.

*Зберігання.* У сухому темному та недоступному для дітей місці за температури від 5 до 25 °С. Не заморожувати!

*Форма випуску.* Флакони скляні, закриті гумовими корками під алюмінієву обкатку по 10, 50 і 100 та 200 мл.

*Для ветеринарної медицини!*

*Власник реєстраційного посвідчення:* ПП «Біофарм», 22300, Україна, Вінницька область, Літинський район, смт Літин, вул. Б. Хмельницького, 37. Тел./факс (04347) 2-21-44.

*Виробник готового продукту:* ТОВ «ДЕВІЕ», 22300, Україна, Вінницька область, Літинський район, смт Літин, вул. Б. Хмельницького, 37. Тел./факс (04347) 2-21-44.

Слід зазначити, що маніпуляції над лабораторними тваринами здійснювали відповідно до існуючих нормативних документів, що регламентують організацію робіт із використанням експериментальних тварин і дотримання принципів «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986) [8, 9].

**Результати досліджень.** Установлено, що після нанесення препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) на шкіру кролів в дозах 750,0; 1500,0 і 3000,0 мг/кг маси тіла, у тварин не спостерігали змін загального стану та апетиту, що свідчить про відсутність токсичного впливу препарату при одноразовому нанесенні на шкіру кролів. Слід також зазначити, що жодна з дослідних тварин не загинула впродовж експерименту.

У кролів протягом усього терміну дослідження (14 діб) не було виявлено еритеми, набряку шкіри, утворення кірочок та тріщин на шкірі, що свідчить про відсутність ознак дерматиту та подразливої дії на шкіру. Проте шкіра в ділянці нанесення забарвлювалася в світло-коричневий колір, що зникав (протягом 2-3) діб після нанесення.

Тому, ветеринарний препарат «Феродев» (розчин для ін'єкцій), при нанесенні на шкіру кролів у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла, не проявляє подразнювальної дії, а за ступенем небезпечності його можна віднести до IV класу – малонебезпечних речовин ( $LD_{50} > 2500,0$  мг/кг маси тіла) (Коцюмбас І.Я., 2005).

Подразнювальну дію препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) визначали за наявністю (відсутністю) гіперемії кон'юнктиви, ін'єкцією кровоносних судин, станом склери, рогівки, повік і оцінювали за бальною системою, згідно табл. 1.

Під час визначення подразнювальної дії ветеринарного препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) на слизову оболонку ока кролів, були одержані наступні результати (табл. 2). Після нанесення препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) на слизову оболонку ока кролів ( $n=3$ ) установлено, що впродовж усього терміну спостережень він не викликав подразнювальної дії. Лише протягом першої доби спостерігали ін'єкцію судин та помірні виділення, при цьому набряку повік не спостерігали. Слід зазначити, що ділянка шкіри в низу очей забарвлювалася у світло-коричневий колір, що зникав протягом 2-3 діб після нанесення.

**Таблиця 1. Оцінка подразнювальної дії препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) на слизову оболонку ока кролів**

А. Гіперемія кон'юнктиви та рогівки	
1. Судини ін'єктовані	1 бал
2. Окремі судини погано видно	2 бали
3. Дифузне глибоке почервоніння	3 бали
Б. набряк повік	
1. Слабкий набряк	1 бал
2. Виражений набряк з частковим виверненням повік	2 бали
3. У результаті набряку око закрите наполовину	3 бали
4. У результаті набряку око закрите більше, ніж наполовину	4 бали
В. Виділення	
1. Мінімальна кількість в кутику ока	1 бал
2. Кількість виділень зволожує повіку	2 бали
3. Кількість виділень зволожує повіку та шкіру навколо	3 бали

**Таблиця 2. Оцінка подразнювальної дії препарату «Феродев» (розчин для ін'єкцій) на слизову оболонку ока кролів, у балах**

Подразнювальна дія	Термін досліджень, доба													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока першого кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока другого кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оцінка подразнювальної (шкідливої) дії препарату на слизову оболонку ока третього кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Отже, препарат «Феродев» (розчин для ін'єкцій) не викликає подразнювальної (шкідливої) дії на слизову оболонку ока кролів, про що

свідчить відсутність набряку повік протягом усього терміну спостереження, ін'єкція судин та помірні виділення лише протягом першої доби після нанесення.

### Висновки

1. Препарат «Феродев» (розчин для ін'єкцій) при нанесенні на шкіру кролів у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла не проявляє подразливої дії, а за ступенем небезпечності його можна віднести до IV класу – малонебезпечних речовин ( $LD_{50} > 2500,0$  мг/кг маси тіла).

2. Препарат «Феродев» (розчин для ін'єкцій) не викликає подразнювальної (шкідливої) дії на слизову оболонку ока кролів, про що свідчить відсутність набряку повік протягом усього терміну спостереження, ін'єкція судин та помірні виділення лише протягом першої доби після нанесення.

**Перспективи подальших досліджень.** Подальші дослідження будуть черговим етапом доклінічних випробувань, спрямованих на вивчення ембріофетотоксичності препарату «Феродев» на кролях. Дослідження передбачатимуть вивчення патологічних змін чи загибелі ембріонів при проникненні в організм вагітних самок декстранового заліза.

### Література

1. Manjeet Mapara, Betsy Sara Thomas, K. M. Bhat. Rabbit as an animal model for experimental research. Dental Research Journal. Jan 2012. Vol 9. Issue 1. P. 111-118.
2. Gilsanz V, Roe TF, Gibbens DT, Schulz EE, Carlson ME, Gonzalez O, et al. Effect of sex steroids on peak bone density of growing rabbits. Am J Physiol 1988;255. P.416-21.
3. Коцюмбас І. Я. Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів. І. Я. Коцюмбас, О. Г. Малик, І. П. Патерега та ін.; за редакцією І. Я. Коцюмбаса. Львів: Тріада плюс, 2006. 360 с.
4. Ткачук О.М., Ткачук Т.В. Кролі як біологічна модель для експериментальних досліджень (огляд літератури). Ukrainian Journal of modern problems of toxicology. 2/2021. С. 109-114. doi: 10.33273/2663-4570-2021-91-2-109-114.
5. Saira Ahmad, Huma Bader Ul Ain, Tabussam Tufail & al. Evaluating the Effect of Animal-Based Iron Sources on Iron Deficiency Anemia. PBMJ VOL. 5, Issue. 3 March 2022. P. 29-33. doi:10.54393/pbmj.v5i3.329.
6. Research on the embryotoxic effect and carcinogenicity of the drug “BTF plus” – a means for normalizing metabolic processes in animals and poultry. R. M. Sachuk, B. V. Gutyj, M. L. Radzyhovskiy, T. A. Velesyk, S. M. Lyko, O. A. Katsaraba, V. O. Pepko, O. O. Yakuta. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 2023, Vol. 6, № 3. P. 17-23. doi: 10.32718/ujvas6-3.04.

7. Сачук Р.М., Гутий Б.В., Стравський Я.С., Кацараба О.А., Дишкант О.В., Калиновська Л.В. Дослідження специфічної токсичності препарату “БТФ плюс” – засобу для нормалізації обмінних процесів у тварин і птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки*. 2023, т 25, № 111. С. 33-42. doi: 10.32718/nvlvet11106.

8. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Council of Europe. Strasbourg, 1986. 53 p.

9. Council Directive 86/609/EEC of 24 November 1986 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States regarding the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. Official Journal of the European Communities L 358. 1986. 1-29.

10. Комплексна оцінка впливу ветеринарних препаратів на морфофункціональний стан імунної системи: Методичні рекомендації / Коцюмбас І. Я., Коцюмбас Г. І., Голубій Є. М. та ін. Львів, 2009. 63 с.

11. Лабораторні методи дослідження у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / В. В. Влізла, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич та ін.; за ред. В. В. Влізла. Львів: Сполом, 2012. 764 с.

12. Ветеринарні лікарські засоби / кол. авт. : І.Я. Коцюмбас та ін., укладачі : Бух М.Ю. та ін. Львів: ТзОВ ВФ «Афіша», 2017. 1632 с.

13. Перелік зареєстрованих в Україні ветеринарних лікарських засобів – <https://data.gov.ua/dataset/8f3e00b2-16e8-4b30-af7d-b9212837b0a6>.

14. Настанова. Лікарські засоби Належна виробнича практика – [https://www.dls.gov.ua/wp-content/uploads/\\_2020.pdf](https://www.dls.gov.ua/wp-content/uploads/_2020.pdf).

15. Нормативно-технічна документація на ветеринарні лікарські засоби. Директива ЄС. Intranet.tdmu.edu.ua/.

## References

1. Manjeet Mapara, Betsy Sara Thomas, K. M. Bhat. Rabbit as an animal model for experimental research. *Dental Research Journal*. Jan 2012. Vol 9. Issue 1. P. 111-118.

2. Gilsanz V, Roe TF, Gibbens DT, Schulz EE, Carlson ME, Gonzalez O, et al. Effect of sex steroids on peak bone density of growing rabbits. *Am J Physiol* 1988;255. P.416-21.

3. Кocyumbas I. Ya. Doklinichni doslidzhennya vetery`nary`x likars`ky`x zasobiv. I. Ya. Kocyumbas, O. G. Maly`k, I. P. Paterega ta in.; za redakciyeyu I. Ya. Kocyumbasa. L`viv: Triada plus, 2006. 360 s.

4. Tkachuk O.M., Tkachuk T.V. Kroli yak biologichna model` dlya ekspery`mental`ny`x doslidzhen` (oglyad literatury`). *Ukrainian Journal of modern problems of toxicology*. 2/2021. С. 109-114. doi: 10.33273/2663-4570-2021-91-2-109-114.

5. Saira Ahmad, Huma Bader Ul Ain, Tabussam Tufail & al. Evaluating the Effect of Animal-Based Iron Sources on Iron Deficiency Anemia. PBMJ VOL. 5, Issue. 3 March 2022. P. 29-33. doi:10.54393/pbmj.v5i3.329.

6. Research on the embryotoxic effect and carcinogenicity of the drug “BTF plus” – a means for normalizing metabolic processes in animals and poultry. R. M. Sachuk, B. V. Gutyj, M. L. Radzyhovskiy, T. A. Velesyk, S. M. Lyko, O. A. Katsaraba, V. O. Pepko, O. O. Yakuta. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 2023, Vol. 6, # 3. P. 17-23. doi: 10.32718/ujvas6-3.04.

7. Doslidzhennya specy`fichnoyi toksy`chnosti preparatu “BTF plyus” – zasobu dlya normalizaciyi obminny`x procesiv u tvary`n i pty`ci. Sachuk R.M., Guty`j B.V., Stravs`ky`j Ya.S., Kaczaraba O.A., Dy`shkant O.V., Kaly`novs`ka L.V. Naukovy`j visny`k L`vivs`kogo nacional`nogo universy`tetu vetery`narnoyi medy`cy`ny` ta biotexnologij imeni S.Z. G`zhy`cz`kogo. Seriya: Vetery`narni nauky`. 2023, t 25, # 111. S. 33-42. doi: 10.32718/nlvvet11106.

8. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Council of Europe. Strasbourg, 1986. 53 p.

9. Council Directive 86/609/EEC of 24 November 1986 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States regarding the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. Official Journal of the European Communities L 358. 1986. 1-29.

10. Kompleksna ocinka vply`vu vetery`narny`x preparativ na morfofunkcional`ny`j stan imunnoyi sy`stemy`: Metody`chni rekomendaciyi / Kocyumbas I. Ya., Kocyumbas G. I., Golubij Ye. M. ta in. L`viv, 2009. 63 s.

11. Laboratorni metody` doslidzhennya u biologiyi, tvary`nny`cztvi ta vetery`narnij medy`cy`ni: dovidny`k / V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. B. Raty`ch ta in.; za red. V. V. Vlizla. L`viv: Spolom, 2012. 764 s.

12. Vetery`narni likars`ki zasoby` / kol. avt. : I. Ya. Kocyumbas ti in., ukladachi : Bux M. Yu. ta in. L`viv: TzOV VF «Afisha», 2017. 1632 s.

13. Perelik zareyestrovany`x v Ukrayini vetery`narny`x likars`ky`x zasobiv – <https://data.gov.ua/dataset/8f3e00b2-16e8-4b30-af7d-b9212837b0a6>.

14. Nastanova. Likars`ki zasoby` Nalezhna vy`robny`cha prakty`ka – [https://www.dls.gov.ua/wp-content/uploads/\\_2020.pdf](https://www.dls.gov.ua/wp-content/uploads/_2020.pdf).

15. Normaty`vno-texnichna dokumentaciya na vetery`narni likars`ki zasoby`. Dy`rekty`va YeS. Intranet.tdmu.edu.ua/.

UDC: 619:615.45:636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.157-168>

## DETERMINATION OF THE IRRITANT EFFECT OF AN IRON-CONTAINING VETERINARY DRUG ON RABBITS: RESULTS OF PRECLINICAL STUDIES

<sup>1</sup>Sachuk R.M.,<sup>1</sup>Velesyk T.A.,<sup>2</sup>Stravsky Ya.S.,<sup>3</sup>Katsaraba O.A.,<sup>3</sup>Barylo B.S.,<sup>4</sup>Перко V.O.

<sup>1</sup>Rivne State University for the Humanities, Str. Plastova., 29-a, Rivne, 33028, Ukraine [sachuk.08@ukr.net](mailto:sachuk.08@ukr.net)

<sup>2</sup>Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University Maydan Voli 1, Ternopil, 46002, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies st. Pekarska, 50, Lviv, 79010, Ukraine

<sup>4</sup>Vinnitsia National Agrarian University, Sonyachna str. 3, Vinnitsia, Ukraine, 21008

*Preclinical studies were conducted to determine the irritant effect of the veterinary drug "FeroDev" when applied to the skin and mucous membrane of the eye of rabbits. One milliliter of the drug contains the active substance iron (in the form of iron (III) hydroxide dextran complex) – 100,0 mg and excipients – phenol, water for injection. The drug is used for the prevention and treatment of iron deficiency anemia in cattle (calves) and pigs (sows and piglets).*

*During the studies, it was established that the veterinary drug "FeroDev" (solution for injection), when applied to the skin of rabbits in doses from 750,0 to 3000,0 mg/kg of body weight, does not exhibit an irritant effect, and in terms of the degree of danger it can be attributed to class IV – low-hazard substances ( $LD_{50} > 2500,0$  mg/kg of body weight).*

*The drug "FeroDev" (solution for injection) does not cause an irritating (harmful) effect on the mucous membrane of the eye of rabbits, as evidenced by the absence of eyelid edema throughout the entire observation period, vascular injection and moderate discharge only during the first day after application.*

*The results of preclinical standard studies of the iron-containing drug "FeroDev" on safety pharmacology indicate the absence of a special danger to animals when using therapeutic doses.*

*Further studies will be the next stage of preclinical tests aimed at studying the embryofetotoxicity of the drug "FeroDev" in rabbits. The studies will include the study of pathological changes or death of embryos when dextran iron penetrates the body of pregnant females.*

**Keywords:** «FeroDev», rabbits, skin, eye, irritant effect, toxicity.



УДК 636.92.053.112.385.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.169-184>

**КЛІНІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОРГАНІЗМУ КРОЛІВ ЗА УМОВ  
ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ ТА ВПЛИВУ НАНОЧАСТИНОК ЦИНКУ,  
СЕЛЕНУ І ГЕРМАНІЮ ЦИТРАТІВ**

<sup>1</sup>Юзв'як М.О., аспірант,<sup>2</sup>Лесик Я.В. <sup>1,2</sup> д-р вет. наук, професор.

<sup>1</sup>Інститут біології тварин Національної академії аграрних наук  
України, м. Львів

<sup>2</sup>Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана  
Франка, м. Дрогобич, Україна,

e-mail: [maruk7991@gmail.com](mailto:maruk7991@gmail.com); e-mail: [lesykyv@gmail.com](mailto:lesykyv@gmail.com).

*Підвищені температури навколишнього середовища негативно впливають на терморегуляцію кролів. За умов підвищеної температури та вологості порушуються гомеостатичні механізми і негативно впливають на функціонування організму тварини, щовимагає проведення ефективних заходів для пом'якшення дії теплового стресу. Дослідження проведені на молодняку кролів-аналогів породи термонська біла від 35-ї до 78-ї доби життя у віварії Інституту біології тварин НААН. Кролів утримували в приміщенні віварію за підвищеної температури навколишнього середовища від 28,9 до 30 °C і відносної вологості від 78,1 до 87,4 %. Кролі I, II, III дослідних груп споживали той самий комбікорм і воду без обмежень, що й тварини контрольної груп, але протягом 24 годин отримували з водою: I дослідна група – цинку цитрат – 60 мг/л або 12 мг/кг маси тіла; II група – селену цитрат – 300 мкг/л або 60 мкг/кг маси тіла; III група – германію цитрат – 62,5 мкг/л або 12,5 мкг/кг маси тіла. Дослідження температури вуха, ректальної температури, частоти дихання та частоти серцевих скорочень проводили на 14-ту добу підготовчого періоду та 14-ту і 29-ту доби випоювання добавок у дослідному періоді за умов сильного теплового стресу. Метою роботи було визначити клінічні параметри організму кролів: частота дихання, частота серцевих скорочень, ректальна температура, температура вуха за умов теплового стресу та впливу наночастинок цинку, селену і германію цитрату. Температуру та вологість контролювали за допомогою термогігрометра з реєстрацією даних Trotec VL30. Вологість та температуру вимірювали «Аналізатором повітряного середовища електронний моноблоковий». Оцінку стану комфорту кролів оцінювали за допомогою температурно-вологісного індексу. Встановлено, що випоювання наночастинок цинку цитрату (60 мг/л) та селену цитрату (300 мкг/л) за умов*

сильного теплового стресу сприяло підвищенню частоти дихання на 12,05 % ( $P < 0,05$ ) та 16,47 % ( $P < 0,01$ ) на 29 добу дослідження. Зниження ректальної температури на 0,8°C було зафіксовано на 14 добу експерименту при вживанні цинку цитрату.

**Ключові слова:** кролі, тепловий стрес, температурно-вологісний індекс, частота дихання, температура вуха, частота серцевих скорочень, ректальна температура, терморегуляція, метаболізм, фізіологічні процеси.

**Актуальність.** Екстремальні зміни в погодних умовах, зокрема підвищення температури та вологості, є однією з найбільших загроз для кролівництва і негативно впливає на фізіологічний стан тварини. Кролі є гомеотермними тваринами, що підтримують стабільну внутрішню температуру для нормального функціонування організму. За умов теплового стресу тварини не здатні ефективно регулювати тепловий баланс в організмі через густий волосяний покрив та відсутність потових залоз на шкірі [1]. Нормальна температура тіла кролика коливається від 38,5 до 39,5°C, а індивідуальна різниця коливається від 0,5 до 1,2°C. Оптимальна температура для кроликів 15–25°C, оптимальна вологість 55 – 65%. Частота дихання – 35–60 вдихів за хвилину [2]. Пульс у дорослого кроля – 120–150 ударів за хвилину, у кроленят – 180 ударів за хвилину [3]. У спекотні періоди температура навколишнього середовища перевищує здатності до саморегуляції кролів. За таких умов кролі активно використовують різні механізми терморегуляції, зокрема змінюють позу тіла, збільшують частоту дихання і прискорюють кровообіг для полегшення тепловіддачі. Однак ці механізми можуть не бути ефективними за екстремальних температурних умов, що призводить до підвищення ректальної температури, зниження апетиту, депресії, серйозних захворювань та збільшення смертності поголів'я тварин [4]. Підвищена температура та вологість негативно впливають на кролів, знижуючи репродуктивну здатність, якість і кількість молока у кролематок. Спричиняє зниження апетиту, втрату ваги, погіршення загального стану тварини [5]. Таким чином, зміна клімату може значно вплинути на економічну ефективність кролівництва. Тому, для зменшення негативних наслідків високих температур довкілля науковці активно досліджують можливість використання мінеральних елементів, отриманих методами нанотехнологій, що дозволяє створювати нанорозмірні частинки солей макро- та мікроелементів. Наночастинки, на відміну від органічних та неорганічних сполук мають широкий спектр біологічної активності, високу поверхневу і каталітичну активність. Здатність до адсорбції та низький рівень токсичності робить їх ефективними в різних біологічних процесах [6]. Цинк стимулює ріст та розвиток організму завдяки активації механізмів синтезу білка, що сприяє

збільшенню м'язової маси та загальному росту. Є кофактором більше 300 ензимів, що приймають участь у біохімічних реакціях, процесах метаболізму протеїнів, вуглеводів, нуклеїнових кислот та антиоксидантного захисту [7]. Цинк активує ензими, що приймають участь у метаболізмі глюкози, зокрема глюкозо-6-фосфатдегідрогеназу [8]. Цей ензим є ключовим у процесі гліколізу, оскільки перетворює глюкозу в енергію у вигляді молекул АТФ. Цинк забезпечує стабільний рівень енергії в організмі, що є важливим для нормального функціонування органів і систем під час стресових умов [9]. Германій здатний поглинати вільні радикали та активувати антиоксидантну активність організму. Органічний германій зменшує переоксидне окиснення ліпідів, захищаючи клітинні мембрани від пошкоджень, а також знижує рівень перексидів ліпідів у плазмі, печінці та тканинах мозку [10, 11]. Селен є кофактором глутатіонпероксидази, тіоредоксинредуктаза та селеновмісних ензимів, що виконують важливі функції в антиоксидантному захисті організму. Завдяки своїм антиоксидантним властивостям захищає клітини від окисдатовного стресу, забезпечує функціонування репродуктивної системи, гормональний метаболізм та імунну відповідь [12].

**Мета роботи.** Визначити клінічні параметри організму кролів: частота дихання, частота серцевих скорочень, ректальна температура, температура вуха за умов теплового стресу та впливу наночастинок цинку, селену і германію цитрату.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили у віварії Інституту біології тварин НААН м. Львів. Дозвіл на проведення досліджень отримано від Комісії з біоетики Інституту біології тварин НААН м. Львова (протокол № 161 від 26.11.2024). Тварини утримували в приміщенні з регульованим мікрокліматом у сітчастих клітках розміром 50×120×30 см. Дослідження проводили на молодняку кролів-аналогів з 35 до 78 добового віку, породи термонська біла. Впродовж дослідного періоду в приміщенні протягом 4 години підвищували температуру за допомогою електричних регульованих нагрівачів, у межах від 28,9 до 30°C. Температуру в приміщенні контролювали за температурно-вологісним індексом (ТВІ). Тварин для дослідження відбирали у контрольну та I, II і III дослідні групи по 6 тварин, середньою масою тіла 1250±50 г. Кролів контрольної групи утримували на основному раціоні зі згодовування стандартного збалансованого гранульованого комбікорму і води без обмеження. Кролі I, II і III дослідних груп споживали, гранульований комбікорм, як в контролі, проте протягом 24 годин з водою отримували цитрати мікроелементів. I дослідна група – цинку цитрат – 60 мг Zn/л; II група – селену цитрат – 300 мкг Se/л; III група – германію цитрат – 62,5 мкг Ge/л. Розчини для дослідження, виготовленні ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» м. Київ (Патент № 38391) [13]. Дослідження зовнішнього

вигляду частинок металів виконувались на трансмісійному електронному мікроскопі JEM 100CX II. Усі маніпуляції з підослідними тваринами проводили, відповідно до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухваленим Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та правил «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986). Дослідження температури вуха, ректальної температури, частоти дихання та частоти серцевих скорочень проводили на 14-ту добу підготовчого періоду та 14-ту і 29-ту доби випоювання добавок у дослідному періоді за умов сильного теплового стресу.

Температуру вуха вимірювали шляхом розміщення цифрового термометра Vega-418 (Україна), в прямому контакті з центральною частиною вушної раковини [14]. Частоту дихання визначали шляхом візуального підрахунку рухів носа за 1 хв [15]. Ректальну температуру вимірювали за допомогою електронного термометра Vega-418 (Україна), шляхом введення в пряму кишку кроликів на 2-3 см протягом 1 хвилини, після чого було знято показання [16]. Частоту серцевих скорочень визначали шляхом розміщення лівої руки між променевою та сонною артеріями та підрахунку скорочень шлуночка та відповідну кількість ударів серця за 1 хвилину [17].

Для оцінки температурно-вологісного індексу (ТВІ) використовували вимірювально-обчислювальний комплекс (ВОК) АПСЕ-М [18, 19] та методику безперервної автоматичної реєстрації, що проводила одне вимірювання через кожні три секунди, з наступним усередненням 40 вимірювань параметра та його записом в карту пам'яті. Під час проведення дослідження використовували термогігрометр Trotec VL30, що відображав поточні показники температури, вологості та часу. Використання двох приладів, дозволяло забезпечити більш точну оцінку ТВІ в умовах дослідження.

Межі комфортних умов утримання кролів визначали за ТВІ показником. Середньодобову температуру повітря та відносну вологість визначали за формулою [2]:  $TBI = T - ((0,31 - 0,31 \cdot V/100) \cdot (T - 14,4))$ , де: ТВІ = індекс температури і вологості; Т = температура (°C); V = відносна вологість у відсотках (%).

Отримані значення ТВІ були класифіковані, де <27,8 °C – відсутність теплового стресу; 27,8 – 28,9 °C – помірний тепловий стрес; 28,9 – 30,0 °C – сильний тепловий стрес; > 30,0 °C – дуже сильний тепловий стрес [20].

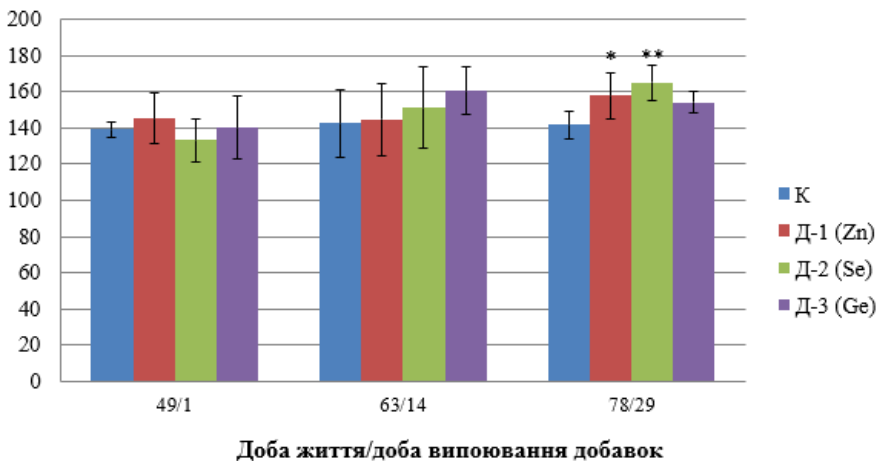
Одержані результати обробляли статистично за допомогою програмного пакету Statistica 7.0 (Statsoft, США) та представлено у вигляді середнього значення (M) ± стандартного відхилення (SD). Результати розраховували дисперсійним аналізом (ANOVA). Для визначення статистичних відмінностей

між контрольною та експериментальними групами використовували апостеріорний метод Tukey HSD, відмінності вважалися достовірними при  $P \leq 0,05$  [21].

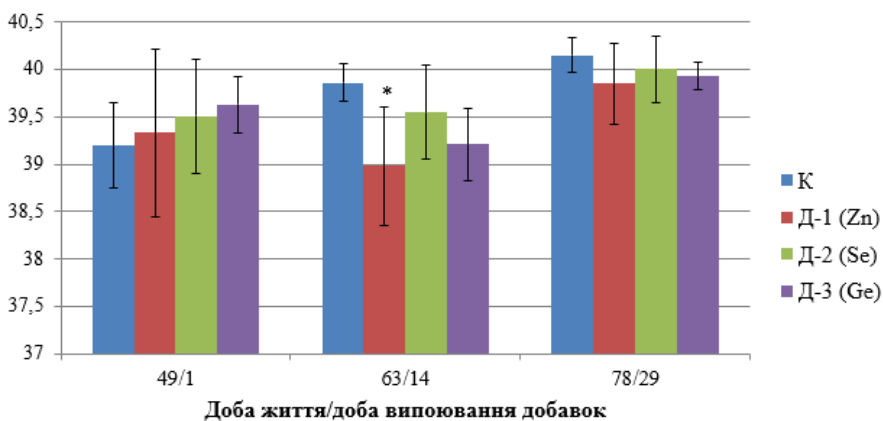
**Результати досліджень.** Для оцінки теплового стресу, під час проведення дослідження щоденно контролювали температуру та вологість у віварії. У підготовчому періоді середні значення температури і вологості становили 19,8 °C та 56,3%, що ТВІзгідно обчислень ТВІ відповідало 19,0. Протягом 14 днів експериментального періоду середня температура у приміщенні становила – 29,9 °C, а вологість – 86,5 %. Розрахований за цих умови ТВІ дорівнював 29,9 °C, що вказує на сильний тепловий стрес за класифікацією Мараї та ін. (2002). На завершальному етапі дослідження середні показники вологості та температури становили 84,3% та 29,9 °C. Згідно з формулою ТВІ, значення в цей період склало 29,1, що згідно формули свідчить на параметри сильного теплового стресу. Ці зміни температури та вологості безпосередньо впливали на фізіологічні процеси в організмі кролів, адже під час теплового стресу активувалися метаболічні механізми, спрямовані на забезпечення енергії для терморегуляції тварин. Одним із основних таких механізмів є гліколіз за якого глюкоза розщеплюється до пірувату з виділенням енергії у вигляді АТФ, що дозволяє організму швидко реагувати на підвищену потребу в енергії. Для подальшого окиснення пірувату в циклі Кребса необхідний молекулярний кисень, оскільки процеси окиснення пірувату включають перехід від анаеробного до аеробного метаболізму. Піруват, що утворюється в результаті гліколізу, транспортується в мітохондрії, де він перетворюється на ацетил-СоА, який вступає в цикл Кребса. У цьому циклі відбувається окиснення ацетил-СоА до  $\text{CO}_2$  з виділенням електронів, що передаються на переносники електронів, такі як НАД<sup>+</sup> та ФАД. Ці переносники, у свою чергу, забезпечують формування електронного потоку, який використовує кисень як кінцевий акцептор електронів. Процес окисного фосфорилування, що відбувається на внутрішній мембрані мітохондрій, дозволяє енергії, що вивільняється під час окислення, бути збереженою у вигляді молекул АТФ. Ці молекули АТФ використовуються для життєдіяльності клітини, забезпечуючи її енергетичні потреби. Збільшення активності цитохром-с-оксидази, одного з основних ферментів дихального ланцюга, сприяє передачі електронів через ланцюг, що веде до утворення АТФ та підвищеного споживання кисню в клітинах [22]. Цей процес є важливим для ефективного функціонування клітин в умовах підвищених енергетичних витрат під час теплового стресу [23]. Цинк регулює метаболічні процеси, зокрема в циклі Кребса, забезпечуючи гомеостаз клітин під час теплового навантаження. Він активує ацетил-КоА-дегідрогеназу, що сприяє катаболізму жирних кислот і утворенню ацетил-КоА, необхідного для циклу Кребса.

Впливає на активність ензимів альдолази, лактатдегідрогенази і глюкозо-6-фосфатдегідрогенази, що є необхідним для енергетичного обміну та клітинного балансу в умовах обмеження кисню. Цинк регулює активність ензимів цитратсинтази і ізоцитратдегідрогенази циклу Кребса для ефективного утворення енергії у вигляді НАДН і ФАДН<sub>2</sub>, необхідних для синтезу АТФ в процесі окисного фосфорилування [24]. Цинк знижує рівень активних форм кисню (АФК), що утворюються під час теплового стресу, завдяки регуляції активності ензиму супероксиддисмутази, що забезпечує цілісність клітинних мембран і мітохондрій. Селен необхідний мікроелемент для функціонування метаболічних процесів під час теплового стресу завдяки своїм антиоксидантним властивостям і участі в окисно-відновних реакціях. Високі рівні АФК порушують клітинні структури і метаболічні процеси в організмі. Як компонент ензиму глутатіонпероксидази, Селен знижує рівень АФК та пероксидів, що утворюються внаслідок теплового стресу, що є важливим для збереження цілісності клітинних мембран, мітохондрій і забезпечує функціонування енергетичних процесів на клітинному рівні [25]. Селен та Цинк завдяки своїй здатності нейтралізувати ці молекули, допомагає захистити клітини від оксидативного стресу. Дослідженнями встановлено, що випоювання кролям наночастинок цинку та селену цитрату у відповідно підвищило частоту дихання (уд.хв) на 12,05 % (P<0,05) та 16,47 % (P<0,01) на 29 добу дослідження. Зважаючи на наведене вище, підвищення метаболічної активності, що спостерігали під впливом теплового стресу під час досліду зумовлює потребу додаткового кисню для забезпечення нормальної роботи енергетичних систем організму. Це призвело до підвищення частоти дихання, оскільки організм намагався забезпечити тканини і органи необхідною кількістю кисню для забезпечення метаболічних процесів, що є важливим для ефективної роботи енергетичних процесів в організмі (рис. 1).

Аналіз одержаних результатів щодо ректальної температури за випоювання цинку цитрату знизився на 0,8 °С на 14 добу експерименту (рис. 2). Дослідженнями Хосні та ін. (2020) встановлено, що додавання 0,3 мг органічного Se/кг знижує ректальну температуру на 0,5<sup>0</sup>С, що узгоджується з отриманими нами результатами [26]. Шоута ін. (2004) визначили, що ректальна температура у кролів коливається в межах 38,6–40,1 °С [27]. Айт та ін. (2018) дослідили, що додавання до раціону кролів органічного Селену у кількості 0,03 мг/кг раціону підвищило продуктивність росту під час помірних температур і пом'якшило несприятливий вплив теплового стресу у вигляді зниження ректальної температури, частоти дихання та частоти серцевих скорочень у літній період [28]. Таким чином, випоювання цинку цитрату впливає на зниження ректальної температури у кролів на 0,8 °С, що підтверджує ефективність цинку у регуляції терморегуляторних процесів.



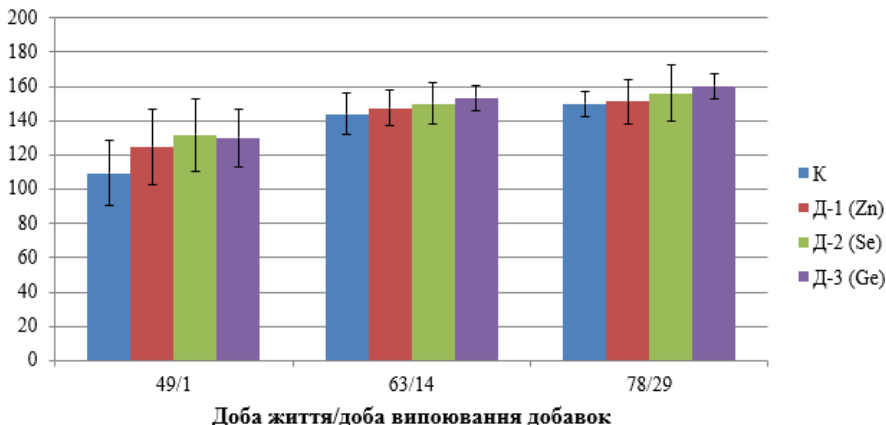
*Рис. 1. Частота дихальних рухів (уд/хв)*



*Рис. 2. Ректальна температура (0C)*

Дослідження Марай та ін. (1994) встановлено, що ректальна температура у кролів може досягати 39,5 °С, а частота пульсу та частота дихання можуть бути 168 і 235 ударів на хвилину, що підтверджує взаємозв'язок між температурними змінами навколишнього середовища і фізіологічними показниками тварин [29]. За випоювання добавки цитратів мікроелементів спостерігали тенденцію до збільшення частота серцевих скорочень відповідно 147–160 ударів на хвилину. Це свідчить про те, що введення наночастинок, цинку, селен та германію цитрату може активізувати компенсаторні механізми

організму, спрямовані на підтримку нормальної терморегуляції та фізіологічної активності під час теплового стресу. Зазначена зміна частоти пульсу вказує на важливість корекції мікроелементного складу для підтримки стабільності фізіологічних функцій у тварин в умовах підвищених температур. Результати підтверджують, що правильне застосування добавок мікроелементів може покращити здатність організму адаптуватися до стресових умов, зменшуючи їхній негативний вплив (рис. 3).



*Рис. 3. Частота серцевих скорочень (уд/хв)*

За вживання добавок цитратів мікроелементів не було виявлено вірогідних змін температури вуха, проте спостерігається тенденція до її зменшення при вживанні наночастинок протягом дослідного періоду (рис. 4).

Вуха у кроликів відіграють важливу роль у терморегуляції, оскільки вони займають приблизно 12 % площі поверхні тіла. Це пояснюється наявністю великої кількості кровоносних судин, зокрема артеріовенозних анастомозів, що сприяють ефективному теплообміну [30]. Передача тепла від гарячої артеріальної крові до холоднішої венозної сприяє регулюванню температури тіла, запобігаючи переохолодженню або перегріванню організму. Цей процес має важливе значення для тварин, оскільки вуха займають значну частину поверхні тіла і велику кількість кровоносних судин, що забезпечує ефективний теплообмін. Отже, вживання наночастинок не призвело до вірогідних змін щодо температури вуха у кроликів, проте тенденція до зменшення температури вказує про зміни в терморегуляції тварин, що на нашу думку, сприяє стабільності температури тіла в умовах теплового стресу.



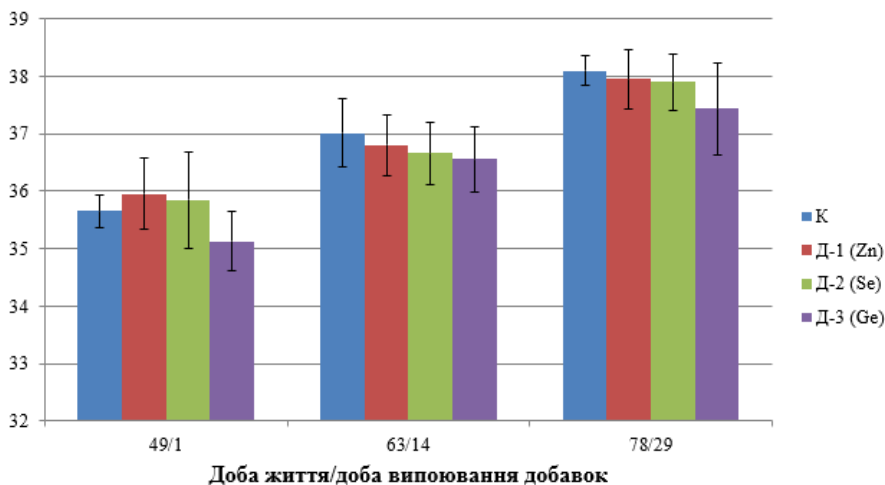


Рис. 4. Температура вуха (°C)

**Висновки.** Випоювання наночастинок цинку цитрату (60 мг/л) та селену цитрату (300 мкг/л) за умов сильного теплового стресу сприяло підвищенню частоти дихання на 12,05 % ( $P < 0,05$ ) та 16,47 % ( $P < 0,01$ ) на 29 добу дослідження. Зниження ректальної температури на 0,8°C було зафіксовано на 14 добу експерименту при випоюванні цинку цитрату. Водночас вплив германію цитрату в дозі 12,5 мкг/л на організм кролів не виявився вірогідним і спостерігався лише на рівні тенденції до підвищення частоти дихання та частоти серцевих скорочень і зниження ректальної температури та температури вуха кролів.

### Література

1. Oladimeji A. M, Johnson T. G, Metwally K, Farghly M, Mahrose K. M. (2022) Environmental heat stress in rabbits: implications and ameliorations. *Int J Biometeorol.* 2022. 66 (1). P. 1–11. doi:10.1007/s00484-021-02191-0.
2. Liang Z. L, Chen F, Park S, Balasubramanian B, Liu W. C. (2022). Impacts of Heat Stress on Rabbit Immune Function, Endocrine, Blood Biochemical Changes, Antioxidant Capacity and Production Performance, and the Potential Mitigation Strategies of Nutritional Intervention. *Front Vet Sci.* 2022 May 26;9:906084. doi: 10.3389/fvets.2022.
3. Пабат В. О., Вінничук Д. Т., Гончаренко І. В., Агій В. М. П12 Кролівництво з основами генетики та розведення : навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. С. 125.
4. Salyha N. (2020). Effect of glutamic acid and cysteine on oxidative stress markers in rats. *Ukr Biochem J.* 2020;92:76–83. doi:10.15407/ubj92.06.165.

5. Lesyk Y, Boiko O, Bashchenko M, Honchar O, Ivanikiv N. (2022). Blood parameters of rabbits given different amounts of iodine citrate. *Sci Horizons*. 2022. 25 (5). P.40 – 47. doi:10.48077/scihor.25 (5).2022.40–47.

6. Abdel-Wareth, A. A. A., Amer, S. A., Mobashar, M., & El-Sayed, H. G. M. (2022). Use of zinc oxide nanoparticles in the growing rabbit diets to mitigate hot environmental conditions for sustainable production and improved meat quality. *BMC Veterinary Research*. 2022. 18 (1). P. 354. doi.org/10.1186/s12917-022-03451-w

7. Swain P. S., Somu B. N. Rao., Duraisamy Rajendran, George Dominic, Sellappan Selvaraju. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. *Animal Nutrition*. 2016. P. 134 – 141. doi.org/10.1016/j.aninu.2016.06.003.

8. Dzen, Y., Rosalovsky, V., Shtapenko, O., Slypaniuk, O., & Salyha, Y. (2023). Effect of zinc methionine supplementation on biochemical and hematological indices of growing rabbits. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2023 29 (4). P. 714 – 722. Retrieved from <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20230358730>

9. El-Kholy, M. S., El-Mekrawy, M. M., Madkour, M., Abd El-Azeem, N., Di Cerbo, A., Mohamed, L. A., Selim, D. A. (2023). The role of different dietary Zn sources in modulating heat stress-related effects on some thermoregulatory parameters of New Zealand white rabbit bucks. *Animal Biotechnology*. 2023. 34 (4). P. 1273 – 1282. doi.org/10.1080/10495398.2021.2019757

10. Li L. J., Ruan T., Lyu Y. and Wu B. Y. Advances in Effect of Germanium or Germanium Compounds on Animals—A Review. *Journal of Biosciences and Medicines*. 2017. 5. P. 56 – 73. doi.org/10.4236/jbm.2017.57006.

11. Fedoruk, R. S., Kovalchuk, I. I., Mezentseva, L. M., Tesarivska, U. I., Pylypets, A. Z., & Kaplunenko, V. H. (2022). Germanium compounds and their role in animal body. *The Animal Biology*. 2020. 24 (1). P. 50 – 60. doi:10.15407/animbiol24.01.050

12. Sheiha, A. M., Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Metwally, K. A., & El-Saadony, M. T. (2020). Effects of dietary biological or chemical-synthesized nano-selenium supplementation on growing rabbits exposed to thermal stress. *Animals*. 2020 10 (3). P. 430. doi.org/10.3390/ani10030430

13. Kosinov MV, Kaplunenko VG. Process for the preparation of metal carboxylates nanotechnology of metal carboxylates preparation (Patent of Ukraine for utility model No. 38391). Bulletin No. 1/2009. Available from: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=128062&chapter=description> (In Ukraine).

14. Marai I. F. M, Haeeb A. A, and Gad A.E (2004). Growth performance traits and the physiological background of young doe rabbits as affected by climatic conditions and lighting regime, under sub-tropical conditions of Egypt. In

Proceeding of The World Rabbit Congress, Puebla, Mexico. Available at: <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Papers/Reproduction/R-Marai.pdf>).

15. Jimoh, O.A., Ewuola, E.O. (2018). Thermophysiological traits in four exotic breeds of rabbit at least temperature-humidity index in humid tropics. *JoBAZ*. 2018. 79. P. 18. [doi.org/10.1186/s41936-018-0031-9](https://doi.org/10.1186/s41936-018-0031-9)

16. Askar AA and Ismail I (2012). Impact of heat stress exposure on some reproductive and physiological traits of rabbit does. *Egyptian Journal of Animal Production*. 2012. 49 (2). P. 151 – 159. [doi.org/10.21608/ejap.2012.94331](https://doi.org/10.21608/ejap.2012.94331).

17. Abdalla MA and Intsar HS (2009). Thermoregulation, heart rate and body weight as influenced by thyroid status and season in the domestic rabbit (*Lepus cuniculus*). *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2009 4 (4). P. 310 – 319. Available at: [https://www.idosi.org/mejsr/mejsr4\(4\)/13.pdf](https://www.idosi.org/mejsr/mejsr4(4)/13.pdf)

18. Небилиця М.С., Бойко О.В. (2019). Обґрунтувати використання розподіленої системи контролю повітряного середовища тваринницьких приміщень. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2019. Вип. 5. С. 99-117.

19. Аналізатор повітряного середовища електронний: пат. на винахід 127047 Україна: МПК G01N 27/416 (2006.01), G01N 27/27 (2006.01), G01N 19/10 (2006.01). № а 2017 12586; заявл. 18.12.2017; зарес. в Держреєстрі 29.03.2023.

20. Marai I. F. M, Habeeb A. A. M, Gad A. E. (2002). Rabbit's productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest Prod Sci*. 2002. 78 (2). P. 71 – 90. [doi:10.1016/S0301-6226\(02\)00091-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00091-X).

21. Petrovska I, Salyha Y, Vudmaska I. (2022). *Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh*. Kyiv: Ahrarna nauka; 2022. Available from: [https://www.inenbiol.com/images/stories/Rozrobky/Books/2022/Statistika\\_2022.pdf](https://www.inenbiol.com/images/stories/Rozrobky/Books/2022/Statistika_2022.pdf) (In Ukrainian).

22. Біологічна хімія : підручник / Губський Ю. І., Ніженковська І. В., Корда М. М. [та ін.] ; за ред. І. В. Ніженковської. Вінниця : Нова Книга, 2021. 648 с.

23. Saghir S. A. M, Al Hroob A. M, Majrashi K. A, Jaber F. A, Abduh M. S, Al-Gabri N, Albaqami N. M, Abdelnour S. A, Alqhtani A. H, Abd El-Hack M. E, Swelum A. A, Simal-Gandara (2023). Effects of alginates on the growth, haematological, immunity, antioxidant and pro-inflammatory responses of rabbits under high temperature. *Res Vet Sci*. 2023. 155. P. 36 – 43. [doi:https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.01.002](https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.01.002)

24. Sallam, A. E., Mansour, A. T., Alsaqufi, A., Salem, M., & El-Feky, M. (2020). Growth performance, anti-oxidative status, innate immunity, and ammonia stress resistance of *Siganus rivulatus* fed diet supplemented with zinc and zinc

nanoparticles. *Aquaculture Reports*. 2020. 18, 100410. [doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100410](https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100410)

25. Abu Hafsa, S. H.; Centoducati, G.; Hassan, A. A.; Maggiolino, A.; Elghandour, M.M.M.Y.; Salem, A.Z.M. (2024) Effects of Dietary Supplementations of Vitamin C, Organic Selenium, Betaine, and Pomegranate Peel on Alleviating the Effect of Heat Stress on Growing Rabbits. *Animals*. 2024, 14, 950. <https://doi.org/10.3390/ani14060950>

26. Hosny N. S, Hashem N. M, Morsy A. S, Abo-Elezz Z. R. (2020) Effects of Organic Selenium on the Physiological Response, Blood Metabolites, Redox Status, Semen Quality, and Fertility of Rabbit Bucks Kept Under Natural Heat Stress Conditions. *Front Vet Sci*. 2020. 12. (7). P. 290. doi: 10.3389/fvets.2020.00290.

27. Shaw, R. D (2004). Temperature regulation and thermal environment. In: Reece W.O. (Ed.). *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 12th ed. Copy right 2004 by Cornell University.

28. Ayyat M. S, Al-Sagheer A. A, Abd El-Latif K. M, Khalil B. A. (2018) Organic Selenium, Probiotics, and Prebiotics Effects on Growth, Blood Biochemistry, and Carcass Traits of Growing Rabbits During Summer and Winter Seasons. *Biol Trace Elem Res*. 2018. 186 (1). P. 162 – 173. doi: 10.1007/s12011-018-1293-2.

29. Marai, I.F.M.; Alnaimy, A. and Habeeb, A.A.M. (1994). Thermoregulation in rabbits. *CHIEAM-Options Mediterraneennes*, 8. P. 33 – 41.

30. Zeferino C. P, Moura A. S. A. M. T, Fernandes S, Kanayama J. S, Scapinello C, and Sartori J. R (2011). Genetic group×ambient temperature interaction effects on physiological responses and growth performance of rabbits. *Livestock Science*. 2011. 140 (1-3). P. 177 – 183. [doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.027](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.027)

## References

1. Oladimeji A. M, Johnson T. G, Metwally K, Farghly M, Mahrose K. M. (2022) Environmental heat stress in rabbits: implications and ameliorations. *Int J Biometeorol*. 2022. 66 (1). P. 1–11. doi:10.1007/s00484-021-02191-0.

2. Liang Z. L, Chen F, Park S, Balasubramanian B, Liu W. C. (2022). Impacts of Heat Stress on Rabbit Immune Function, Endocrine, Blood Biochemical Changes, Antioxidant Capacity and Production Performance, and the Potential Mitigation Strategies of Nutritional Intervention. *Front Vet Sci*. 2022 May 26;9:906084. doi: 10.3389/fvets.2022.

3. Pabat V. O, Vynnychuk D. T, Honcharenko I. V, Agiy V. M. P12. Rabbit breeding with the basics of genetics and breeding: a textbook. Kyiv : Lira-K Publishing House, 2018. P. 125.

4. Salyha N. (2020). Effect of glutamic acid and cysteine on oxidative stress markers in rats. *Ukr Biochem J*. 2020;92:76–83. doi:10.15407/ubj92.06.165.

5. Lesyk Y, Boiko O, Bashchenko M, Honchar O, Ivanikiv N. (2022). Blood parameters of rabbits given different amounts of iodine citrate. *Sci Horizons*. 2022. 25 (5). P.40 – 47. doi:10.48077/scihor.25 (5).2022.40–47.

6. Abdel-Wareth, A. A. A., Amer, S. A., Mobashar, M., & El-Sayed, H. G. M. (2022). Use of zinc oxide nanoparticles in the growing rabbit diets to mitigate hot environmental conditions for sustainable production and improved meat quality. *BMC Veterinary Research*. 2022. 18 (1). P. 354. doi.org/10.1186/s12917-022-03451-w

7. Swain P. S., Somu B. N. Rao., Duraisamy Rajendran, George Dominic, Sellappan Selvaraju. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. *Animal Nutrition*. 2016. P. 134 – 141. doi.org/10.1016/j.aninu.2016.06.003.

8. Dzen, Y., Rosalovsky, V., Shtapenko, O., Slypaniuk, O., & Salyha, Y. (2023). Effect of zinc methionine supplementation on biochemical and hematological indices of growing rabbits. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2023 29 (4). P. 714 – 722. Retrieved from <https://www.cabidigitalibrary.org/doi/pdf/10.5555/20230358730>

9. El-Kholy, M. S., El-Mekrawy, M. M., Madkour, M., Abd El-Azeem, N., Di Cerbo, A., Mohamed, L. A., Selim, D. A. (2023). The role of different dietary Zn sources in modulating heat stress-related effects on some thermoregulatory parameters of New Zealand white rabbit bucks. *Animal Biotechnology*. 2023. 34 (4). P. 1273 – 1282. doi.org/10.1080/10495398.2021.2019757

10. Li L. J., Ruan T., Lyu Y. and Wu B. Y. Advances in Effect of Germanium or Germanium Compounds on Animals—A Review. *Journal of Biosciences and Medicines*. 2017. 5. P. 56 – 73. doi.org/10.4236/jbm.2017.57006.

11. Fedoruk, R. S., Kovalchuk, I. I., Mezentseva, L. M., Tesarivska, U. I., Pylypets, A. Z., & Kaplunenko, V. H. (2022). Germanium compounds and their role in animal body. *The Animal Biology*. 2020. 24 (1). P. 50 – 60. doi:10.15407/animbiol24.01.050

12. Sheiha, A. M., Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Metwally, K. A., & El-Saadony, M. T. (2020). Effects of dietary biological or chemical-synthesized nano-selenium supplementation on growing rabbits exposed to thermal stress. *Animals*. 2020 10 (3). P. 430. doi.org/10.3390/ani10030430

13. Kosinov MV, Kaplunenko VG. Process for the preparation of metal carboxylates nanotechnology of metal carboxylates preparation (Patent of Ukraine for utility model No. 38391). Bulletin No. 1/2009. Available from: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=128062&chapter=description> (In Ukraine).

14. Marai I. F. M, Haeeb A. A, and Gad A.E (2004). Growth performance traits and the physiological background of young doe rabbits as affected by climatic conditions and lighting regime, under sub-tropical conditions of Egypt. In

Proceeding of The World Rabbit Congress, Puebla, Mexico. Available at: <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Papers/Reproduction/R-Marai.pdf>).

15. Jimoh, O.A., Ewuola, E.O. (2018). Thermophysiological traits in four exotic breeds of rabbit at least temperature-humidity index in humid tropics. *JoBAZ*. 2018. 79. P. 18. [doi.org/10.1186/s41936-018-0031-9](https://doi.org/10.1186/s41936-018-0031-9)

16. Askar AA and Ismail I (2012). Impact of heat stress exposure on some reproductive and physiological traits of rabbit does. *Egyptian Journal of Animal Production*. 2012. 49 (2). P. 151 – 159. [doi.org/10.21608/ejap.2012.94331](https://doi.org/10.21608/ejap.2012.94331).

17. Abdalla MA and Intsar HS (2009). Thermoregulation, heart rate and body weight as influenced by thyroid status and season in the domestic rabbit (*Lepus cuniculus*). *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2009 4 (4). P. 310 – 319. Available at: [https://www.idosi.org/mejsr/mejsr4\(4\)/13.pdf](https://www.idosi.org/mejsr/mejsr4(4)/13.pdf)

18. Analizator povitriano hoseredov yshchaelektronnyi: pat. navynakhid 127047 Ukraina: MPKG01N 27/416 (2006.01), G01N 27/27 (2006.01), G01N 19/10 (2006.01). № а 2017 12586; zaiavl. 18.12.2017; zareies. vDerzhreiestri 29.03.2023.

19. Nebylytsia M.S., Boiko O.V. (2019). Obgruntuvaty vykorystannia rozpodilenoї systemy kontroliu povitrianoho seredovyschcha tvarynnytskykh prymishchen. *ZNP Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo*. 2019. Vyp. 5. P. 99 – 117.

20. Marai I. F. M, Habeeb A. A. M, Gad A. E. (2002). Rabbit's productive, reproductive and physiological performance traits as affected by heat stress: a review. *Livest Prod Sci*. 2002. 78 (2). P. 71 – 90. doi:10.1016/S0301-6226(02)00091-X.

21. Petrovska I, Salyha Y, Vudmaska I. (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh. Kyiv: Ahrarna nauka; 2022. Available from: [https://www.inenbiol.com/images/stories/Rozrobky/Books/2022/Statistika\\_2022.pdf](https://www.inenbiol.com/images/stories/Rozrobky/Books/2022/Statistika_2022.pdf) (In Ukrainian).

22. Biological chemistry : a textbook / Y. I. Hubsyky, I. V. Nizhenkovska, M. M. Korda [et al. Vinnytsia: Nova Knyha, 2021. P. 648 .

23. Saghir S. A. M, Al Hroob A. M, Majrashi K. A, Jaber F. A, Abduh M. S, Al-Gabri N, Albaqami N. M, Abdelnour S. A, Alqhtani A. H, Abd El-Hack M. E, Swelum A. A, Simal-Gandara (2023). Effects of alginates on the growth, haematological, immunity, antioxidant and pro-inflammatory responses of rabbits under high temperature. *Res Vet Sci*. 2023. 155. P. 36 – 43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.01.002>

24. Sallam, A. E., Mansour, A. T., Alsaqfi, A., Salem, M., & El-Feky, M. (2020). Growth performance, anti-oxidative status, innate immunity, and ammonia stress resistance of *Siganus rivulatus* fed diet supplemented with zinc and zinc nanoparticles. *Aquaculture Reports*. 2020. 18, 100410. [doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100410](https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100410)

25. Abu Hafsa, S. H.; Centoducati, G.; Hassan, A. A.; Maggiolino, A.; Elghandour, M.M.M.Y.; Salem, A.Z.M. (2024) Effects of Dietary Supplementations of Vitamin C, Organic Selenium, Betaine, and Pomegranate Peel on Alleviating the Effect of Heat Stress on Growing Rabbits. *Animals*. 2024, 14, 950. <https://doi.org/10.3390/ani14060950>

26. Hosny N. S, Hashem N. M, Morsy A. S, Abo-Elezz Z. R. (2020) Effects of Organic Selenium on the Physiological Response, Blood Metabolites, Redox Status, Semen Quality, and Fertility of Rabbit Bucks Kept Under Natural Heat Stress Conditions. *Front Vet Sci*. 2020. 12. (7). P. 290. doi: 10.3389/fvets.2020.00290.

27. Shaw, R. D (2004). Temperature regulation and thermal environment. In: Reece W.O. (Ed.). *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 12th ed. Copy right 2004 by Cornell University.

28. Ayyat M. S, Al-Sagheer A. A, Abd El-Latif K. M, Khalil B. A. (2018) Organic Selenium, Probiotics, and Prebiotics Effects on Growth, Blood Biochemistry, and Carcass Traits of Growing Rabbits During Summer and Winter Seasons. *Biol Trace Elem Res*. 2018. 186 (1). P. 162 – 173. doi: 10.1007/s12011-018-1293-2.

29. Marai, I.F.M.; Alnaimy, A. and Habeeb, A.A.M. (1994). Thermoregulation in rabbits. *CHIEAM-Options Mediterraneennes*, 8.P. 33 – 41.

30. Zeferino C. P, Moura A. S. A. M. T, Fernandes S, Kanayama J. S, Scapinello C, and Sartori J. R (2011). Genetic group×ambient temperature interaction effects on physiological responses and growth performance of rabbits. *Livestock Science*. 2011. 140 (1-3).P. 177 – 183. [doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.027](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.027)

UDC 636.92.053.112.385.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.169-184>

## CLINICAL PARAMETERS OF RABBITS UNDER CONDITIONS OF HEAT STRESS AND EXPOSURE TO ZINC, SELENIUM AND GERMANIUM CITRATE NANOPARTICLES

<sup>1</sup>Yuzvyak M.O.,

<sup>1,2</sup>Lesyk Y.V.

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

<sup>2</sup>*Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Drohobych Ukraine; e-mail:maruk7991@gmail.com; e-mail:lesykyv@gmail.com.*

*Increased ambient temperature negatively affects the thermoregulation of rabbits. Under the conditions of high temperature and humidity, homeostatic mechanisms are disturbed and negatively affect the functioning of the animal's body, which requires effective measures to mitigate the effect of heat stress. The study was conducted on young rabbits of the Thermon White breed from 35 to 78 days of age*

*in the vivarium of the Institute of Animal Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine. The rabbits were kept in the vivarium at an elevated ambient temperature of 28.9 to 30 °C and relative humidity of 78.1 to 87.4 %. Rabbits of experimental groups I, II, and III consumed the same feed and water without restrictions as animals in the control groups, but received water for 24 hours: Experimental group I - zinc citrate - 60 mg/l or 12 mg/kg body weight; group II - selenium citrate - 300 µg/l or 60 µg/kg body weight; group III - germanium citrate - 62.5 µg/l or 12.5 µg/kg body weight. The study of ear temperature, rectal temperature, respiratory rate and heart rate was carried out on the 14th day of the preparatory period and on the 14th and 29th days of supplementation in the experimental period under conditions of severe heat stress. The aim of the work was to determine the clinical parameters of the rabbit body: respiratory rate, heart rate, rectal temperature, ear temperature under conditions of heat stress and exposure to zinc, selenium and germanium citrate nanoparticles. The temperature and humidity were monitored using a Trotec BL30 thermo-hygrometer with data logger. Humidity and temperature were measured by an electronic monoblock air analyser. The comfort of rabbits was assessed using the temperature-humidity index. It was found that feeding zinc citrate nanoparticles (60 mg/l) and selenium citrate (300 µg/l) under conditions of severe heat stress increased respiratory rate by 12.05 % ( $P<0.05$ ) and 16.47 % ( $P<0.01$ ) on day 29 of the study. A decrease in rectal temperature by 0.8 °C was recorded on day 14 of the experiment when zinc citrate was administered.*

**Keywords:** *rabbits, heat stress, temperature-humidity index, respiratory rate, ear temperature, heart rate, rectal temperature, thermoregulation, metabolism, physiological processes.*



**ПАМ'ЯТКА ДЛЯ АВТОРІВ СТАТЕЙ**

Мови видання - українська, англійська.

**РЕДАКЦІЙНА ПОЛІТИКА ЩОДО ПУБЛІКАЦІЙ**

1. До збірника приймаються статті проблемно-постановчого, узагальнюючого та методичного характеру, в яких висвітлюються результати наукових досліджень з статистичною обробкою даних, що мають теоретичне та практичне значення, актуальні для сільського господарства які раніше не публікувались.

2. Автори несуть відповідальність за оригінальність (плагіат) тексту наукової статті, достовірність наведених фактів, цитат, статистичних даних, власних назв, географічних назв та інших відомостей, а також за те, що в матеріалах не містяться дані, що не підлягають відкритій публікації.

3. Автори дають згоду на збір і обробку персональних даних з метою включення їх в базу даних відповідно до Закону України № 2297-VI «Про захист персональних даних» від 01.06.2010 р. Редакція збірника гарантує, що особисті дані, окрім тих, що публічно подаються у статті, будуть використовуватись виключно для виконання внутрішніх завдань редакції та не будуть поширюватись і передаватись стороннім особам.

4. Автори, які є здобувачами наукового ступеня кандидата наук, аспіранти та магістри повинні вказати наукового керівника.

**ПОРЯДОК ПОДАННЯ НАУКОВОЇ СТАТТІ**

До редакції збірника на електронну адресу [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net) надсилається електронний пакет документів:

- відомості про авторів (формат файлу \*.docx або \*.doc);
- наукова стаття (формат файлу \*.docx або \*.doc);
- оригінал зображень та графіки в електронному вигляді, формату (\*.jpg, \*.png, \*.gif тощо), але не у вигляді текстового документу;
- рецензія, підписана доктором або кандидатом наук і завірена печаткою тієї установи, де працює рецензент (кольорова сканована копія);
- лист-клопотання завірений печаткою тієї установи, де працює автор із проханням публікації (кольорова сканована копія);
- експертний висновок про те, що в матеріалах не містяться дані, які не підлягають відкритій публікації (кольорова сканована копія).

1. Назва кожного документу повинна починатися з Прізвища Ім'я По-батькові автора (*Приклад: Прізвище І.П. Відомості про авторів.; Прізвище І.П. Стаття.; Прізвище І.П. Малюнок1.; Прізвище І.П. Графік1.; Прізвище І.П. Рецензія.; Прізвище І.П. Клопотання.; Прізвище І.П. Експертний висновок.*).

2. Після отримання та розгляду редколегією наукової статті авторам буде надіслано відповідне повідомлення на електронну пошту.

3. Остаточне рішення про публікацію ухвалює редколегія, яка також залишає за собою право на додаткове рецензування, редагування і відхилення наукових статей.

4. Матеріали, оформлені з відхиленням від зазначених нижче вимог щодо порядку подання та оформлення наукової статті, редколегія не розглядає.

## ВИМОГИ ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВОЇ СТАТТІ

1. До розгляду приймаються наукові статті обсягом не менше 7 сторінок тексту, формат паперу - А4, орієнтація - книжкова, поля з усіх сторін - 20 мм, міжрядковий інтервал - 1, кегль шрифту - 12, гарнітура - Times New Roman, абзацний відступ 1,25 см (для основного тексту анотацій і статті).

2. Структура наукової статті:

- **УДК** (вирівнювання по лівому краю, шрифт - напівжирний).
- **НАЗВА НАУКОВОЇ СТАТТІ** (вирівнювання по центру, шрифт - напівжирний, великі літери);
- Прізвище та ініціали автора (співавторів, вирівнювання по центру, шрифт звичайний);
- *науковий ступінь, вчене звання, місце роботи* (повна назва структурного підрозділу, вирівнювання по центру, шрифт - звичайний курсив);
- *Анотація основною мовою статті* (вирівнювання по ширині, кегль шрифту - 12, курсив). Обсяг анотації повинен бути не менше 2000 знаків (враховуючи не друковані знаки), містити основні висновки та результати роботи;
- **Ключові слова:** від 5 до 10 слів (вирівнювання по ширині, кегль шрифту - 12, напівжирний курсив);
- Текст наукової статті (вирівнювання по ширині, кегль шрифту - 12, міжрядковий інтервал - 1, абзацний відступ - 1,25 см) із зазначенням наступних елементів:

**Актуальність**, де висвітлюється важливість дослідження

**Мета дослідження**, де вказуються мета і завдання наукового дослідження.

**Матеріали і методи дослідження**, де висвітлюються основні методи і прийоми, застосовані у науковій статті.

**Результати дослідження та їх обговорення**, де висвітлюються основні отримані результати дослідження, подані у науковій статті;

**Висновки і перспективи**, де подаються конкретні висновки за результатами дослідження та перспективи подальших розробок.

**Література** у порядку згадування або у алфавітному порядку (автоматична нумерація списку, кегль шрифту - 12, міжрядковий інтервал - 1, вирівнювання по ширині). Оформляється за міждержавним стандартом ДСТУ 8302:2015. Посилання оформляються у квадратних дужках.

(не менше 15 джерел)

Уникати посилань авторів країни агресора.

30% джерел за останні 3 – 5 років.

**References** транслітерований (автоматична нумерація списку, кегль шрифту - 12, міжрядковий інтервал - 1, вирівнювання по ширині).

- *Переклад НАЗВИ СТАТТІ, Прізвище ініціали автора та Анотації з*

- *Ключовими словами двома мовами* (вирівнювання по ширині, кегль

шрифту 12, курсив).

3. В наукових статтях не допускається автоматичних переносів слів та використання макросів. Абзаци позначати тільки клавішею “Enter” з використанням функції відступів, суворо заборонено застосовувати пробіли або табуляцію (клавіша “Tab”) для абзацування в статті. Не допускається використання ущільненого або розрідженого шрифту:

- **Табличний та графічний матеріал** може бути лише книжкового формату, а його кількість доречною.
- **Таблиця** повинна мати порядковий номер, вказується зліва перед назвою таблиці. Назва таблиці подається над таблицею (кегель шрифту - 12, напівжирний, міжрядковий інтервал - 1,5, вирівнювання по ширині). Текст таблиці подається гарнітурою Times New Roman (кегель шрифту - 10, міжрядковий інтервал - 1).
- **Рисунок** повинен мати порядковий номер та бути цілісним графічним об'єктом (згрупованим); номер і назва вказуються поза об'єктом (кегель шрифту - 12, напівжирний, міжрядковий інтервал - 1, розміщення по ширині).
- **Формули** (зі стандартною нумерацією) виконуються в редакторі Microsoft Equation.

**NOTE FOR AUTHORS OF ARTICLES**

The publication's languages are Ukrainian, English.

**EDITORIAL POLICY REGARDING PUBLICATIONS**

1. Articles of a problem-setting, generalizing and methodological nature are accepted for the collection, which highlight the results of scientific research with statistical processing of data, which have theoretical and practical significance, are relevant for agriculture and have not been published before.

2. The authors are responsible for the originality (plagiarism) of the text of the scientific article, the reliability of the given facts, quotations, statistical data, proper names, geographical names and other information, as well as for the fact that the materials do not contain data that are not subject to open publication.

3. The authors consent to the collection and processing of personal data for the purpose of including them in the database in accordance with the Law of Ukraine No. 2297-VI "On the Protection of Personal Data" dated June 1, 2010. The editors of the collection guarantee that personal data, except for those publicly presented in the article, will be used exclusively for the internal tasks of the editors and will not be distributed or transferred to third parties.

4. Authors who are holders of the scientific degree of candidate of sciences, post-graduate students and masters must indicate the scientific supervisor.

**SCIENTIFIC ARTICLE SUBMISSION PROCEDURE**

An electronic package of documents is sent to the editors of the collection at [bioeurs.ck@ukr.net](mailto:bioeurs.ck@ukr.net):

- information about the authors (file format \*.docx or \*.doc);
- scientific article (file format \*.docx or \*.doc);
- original images and graphics in electronic form, format (\*.jpg, \*.png, \*.gif, etc.), but not in the form of a text document;
- a review signed by a doctor or candidate of sciences and certified by the seal of the institution where the reviewer works (color scanned copy);
- a request letter certified by the seal of the institution where the author works with a request for publication (color scanned copy);
- expert opinion that the materials do not contain data that are not subject to open publication (color scanned copy).

1. The title of each document must begin with the Author's Surname. Name and patronymic of the author.

2. After receiving and reviewing the scientific article by the editorial board, the corresponding message will be sent to the authors by e-mail.

3. The final decision on publication is made by the editorial board, which also reserves the right to additional review, editing and rejection of scientific articles.

4. The editorial board will not consider materials prepared with a deviation from

the below-mentioned requirements regarding the order of submission and preparation of a scientific article.

## REQUIREMENTS FOR DESIGN OF A SCIENTIFIC ARTICLE

1. Scientific articles with a volume of at least 7 pages of text, paper format - A4, orientation - portrait, margins on all sides - 20 mm, line spacing - 1, font size - 12, typeface - Times New Roman, paragraph indent 1.25 cm (for the main text of annotations and the article) are accepted for consideration.

2. Structure of a scientific article:

- **UDC** (alignment on the left edge, font - bold).
- **TITLE OF THE SCIENTIFIC ARTICLE** (aligned in the center, font - semi-bold, capital letters);
- *Surname and initials of the author* (co-authors, center alignment, normal font);
- *scientific degree*, scientific title, place of work (full name of the structural unit, center alignment, font - normal italics);
- Abstract in the main language of the article (width alignment, font size - 12, italics). The length of the abstract should be at least 2,000 characters (not including printed characters), contain the main conclusions and results of the work;
- **Keywords**: from 5 to 10 words (width alignment, font size - 12, bold italics);
- The text of the scientific article (width alignment, font size - 12, line spacing - 1, paragraph indent - 1.25 cm) with the following elements indicated:

Relevance, where the importance of research is highlighted

The purpose of the research, which indicates the purpose and tasks of the scientific research.

**Research materials and methods**, which highlight the main methods and techniques used in the scientific article.

**Research results and their discussion**, which highlights the main research results obtained, presented in a scientific article;

**Conclusions** and prospects, where specific conclusions based on research results and prospects for further development are presented.

**References** in the order of mention or in alphabetical order (automatic numbering of the list, font size - 12, line spacing - 1, width alignment). It is drawn up according to the interstate standard DSTU 8302:2015. References are placed in square brackets.

(at least 15 sources)

30% of sources for the last 3-5 years.

References transliterated (automatic list numbering, pin font size - 12, line spacing - 1, width alignment).

- Translation of the **TITLE OF THE ARTICLE**, Surname, initials of the author and Annotations with Key words in two languages (width alignment, font size 12, italics).

3. In scientific articles, automatic word transfers and the use of macros are not allowed. Mark paragraphs only with the "Enter" key using the indentation function, it is strictly forbidden to use spaces or tabulation ("Tab" key) for paragraphing in the article. It is not allowed to use condensed or sparse font:

- **Tabular and graphic material** can only be in book format, and its quantity is appropriate.

- **The table** must have a serial number, indicated on the left before the name of the table. The name of the table is given above the table (font size - 12, bold, line spacing - 1.5, width alignment). The text of the table is presented in Times New Roman typeface (font size - 10, line spacing - 1).

- **The drawing** must have a serial number and be a complete graphic object (grouped); the number and name are indicated outside the object (font size - 12, bold, line spacing - 1, width placement).

- Formulas (with standard numbering) are performed in the Microsoft Equation editor.

