

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

№ 12

Черкаси - 2026 - Cherkasy

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ БІОРЕСУРСІВ

Науковий журнал
“ЕФЕКТИВНЕ
КРОЛІВНИЦТВО І
ЗВІРІВНИЦТВО”

№ 12

Черкаси 2026

УДК 636.619.92.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12>

Науковий журнал “Ефективне кролівництво і звірівництво”, Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 2026. Вип. № 12 – 226 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).

Вісвітлені 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 – Лучин 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).

Лапіньський 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 біотехнологій 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 безпеки 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).

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

Рекомендовано до публікації вченою радою Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН

Протокол № 1 від 12 січня 2026 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

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

UDC 636.619.92.93

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12>

Scientific journal "Effective Rabbit Breeding and Animal Husbandry", Cherkasy: Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences. 2026. No. 12 – 226 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. Boiko - 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. Stravskyi - 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. Kaczaraba - 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. 1 dated January 12, 2026

© 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

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

ЗМІСТ

ТВАРИННИЦТВО

Honchar O.F., Havrysh O.M., Bashchenko V.M., Yaremich N.V., Shapoval O.I., Osokina T.G.	
The use of sulfur-containing bioregulators in feeding american mink.....	7
Intesar M. Ali, M. K. Shebl, A. E. El-Raffa, A. M. Abd El-Had, Amira. S. El-Deghadi	
Genetic evaluation of growth traits in v-line maternal rabbits under egyptian conditions.....	36
Shevchenko E. A., Honchar O. F., Havrysh O.M.	
Integration of blup models and molecular-genetic analysis in the selection of poltava silver rabbit breed.....	55
Барило Б. С., Луник Ю.М., Кацараба О.А., Лобойко Ю.В., Сачук Р. М., Лецишин І.С.	
Продуктивні показники молодняка кролів при використанні кормової добавки «Нутріл Се»	63
Бащенко М.І., Бойко О.В., Лучин І.С.	
Підвищення м'ясної продуктивності кролів при застосуванні промислового схрещування.....	75
Бойко О.В., Лучин І.С.	
Репродуктивна здатність поєднань трьох порід кролів за реципрокного схрещування	89
Бойко О.В., Небилиця М.С., Гавриш О.М., Гончар О. Ф., Осокіна Т.Г.	
Порівняльна оцінка впливу крільчатника з механічною системою вентиляції на формування мікроклімату за використання двох способів підкислення гною.....	100
Дзіцюк В.В., Шевченко Є.А., Гончар О.Ф.	
Поліморфізм генів міостатину (mstn) та гормону росту (gh) у кролів різних порід та їхній зв'язок з ознаками продуктивності.....	123
Кацараба О.А., Барило Б. С., Луник Ю.М., Шпиль І.В.	
Порівняльна оцінка якості сперми самців кролів різних порід за використання вітчизняного та імпортного розріджувачів.....	131
Корх О. В., Шабля В. П., Шабля П. В., Корх І. В., Ляшенко Н.В.	
Формування продуктивного потенціалу молодняка кролів за комплексного використання в годівлі пробіотичної та фітобіотичної кормових добавок.....	142
Сотніченко Ю.М., Ставецька Р. В., Невесенко А.В., Мезенцева Л.М., Волощук О.В., Білан А.П.	
Вплив інтенсивності освітлення крільчатника на продуктивні якості кролів породи полтавське срібло	156
Якубець Т.В., Бочков В.М., Омельчук Д.О.	
М'ясна продуктивність і якість м'яса кроликів за використання чистопородних самців у кросі.....	166

ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Caraman M.A., Granaci V.G.	
The bioaktiv additive: performance, metabolism, and economic efficiency in rabbits.....	175
Ковальчук І.І., Коломієць І.А., Пундяк Т.О.	
Клінічні параметри організму кролів за різних температурних режимів.....	185
Лесик Я. В., Юзьвяк М. О., Денис Г. Г., Хомин М.М., Кисців В.О.	
Вплив нанополуки мікроелементів на гематологічні показники кролів за розвитку теплового стресу.....	199
Сачук Р. М., Данилюк А. П., Велесик Т. А., Ліщинська В. Т.	
Клініко-морфологічна характеристика кістоподібних уражень очеревини у кролів.....	212

CONTENT

ANIMAL BREEDING

Honchar O.F., Havrysh O.M., Bashchenko V.M., Yaremich N.V., Shapoval O.I., Osokina T.G.	
The use of sulfur-containing bioregulators in feeding american mink.....	7
Intesar M. Ali, M. K. Shebl, A. E. El-Raffa, A. M. Abd El-Had, Amira. S. El-Deghadi	
Genetic evaluation of growth traits in v-line maternal rabbits under egyptian conditions.....	36
Shevchenko E. A., Honchar O. F., Havrysh O.M.	
Integration of blup models and molecular-genetic analysis in the selection of poltava silver rabbit breed.....	55
Barilo B. S., Lunyk Yu.M., Katsaraba O. A., Loboyko Yu.V., Sachuk R. M., Leshchysyn I.S.	
Productive indicators of young rabbits using the feed additive “Nutril Se”.....	63
Bashchenko M.I., Boiko O.V., Luchyn I.S.	
Ncreasing meat productivity of rabbits using industrial crossbreeding.....	75
Boiko O.V., Luchyn I. S.	
Reproductive capacity of mixtures of three breeds of rabbits under reciprocal crossing.....	89
Boiko O.V., Nebylytsia M.S., Havrish O.M., Honchar O.F., Osokina T.G.	
Comparative assessment of the impact of a rabbit range with a mechanical ventilation system on the formation of the microclimate using two methods of manure acidization.....	100
Dzitsyuk V.V., Shevchenko E.A., Honchar O.F.	
Myostatin (mstn) and growth hormone (gh) genes polymorphisms in different breeds of rabbits and their relationship with productivity traits.....	123
Katsaraba O.A., Barylo S., Lunyk Yu.M., Shpyt I.V.	
Comparative assessment of sperm quality of male rabbits of different breeds using domestic and imported diluents.....	131
Korkh O.V., Shablya V.P., Shablya P.V., Korkh I.V.	
Formation of the productive potential of young rabbits with the comprehensive use of probiotic and phytobiotic feed additives in feeding.....	142
Sotnichenko Y., Stavetska R., Nevesenko A., Mezentseva L., Voloshchuk O., Bilan A.P.	
The influence of lighting intensity in the rabbit husbandry on the productive qualities of rabbits of the poltava silver breed.....	156
Yakubets T., Bochkov V., Omelchuk D.	
Meat productivity and meat quality of rabbits using purebred males in cross-breedin.....	166

VETERINARY

Caraman M.A., Granaci V.G.	
The bioaktiv additive: performance, metabolism, and economic efficiency in rabbits.....	175
Kovalchuk I.I., Kolomiets I.A., Pundyak T.O.	
Clinical parameters of rabbits under different temperature conditions.....	185
Lesyk Y., Yuzviak M., Denys G., Khomyn M., Kystsiv V.	
The effect of nanoparticles of microelements on the hematological indicators of rabbits during the development of heat stress.....	199
Sachuk R. M., Danylyuk A. P., Velesyk T. A., Lishchynska V. T.	
Clinical and morphological characteristics of cystic peritoneal lesions in rabbits.....	212

UDC 636.93 2020.2.297.

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.7-35>

THE USE OF SULFUR-CONTAINING BIOREGULATORS IN FEEDING AMERICAN MINK

Honchar O.F., *candidate of agricultural sciences, senior researcher*,
Havrysh O.M., *candidate of agricultural sciences, senior researcher*,
Bashchenko V.M., *candidate of agricultural sciences*,
Yaremich N.V., *candidate of agricultural sciences*,
Shapoval O.I., *candidate of pedagogical sciences*,
Osokina T.G., *researcher*.

Cherkasy Experimental Station of Bioresources of the National Academy of Sciences of Ukraine, Cherkasy, Ukraine. bioresurs.ck@ukr.net

Two synthetic bioregulators were used to conduct the study: DNS (disodium salt of succinate) and C (cysteine derivative). Biochemical blood tests were performed on the semi-automatic biochemical analyzer BTS-330 "BioSystems" using generally accepted and unified methods using standard sets of reagents from "BioSystems". To conduct the study, a control and two experimental groups of males and female minks were formed (25 heads of females and 5 heads of males in each group).

The purpose of the work was to study the effect of sulfur-containing bioregulators on the level of realization of the reproductive ability of male and female minks under unstable feeding in the conditions of modern fur farms, the dynamics of growth and development and preservation of young animals, and the quality characteristics of the fur of young American minks when using mineral sorbents as a feed additive.

An increase in the fertility of females by 4.7% and the registration yield of young animals by 20%, as well as an improvement in the fertilization capacity of males by 7%, was established. The physiological state and protective properties of the body improve. A probable increase in the level of total protein in the blood serum by 14.5% in group D1 and creatinine by 24 and 31%, respectively, in the groups was established.

At 60 days of age, puppies of both experimental groups with a significant difference prevailed in weight over young animals of the control group, while the most effective was the administration of the disodium salt of succinate, at a dose of 0.2 g/head. Young minks grew more intensively and significantly outweighed the peers of the control group by 23.3 g ($P>0.99$). Maximum live weight gain Masses in young animals of experimental groups (+11.8...+15.4%) were recorded up to 90 days of age; in the future, the predominance of this indicator was observed in animals of the control group.

According to the results of the study of the morphological composition of the blood of minks of 180 days of age, there was no significant difference in the number of erythrocytes, hemoglobin, and leukocytes. The above indicators were within the physiological norm; however, in animals that additionally added a sulfur-containing drug to the diet, the number of erythrocytes in the blood was higher by 6.1%, hemoglobin by 8.8%, and leukocytes by 3.4%.

Morphometric characteristics of the juvenile hairline of young minks of the studied groups at the age of 45 days did not have a probable difference in hair length ($P < 0.95$). At the age of 60 days, the predominance of hair length of different categories in animals of experimental groups was established ($P > 0.95$). The average value of the integumentary hair length was 14-15 mm, axial 10-11, and downy 6-8 mm. When comparing the average values of hair thickness of different categories at this age, a probable difference was noted ($P > 0.95$). A similar trend persisted until the beginning of molting. Molting of animals of the studied groups began on August 20 and ended on October 24; the duration of this period varied within the groups from 56 to 67 days.

Key words: sulfur-containing bioregulators, mink, reproductive capacity, mineral sorbents, mating season, sexual heat, live weight, hair, molting.

Relevance. In recent years, significant attention in world practice has been attracted by sulfur-containing biologically active compounds, which have a wide spectrum of biological action, bioavailability, and low price. These properties allow them to be effectively used as a feed additive that stimulates the growth and development of the animal, as a therapeutic and prophylactic agent, and as a means of increasing the profitability of keeping animals in fur farms [1-3].

To date, numerous studies have been carried out on the use of sulfur-containing derivatives of six-membered heterocycles, and the biological efficiency of their use in the cultivation of agricultural plants has been proven. However, the effectiveness of the use of these biologically active substances in the diets of fur animals, in particular American mink, and their effect on the body is not sufficiently studied [4-7].

To create bioactive molecules, not only substances of natural origin are used, but also newly synthesized substances and chemical modifications of already existing active compounds. In this regard, the attention of many researchers is drawn to the N- and S-derivatives of the heterocyclic systems of pyridine, quinoline, acridine, and 1,2,3,4-tetrahydroacridine, which exhibit nootropic, antimicrobial, diuretic, antidepressant, antiparasitic, anti-inflammatory, antitumor, antioxidant, radioprotective, and other types of activity [8-10]. Also relevant is the study of derivatives of such an azaheterocycle as 1,2,3,4-tetrahydroacridine, which combines aromatic and carbocyclic rings in its structure.

The well-known antioxidant cysteine and other thioacids are still being investigated today as objects for the creation of new bioregulators. The results of recent studies show that the combination of a nitrogen-containing heterocycle and mercaptocarboxylic acids leads to an increase in biological action or the appearance of new effects, which is due, in particular, to the effect on the processes of free

radical oxidation in tissues. Various bioregulators based on S-heteroyl-substituted thioacids and their derivatives [11-17].

Therefore, the work is aimed at the development and implementation of advanced feeding technologies, which will increase the biological completeness of feed, the efficiency of rations, and significantly reduce their cost. As a result of the work carried out, the technology of growing American mink will be improved on the basis of a theoretical justification for the use of sulfur-containing bioregulators as a feed additive in the conditions of domestic fur farms.

Therefore, in order to obtain a stable, optimal, positive effect when using sulfur-containing bioregulators, knowledge and compliance with the appropriate conditions of application are required, which determines the relevance of this topic.

The purpose of the work is to investigate the effect of sulfur-containing bioregulators on the level of realization of the reproductive ability of male and female minks under unstable feeding in the conditions of modern fur farms, the dynamics of growth and development, the preservation of young animals, the quality characteristics of the fur of the young American minks when using mineral sorbents as a feed additive, and the quality characteristics of the fur of the young American minks when using mineral sorbents as a feed additive.

Materials and methods of research. The study of the reproductive capacity of minks was carried out on the basis of fur farming of the Cherkasy Regional Consumer Union. Two synthetic bioregulators were used for the experiment: DNS (disodium salt of succinate) and C (cysteine derivative).

To conduct a study of reproductive capacity using the method of analogues, a control and two experimental groups of males and females of minks (25 heads of females and 5 heads of males in each group) were formed. The experimental and control groups were formed from clinically healthy animals, taking into account origin, sex and age. All animals of the first year of use. For the experiment, 90 animals (75 females and 15 male minks) of the Pearl color type were selected. The first group was a control group and received the main ration (RR) taken at the fur farm in accordance with the technological period. Animals of the first experimental group (D₁) received in addition to the main diet - 0.5 g/head of DNS preparation. Animals of the second experimental group (D₂) – 0.5 g/head. (table 1). The maintenance and feeding of experimental animals complied with zootechnical standards. Sulfur-containing bioregulators were mixed with feed during feeding.

Table 1. Scheme of the experiment to determine the effect of sulfur-containing bioregulators on the reproductive capacity of female and male minks

Animal groups	Female	Male	Feeding
K	25	5	basic diet (BD)
D ₁	25	5	BD+ DNS (0.5 g)
D ₂	25	5	BD+ C (0.5 g)

The realization of the reproductive ability of females was determined by the indicators of the rutting course (the time of manifestation of sexual heat, frequency, and frequency of coverage) and the results of pupping. Quantitative and qualitative

indicators of nests were characterized by the number of live and dead young born. Indicators of sexual activity of males were studied by the actual number of recorded coituses, and the level of fertilization ability by the number of young animals received per male.

Biochemical blood tests were performed on the semi-automatic biochemical analyzer BTS-330 "BioSystems" (Spain) using generally accepted and unified methods using standard sets of reagents from the company "BioSystems" (Spain). Blood for research was taken from the tip of the tail, cutting off a segment of the tail 0.5-1.0 cm long with scissors or a scalpel in the morning before feeding.

To conduct a study of the growth and development of animals by the method of analogues, a control and two experimental groups of young minks (30 heads in each group) were formed (table 2). The experimental and control groups were formed from clinically healthy animals. 90 animals of the pearl color type were selected for the experiment.

Table 2. Scheme of the experiment to study the effect of the effectiveness of the use of sulfur-containing bioregulators as a feed additive in feeding young animals

Animal groups	Number of animals	Feeding conditions
K	30	basic diet (BD)
D ₁	30	BD+ DNS (0.2 g)
D ₂	30	BD+ C (0.2 g)

The first group is the control group and will receive the basic diet (BD) adopted at the fur farm in accordance with the technological period. Animals of the first experimental group (D1) will receive, in addition to the main diet, 0.2 g / 1 head of DNS preparation. Animals of the second experimental group (D₂) – 0.2 g/1 head of drug C. The keeping and feeding of experimental animals meets zootechnical standards. Sulfur-containing bioregulators were mixed with feed during feeding. The duration of the experiment will be 100 days. The dynamics of growth and development of young animals were studied by individually weighing young animals at the ages of 30, 60, 90, 120, and 150 days. The absolute increase in live weight will be determined by the following formula:

$$A = W_1 - W_0 \quad (1);$$

where, A is the absolute increase in live mass, g; W1 is the live mass at the end of the period, g; W0 is the live mass at the beginning of the period, g.

The average daily gain in live weight will be calculated using the formula:

$$C = \frac{W_1 - W_0}{t} \quad (2);$$

Blood sampling for morphological studies was carried out before morning feeding according to the generally accepted method at the end of the study at the age

of 180 days. The hemoglobin content is by the colorimetric method, and the number of erythrocytes and leukocytes is by microscopy in the Goryaev chamber.

To study the morphometric characteristics of fur by the method of analogues, a control and two experimental groups of young minks (30 heads in each group) were formed (table 3). The experimental and control groups were formed from clinically healthy animals.

Table 3. Scheme of the experiment to study the effect of the effectiveness of the use of sulfur-containing bioregulators as a feed additive in feeding young animals

Animal groups	Number of animals	Feeding
K	30	basic diet (BD)
D ₁	30	BD+ DNS (0.2 g)
D ₂	30	BD+ C (0.2 g)

For the experiment, 90 animals of the colored pearl type were selected (white mink of pearl color). The first group is a control group and receives the basic diet (BD) taken at the fur farm in accordance with the technological period. Animals of the first experimental group (D₁) receive, in addition to the main diet, 0.2 g / 1 head of DNS preparation. Animals of the second experimental group (D₂) – 0.2 g/1 head of drug C. The keeping and feeding of experimental animals meets zootechnical standards. Sulfur-containing bioregulators were mixed with feed during feeding. The study of the hairline of minions will be carried out at the ages of 45, 60, 90, and 150 days by taking fur samples from the sacrum of animals by plucking and laboratory analysis of the morphological characteristics of hair of different categories (hair length and thickness). The study of the change of juvenile fur to adult winter fur was studied by the dynamics of the course of molting of young animals in time and the qualitative characteristics of fur by the level of hair defect during lifetime assessment.

The calculations were performed using statistical system analysis of the *STATISTICA 8.0* software package.

Results of the study and their discussion. The data obtained during the analysis of the dynamics of the rutting indicate that the females of both experimental groups and the control group began to be covered equally actively from February 25 (Fig. 1). The shortest wave of mating in the first period of sexual heat (from 25.02 to 4.03) is observed in females of group D₁. In group D₂, there is no pronounced peak of sexual activity. Females are evenly covered starting from February 25, and the last coverage in the first period of sexual heat was registered on March 8. A more extended process of mating of females in the first period of sexual heat was observed in females of the control group and lasted 16 days.

The general results of the mating season of females who participated in the experimental experiment indicate 100% coverage (table 4). The data obtained indicate that in two periods of sexual heat in the control group, 84% of females were covered. In group D₁, this number was the maximum – 96%. The minimum

percentage of coverage of females in two periods of sexual heat was observed in group D₂ – 76%.

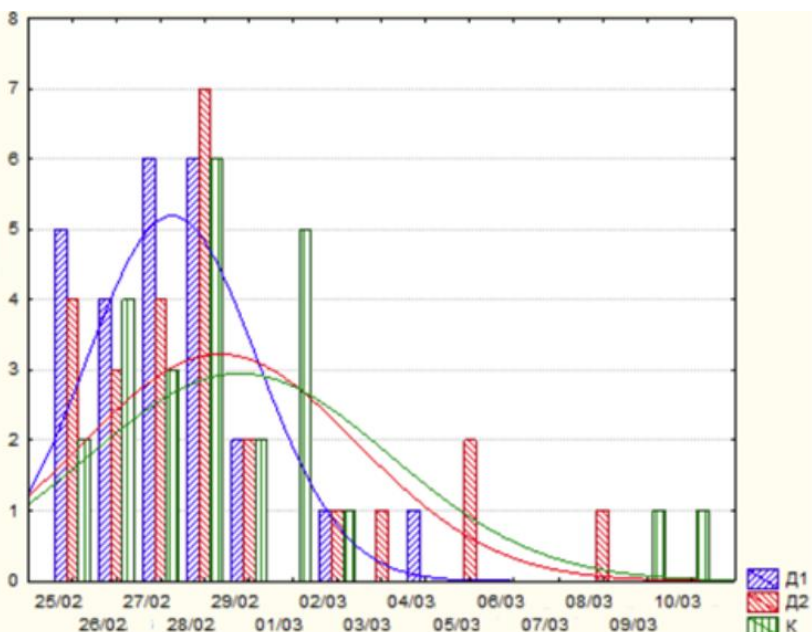


Fig. 1. Dynamics of coverage in the first period of sexual heat of female minks in an experimental experiment

Table 4. Indicators of the course of the rutting of female minks

Indicators	Groups of minks		
	D ₁	D ₂	K
Number of females, head.	25	25	25
Paired to total, %	100	100	100
Mated in one period of sexual heat, %	4	34	26
Mated in two periods of sexual heat, %	96	76	84
Number of copulations recorded per female	2,8±0,07	2,7±0,13	2,8±0,13
Interval between periods of sexual heat, days	9,3±0,59	8,6±0,60	8,5±0,51

The indicator of the multiplicity of coverage did not have a probable difference and ranged from 2.7 to 2.8 inches from females to males in all groups of animals. The frequency of sexual heat in the control group was 8.5 days, which is 0.1–0.7 days longer than in experimental females ($P < 0.95$). The dynamics of the course of puppies of experimental females is presented in Fig. 2. When studying this period, there were differences in the timing of the beginning and duration of puppies of females. As can be seen from the diagram, the earliest puppies were observed in the

control group; the first cases of female puppies were registered on April 17. Females of the experimental groups began to puppy on April 20.

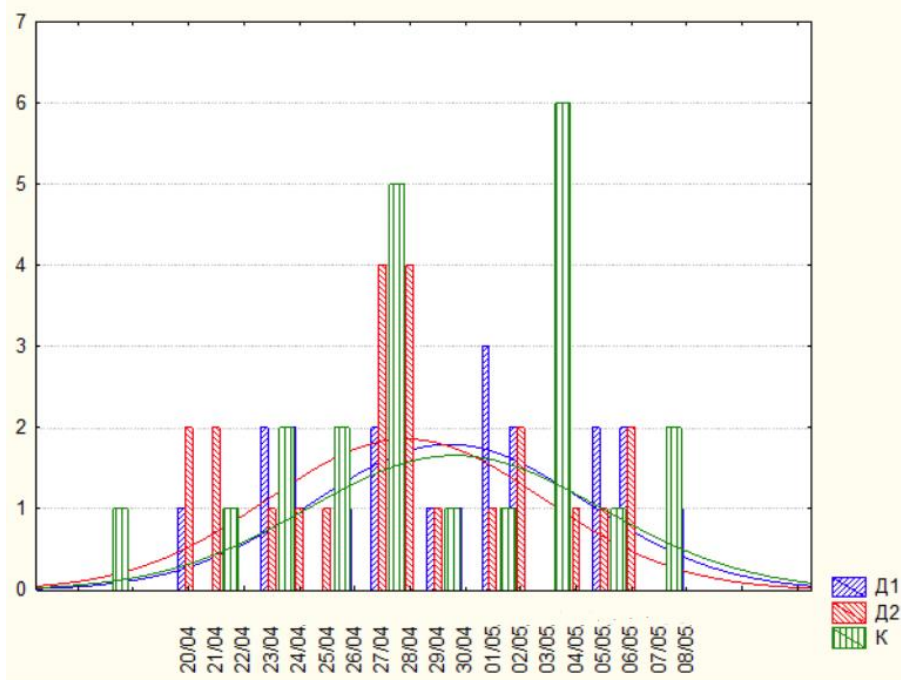


Fig. 2. Dynamics of the course of pupation of female minks

Puppies were most dense in females of the experimental groups and lasted 16 days; a somewhat extended physiological period was observed in females of the control group, which lasted 21 days, since the last cases of delivery were recorded on May 6 and 8. The mean values of the pregnancy duration of the females of the studied groups did not differ significantly and were in the range of 51-52 days ($P < 0.95$), with a fairly wide variation from 37 to 65 days.

After analyzing the results of puppyhood (table 5), it was found that the percentage of infertile females was maximum in females of the control and second experimental groups – 12%. The minimum level of infertility of females was registered in group D₁, which is 8.3% less compared to the control group. During the study, no cases of abortion in females were registered.

The maximum average yield of puppies was obtained from females of the first experimental group – 6.3 heads, which in turn is 0.8 heads more compared to the indicator of the second experimental group and 0.3 heads compared to the control group ($P < 0.95$). In the nests of experimental females, a different number of stillborn puppies was also observed - from 1 to 10 heads. On average, this figure was 0.2 puppies per female puppy.

Table 5. Results of pupation of female minks

Indicators	Groups of minks		
	D ₁	D ₂	K
Number of females, head.	25	25	25
Missed, % to covered	4	12	12
Puppies, % to covered	96	88	88
Duration of pregnancy, days	51,0±1,29	51,5±1,44	52,0±1,32
Fertility on a female puppy, naked.	6,3±0,39	5,5±0,49	6,0±0,50
Fertility per full-time female, head.	5,7±0,45	5,1±0,51	5,3±0,59
Incl. born: alive, naked.	5,6±0,44	4,9±0,53	5,1±0,57
dead, head.	0,1±0,12	0,2±0,12	0,2±0,12
Puppies died before registration, % of those received	13,3	18,5	19,7
Registration exit of puppies, head.	5,0	4,1	4,0

The maximum pre-registration departure of young animals was observed in females of the control group - 19.7%. This indicator was slightly lower in the females of the second experimental group - 18.5%. Females of the first experimental group were noted for the minimum level of puppies those who died before registration – 13.3%, which in turn contributed to a high level of registration yield of young animals.

The results of registration of young animals for the female participating in reproduction indicate that the maximum yield was given to females of group D₁, which is 1.0 heads more compared to the same indicator of females of the control group, and 0.9 heads. above the registration yield for females of the second experimental group.

Thus, as a result of the conducted studies, it was found that the proposed schemes for the use of sulfur-containing bioregulators did not have the same effect. The females of the experimental groups were characterized by slightly higher sexual activity during the rut and a smaller percentage of females who did not give offspring. An increase in fertility by 4.7% was observed in females of minks of group D₁, which were additionally injected with the DNS bioregulator (disodium salt of succinate) before the mating season at the rate of 0.5 g/head.

Within the framework of this study, a comparative analysis of the effect of various sulfur-containing bioregulators on sexual activity and the realization of the reproductive ability of male minks was also carried out.

During the mating season, 129 cases of females being covered by experimental males were registered. The number of registered coitus per male varied between 1-18 cases (table 6). Also, significant variability was observed in this indicator (C.V. = 40.82-79.06%), which confirms the different sexual activity of experimental males.

Inseminators of all groups showed high sexual activity, but the maximum value of this indicator was observed in the males of the first experimental group and was, on average, 12 coitus per male. The number of covered females per male of the same

group was also maximum and 19.3% greater compared to controls. The same indicator of the second experimental group was 34.7% less than the control.

Table 6. Sexual activity of male minks

Groups	Number of coitus per male			Number of covered females one male, head.		
	M±m	lim	C.V,%	M±m	lim	C.V,%
D ₁	12,0±2,19	6-18	40,82	11,4±1,99	6-18	39,03
D ₂	7,2±2,40	0-13	74,41	6,0±2,21	0-12	82,50
K	10,0±3,54	0-18	79,06	9,2±3,15	0-18	76,63

After pupation of females, the fertilization ability of males was analyzed (table 7). According to the data obtained, 23% more females were puppies from the males of the first experimental group compared to the control. In the second experimental group, the value of this indicator was 20% less than the control. The percentage of females that were covered during the breeding season but did not produce offspring was lower in the experimental groups. For the first experimental group, this difference was 36%, and for the second experimental group, -10%.

Table 7. Fertilization ability of male minks

Groups	Puppies females for 1 male, M±m	% of pregnant females	% of infertile females	% of females with pathological genera
D ₁	5,2±0,86	91,6	7,1	1,3
D ₂	3,2±1,07	88,6	10,0	1,4
K	4,0±1,26	86,8	11,1	2,1

It should be noted that the number of females with pathological childbirth decreased in the experimental groups. The maximum figure was in females covered with males of the control group – 2.1%, and in the experimental groups it decreased by 38%.

The analysis of male fertility, which is calculated by the total number of offspring obtained from them, is given in table 8. According to the data obtained, the maximum value of puppy yield per male was observed in the inseminators of the first experimental group, who were additionally introduced into the diet of the sulfur-containing bioregulator DNS (disodium salt of succinate) at a dose of 0.5 g/head.

Table 8. The yield of puppies per 1 broodstock per mating season

Groups	Number of puppies per 1 male, head		
	total	for each covered female	on a female puppy
D ₁	30,4±3,71*	5,8±1,60	5,8±1,60
D ₂	18,8±6,82	5,4±1,50	5,5±1,32
K	20,4±7,57	5,2±1,16	5,2±1,16

From females covered with males of this group, 30.4 heads were obtained. newborns; this in turn is 33% more compared to the control ($P>0.95$).

The positive effect of the drug in just such a dose is evidenced by the larger number of offspring obtained from the puppy female. Compared to the same indicator of females in the control group, the advantage was 7%.

At the end of the experiment, we conducted biochemical studies of the blood of experimental animals. During biochemical studies of blood serum, indicators characterizing carbohydrate-fat metabolism (glucose, cholesterol, triglyceride), protein metabolism (concentration of total protein and protein fractions, thymol test), enzymatic activity (alanine and aspartate aminotransferases–ALT and AST, Ritis coefficient, alkaline phosphatase α -amylase), residual nitrogen (urea and creatinine levels), and mineral metabolism (amount of total calcium) were determined (table 9).

Table 9. Biochemical parameters of mink blood on the 21st day after the introduction of sulfur-containing bioregulators into the diet ($M \pm m$, $n=5$)

Indicators	Groups		
	Control	D ₁	D ₂
Glucose, mmol/L	5,1 $\pm$ 0,50	5,6 $\pm$ 0,72	5,2 $\pm$ 0,52
Cholesterol, mmol/l	3,8 $\pm$ 0,71	3,9 $\pm$ 0,72	3,5 $\pm$ 0,58
Triglycerides, mmol/l	1,3 $\pm$ 0,04	1,2 $\pm$ 0,02	1,1 $\pm$ 0,01***
Totalprotein, g/l	68,4 $\pm$ 1,78	80,0 $\pm$ 1,84***	71,1 $\pm$ 1,76
Albumins, g/l	44,5 $\pm$ 1,42	40,9 $\pm$ 1,38	39,8 $\pm$ 1,35***
Globulins, g/l	23,9 $\pm$ 1,22	39,1 $\pm$ 1,38***	31,8 $\pm$ 1,27***
Alkalinephosphatase, u/l	59,0 $\pm$ 1,05	75,0 $\pm$ 1,20***	61,3 $\pm$ 1,07
ALT, od/l	30,7 $\pm$ 1,30	33,5 $\pm$ 1,32	63,4 $\pm$ 1,44***
AST, od/l	38,4 $\pm$ 1,36	44,5 $\pm$ 1,40**	63,7 $\pm$ 1,48***
Ritiscoefficient	1,2 $\pm$ 0,02	1,3 $\pm$ 0,02***	1,0 $\pm$ 0,01***
Totalbilirubin, μ mol/L	11,1 $\pm$ 0,60	22,8 $\pm$ 0,74***	27,4 $\pm$ 0,78***
Thymoltest	1,0 $\pm$ 0,03	1,9 $\pm$ 0,05***	1,1 $\pm$ 0,03
α -amylase, u/l	103,7 $\pm$ 1,26	95,0 $\pm$ 1,17***	105,0 $\pm$ 1,28
Creatinekinase, units/l	192,0 $\pm$ 1,45	164,2 $\pm$ 1,40***	197,6 $\pm$ 1,51**
Urea, mmol/l	9,9 $\pm$ 0,98	12,2 $\pm$ 1,01	11,5 $\pm$ 1,02
Creatinine, μ mol/L	101,0 $\pm$ 1,15	132,6 $\pm$ 1,20***	146,3 $\pm$ 1,25***
Uricacid, μ mol/l	173,5 $\pm$ 1,38	171,5 $\pm$ 1,40	205,7 $\pm$ 1,52***
Calcium, mmol/l	2,8 $\pm$ 0,04	2,8 $\pm$ 0,03	2,5 $\pm$ 0,03***

According to the results of the studies carried out in relation to the control group, the following trends were established:

- Glucose levels did not change significantly. A moderate increase of 10.2% was observed in group D₁ ($P<0.95$).

- The level of lipid metabolism indicators also did not undergo significant changes. There was a moderate decrease in cholesterol levels by 7.7% ($P<0.95$) in group D₂. And a slight decrease in triglycerides in both experimental groups, in group D₂ the difference was highly probable and amounted to 13%.

• The level of total protein was increased in group D₁ samples by 14.5% ($P>0.999$), due to an increase in globulins. Albumin levels were lower in group D₂ samples. – by 10.5% ($P>0.99$).

• A significant increase in the level of ALT (alanine aminotransferase) and AST (aspartate aminotransferase) was found in group D₂ – ALT by 52% ($P>0.999$), and AST by 40% ($P>0.999$). In group D₁, the level of ALT was almost at the control level, and AST was higher by 13.7% ($P>0.99$).

• The level of total bilirubin is significantly increased in the samples of the experimental groups. For group D₁ by 48%, for group D₂ – 60% ($P>0.999$).

• The level of the thymol test was increased by 48% in group D₁ ($P>0.999$).

• The level of alkaline phosphatase was sharply increased in group D₁ by 21.3% ($P>0.999$). The level of α -amylase is without significant changes in group D₂, and is lower compared to the control by 8.4% ($P>0.999$) in group D₁ samples.

• The level of creatine kinase was increased by 2.8% in group D₂ ($P>0.99$). A moderate decrease of 14.5% was observed in samples of group D₁ ($P>0.999$).

• Creatinine levels were increased by 24% in group D₁ and by 31% in group D₂ ($P>0.999$).

• The level of uric acid in group D₁ was increased by 15.7% in the samples of group D₂. For group D₁, the values of this indicator were at the control level

• The calcium level in group D₁ did not undergo significant changes and was approximately at the level of the control group. In group D₂, the calcium level was 10.7% lower ($P>0.999$).

Having analyzed the data obtained, we can conclude about the general physiological state of the experimental animals. A significant increase in transamination enzymes (ALT and AST) indicates the intensity of protein metabolism in animals of the experimental groups. This is confirmed by an increase in the end product of protein metabolism - creatinine.

So, the DNS drug does not affect the reproductive capacity of mink directly, but through three biochemical pathways: firstly, it is a neuroprotector that affects the nervous system of animals and this, in turn, has a positive effect on the sexual behavior of animals during the breeding season and improves their activity. Secondly, the drug is a hepatoprotector - it protects the liver from damage, as evidenced by the level of ALT and AST close to control. Thirdly, the DNS drug contains sulfur in its structure, which is easily absorbed and available for further biochemical reactions. The lack of this element in the diet of minks has a negative effect on reproduction.

The drug DNS replenishes the lack of sulfur and thus affects the reproductive capacity of animals. Further research will be able to expand the understanding of the mechanism of action of this drug.

The feeding of experimental young animals in terms of energy level, content of digestible protein, fat, carbohydrates and vitamins was the same and corresponded to zootechnical standards and needs of young animals in this physiological period. In the structure of rations, the share of animal feed was 80%. On average, the diets of puppies of all groups per 100 kcal contain 8.1 g of digestible protein, 4.5 g of

carbohydrates and 3 g of fat. In the course of the study, it was noted that feeding mineral sorbents did not have a negative effect on the general condition of animals.

The effect of sulfur-containing bioregulators on the growth and development of young animals was assessed by the dynamics of changes in live weight for each group of experimental animals. For the first time, puppies were weighed before the experiment on the 30th day of life in order to form the most weight-aligned group of animals (table 10). The average weight of young animals for this period was 134.8–137.5 g ($R < 0.95$). The maximum variability in live weight was observed on the 30th day of life in young animals of the control group (C.V. = 20.5%), the minimum value was found in animals of the second experimental group (C.V. = 10.54%). On the 45th day, the puppies were deposited from their mother.

Table 10. Dynamics of live weight of young minks

Weight at the age, g	Groups		
	K	D ₁	D ₂
30 days	135,7±2,04	137,5±1,78	134,8±1,80
60 days	742,5±6,74	765,8±5,70**	760,2±4,60*
90 days	1107,38±21,57	1174±20,17**	1157±20,10
120 days	1499,00±29,43	1520±27,33	1531±25,47
150 days	2189,15±30,27	2198±33,14	2210±35,25

When weighing young animals at 2 months of age, the maximum values were noted for group D₁ – 765.8 g; puppies of this group outnumbered young animals from the control group by a similar indicator by 23.3 g ($P > 0.99$). For group D₂, a slightly smaller but also probable difference of 17.7 g ($P > 0.95$) was observed.

The most important indicator, by the value of which it is possible to characterize the intensity of animal growth, is the average daily increase in live weight (table 11). Puppies of the experimental groups were characterized by slightly higher values of this indicator, on average by 20.8 g compared to their peers in the control group. It is also worth noting that in the experimental groups in this age period, the departure of young animals was not registered.

In subsequent age periods, the difference in growth indicators was insignificant, with higher indicators in the control group.

Subsequently, control weighings of animals at the age of 90 days were carried out. The results of the weighing showed a predominance of the live weight of young animals of the experimental groups over the control by 50-67 g, the difference was probable when comparing the control and the results of weighing group D₁ ($P > 0.99$).

Subsequently, the results of the weighing showed a continuation of the trend towards the predominance of young animals of the studied groups over the control. It was found that the animals of both experimental groups outnumbered the control by 21-32 g at the age of 120 days; however, the difference when comparing the mean values turned out to be unlikely ($P < 0.95$).

Table 11. Growth intensity of young minks

Indicator	Group		
	K	D ₁	D ₂
Age30-60days			
Absolute increase in live mass, g	606,8	628,3	625,4
<i>including ± tocontrol</i> , %	0	+3,5	+3,1
Average daily live weight gain, g	20,2	20,9	20,8
Age61-90days			
Absolute increase in live mass, g	364,9	408,2	396,8
<i>including ± tocontrol</i> , %	0	+11,9	+8,7
Average daily live weight gain, g	12,2	13,6	13,2
Age91-120days			
Absolute increase in live mass, g	391,6	346,0	374,0
<i>including ± tocontrol</i> , %	0	-11,6	-4,5
Average daily live weight gain, g	13,0	11,5	12,5
Age 121-150 days			
Absolute increase in live mass, g	690,2	678,0	679,0
<i>including ± tocontrol</i> , %	0	-1,8	-1,6
Average daily live weight gain, g	23,0	22,6	22,6
On average, over a period of 30 to 150 days			
Absolute increase in live mass, g	2053,5	2060,5	2075,2
<i>including ± tocontrol</i> , %	0	+0,34	+1,06
Average daily live weight gain, g	17,1	17,2	17,3

At the age of 150 days, the average live weight of animals was in the range of 2189-2210 g. The difference between the indicators of the control and experimental groups was only 9-21 g ($P < 0.95$).

Taking into account the results of the study of the dynamics of changes in the live weight of young minks in the period of 30-150 days, it can be assumed that this sulfur-containing preparation had a positive effect on the growth and development of young animals precisely in the period of 30-90 days, when the most intensive growth of the body of the studied animals actually takes place. It was found that the indicator of absolute growth during this period in young minks of group D₁ prevailed over analogues by 11.4-43.3 g, with the average daily increase in the difference being 0.38-1.4 g.

The difference between group D₂ and the control was 2.1%. In the next age period (90-120 days), the advantage in terms of live weight gain was also observed in animals of group D₂, and the minimum was in animals of group D₁; the difference in average daily weight gain was 1.9 g.

At the age of 120-150 days, the average daily gain was in the range of 22.3-24.3 g, which is a confirmation of the opinion about the cessation of the growth of animals during this period.

It is worth noting that in the practice of fur breeding, the elimination of young animals in the process of rearing can reach 30-40%, which is a consequence of the

action of feeding low-quality feed to animals, especially in the spring-summer period. The use of mineral sorbents, in our opinion, should reduce the negative effect of possible toxins on the bodies of animals. The results of the study on this indicator are given in table 12.

Table 12. The level of preservation of young minks of the studied groups

Indicators	Groups		
	K	D ₁	D ₂
Preservation rate of young animals, %	90,2	94,4	92,3
including $\pm$ to the control group, %	0	+4,2	+2,1

The data presented indicate a fairly high level of survival of young animals up to 150 days of age (90.2-94.4%). At the same time, it should be noted that the maximum values for this indicator were recorded in animals of groups D₁ and D₂, and the minimum – in animals of the control group, in which the level of survival of young animals was 4.2% lower.

In order to establish the effect of sulfur-containing bioregulators on the state of the organism of young mink animals, an analysis of morphological blood parameters of animals aged 180 days was conducted (table 13).

Table 13. Morphological parameters of blood of young animals of the studied groups

Indicators	n	Groups					
		K		D ₁		D ₂	
		M $\pm$ m	C.V., %	M $\pm$ m	C.V., %	M $\pm$ m	C.V., %
Erythrocytes, 1012/l	15	7,49 $\pm$ 0,23	11,83	7,95 $\pm$ 0,22	11,15	7,75 $\pm$ 0,31	15,56
Hemoglobin, g/l	15	14,68 $\pm$ 0,74	19,60	15,97 $\pm$ 0,58	13,95	15,43 $\pm$ 0,63	15,79
Leukocytes, 109/l	15	10,29 $\pm$ 0,40	15,15	9,95 $\pm$ 0,44	17,06	9,77 $\pm$ 0,44	17,38

The data presented in the table indicate that the studied parameters in the selected animals were within the physiological norm. Comparison of the average values of the number of erythrocytes in the selected samples shows that it was in the range of 7.49-7.95 x 1012/l. The maximum indicator was recorded in mink group D₂, and the minimum - in animals of the control group. In animals that were additionally supplemented with a sulfur-containing preparation, the number of red blood cells in the blood was 6.1% higher; however, the difference was not significant ($P < 0.95$).

In terms of the amount of hemoglobin in the blood of the studied animals, minks of groups D₁ and D₂ also prevailed, for which the average value of this indicator was higher by 6.0-8.8% ($P < 0.95$).

Conversely, the number of leukocytes in the blood was higher in the control group minks raised on the main diet. The study indicator for the control was 10.3 109/l, which is 3.4% higher than in the animals of the experimental groups.

The use of single-factor analysis of variance made it possible to calculate the frequent effect of the studied factor on the morphological parameters of the blood of animals (table 14).

Table 14. The effect of feeding mineral sorbents on the morphological parameters of the blood of young minks

Factorialvariable	$\eta_x^2 \pm m_\eta$	F	P
DNS (0.2 g/1 head)	0,08±0,03	1,24	<0,95
C (0.2 g/1 head)	0,06±0,01	1,18	<0,95

The given data indicate that the proportion of influence of 6-8% of the pores is relatively significant in the total sum of factors; the obtained values turned out to be unlikely, which is a confirmation of the absence of the influence of the use of sulfur-containing bioregulators on the morphological parameters of the blood of young minks during the spring-summer period of feeding.

Based on the results of studies of morphological blood parameters of the control and experimental groups, it can be assumed that, despite the absence of a probable difference, higher values of the number of erythrocytes and hemoglobin in the blood of young minks of groups D₁ and D₂ indicate a better physiological state of the animal body compared to the control.

The results of the study of the morphometric characteristics of the hairline of young minks after weaning indicate (tables 15, 16) that in this age period the morphometric characteristics of the fur did not have a significant difference.

Table 15. Hair length of different categories in young minks of the studied groups at the age of 45 days

Group	n	M±m	St Dev	CV%	Lim	
					min	max
Guide hair I, mm						
K	30	12,6±0,37	2,05	16,26	9	18
D1	30	12,9±0,41	2,26	17,51	10	18
D2	30	12,5±0,39	2,16	17,29	10	18
Guard hair II, mm						
K	30	9,7±0,27	1,49	15,40	7	12
D1	30	9,2±0,23	1,25	13,52	7	12
D2	30	9,8±0,25	1,35	13,77	7	12
Downyhair, mm						
K	30	4,9±0,16	0,85	17,17	3	6
D1	30	4,8±0,15	0,80	16,47	4	6
D2	30	4,8±0,16	0,90	18,48	3	6

Table 16. Hair thickness of different categories in young minks of the studied groups at the age of 45 days

Group	n	M±m	St Dev	CV%	Lim	
					min	max
Guide hair I, μm						
K	30	114,8±0,22	1,19	1,04	112	117
D1	30	115,2±0,39	2,14	1,86	112	120
D2	30	114,5±0,29	1,57	1,37	113	118
Guard hair II, μm						
K	30	45,2±0,29	1,57	3,27	42	49
D ₁	30	40,1±0,27***	1,48	7,99	35	47
D ₂	30	42,4±0,59***	3,21	5,56	39	48
Down hair, μm						
K	30	5,7±0,18	1,01	17,40	5	8
D ₁	30	5,6±0,16	0,88	15,77	5	7
D ₂	30	5,7±0,19	1,04	18,01	5	8

The average value of the guide hair length was in the range of 12.5-12.9 mm ($P<0.95$). In general, a low level of variation of the trait was noted for this indicator – 16.3-17.5%.

According to the length of the guard hair, the level of variation of the trait was 13.5-15.4%. The length of the hair varied between 7 and 12 mm; the maximum average value of the indicator was 9.8 mm and was recorded in minks of the D₂ group; the minimum value, respectively, was noted in minks of the D₁ group at 9.2 mm; and for the control, this indicator was 9.7 mm. When comparing the average values, no probable difference was found ($P<0.95$).

The average value of juvenile downy hair length in minks of the studied groups also did not have a significant difference; the average value was in the range of 4.8-4.9 mm, although a higher coefficient of variation of the studied trait – 16-26.6% ($P<0.95$) – was observed.

Examining such a fur parameter as hair thickness (table 16), it was established that there was a probable difference when comparing this parameter in such categories of hair as guard and down.

When comparing the thickness of the guide hair, it was found that the average value of this indicator for the groups was in the range of 114-115 microns, had a low level of variation (1.04-1.86%), and the maximum was recorded for animals of group D₁ ($P<0.95$).

The analysis of the thickness of the guard hair allows us to assert the presence of a highly probable difference between the control and experimental groups D₁ and D₂ ($P>0.999$). Also, in the animals of the control group, the maximum value of the studied indicator was 45.2 μm; for the rest of the studied groups, the indicator of the thickness of the guard hair was 40-42.4 μm.

In terms of the thickness of downy hair, there was no probable difference when comparing the mean values of the control and the experimental groups ($P<0.95$).

Thus, the morphometric characteristics of the juvenile hairline of young minks of the studied groups at the age of 45 days in the context of the studied groups did not have a probable difference in hair length ($P < 0.95$). The average value of the length indicator for integumentary hair was 12.5-12.9 mm, for guard hair 9.2-9.8 mm, and for downy hair 5.6-5.7 mm, which can be explained by the individual characteristics of animals.

Studies of the above parameters of the hairline for young minks at the age of 60 days showed that there is a similar trend according to morphometric data of different hair categories, as at the age of 45 days.

The length of the guide hair was in the range of 12-18 mm, with a low level of variation of the trait – 10.2-12.7%. The maximum average value of the length of the guard hair was noted in minks of group D₂ – 15.3 mm. Compared to the control the difference was 0.2 mm ($P < 0.95$). The difference when comparing the average values of this control indicator and group D₁ was only 0.1 mm (table 17).

Table 17. Hair length of different categories in young minks of the studied groups at the age of 60 days

Group	n	M±m	St Dev	CV%	Lim	
					min	max
Guide hair I, mm						
K	30	15,1±0,30	1,64	10,80	12	18
D ₁	30	15,0±0,33	1,83	12,17	12	18
D ₂	30	15,3±0,29	1,57	10,23	11	18
Guard hair II, mm						
K	30	11,6±0,20	1,09	9,38	9	14
D ₁	30	11,3±0,22	1,19	10,49	8	13
D ₂	30	11,7±0,30	1,62	13,82	7	16
Down hair, mm						
K	30	6,6±0,17	0,91	13,82	5	8
D ₁	30	6,6±0,18	0,99	14,84	5	9
D ₂	30	7,0±0,19	1,06	15,07	5	9

The analysis of the length of the guard hair did not show the presence of a probable difference when comparing the data of the control group with the experimental ones. However, it was noted that the maximum value of this parameter was 11.7 mm, which is 0.1 mm more compared to the control and 0.2 mm more than the D₁ group, respectively ($P < 0.95$).

Also, no significant difference was found when comparing the average values of the length of downy hair, which varied between 6.6 and 7.0 mm ($P < 0.95$).

The results of studying the thickness of hair of different categories in young minks of 60 days of age are shown in table 18. The thickness of the guide hair in animals of groups D₁ and D₂ probably prevailed over the control, which had a minimum average value of the studied indicator by 3.3-4.5 μ m ($P > 0.95 \dots 0.999$).

A similar trend was noted in the indicator of the thickness of the guard hair. A probable difference between the control and groups D₁ and D₂ was noted, but in this case the control prevailed over the indicated study groups ($P > 0.99... 0.999$). According to this parameter, a low level of variability of the trait was noted – 6.4-8.7%.

Table 18. Thickness of hair of different categories in young minks of the studied groups at the age of 60 days

Group	n	M±m	St Dev	CV%	Lim	
					min	max
Guide hair I,μm						
K	30	128,5±0,82	4,47	3,48	121	140
D ₁	30	131,8±1,19*	6,53	4,95	121	145
D ₂	30	133,0±0,86***	4,72	3,55	126	142
Guard hair II,μm						
K	30	64,2±1,02	5,57	8,67	55	76
D ₁	30	60,1±0,81**	4,44	7,38	52	68
D ₂	30	57,7±0,67***	3,69	6,38	49	63
Down hair,μm						
K	30	7,8±0,22	1,22	15,55	5	10
D ₁	30	7,6±0,20	1,09	14,31	6	10
D ₂	30	7,2±0,26	1,40	19,23	5	9

The thickness of downy hair varied between 5 and 10 μm and was less homogeneous (C.V. = 14.3-21.9%). The average value of the indicator for the groups was in the range of 7.2-7.8 μm; when comparing the average values, no probable difference was established ($P < 0.95$).

At the age of three months, the length of the guard hair in minks is on average 23-24 mm (table 19). Among the studied groups, this indicator was recorded at the maximum in animals of the control group – 24.6 mm – and the minimum was found in animals of group D₁ – 23.7; the difference was 0.87 mm, but it turned out to be improbable ($P < 0.95$). The variability of the trait was low and amounted to 5.4-6.9%.

Examining the results of measurements of guard hair, it was found that the average value of this indicator was in the range of 17.7-18.0 mm and did not have a significant difference ($P < 0.95$). Also, a greater variation of hair of different lengths was found in the control group compared to the experimental ones – 15.6% and 8.0-9.5%, respectively.

Linear indicators of downy hair allow us to assert that this indicator also did not have a high level of variability of the trait and was in the range of 12-16%. This was reflected in the results of calculating the average value of the length of downy hair in the studied groups. It was found that the average value of the studied indicator for the control group was 11.9 mm. The corresponding indicators for the experimental groups were in the range of 11.2-11.5 mm. difference ($P < 0.95$).

Table 19. Hair length of different categories in young minks of the studied groups at the age of 90 days

Group	n	M±m	St Dev	CV%	Lim	
					min	max
Guide hair I, mm						
K	30	24,6±0,24	1,33	5,42	21	27
D ₁	30	23,7±0,30*	1,64	6,92	21	26
D ₂	30	23,7±0,24*	1,34	5,62	21	26
Guard hair II, mm						
K	30	18,0±0,52	2,83	15,64	14	29
D ₁	30	18,0±0,26	1,44	7,96	15	21
D ₂	30	17,7±0,31	1,68	9,47	14	21
Down hair, mm						
K	30	11,9±0,32	1,74	15,98	6	14
D ₁	30	11,2±0,25	1,35	12,05	9	14
D ₂	30	11,5±0,33	1,80	15,67	6	14

Despite the low coefficient of variability in the indicator of the thickness of the guide hair obtained during the study of samples of guide hair (C.V. = 3.0-7.7%) (table 20), the presence of a probable difference was noted when comparing the average values of this trait between the control and the indicator of group D₂ (P>0.95). The obtained average values of the indicator of the thickness of the guard hair showed a probable advantage of minks of group D₂ over the control (P>0.999). For the rest of the comparison options, the difference between the control and the study groups turned out to be improbable.

Table 20. Hair thickness of different categories in young minks of the studied groups at the age of 90 days

Group	n	M±m	St Dev	CV%	Lim	
					min	max
Guide hair I,μm						
K	30	150,4±0,89	4,86	3,23	141	163
D ₁	30	151,1±0,63	3,46	2,29	143	157
D ₂	30	147,4±1,11*	6,10	4,14	136	159
Guard hair II,μm						
K	30	130,9±0,24	1,32	1,02	128	133
D ₁	30	135,1±0,36***	1,97	1,45	131	139
D ₂	30	130,2±0,29	1,61	1,23	128	134
Down hair,μm						
K	30	13,5±0,36	1,99	14,70	10	17
D ₁	30	12,7±0,38	2,06	16,08	8	16
D ₂	30	12,62±0,31	1,67	13,25	9	17

The average thickness of downy hair, according to the results of the measurement of all samples taken, was in the range of 12.5-13.2 microns, while the difference in comparisons was not likely.

The results of the study of winter hairline showed that there was no probable difference in the length of the guide hair, the average value of which varied in the range of 24.7-25 mm and had a low level of variability – 5.41-6.97% (table 21).

The length of downy hair had a low level of variation in the trait of 12.1-15.7% and was characterized by indicators that varied from 11.0 to 11.5 mm.

Table 21. Hair length of different categories in young minks of the studied groups at the age of 150 days

Group	n	M±m	St Dev	CV%	Lim	
					min	max
Guide hair I, mm						
K	30	25,0±0,24	1,44	5,41	21	27
D ₁	30	24,7±0,31	1,57	6,97	21	26
D ₂	30	24,9±0,21	1,69	5,61	21	26
Guard hair II, mm						
K	30	18,5±0,27	2,83	15,12	14	29
D ₁	30	18,7±0,53	1,46	7,71	15	21
D ₂	30	18,8±0,28	1,71	9,57	14	21
Down hair, mm						
K	30	11,0±0,32	1,74	15,74	6	14
D ₁	30	11,5±0,22	1,36	12,07	9	14
D ₂	30	11,4±0,35	1,82	15,69	6	14

The indicator of hair thickness in general turned out to be similar to similar values of morphometric indicators of mink hair at the age of 90 days (table 22).

The data given in the table show a slight variability in the thickness of the hairline in such categories of hair as guide and guard – 2.02-8.14%. When comparing the average values, there was no probable difference, since the values varied between 149 and 152 for the guide hair and 133.0 and 135.1 for the guard hair.

Also, no probable difference was established when comparing a similar indicator of downy hair, where the average thickness was 12.7-13.3 microns.

Molting in fur animals is an adaptive reaction of the body to changes in ambient temperature and has a non-diffuse, pronounced character and falls on a certain period of the year – spring and autumn.

Among the studied groups of minks, the autumn molting of young animals, i.e., the replacement of juvenile fur with winter fur, began in the second decade of August and had some differences in the date of its registration by fur breeders (Fig. 3). The data shown in the figure reflect the time of onset of molting in minks, depending on the presence of different doses of mineral sorbents in the feed. Using the indicator of the average date of the onset of molting as a basis, it can be argued that for minks of the control group, this indicator fell on August 22.

Table 22. Hair thickness of different categories in young minks of the studied groups at the age of 150 days

Group	n	M±m	St Dev	CV%	Lim	
					min	max
Guide hair I,μm						
K	30	151,5±0,89	4,26	5,23	141	163
D ₁	30	151,1±0,63	5,46	3,29	143	157
D ₂	30	149,4±1,11	6,18	8,14	136	159
Guard hair II,μm						
K	30	133,7±0,24	2,32	2,02	128	133
D ₁	30	135,1±0,36	1,97	3,45	131	139
D ₂	30	133,2±0,29	1,61	2,23	128	134
Down hair,μm						
K	30	13,3±0,36	1,99	14,70	10	17
D ₁	30	12,9±0,38	2,06	16,08	8	16
D ₂	30	12,7±0,31	1,67	13,25	9	17

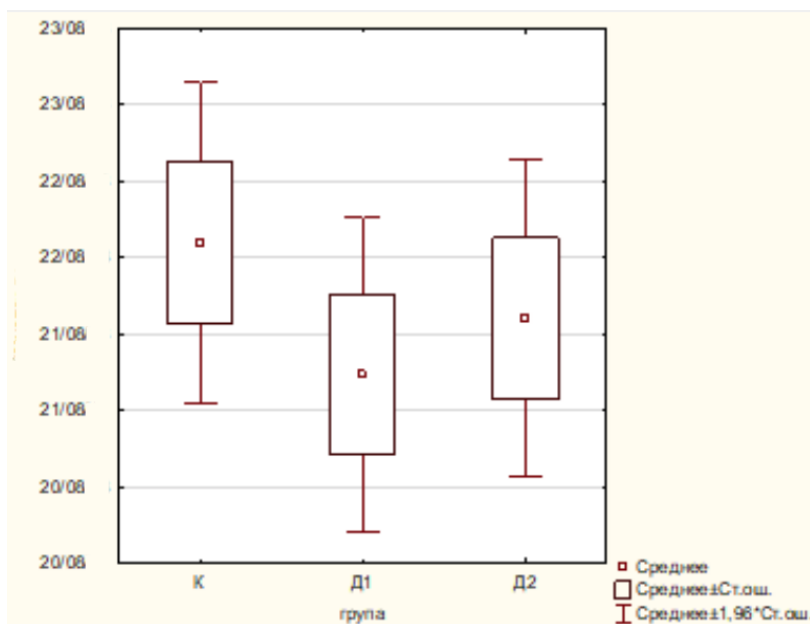


Fig. 3. The beginning of molting in minks of the studied groups

Relatively earlier – on August 21, the beginning of molting was registered in minks of groups D₁ and D₂.

The duration of this period also had variability and was on average in the range of 59-64 days (Fig. 4).

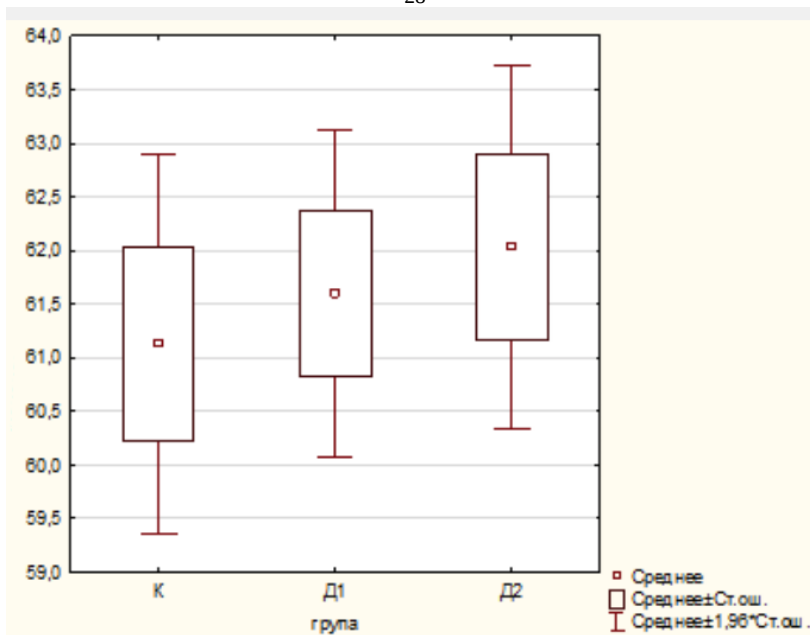


Fig. 4. Duration of molting in minks of the studied groups

The data show that the minimum for the animals of the control group was 61 days; for the rest of the animals, this indicator was 61.5-62.0 days, respectively ($P < 0.95$).

The end of molting in animals of this species occurs in the second decade of October, when fully juvenile fur is replaced with full-fledged mature winter fur. The data shown in Figure 5 show that the average values of the timing of the completion of molting in minks are directly proportional to the duration of this process in groups. Among the studied groups, the earliest date of the end of molting was recorded in females of group D₂ – the average date for groups was October 21. The latest date of completion of molting was noted in minks of groups K and D₁ – October 22, In general, this process was recorded in the study groups in the period from October 19 to 23.

Thus, the results of the study indicate that the molting of animals of the studied groups began on August 20 and ended on October 22; the duration of this indicator varied within the groups from 53 to 65 days. When comparing the mean values, no probable difference was established ($P < 0.95$).

The results of the assessment of the condition of the winter hairline of minks of the studied groups for the presence of vital defects indicate that the most common defects in the fur during life are "haircut" of fur – gnawing of the hairline mainly on the tail, bites that occur in fights and are accompanied by damage to the hairline, and thinning of the hairline due to partial hair loss in certain parts of the body (table 23).

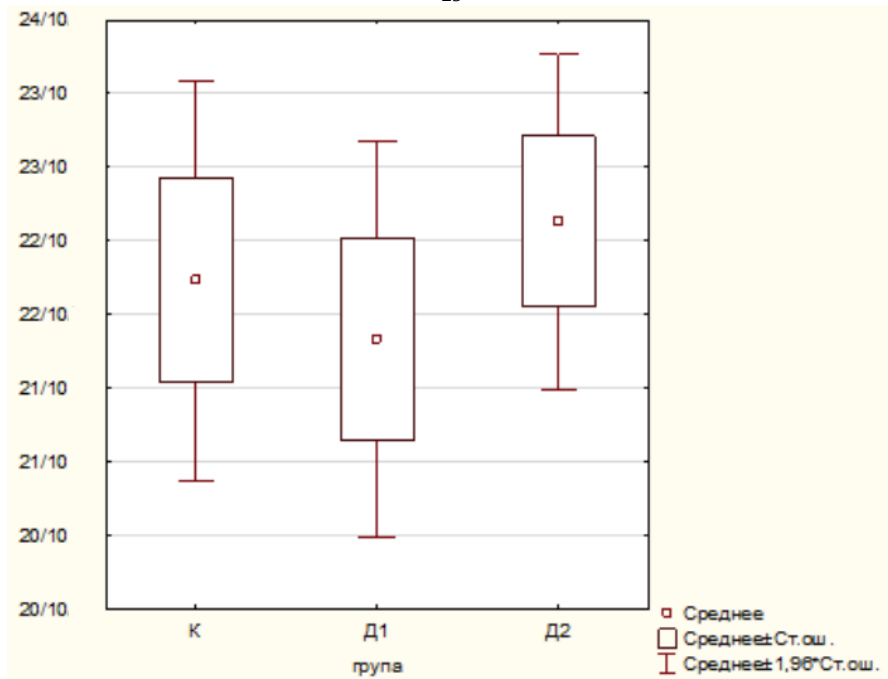


Fig. 5. Completion of molting in minks of the studied groups

Table 23. Defective mink fur

Commodity characteristics of fur	K		D ₁		D ₂	
	n	%	n	%	n	%
No defect	24	80,0	25	83,3	26	86,7
"Sheared" fur	4	13,3	2	6,7	3	10,0
Snacks	1	3,3	2	6,7	1	3,3
Thinning fur	1	3,3	1	3,3		
Total	30	100	30	100	30	100

The given data indicate that the majority of minks (80.0-87.0%) at the time of the lifetime assessment of fur did not have these defects. However, it is worth noting that the maximum percentage of defective fur was recorded in minks of the control group – 20.0%. For experimental groups, this indicator was 13.3-16.7%.

The predominant proportion of defective fur was caused by the phenomenon of "haircut" and for all study groups, the percentage of this defect was 6.7-13.3%. It is the minimum registered for the D₁ group of animals. Such a defect as snacks was recorded in animals of the control group and D₁-D₂– 3.3-6.7%. The phenomenon of thinning of fur was registered in groups K and D₁ – 3.3%.

Feeding mineral sorbents as a feed additive and the variability of morphometric indicators of animal hair at different stages of ontogenesis necessitated the establishment of correlations between doses of drug feeding and the studied traits.

The results of the correlation analysis (table 24) showed the presence of a correlation between the thickness of down hair and the dose of fed drugs at the age of 60 days – $r=0.70$ ($P>0.99$); the guide at the age of 90 days – $r=0.71$ ($P>0.99$); and down at the age of 90 and 150 days – $r=-0.69...+0.10$ ($P>0.99$).

Table 24. Correlations between quantitative and qualitative indicators of mink hair in different periods of ontogenesis and the dose of fed drugs

Correlated traits		r	r^2	tr	p
Hair category					
Hair length (mm) at 60 days of age	guidehair I	0,25	0,06	0,73	0,488
	guidehair II	-0,33	0,11	-1,00	0,347
	downhair	-0,48	0,23	-1,53	0,164
Hair thickness (μm) at 60 days of age	guidehair I	0,29	0,09	0,87	0,409
	guidehair II	-0,41	0,17	-1,26	0,241
	downhair	0,70	0,49	2,77	0,024
Hair length (mm) at 90 days of age	guidehair I	0,55	0,30	1,86	0,100
	guidehair II	0,06	0,00	0,16	0,873
	downhair	-0,05	0,00	-0,13	0,900
Hair thickness (μm) at 90 days of age	guidehair I	0,71	0,51	2,87	0,021
	guidehair II	-0,21	0,04	-0,60	0,564
	downhair	-0,69	0,47	-2,67	0,028
Hair length (mm) at 150 days of age	guidehair I	0,27	0,05	0,73	0,588
	guidehair II	-0,51	0,21	-1,03	0,247
	downhair	-0,40	0,24	-1,73	0,184
Hair thickness (μm) at the age of 150 days	guidehair I	0,22	0,19	0,57	0,309
	guidehair II	-0,41	0,17	-1,26	0,241
	downhair	0,10	0,49	2,77	0,024
The beginning of molting		0,39	-0,28	0,08	-0,84
End of molting		-0,13	-0,71	0,50	-2,83
Molting duration		-0,34	-0,05	0,00	-0,14
Fur defectiveness		-0,33	-0,02	0,00	-0,06

It was also established that there was a probable positive relationship between the molting end date and the dose of the fed drug – $r=-0.13$ ($P>0.99$). The given data suggest that with an increase in the dose of mineral sorbents, the indicator of hair length in minks at the age of 60 days increases and molting occurs a little later. According to the rest of the correlated features, the established coefficients were in the range of $-0.041...+0.29$ but turned out to be unreliable ($P<0.95$).

Conducting a one-factor analysis of variance (table 25) showed the presence of a probable effect of feeding the drug on the process of hair formation (hair thickness of different categories) in all age periods after weaning ($F=3.76-26.23$, $P>0.99...0.999$).

Table 25. The effect of the dose of fed drugs on the quantitative and qualitative indicators of mink hair in different periods of ontogenesis

Factorial variables		F	p
Hair category			
Hair length (mm) at 60 days of age	guidehair I	0,30	0,744
	guidehair II	1,39	0,255
	downhair	0,65	0,523
Hair thickness (mk) at 60 days of age	guidehair I	0,41	0,665
	guidehair II	26,23	0,001
	downhair	0,16	0,855
Hair length (mm) at 90 days of age	guidehair I	0,20	0,822
	guidehair II	0,57	0,570
	downhair	1,23	0,296
Hair thickness (mk) at 90 days of age	guidehair I	3,76	0,027
	guidehair II	15,11	0,001
	downhair	0,81	0,205
Hair length (mm) at 150 days of age	guidehair I	0,26	0,125
	guidehair II	0,24	0,322
	downhair	0,17	0,585
Hair thickness (mk) at the age of 150 days	guidehair I	1,19	0,355
	guidehair II	0,64	0,423
	downhair	0,48	0,165
The beginning of molting		2,57	3,520
End of molting		2,18	0,271
Molting duration		3,50	0,973
Fur defectiveness		0,92	0,204

The influence of this factor on the beginning of autumn molting of animals ($F=2.57$, $P>0.99$) was also probable. The probable influence of the studied factor on the vital defects of mink fur has not been established, which indicates the presence of other more significant factors that cause this phenomenon.

Conclusions

1. On the basis of the collected data, an electronic database of indicators of the realization of the reproductive capacity of male and female minks with the use of sulfur-containing bioregulators was created. The database contains detailed information on 90 animals (including 75 females and 15 males).

2. An increase in the fertility of females by 4.7% and the registration yield of young animals by 20%, as well as an improvement in the fertilization ability of males by 7%, was found in minks of group D1, which were additionally introduced into the diet of a sulfur-containing bioregulator in the calculation of DNS (disodium salt of succinate) at a dosage of 0.5 g/head.

3. The physiological state and protective properties of the body improve when sulfur-containing bioregulators are introduced into the diet, which is manifested in the activation of protein metabolism. A probable increase in the level of total protein in the blood serum by 14.5% in group D₁ and creatinine by 24 and 31%, respectively, in the groups was established.

4. The introduction of sulfur-containing bioregulators generally had a positive effect on the dynamics of live weight gain in young animals after weaning. At 60 days of age, puppies of both experimental groups with a significant difference prevailed in weight of young animals of the control group, while the most effective was the administration of the drug disodium salt of succinate, at a dose of 0.2 g/head. Young minks grew more intensively and significantly outweighed the peers of the control group by 23.3 g ($P>0.99$).

5. At the age of 90 to 150 days, the absence of a significant difference in live weight ($P<0.95$) in favor of young animals of the control group was proved, since in experimental animals it decreased by 6.1-13.4%.

6. The maximum weight gain in young animals of experimental groups (+11.8...+15.4%) was recorded up to 90 days of age, in the future, the predominance of this indicator was observed in animals of the control group.

7. According to the results of the study of the morphological composition of the blood of minks of 180 days of age, there was no significant difference in the number of erythrocytes, hemoglobin, and leukocytes. The above indicators were within the physiological norm; however, in animals that additionally added a sulfur-containing drug to the diet, the number of erythrocytes in the blood was higher by 6.1%, hemoglobin by 8.8%, and leukocytes by 3.4%.

8. Morphometric characteristics of the juvenile hairline of young minks of the studied groups at the age of 45 days did not have a probable difference in hair length. The average value of the integumentary hair length was 12.5-12.9 mm, for guard hair 9.3-9.8 mm, and for down hair -5.0 mm.

9. At the age of 60 days, the predominance of hair length of different categories in animals of experimental groups was established ($P>0.95$). The average value of the length of integumentary hair was 14-15 mm, axial hair – 10-11, and downy hair – 6-8 mm. When comparing the average values of hair thickness of different categories at this age, a probable difference was noted ($P>0.95$). A similar trend persisted until the beginning of molting animals.

10. Molting of animals of the studied groups began on August 20 and ended on October 24; the duration of this period varied within the groups from 56 to 67 days. When comparing the mean values, no probable difference was established ($P<0.95$).

11. The results of the correlation analysis showed the presence of a probable relationship between the dose of the drug and the thickness of the guard hair ($r=-0.71-0.71$, $P>0.99$). In general, the presence of the effect of feeding the sulfur-containing preparation on the morphometric parameters of fur was noted. The effect of the drug on vital defects of mink fur has not been established.

References

1. Boyko O.V., Umanets R.M., Gonchar O.F., Zlamaniuk L.M., Umanets D.P. Technology of production of rabbit breeding and furbreeding products. Kyiv:

NUBiP of Ukraine, Cherkasy Experimental Station of Bioresources of NAAS. 2024. 484 p.

2. Vovchenko V. Y. Assessment of the quality of fur: a textbook. Zaporizhzhia: ZNU. 2010. 78 p.

3. Honchar O.F. Improvement of the technology of feeding American mink using mineral sorbents zeolite and vermiculite / O.F. Honchar et al. *Scientific journal "Effective rabbit breeding and fur breeding"*. 2025. Vol. No. 11 P. 47 – 58. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.47-57>

4. Mamchenko V. Biological features, nutrient requirement and mink feeding technique / V.Y. Mamchenko et al. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*. No. 12 P. 69-76. DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.6>

5. Havrysh O.M. Analysis of the state of the fur breeding industry in the world and Ukraine for the period 2020-2025 / O.M. Havrysh et al. *Scientific journal "Effective rabbit breeding and fur breeding"*. 2025. Vol. No. 11 P. 47-58 DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.47-57>

6. Brazhko O. A. (2009) L-cysteine-syntons for the creation of biologically active substances. *Actual issues of biology, ecology and chemistry: Electr. sci. ed.* 2009. Vol. 1, No. 1. P.4-15.

7. Havrysh O., Bojko O., Yaremich N. Degree of implementation and variability of indicators of reproductive ability by minks of different colortypes. *Scientific journal "Effective rabbit breeding and fur breeding"*. 2023. Vol. No 9 P. 19-26 DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2023.10.85-99>

8. Brazhko O. A. Bioregulators based on N, S-derivatives of L-cysteine / O. A. Brazhko, E. O. Ulishchenko, M. M. Kornet et al. *Bulletin of Zaporizhzhya National University*. 2011. № 1. P. 123-132.

9. Brazhko O. A., Omelyanchuk L. O., Zavgorodniy M. P. Search for biologically active substances among amides and hydrazides (quinoline–2–ylthio– and 4–ylthio) carboxylic acids. *Zaporozhye med. journal*. 2004. Vol. 2, No. 1 (22). P. 39–42.

10. Korkh O.V. Formation of the main productive features of pastel minks of different shades of fur color. *Scientific Journal "Effective Rabbit Breeding and Fur Breeding"*. 2024. Vol. No 10 P. 85-100. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.85-99>

11. Brazhko A. A., Kornet M. M., Zavgorodniy M. P. Synthesis and biological activity of derivatives (quinoline–4–thio) carboxylic acids. *Chemistry of Nitrogen Containing Heterocycles, CNCH–2012. Book of Abstracts*. Kharkiv: 2012. 67 p.

12. Gabrielle B. Clark, Maria Diez-Leon, Rebecca K. Meagher. Early-life enrichment in American mink (*Neogale vison*): Effects of juvenile physical enrichment on behaviour, temperament, and long-term stereotypic behavior. *Animal Welfare*. 2025. Vol. 34. No 13. 5 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/awf.2024.71>.

13. Havrysh O.M., Osokina T.G. Influence of macroclimate on the reproductive capacity of American mink of different genotypes. *Scientific journal "Effective rabbit breeding and fur breeding"*. 2021. Vol. No. 7 P. 36-45. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2021.10.85-99>

14. Petrusha Y. Y., Omelianchuk L. O., Zavgorodniy M. P., Gencheva V. I. Search for biologically active compounds based on S-heteroaryl-substituted L–

cysteine and its analogues / Y. Y. Petrusha et al. *XXII ukr. conf. on organic chemistry: abstracts of reports, Uzhhorod, September 20–25, 2010*. Uzhhorod, 2010. P. 365.

15. Petrusha Y. Y. Synthesis and biological activity of S-heteroaryl-substituted L-cysteine and its analogues / Y. Y. Petrusha et al. *Ukrainica Bioorganica Acta*. 2010. № 2. P. 36–40.

16. Brazhko O. O., Petrusha Y. Y., Gencheva V. I., Search for biologically active substances based on S-heteroaryl derivatives of L-cysteine. *II International Scientific and Technical Conference Modern Problems of Physics, Chemistry and Biology "PhyzChemBio2013"*: Collection. Materials, November 27–29, 2013. P. 73–74.

17. Galanaki A., Kominos T. The distribution of American mink (*Neovison vison*) in Greece. *Mammalia*. 2022. No 86. P. 57–65.
<https://doi.org/10.1515/mammalia-2020-0067/html>

УДК 636.93 2020.2.297.

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.7-35>

ВИКОРИСТАННЯ СІРКОВМІСНИХ БІОРЕГУЛЯТОРІВ В ГОДІВЛІ АМЕРИКАНСЬКОЇ НОРКИ

Гончар О.Ф., Гавриш О.М., Бащенко В.М.,
Яремич Н.В., Шаповал О.І., Осокіна Т.Г.

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, Черкаси, Україна.
bioresurs.ck@ukr.net

Для проведення дослідження були використані два синтетичних біорегулятора: ДНС (динапрієва сіль сукцинату) та Ц (похідне цистеїну). Біохімічні дослідження крові були виконані на напівавтоматичному біохімічному аналізаторі BTS-330 «BioSystems» загальноприйнятими та уніфікованими методами з використанням стандартних наборів реактивів фірми «BioSystems». Для проведення дослідження було сформовано контрольну та дві дослідні групи самців та самок норок (по 25 голів самок та по 5 голів самців в кожній групі).

Метою роботи було дослідження вплив сірковмісних біорегуляторів на рівень реалізації відтворювальної здатності самців та самок норок за нестійкої годівлі в умовах сучасних звірогосподарств, динаміку росту і розвитку та збереженість молодняку та якісні характеристики хутра норки молодняку американської норки при застосуванні мінеральних сорбентів в якості кормової добавки.

Встановлено підвищення плодючості самок на 4,7% та реєстраційного виходу молодняку на 20%, а також покращення запліднювальної здатності самців на 7%. Покращується фізіологічний стан та захисні властивості організму. Встановлено вірогідне підвищення у сироватці крові рівня загального білка на 14,5% по групі Д₁ та креатиніну на 24 і 31% відповідно по групах.

Уведення сірковмісних біорегуляторів загалом позитивно впливало на динаміку приросту живої маси молодняку після відлучення. У 60-ти денному віці щенята обох дослідних груп із значущою різницею переважали у вазі молодняк контрольної групи, при цьому найбільш результативним було введення препарату динатрієва сіль сукцинату, за дози 0,2 г/гол. Молодняк норок ріс більш інтенсивно і значно переважав ровесників контрольної групи на 23,3 г ($P>0,99$). Максимальні прирости живої маси у молодняку дослідних груп (+11,8...+15,4%) зафіксовано до 90-денного віку, в подальшому переважання за даним показником спостерігалось у тварин контрольної групи.

За результатами вивчення морфологічного складу крові норок 180-денного віку не встановлено значущої різниці за кількістю еритроцитів, гемоглобіну та лейкоцитів. Вищезазначені показники знаходились в межах фізіологічної норми, проте у тварин яким додатково додавали в раціон сірковмісний препарат кількість еритроцитів у крові була вищою на 6,1 % , гемоглобіну на 8,8%, а лейкоцитів – нижчою на 3,4%.

Морфометричні характеристики ювенального волоссяного покриву молодняку норок досліджуваних груп у віці 45 днів не мав вірогідної різниці за показником довжини волосся ($P<0,95$). У віці 60 днів, встановлено переважання за показниками довжини волосся різної категорії у тварин дослідних груп ($P>0,95$). Середнє значення показника довжини покривного волосся становило 14 - 15 мм, осьового – 10-11, пухового – 6-8 мм. При порівнянні середніх значень товщини волосся різної категорії у даному віці відмічено вірогідну різницю ($P>0,95$). Аналогічна тенденція зберігалась до початку линьки тварин. Линька тварин досліджуваних груп розпочалась 20 серпня і закінчилась 24 жовтня, тривалість даного періоду варіювала в межах груп 56-67 днів. При порівнянні середніх значень не встановлено вірогідної різниці ($P<0,95$).

Ключові слова: сірковмісні біорегулятори, норка, відтворювальна здатність, мінеральні сорбенти, сезон парування, статевая охота, жива маса, волосся, линька.

УДК 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.36-54>**GENETIC EVALUATION OF GROWTH TRAITS IN V-LINE
MATERNAL RABBITS UNDER EGYPTIAN CONDITIONS**¹Intesar M. Ali,²M. K. Shebl,²A. E. El-Raffa,²A. M. Abd El-Had,¹Amira. S. El-Deghadi.

¹Agricultural Research Center (ARC), Animal Production Research Institute (APRI), Dokki, Giza 12651, Egypt, amira872002@gmail.com.

²Poult. Prod. Dep., Fac. of Agric., Alexandria Uni. (21545), Alexandria, Egypt.

The objective of this study was to assess the productivity of a rabbit maternal line that has been created synthetically (V line). Many random and non-random factors influenced body weight at weaning (WW), Slaughter weight (SW) and Daily weight gain at 4-9 weeks (DWG), including year of birth, month of birth, sex, parity, gestation length, litter size born alive, and lactation length of V Line rabbits. This study was spreading over five season's production of production at the Poultry Research Center, Faculty of Agriculture, University of Alexandria's nucleus breeding rabbit farm Population. Least-squares means estimates WW varied significantly ($P \leq 0.001$) from one year of birth to another. SW declined by 250.6 g from the 1st to the 6th year of kindling. DWG was in the 1st year at 2013 increased by 5.87 g over the 2nd one and by 7.1 g over the 6th year of birth at 2020. The lowest averages were recorded for rabbits born in July and August while the highest averages of rabbits born during November, and March for WW. Significant ($P \leq 0.001$) differences due to month of birth on WW, SW and DWG. No significant differences ($P \leq 0.05$) exist between sexes for WW, Significant differences due to the two sexes for SW and DWG. In generally was significant effect of parity ($P \leq 0.001$) on growth performance traits, the gestation length was non-significant on WW, however it had a significant effect on SW and DWG. Litter size born alive were highly significant differences ($P \leq 0.001$) in WW and SW. The effect of lactation length was significant on SW and DWG. For all growth traits studied the sire component of variance was lower than the dam component of variance. Heritability values were 0.46, 0.32 and 0.43 for WW, SW & DWG, respectively.

Keywords: V line rabbits, growth performance, heritability, parity, litter size, slaughter weight, daily gain

Introduction. Line V is a synthetic maternal line that was created in 1982 at the Universidad Polytechnic de Valencia's Department of Animal Science in Valencia, Spain. The criterion for the selection aim in this line was the litter size at weaning. At the end of 1998, a group of V Line rabbits was brought to the Poultry

Research Center at Alexandria University for five years [15], after which the selection was resumed using the same criteria.

Weaned rabbits' body weight and growth rate were influenced by a number of factors, including the dam's age and weight at kindling, the litter size at birth, the season of kindling, and the sex of the kits.

Most growth traits, such as weaning weight, marketing weight, and daily gain during the fattening period, are important in meat rabbit breeding because these productive traits are strongly correlated with the production efficiency of the young, and since rabbit production is directly dependent on reproduction, this becomes an important factor in determining the profitability of commercial rabbit breeding [16]. These traits were recognized as traits of economic importance in rabbit enterprises. It must be noted that, the daily weight gains up to the slaughter weight is the second important component of the economic efficiency after litter size.

The data set, methodologies, and models utilized all influence the accuracy of variance component estimates. Statistical approaches for estimating variance components have vastly improved in recent years. However, utilizing new methods of statistical analysis such as REML, animal models, and massive data sets, estimates of genetic parameters for rabbit populations rose under tropical or subtropical settings [22].

The consequences of selection plans must be investigated, as well as understanding of genetic correlations between features. When the selection goal is litter size, information about linked growth responses is required [26].

Individuals in rabbit populations undergoing selection programs must be genetically evaluated in order to reap the benefits of these programs. To forecast animal breeding values and correct for model fixed effects, the best linear unbiased prediction (BLUP) approach can be utilized. As a result, the BLUP technique offers the most comprehensive foundation for estimating breeding values.

As a result, the main objective of this research was to evaluate the genetics of a synthetic maternal rabbit line (V line), focusing on the effects of non-genetic (i. e. year of birth, month of birth, parity order, number of live births, number of weeks of mating, and sex) as well as genetic parameters (i. e. variance components, heritability for studied traits).

Materials and methods. The data for this study were gathered throughout five seasons of production at the Poultry Research Center, Faculty of Agriculture, University of Alexandria's nucleus breeding rabbit farm Population.

The V Line is a closed line of rabbits used in the experiment. In 1982, the University of Valencia produced Line V, a synthetic maternal line. The litter size at weaning was used as a selection goal. The animals are examined using a BLUP under an animal repeatability model [18]. At the end of 1998, a group of V Line rabbits arrived at Alexandria University's Poultry Research Center [15], multiplied for five years, and then chosen again based on the same criterion. The available data for the investigation are shown in table (1).

Fixed effect estimation was utilized by Best Linear Unbiased Estimates (BLUE) is the method most frequently in animal breeding [58]. To derive BLUE of the fixed effects, least squares procedures and the type III methods described by statistical analysis system was used [55]. Evaluation of the approximate significance

of the effect was performed from the analysis including only fixed effects. Significance of the effects was tested at level $P < 0.05$ (*), $P < 0.01$ (**) and $P < 0.001$ (***) with the appropriate F statistic. Values of probability higher than 5% were considered to be not significant.

Table 1. Number of records collected for the investigation

Traits	Number
Does	483
Mating	4048
Total Offspring	10847
Males at Slaughter day	4492
Females at Slaughter day	3884

Data for body weight (at 4 and 9 weeks of age) and daily weight gain (4-9 weeks) were analyzed by adopting the following fixed linear model:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + YOB_i + MOB_j + S_k + PO_l + GL_m + NBA_n + b1 (LL - \bar{x}) + b2 (age - \bar{x}) + e_{ijklmnop}$$

where: $Y_{ijklmnop}$ = the observed value of the dependent variable; μ = the general mean; YOB_i = fixed effect of the i^{th} year of birth; MOB_j = fixed effect of the j^{th} month of birth; S_k = fixed effect of the k^{th} sex class; PO_l = fixed effect of the l^{th} parity order in which the animal was born; GL_m = fixed effect of m^{th} gestation length of the doe that produced the observed rabbit; NBA_n = fixed effect of n^{th} number born alive (in the litter that the observed rabbit was born); $b1$ = linear regression coefficient of the covariance, for lactation length (used only for the models of SW and DWG); $b2$ = linear regression coefficient of the covariance, for age at weighing; $e_{ijklmnop}$ = the random error.

In preliminary analysis of the data, all first order interactions between these main effects were observed to be statistically not significant and so they were not included in the final model. The age of animal at weighing was included as a linear covariate to adjust mean body weight and mean daily gain differences for this effect. All parity order ≥ 6 were put together in parity 6 because of the small number of observations available in these litters.

The best linear unbiased prediction is obtained by using mixed model methods to estimate genetic values (BLUP) [31]. This method of genetic evaluation of domestic animals has become the most commonly acknowledged [43].

The restricted maximum likelihood (REML) method was used to estimate variance components for the traits studied [48] via the Statistical Analysis System Program's Mixed Model Equation with Variance Component Procedure [55].

Estimation of variance components for sire, doe and residual random effects for growth traits studied.

Basic form of the general mixed linear model is

$$Y = Xb + Z\mu + e$$

where: Y = an $(n \times 1)$ observational vector, n = number of records; X = $n \times p$ incidence matrix for fixed effects, b = number of levels for fixed effects; $b = p \times 1$ vector of fixed effects, (the fixed effects considered for each trait; Z = $n \times q$ incidence matrix for random effects; q = number of levels for random effects; $\mu = q \times 1$ vector of random effects; e = $n \times 1$ vector of random residual effects.

General representation of the model used is as follows:

$$Y = Xb + Z_1s + Z_2d + e$$

where model terms s , d and e are random effects of sire, doe and individual. They were assumed to be normally and independently distributed (no relationships exist between mated sires and dams) with zero means and variances σ_s^2 , σ_d^2 and σ_e^2 , respectively.

If σ_s^2 is the sire variance component, σ_d^2 is the doe variance component and σ_e^2 is the residual variance component, then the heritability is:

$$h^2 = 4 \sigma_s^2 / (\sigma_s^2 + \sigma_d^2 + \sigma_e^2) = \sigma_A^2 / \sigma_P^2$$

The approximate standard errors for the heritabilities were computed according to the following formula described by Becker (1984):

$$S.E. h^2 = 4 \sqrt{2} (1-t)^2 [1 + (k-1)t] / k(k-1)(s-1)$$

where: t = intra class correlation = $\sigma_s^2 / (\sigma_s^2 + \sigma_d^2 + \sigma_e^2)$; s = number of sires; k = weighing factor.

Estimation of phenotypic and genetic correlations between studied traits by multivariate analysis of variance with SAS program. All data in this analysis were residuals after adjustments for all fixed effects that were included the statistical model.

Results of research. Means (standard errors) for weaning weight, weight at 9 weeks of age and daily weight gain through the fattening period were 521.0 (2.74) g, 1683.0 (6.90) g and 31.64 (0.39) g/day, respectively (table 2). The means obtained through the study of previous traits within the ranges reported by [15]. The means of body weights obtained in the present study were heavier than that reported for, the same rabbit line, by El-Raffa [17]. Also, these results were heavier than those obtained for growth performance of V line rabbits, raised under Egyptian environmental conditions, by [11, 14, 17, 38]. Whereas, the observed values of growth performance founded in our study tended to be lower than those recorded, for V line rabbits noted that the V line in Spain grew faster than rabbits in Egypt [18, 35]. From results, which means that improvement of growth traits in rabbits during phenotypic selection is quite possible. It must be noted that the value of slaughter weight obtained in the current study seems to be suitable for the costumers needed in Egypt. Therefore, marketing V line rabbits at 9 weeks is quietly recommended under Egyptian environmental conditions.

Rabbit productivity is greatly influenced by the potential for growth of post-weaning groups up to market age. There is a specific important relationship between litter size and growth after weaning, which can be manipulated to increased rabbit production and profitability. At this regard economically maintaining an optimal average litter size, which promotes growth after weaning is critical. The analysis of variance shows that all effects from the fixed linear model used to explain the non-genetic effects like year of birth, month of birth, sex, parity order, gestation length, number born alive, lactation length and age at weighing on body weights (BW) at weaning and at slaughter age and daily weight gain (DWG).

Table 2. Means and standard errors (S.E) for unadjusted individual body weight and daily gain of V line rabbit

Trait	No.	Mean	SE
WW, (g)	6717	521.0	2.74
Age at weaning (days)	6717	30.70	0.03
SW, (g)	3575	1683.0	6.90
Age at slaughter (days)	3575	65.09	0.06
DWG, (g/day)	3575	34.39	0.39

WW: weaning weight, SW: slaughter weight, DWG: daily weight gain

Least-squares means estimates body weight at weaning (BW4) varied significantly ($P \leq 0.001$) from one year of birth to another. The lowest averages in 2018 and highest averages in 2015 of weaning weight, also the lowest averages in 2020, and highest averages in 2013 of slaughter weight and daily weight gain (table 3). This is due to the usual annual changes in climatic conditions in addition to the change in the genetic makeup during the long periods of reproduction. There was substantial improvement in body weight at weaning with the advance in year. The positive difference between the 2nd and the 1st year was 10.0 g while between the 3rd and the 2nd one was 26.0 g, which indicated that there, was increasing in WW with the advance of year of birth. The improvement obtained, in weaning weight, in the present study may be due to the increasing enhancement in the managerial and feeding conditions, health caring and labor skills, which mainly affected the dams with their suckling's, as well. The genetic improvement in maternal traits (i. e. milk yield, nest management and mothering ability) may be suggested as an effective tool to a greater improvement in weaning weight beside the pre-mentioned reasons. However, there was a decrease in BW4 in the fourth and fifth years and then began to improve in the last year 2020.

Several investigators are working with many breeds of rabbits [14,40, 50, 53, 54] are in agreement with the result data observed in our study. As well as [51] with line V, BB and their crosses reported that the rabbit weaning weight was significantly heavier in the first year than in the second one by 9.9 g while the corresponding reported value by Saleh et al [52] was 11.8 g in favor of first year. Also, Hanaa and Ghada noted that the year of birth had a significant effect on BW4, BW9 and DWG [25, 28]. The significance test showed that year of birth is one of the most important composite non-genetic factors affecting BW4, BW9 and DWG,

and should be included in any type of analysis of growth data collected over several years.

Results in tables 3 revealed that year of birth affected significantly ($P \leq 0.001$) slaughter body weight. There is a trend observed that body weight at slaughter (BW9) decreased from the first year of birth at 2013 (1683.2 g) up to the six one at 2020 (1432.5 g). Slaughter weight has been declined by 250.6 g from the 1st to the 6th year of kindling. This decrease in SW may be due to the flock breeding was exposed to some disease problems that occur during the fattening period and caused intestinal diseases such as coccidiosis and cholestidia which affected the general health of the breeding flock. Similar to the present results, Saleh et al. [15] reported that year of birth was an important source of variation in BW of purebred and/or crossbred rabbits at different ages after weaning. The influence of the year of birth on the growth traits of rabbits may have been due to differences in temperature, feed quality, diseases and labor conditions as well as the skill of livestock in caring for the rabbitry [14].

Table 3. Least square means (LSM) and standard errors (SE) for the effect of the year of birth on growth performance in V Line rabbits

YOB	NO	WW (g)		NO	SW (g)		NO	DWG (g)	
		LSM	SE		LSM	SE		LSM	SE
2013	801	597.2 ^b	27.0	348	1683.1 ^a	3.39	348	31.0 ^a	1.8
2014	2655	607.0 ^{ab}	17.5	1379	1561.2 ^b	23.6	1374	27.3 ^b	0.8
2015	1034	633.2 ^a	31.8	886	1512.3 ^c	42.2	600	25.1 ^c	2.4
2018	744	512.3 ^d	54.7	212	1546.4 ^{bc}	68.1	212	29.5 ^a	2.2
2019	867	541.1 ^c	47.3	388	1438.2 ^d	56.1	388	25.6 ^{bc}	1.4
2020	616	596.4 ^b	46.5	362	1432.5 ^d	55.4	362	23.9 ^d	1.2
P value		***			***			***	

YOB, Year of birth; WW, Weaning weight; SW, Slaughter weight; DWG, Daily weight gain

Results revealed that year of birth affected significantly ($P \leq 0.001$) of daily gain from weaning to slaughter age in table 3. It can be inferred that DWG in the 1st year at 2013 increased by 5.87 g over the 2nd one and by 7.1 g over the 6th year of birth at 2020. The nearly increment observed of DWG among studied years, may be due to differences in weather, feed quality, diseases and labor conditions. The significant influence of the year of birth was detected by Hanna [12] from 4 to 8 weeks of age, as well as foreign authors [9, 50] from weaning (28 or 30 days of age) to slaughter age (11 or 12 weeks of age, respectively) with different meat rabbit breeds.

Least square means for weaning weight was significantly different ($P \leq 0.001$) in different months in table 4. The lowest averages denoting those rabbits born during July and August while the highest averages of rabbits born during November, and March for WW. This reflects the difference in temperature and humidity from month to month, which affects the mother's milk production and the rabbit's appetite. In the same data [40] recorded the lowest BW4 during May and June compared to those born in other months. He attributed the significant effect of the birth month on

weaning weight to the fluctuation in climatic conditions (ambient temperature and relative humidity) from month of kindling to another, especially in windowed rabbitries. Those monthly changes affect the WW due to their effect on the performance of doe (maternal ability, milk yield, nests management, etc.). However, most Egyptian studies have shown that birth month was one of the most important non-genetic environmental factors influencing significantly the rabbit BW4 [3, 28, 60]. From the results observed in this study, it may conclude that the low sensitive of V Line rabbit to high temperature during the summer months may reflect the high adaptability level of this line with the climatic conditions in our area.

Table 4. Least- squares means (LSM) and standard errors (SE) for the effect of month on growth performance in V Line rabbits.

MOB	NO	WW (g)		NO	SW (g)		NO	DWG (g)	
		LSM	SE		LSM	SE		LSM	SE
January	983	613.0 ^{bc}	13.2	281	1650.0 ^c	27.2	280	31.4 ^{bc}	0.9
February	806	629.0 ^b	14.0	453	1611.0 ^{cd}	27.7	453	29.8 ^d	0.8
March	986	623.0 ^b	14.1	471	1754.0 ^a	27.5	438	32.3 ^a	0.9
April	416	549.0 ^e	11.3	299	1650.0 ^c	24.1	184	31.4 ^{bc}	0.7
May	185	593.0 ^c	12.2	184	1577.0 ^d	27.3	92	29.3 ^{de}	0.8
June	205	577.0 ^d	13.4	176	1563.0 ^d	26.0	137	28.1 ^e	0.9
July	133	550.0 ^{de}	20.1	95	1473.0 ^e	36.0	84	27.1 ^{ef}	1.8
August	33	544.0 ^e	27.2	19	1400.0 ^e	46.5	19	26.2 ^f	1.7
September	33	547.0 ^e	21.2	27	1575.0 ^d	19.7	27	31.1 ^c	1.4
October	1259	638.0 ^b	8.4	789	1641.0 ^c	19.1	789	31.4 ^{bc}	1.3
November	527	684.0 ^a	10.3	165	1686.0 ^b	23.8	165	31.4 ^{bc}	1.5
December	1171	652.0 ^{ab}	16.1	616	1665.0 ^{bc}	16.9	616	31.7 ^b	1.2
P value		***			***			***	

a, b, c, ... Means with different superscripts in the same column are significantly different.

**** = $P \leq 0.001$; MOB, Month of birth; WW= Weaning weight; SW= Slaughter weight; DWG= Daily weight gain.*

The least-squares means revealed that month of birth had a significant ($P \leq 0.001$) effect on body weight at slaughter in V-line rabbits in table 4. In this respect [19], with Bos, GW, WF, BR and their crosses [36]; with Bos and GW; with NZW [4], Cal and GW; with NZW, Cal, Bal and their crossbreds; with NZW [29], Bos and BR; with NZW [57], Egyptian BB and their crosses; with NZW [2], BB and their crosses and with NZW [3], Cal, Bos, Flan and BB rabbits, reported that month of kindling effects were significant on body weight at different post-weaning ages.

Least-squares means of daily gain from weaning to slaughter age, displaying the significant ($P \leq 0.001$) differences due to month of birth, as indicated also in table 4. Working at intervals of every two weeks or longer after weaning or for the entire period from weaning to slaughter, Abdel-Ghany and Prayaga and Eady [1, 49] reported a significant effect of birth month on the daily weight gain of rabbits after weaning.

Body weight of males was similar to that of females (580.66 vs 581.74 g, respectively) of V line rabbits at weaning, as shown in table 5. The results of data

obtained in the present study show that, no significant differences ($P \leq 0.05$) exist between sexes for body weight at weaning. The present result is consistent with results reported by Khalid [34] in New Zealand and Cal and Abdou et al. [3] in 5 breeds of rabbits, studied the body weight at weaning (BW4). In contradicting with the present result, Prayaga and Saleh [49, 51] recorded significant differences in BW4 attributed to sex effect in both local and exotic meat rabbit breeds.

Table 5. The effect differences of sex on growth performance traits in V line rabbits

Traits	Differences Male - Female	S. E of the P value differences	
WW	- 1. 08	4.00	NS
SW	- 35. 48	11.60**	
DWG	- 2. 00	0.70	**

WW= Weaning weight; SW= Slaughter weight; DWG= Daily weight gain.

NS= Not Significant, * = $P \leq 0.05$, ** = $P \leq 0.01$.

It can be observed from data tabulated in table 5 that body weight at slaughter (BW9) in V line rabbits was affected by sex. In this respect, the results of many researchers work at different post-weaning ages Prayaga and Eady, Saleh et al. [49, 51] showed that sex effect on body weight was significant at some post-weaning ages. However, (e. g. Abdel-Ghany et al., Khalid, Meshrekey et al., and Abdou et al.) [2, 3, 34] found no detectable significant effect of sex effect on BW9 of different rabbit breeds including V line.

Data in table 5 showed that difference in daily weight gain (DWG) from weaning (BW4) to slaughter (BW9) was present to some extent and significant between the two sexes, in V line rabbits. The difference was significant (2.00 g) and in favor of females. This result is in close agreement with that of Hanna and Youssef [29, 61] concluded that post-weaning daily gain was higher in females than in males. However, Ahmed and Meshreky et al. [6, 45] indicated that no different between sex in DWG of New Zealand White and Cal rabbits.

In generally was significant effect of parity ($P \leq 0.001$) on growth performance traits, the parity effect showed a tendency for weaning weight to increase until to sixth parity (table 6). This result is in accordance with the findings many researchers [3, 7, 20, 24, 27, 32, 39, 40] the lightest body weight at weaning was obtained for the kits born in the 4th, 5th and 6th parities, with significant differences with this born in first kindling 4.7. The results show that individual BW4 was best in the 6th parity. However, the lowest weaning weight for those born in the first parity can be expected because does in their first kindling have just reached sexual maturity and consequently their efficiency in providing their young with nourishment and intra-uterine environment are at their lowest level. The lower ability of the doe to suckle her young during the suckling period could be an additional factor [35]. In this respect Szendro [38] reported that, as does are first mated or inseminated when they reach 75 to 80 % of their adult body weight, during their first pregnancy a considerable proportion of the nutrients available is still being used for the

development of their own tissues, to the detriment of the fetuses. On the other hand, Ouyadet al., Sivakumar et al., and Hanaa [27, 53] indicated that parity order had no significant effect on most rabbit post-weaning growth traits.

Results provided showed that BW9 changed significantly ($P \leq 0.05$) with parity. The same results are in agreement with those reported by Saleh et al., Abdou et al. and Apori [3, 7, 50] observed that parity order of the doe had significant effect on post-weaning weights of rabbits. Results showed that individual slaughter weights were best in the 5th parity. These changes may be due to the development of the mammary gland and the physiological condition of the mother.

Table 6. Effect of different parity orders on growth traits for V Line rabbits

Parities	WW (BW4w, g)		SW (BW9w, g)	DWG (4-9w, g/d)
2 – 1	20.8	15	32.2	0.37
3 – 1	16.45	15	38.1	0.64
4 – 1	21.9	14	59.6	1.10
5 – 1	28.2	15	56.4	0.80
6 – 1	26.7	15	44.0	0.49
SE of the differences	10.8 - 13.9		20.6 - 25.3	0.52 - 0.65
P value	***		**	*

WW: weaning weight, SW: slaughter weight, DWG: daily weight gain, NS: Not Significant, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$.

Parity order was found to be significantly ($P \leq 0.05$) affecting daily gain from weaning to slaughter weight in V line rabbits (table 6). It is apparent from these results that, the rabbits born in the first kindling show the poorest performance for body weight at 63 days and the rabbits born in the 6th kindling daily weight gain was less. These results are in agreement with several researchers, El-Raffa, Ahmed, El-Maghawry et al., Abdel-Ghany et al. and Mahsoub [1, 6, 12, 14, 37] indicated that parity order of the dam had significant effect on post-weaning weights and daily weight gain during the fattening period in meat rabbits.

The non-significant effect of gestation length (GL) on BW4 might be attributed to that the longest the period of pregnancy the more nourishment fetus will receive, and this led to heavier birth weight and accordingly considerable weaning weight (table 7). It seems that few available literatures had dealing with the effect of gestation length on growth traits of rabbits. Mahsoub revealed that gestation length in V Line rabbits was detected to exert a significant source of variation on body weight at weaning [37].

Results showed significantly statistical effects of gestation length on body weight at 9 weeks of age (BW9), as well as BW9 increased with gestation length from 32 to 33 days and decreased before that, with onset in gestation length from 30 to 31 days (table 7). These results were in partial agreement with those obtained by El-Raffa [14] who found that body weight at 8 and 12 weeks of age varied

significantly with gestation length in two closed meat rabbit lines. These results support also, those reported by Mahsoub, Hanaa and Ghada [24, 27, 39]. They found that growth performance of growing rabbits varied significantly with gestation length.

There was significant effect for gestation length on daily weight gain (DWG) during the fattening period. It can be observed that DWG decreased from the period of 30 to 31 days and increased in the 32 to 33 days gestation period (table 7). This may be attributed to the fact that smaller litter size tended to increase the pregnancy period compared to larger litter size, and that rabbits born in small litters had heavier body weights and gained more weight per day than those born in large litters. Similar results were also obtained previous by Chineke et al. and Egena et al. [8, 10]. They found that gestation length was an important source of variation for body measurements, kittens born within 32-34 d had better body measurements compared to those born earlier or lately. Hanaa and Ghada found the same conclusion [24, 27].

Results showed that results litter size born alive were highly significant differences ($P \leq 0.001$) in body weight at weaning (BW4). It is apparent from these results that there was a clear trend indicated that BW4 was decreased with the increase of number of kits born alive table (8). Similarly, Mahsoub, Hanaa, and Ghada [24, 39] with V Line rabbits found that body weight at weaning decreased with the increase of litter size at birth. Another meaning, weaning weight was lower for those born in a large litter than for those born in small litter size. It seems from this study that no significant differences in weaning weight were observed between litters of 5-6 kits born alive can be attributed to the fact that each dam has a limited capacity for providing her young with nourishment during pre- and post-natal growth until weaning and accordingly the share of each young decreases, resulting in lighter weights and less gains.

Table 7. Effects of gestation length on traits characterizing growth in V Line rabbits

Differences between gestation lengths	WW (BW4w, g)	SW (BW9w, g)	DWG (4-9w, g/d)
30 – 32	- 14.10	- 47.10	- 0.90
31 – 32	- 20.90	- 58.10	- 1.10
33 – 32	- 8.32	9.50	0.74
S. E of the differences	4.12 - 11.30	11.20 - 13.90	0.40 - 0.60
P value	***	**	**

WW: weaning weight, SW: slaughter weight, DWG: daily weight gain

There were significant differences in body weight at slaughter (BW9) between the various litter sizes born alive. Results tabulated in table (8) showed that rabbits which were raised in litters of 8 kids had the best BW9 and those coming from litters of ≥ 10 bunnies had the lowest kids. BW9 decreased gradually till reach its minimum value in litters of 9 and 10 kits. Rabbits which were raised in litters of 3 kits born alive had the highest body weight and those coming from litters of 10 had the lowest. These results agreed [16, 27, 39].

In general, the primary benefit of shorter lactation length (about four weeks) which is usually used in the intensive production system is an increase in frequency of litters, resulting in more kits produced per doe per year [14]. In this respect, McNitt and Lukefahr [40], reported that if suckling period is reduced, does will produce a larger number of kits.

Table 8. Effect of number of kits born alive on body weight at 4 and 9 weeks of age in V Line rabbits

Differences between litter size born alive	WW (BW4w, g)	SW (BW9w, g)
Difference 3 – 8	127.6	122.3
Difference 4 – 8	101.3	112.0
Difference 5 – 8	84.6	90.5
Difference 6 – 8	68.0	53.2
Difference 7 – 8	35.2	43.1
Difference 9 – 8	- 16.7	- 16.5
Difference 10 – 8	- 48.1	- 54.1
SE of the differences	8.4 - 20.1	14. 2 - 28.9
<i>P</i> value	**	**

WW: weaning weight, SW: slaughter weight

It is apparent from the present results that there are significant regression coefficients of individual body weight at marketing on this covariate. In other words, weights of rabbits at 9 weeks are related with the advancement of suckling period. These results may reflect the importance of weaned kits at longer lactation length (greater than 28 days), this will lead to decrease in frequency of litter and resulting in less kits produced per doe per year. Results of the current study showed that, lactation length effect constitutes a significant source of variation in post-weaning rabbit's growth up to marketing age in V Line raised under Egyptian Environmental conditions (table 9). In agreement with these results, Xiccato et al., Kishkand Hanaa [27, 32, 40] indicated that post weaning body weight were significantly affected by length of suckling period in contrast of these results, Prayaga and Eady, Ghada [24, 48] found that lactation length had no significant effect on body weight of growing rabbits. In contrast of these results, Prayaga and Eady, Ghada[24, 48]found that lactation length had no significant effect on body weight of growing rabbits.

Table 9. Regression coefficients and standard errors for traits characterizing growth on lactation length

Trait	SW (BW9w, g)	DWG (4-9w, g/d)
Lactation period	9.59 ± 2.60	0.40 ± 0.09
Significance	***	***

*** $P \leq 0.001$

SW: slaughter weight, DWG: daily weight gain

Data in table 9 noted that the effect of lactation length was significant on daily weight gain (DWG) from weaning up to marketing age. These results support those reported by Xiccato et al. and Hanaa [27, 58]. They indicated that daily weight gains during fattening period were significantly affected by length of suckling period. Conversely, Prayaga, Eady and Ghada [24, 48] showed that daily body weight gain from weaning up to marketing age did not significantly differ with the different lactation lengths.

It was apparent from the present results that, for all growth traits studied the sire component of variance was lower than the dam component of variance table (10). These findings are in agreement with those reported by Ferraz et al., Moura et al., Khalil et al., El-Raffa, Hanaa and Ghada [14, 22, 24, 27, 36, 43].

Table 10. Sire (σ^2_s), dam (σ^2_d) and residual (σ^2_e) components of variance and total phenotypic variance (σ^2_p) for traits characterizing growth of V Line rabbits

Traits	σ^2_s	σ^2_d	σ^2_e	σ^2_p
WW	4825.30	11182.90	25799.70	41807.90
(BW4, g)	(11.54)	(26.75)	(61.71)	
SW	8311.50	12986.70	82595.20	103893.40
(BW9, g)	(8.00)	(12.50)	(79.50)	
DWG	50.54	106.33	317.07	473.94
(4-9 wk, g/d)	(10.66)	(22.45)	(66.89)	

WW, weaning weight; SW, slaughter weight; DWG, daily weight gain; the fractions of the total phenotypic variance due to random effects (%) are given in parentheses.

The marked differences between sire and dam component estimates could chiefly be attributed to the maternal genetic and environmental effect on growth traits and possibly to dominance effect. In this respect, Afifi et al. [5] reported that the doe contributes strongly to the phenotypic value of her offspring not only because of the genetic transmitted, but also due to the non-genetic maternal environment that she provides.

Also, Khalil et al. [36] explained this larger component of variance of dam effects to the variation in additive maternal and non-additive maternal (in term of lactation, litter size, litter weight, young survival etc.) and possibly due to dominance and other additive and non-additive gene interactions. Similarly, Youssef et al. [59] found that common litter effect might be accounted for common maternal environmental variation, non-additive genetic variation and any sire x dam interaction that may present.

Data in table (10) showed that the fraction of the total phenotypic variance due to dam effect was smaller for body weight at 9 weeks of age than for body weight at weaning. Also, the magnitudes of the differences between sire and dam component for growth traits decreased with the advance of age. These results give a general indication that, the maternal effects decreased as age of growing rabbits increased.

Concerning the daily weight gain during the fattening period, the differences between sire and dam components for this trait were smaller than those for body

weights. This indicate that daily weight gain during the period 4 to 9 weeks was less influenced by maternal effects than body weight at 4 and 9 weeks of age. These results are close to those found by Hanaa [27] in V Line rabbits raised under Egyptian Environmental condition. The same results showed with Ghada [24] pointed to there were a clear effect of the influence of the sire and dam on the growth characteristics and body weight of Alexandria line rabbits.

Table 11: Heritability (h^2) estimates for bodyweights and daily weightga in with stander errors of V Line rabbits.

Traits	$h^2_s \pm S.E.$
WW (BW4)	0.46 ± 0.00004
SW (BW9)	0.32 ± 0.00004
DWG (4-9 wk)	0.43 ± 0.00004

WW: weaning weight, SW: slaughter weight, DWG: daily weight gain

The results show that, heritability values were 0.46, 0.32 and 0.43 for WW, SW & DWG, respectively (table 11). The heritability of these traits in Line V raised in Alexandria has been previously estimated by Hanaa [27]. She got the same estimate for SW, but the estimates of WW were 0.47 and for DWG 0.42. Whereas, the heritability of these traits in Line V rose in Valencia were 0.2, 0.3 and 0.2 for WW, SW and DWG, respectively [23].

Hassan obtained estimates of heritabilities for weights at five and eight weeks of 0.23 and 0.36 in NZW rabbits, raised in Egypt [29]. Moura et al. [44] got estimates of heritability for weaning weight and weight at ten weeks very low (0.08) for both traits.

In this respect, El-Deghadi [13] showed that heritability estimate for body weight was higher at earlier ages 4 and 8 weeks (0.23 and 0.15) than at later age at 12 weeks (0.00). The moderate estimates of heritability would indicate that response to selection for body weights at 4 and 8 weeks were promising. Also, Ghada found that estimates of heritability for the studied growth traits of Alexandria line rabbits ranged from moderate to high. Heritability values were 0.39, 0.30 and 0.47 for WW, SW & DWG, respectively [24].

Differences between heritabilities estimates reported in the literature could possibly be due to genetic differences between breeds. Also, the genetic make-up of the flock and the selection applied will affect the value of the heritability revelations. The method of analyses used and type of corrections made to the data (statistical models used) may also affect the estimation.

It must be noted that, the higher values of heritabilities obtained for daily weight gain than this for marketing weight suggested that daily weight gain may be more heritable than body weight at marketing. Thus, it may conclude to use daily weight gain as a criterion of selection if we are looking to improve growth performance in V Line rabbits.

Conclusion:

- The high variability due to sires shows that there is a possibility to improve growth traits in this line through selection.
- The weights of growing rabbits are strongly influenced by maternal effects. The magnitude of this effect on body weight decreases with the advance of age.
- The higher heritability values obtained in this study suggest that individual daily weight gain during the fattening period seems to be the best criteria for selection, if we looking to improve growth performance, being more heritable than body weight at weaning or marketing.
- Finally, the large data set used in the present study should insure accurate estimation for the variance components and heritabilities.

References

1. Abdel-Ghany A. M. Heterosis, direct and maternal abilities of post-weaning daily gain in weight traits of two Egyptian native breeds on account of crossing with New Zealand White rabbits / A. M. Abdel-Ghany, N. S. Hassan, A. A. Amin // In Proc. 7th World Rabbit Congress, Valence. – 2000, Espagne. – P. 325-331.
2. Abdel-Ghany A. M. Crossbreeding genetic parameters of post weaning growth traits of the Egyptian acclimatized New Zealand White and native Baladi Black rabbits / A. M. Abdel-Ghany, E.G. Ahmed, N.S. Hassan // Proc. 7th World Rabbit Cong. 4- 7 July, 2000. Valencia, Spain. - P. 317-323.
3. Abdou A.M. Genetic and phenotypic parameters of productive and reproductive traits in five rabbit breeds / A. M. Abdou, A.E. Khat tab, A.E. Abou-Zeid. Egypt. Poult. Sci. 2000. – 26. - P. 1241-1252.
4. Afifi E. A. Effect of dietary protein level, fiber level, breed and other factors on rabbits' performance. 2.-growth traits, post weaning mortality, feed utilization and nutrients' digestibility of growing rabbits / E. A., Afifi, M. M. Abdella, G. A. El-Sayaad, K. S. El-Madhagi. Annals of Agricultural Science. 1990. - Moshtohor. Egypt. -P. 279 - 291
5. Afifi E. A. Environmental and genetic aspects of litter traits in NZW and Californian rabbit, under the Egyptian conditions / E. A. Afifi, K. A. Yamani, I. F. Marai, A. M. Maghawry. J. Appi Rabbit Res., 1992. - P. 334 - 351.
6. Ahmed E.G. Productive performance of different exotic strains of rabbits. / E.G. Ahmed, Ph. D. Thesis. Fac. Agric., Suez Canal Univ. Ismailia, Egypt.
7. Apori S. O. Growth and reproductive performance of two rabbit breeds reared under intensive system in Ghana / S. O. Apori. J. K. Hagan, Y. D. Osei. Trop Anim. Health Prod. 2015. 47. – P. 221–225.
8. Chineke C. A. Influence of Genotype, Sex, Litter Size and Gestation Length on Body Weights and Measurements of Rabbit at Pre-and Post-Weaning ages / C. A. Chineke, B. Agaviezor, A. G. Ologun. Nigerian Journal of Animal Science. – 2003. - 6 (1). P. 123-130.
9. De Paula M.G. Breed and some nongenetic effects on growth of Californian and New Zealand White rabbits raised in south-eastern Brazil / M.G. De Paula, J.R.

Pontes, J.B. Ferraz, J.P. Bier / Proc. 6th World Rabbit Cong. 9-12, July, 1996. Toulouse, France: 269-272.

10. Egena S. S. Genetic and Non-genetic factors affecting litter size and birth weight of rabbit in Minna, Niger State, Nigeria / S. S. Egena, G. N. Akpa, I. C. Alemede. 2013. - Animal Production, 14 (3). – P. 160-166

11. Elamin K. M. Evaluation of litter traits in Sudanese rabbits / K. M. El amin. 2011. - Development. -23, 9. – P.

12. El-Maghawry A.M.Genetic and environmental factors affecting the performance of broiler rabbits / A.M. El-Maghawry, Ph. D. Thesis. Fac. Agric., Zagazig Univ. Zagazig, 1990. - Egypt.

13. El-Deghadi A. S. Genetic evaluation for some productive traits in rabbits/ A. S. El-Deghadi. Ph. D. Thesis. Fac. Agric., Benha Univ. Benha, 2005. - Egypt.

14. El-Raffa A.M. Some factors affecting economical productive and reproductive traits in rabbits / A.M. El-Raffa. Ph. D. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, 1994. - Egypt.

15. El-Raffa A. M. Animal Model evaluation of V line rabbits raised under Egyptian conditions. 1. Litter size traits / A. M. El-Raffa. 2000. - Egyptian Poultry Science Journal, 20 (4). – P. 1003-1016

16. El-Raffa A.M.Genetic analysis for productive and reproductive traits of V line Rabbits raised under Egyptian conditions / A.M. El-Raffa,2005. -Egypt. Poult. Sci., Vol. 25 (IV) - P. 1217- 1231.

17. El-Raffa A. M. Formation of a rabbit synthetic line and primary analysis of its productive and reproductive performance / A. M. El-Raffa, 2007. - Egypt J. Poult. Sci., 27. – P. 321-334.

18. Estany J. Mixed model methodology for the estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits/J. Estany, M. Baselga, A. Blasco, J. Camacho, 1989. - Livestock Production Science, 21 (1). -P. 67-75.

19. Emara M. E. Effect of cross breeding on some productive traits in rabbits crosses among Buscat, Giza White, White Giant Flander and Balady Red breeds Egypt. M. E. Emara. – 1982. -J. Anim. Breed. Genet., 106. P.358-362.

20. Farmer C.Milk Production in sows from a teat in second parity is influenced by whether it was suckled in first parity / C. Farmer, M.F. Palin, P. K. Theil, M.T. Sorensen, N. Devillers. 2012. - Journal of animal science. - 90 (11). P. - 3743-3751.

21. Ferraz J. B. Choice of animal models for estimation of genetic parameters of reproductive, growth and slaughter traits of Californian and New Zealand / J.B. Ferraz, J.P. Eler. – 2000. -Livestock Research for Rural Development, Vol. 12, No. 2. – P.1-9

22. Ferraz J. B.Breed and environmental effects on growth and carcass traits of rabbits / J.B. Ferraz, R.K. Johnson, J.P. Eler. 1991. - J. Appl. Rabbit Res. 14. - P. 180-186.

23. García M. L.Estimation of correlated response on growth traits to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population and genetic trends / M.L. García, M. Baselga, M. 2002. - Livestock Production Science, 78 (2). - P. 91-98.

24. Ghada M. M. Genetic evaluation for paternal line of rabbit (Alexandria line) under selection for daily weight gain / M. M. Gada. M.Sc., Fac. Agric. Poult. Prod. Department, Alex. Univ., 2018. Egypt.
25. Gómez E. A. Comparison of carcass characteristics in five strains of meat rabbit selected on different traits / E.A. Gómez, M. Baselga, O. Rafel, J. Ramon, J.1998 - *Livestock Production Science*, 55 (1). – P. 53-64.
26. Gupta B. R. Effect of genetic and non-genetic factors on post-weaning body weights and carcass traits of broiler rabbits / B.R. Gupta, V.P. Rao, C.E. Reddy, A. Satyanarayana, P.P. Reddy. 2002. - *Indian J. Anim. Sci.*, 72 (1) . – P. 70-74.
27. Hanaa A. Genetic evolution of some economic traits in amaternal line of rabbits / A. Hanaa. Ph. D. Thesis. Fac. Agric., Alexandria Univ., Alexandria, 2014. -Egypt.
28. Hanna M.F. Studies on some productive traits in rabbits / M.F. Hanna, M. Sc. Thesis. Moshtohor Fac. Agric., Zagazig Univ., Benha Branch. Moshtohor, Toukh, Qalyoubiya, 1992. - Egypt.
29. Hassan N. S.New Zealand White rabbits BLUP for post-weaning individual body weight under Egyptian conditions / N.S. Hassan, 8th World Rabbit Congress – September 7-10, 2004 – Puebla, Mexico.
30. Henderson C. R.Theoretical basis and computational methods for a number of different Animal Models / C.R. Henderson. 1988. - *J. Dairy Sci.* 71 (Suppl. 2). – P. 1-16.
31. Iyeghe-Erakpotobor G. T. Influence of breed and environmental factors on litter parameters of rabbits raised in a semi humid environment / G.T. Iyeghe-Erakpotobor, R.O. Balogun, M.E. Abdulmalik, A.I. Adeyinka. 2001. *Nig. J. of Animal Prod.*, 28. – P. 14-19.
32. Kishk W. H. Effect of suckling period on body physical characteristics and blood serum metabolites in growing rabbits / W.H. Kishk, 2010. - *Egyptian J. Anim. Prod.*, 47 (2). – P. 117-123.
33. Khalid M.A. Environmental studies on growth and reproduction traits in rabbits / M.A. Khalid, M. Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Zagazig University, 2000. - Egypt
34. Khalil M. H. Genetic evaluation for growth traits and thermo tolerance parameters in synthesizing program of new rabbits / M.H. Khalil, A.H. Homidan. 2014. *Animal Biotechnology*, 1 (7). P.1-10
35. Khalil M.H.A genetic analysis of body weight traits in young Bauscat and Giza White rabbits / M.H. Khalil, E.A. Afifi, J.B. Owen. 1987. - *Anim. Prod.*, 45. – P. 135-144.
36. Khalil M.H. Genetic aspects and litter- size correction factors for post weaning growth in New Zealand White and Californian rabbits / M.H. Khalil, A.M. Soliman. 1993. - *Egypt. J. Rabbit Sci.*, 3 (2). – P. 199-217.
37. Lavara R. Genetic parameter estimates for semen production traits and growth rate of a paternal rabbit line / R. Lavara, J.S. Vicente, M. Baselga. 2011. - *J. Anim. Breed.* 128 (1). – P. 44-51.

38. Maertens L. E. Rabbit milk: A review of quantity, quality and non-dietary affecting factors / L.E. Maertens, F. Lebas, Z.S. Szendro. 2006. - World Rabbit Science, 14 (4). - P. 204-230.
39. Mahsoub H.M. Some factors affecting productive traits in V-Line rabbits raised under Egyptian conditions / H.M. Mahsoub. M. SC. Thesis. Fac. Agric., Alexandria Univ., Alexandria, 2007. Egypt.
40. McNitt, J. I. Breed and environmental effects on postweaning growth of rabbits / J.I. McNitt, S.D. Lukefahr. 1993. - J. Anim. Sci. 71. – P. 1996-2005.
41. Meshreky S. Z. Growth performance, carcass traits, physiological response and economic efficiency of Baladi Red, V-line rabbits and their cross under Egyptian environmental conditions / S. Z. Meshreky, S.A. Gad Alla, M. M. Arfa. 2005. - In Proc.: 4th Inter. Conf. Rabbit Prod. Hot Climates. 24-27 Feb., 2005, Sharm El-Sheik, Egypt. 197 (Vol. 210).
42. Morde R. A. Linear models for the prediction of animal breeding values / R. A. Morde R. A. 2005. - 2nd ed. CAB International. Cornwall Press. Trowbridge, UK. 208 pp.
43. Moura A. S. Genetic study of individual performance from weaning to slaughter in Selecta rabbits / A.S. Moura, R. Polastre, M. J. Carmelo. 1991. Journal of Applied Rabbit Research. 14. – P. 228-234.
44. Moura A. S. Variance components and response to selection for reproductive, litter and growth traits through a multi-purpose index / A. S. Moura, A. R. Costa, R. Polastre. 2001. - World Rabbit Science, 9 (2). – P. 77-92
45. Ouyed A. Heterosis, direct and maternal additive effects on rabbit growth and carcass traits from a Canadian experiment / A. Ouyed, J. Rivest, J. M. Brun. 2011. - World Rabbit Science, 19, - P. 31–41.
46. Pasupathi K. Factors influencing pre-weaning growth of rabbits under farm condition / K. Pasupathi, M. Sakthivel, H. Gopi, D. Balasubramanyam, M. Babu. 2014. - Int. J. Sci. Eng. Tech. Res., 3 (9). – P. 2301-2303.
47. Patterson H. Recovery of interblock information when block sizes are unequal / H. Patterson, R. Thompson, R. 1971. - Biometrika 58. – P. 545-554.
48. Prayaga K. C. Performance of purebred and crossbred rabbits in Australia: Individual growth and slaughter traits / K. C. Prayaga, S. J. Eady. 2003. - Aust. J. Agric. Res. 54. – P. 159-166.
49. Rastogi R.K. Doe and kit performance in a small rabbit population from subtropical Trinidad / R. K. Rastogi. 2001. - World Rabbit Sci. 9. – P. 65-68.
50. Saleh K. Evaluation of Spanish Synthetic Line V, Baladi Black rabbits and their crosses under Egyptian conditions. 3- Individual body weight / K. Saleh, R. Nofal, H. Younis, G. Abou Khadiga. 2005. - Proc. 4th Int. Conf. on Rabbit Prod. in Hot Clim. 24-27 Feb., 2005. Sharm El-Sheikh, Egypt. – P. 9-45.
51. Saleh K. Evaluation of line V, Baladi Black rabbits and their crosses under Egyptian conditions. 2. Litter weight and mean kit weight / K. Saleh, R. Nofal, H. Younis, G. Abou Khadiga. 2005. - In: Proc. 4th Int. Conf. Rabbit Prod. Hot Climates, 24-27 Feb., Sharm El-Sheikh, Egypt. – P. 31- 37.
52. Singh U. Estimates of genetic and non-genetic parameters of growth and reproductive traits in New Zealand White rabbits under sub-temperate Himalayan

conditions in India / U. Singh, S.R. Sharma, R. S. Bhatt, Bhasin, K. S. Risam. 2003. - Egypt. J. Rabbit Sci. 13. – P. 1-9.

53. Sivakumar K. Analysis of production and reproduction performances of soviet Chinchilla and white giant rabbits in tropical climatic conditions of India / K. Sivakumar, A. K. Thiruvankadan, V. R. Saravana Kumar, Muralidharan, A. D. Prakash Singh, R. Saravanan, M. Jeyakumar. 2013. - World Rabbit Sci., 21. – P. 101-106.

54. Statistical Analysis Systems Institute (SAS) (2004): Statistical analysis system, SAS Users Guide; Statistics SAS Institute Inc., Editors Cary” NC.

55. Szendrő Zs. The nutritional status of foetuses and suckling rabbits and its effects on their subsequent productivity: A review / Zs. Szendrő. 7th World Rabbit Congress, July, 4-7, Valencia, 2000. Spain, Vol. 1, (Management and Economy).

56. Toson, M. A. Evaluation of purebred and crossbred rabbits for growth and carcass traits / M. A. Toson, M. T. Sallam, B. A. Uohana. 1999. - Egypt. Poult. Sci. 19. – P. 53-70.

57. Weigel K.A. Improving estimates of fixed effects in a mixed linear model / K.A. Weigel, D. Gianola, R.J. Tempelman, C.A. Matos, I. H. Chen, T. Wang, R. Bunge, L.L. Lo. 1991. - J. Dairy Sci. 74. – P. 3174-3182.

58. Xiccato G. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does / G. Xiccato, A. Trocino, A. Sartori, P. Queaue. 2004. - Livestock Production Science, 85 (2-3). – P. 239-251.

59. Youssef, M. K. Genetic evaluation for post weaning body weight traits in three genetic groups of rabbits under Egyptian conditions / M. K. Youssef, A. Farid, S. A. Gad-Alla, M. A. Abo-Warda. 2009. - 5th International Poultry Conference 10-13 March 2009. Taba Egypt.

60. Youssef M. K. The productive performance of purebred and crossbred rabbits / M. K. Youssef, M. Se (Doctoral dissertation, Thesis, Fac. of Agri., Moshtohor, Zagazig University, Banha Branch, 1992, Egypt).

61. Zaky H. I. Effects of genetic and non-genetic factors on litter traits in crosses of two rabbit strains under desert conditions / H. I. Zaky. 2001. - Egypt. Poult. Sci. 21. – P. 627-640.

УДК 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.36-54>

ГЕНЕТИЧНА ОЦІНКА ОЗНАК РОСТУ КРОЛІВ У МАТЕРИНСЬКИХ ЛІНІЙ V В УМОВАХ ЄГИПТУ

¹Intesar M. Ali, ²M. K. Shebl, ²A. E. El-Raffa,²A. M. Abd El-Had, ¹Amira. S. El-Deghadi.

¹Аграрний дослідницький центр (ARC), Інститут досліджень тваринництва (APRI), Доккі, Гіза, Єгипет, amira872002@gmail.com.

²Кафедра птахівництва, факультет аграрних наук, Александрійський університет, Александрія, Єгипет.

Метою цього дослідження була оцінка продуктивності материнської лінії кролів (лінія V). На масу тіла під час відлучення (WW), забійну масу (SW) та середньодобовий приріст у віці 4–9 тижнів (DWG) впливала низка випадкових і не випадкових чинників, зокрема рік народження, місяць народження, стать, порядковий номер окролу, тривалість вагітності, кількість народжених живих кроленят та тривалість лактації у кролів лінії V. Дослідження проводилося на племінному маточному поголів'ї кролів науково-дослідного центру з птахівництва факультету сільського господарства Олександрійського університету. Оцінка середніх значень за методом найменших квадратів показала, що WW достовірно змінювалася залежно від року народження ($P \leq 0,001$). SW знизилася на 250,6 г з першого до шостого року окролу. DWG у першому році (2013 р.) була вищою на 5,87 г порівняно з другим роком та на 7,1 г порівняно з шостим роком (2020 р.). Найнижчі середні значення спостерігали у кроленят, народжених у липні та серпні, тоді як найвищі – у тих, що народилися у листопаді та березні за показником WW. Вплив місяця народження був значущим ($P \leq 0,001$) для WW, SW та DWG. Достовірних відмінностей між статями для WW ($P \leq 0,05$) не виявлено, однак встановлено значні відмінності між статями для SW та DWG. Загалом встановлено значний вплив порядкового номера окролу ($P \leq 0,001$) на показники росту. Тривалість вагітності не мала суттєвого впливу на WW, проте достовірно впливала на SW та DWG. Кількість народжених живих кроленят мала достовірний вплив на WW та SW ($P \leq 0,001$). Тривалість лактації достовірно впливала на SW та DWG. Для всіх досліджуваних ознак росту дисперсія за батьківським компонентом була нижчою, ніж за материнським. Значення коефіцієнтів спадковості становили 0,46; 0,32 та 0,43 для WW, SW та DWG відповідно.

UDC 636.92.087.

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.55-62>**INTEGRATION OF BLUP MODELS AND MOLECULAR-GENETIC ANALYSIS IN THE SELECTION OF POLTAVA SILVER RABBIT BREED**Shevchenko E. A., *candidate of agricultural sciences,*Honchar O. F., *candidate of agricultural sciences, senior researcher,*Havrysh O.M., *candidate of agricultural sciences, senior researcher.*

*Cherkassy Experimental Station of Bioresources of NAAS. Cherkasy. Ukraine.
bioresurs.ck@ukr.net*

The study presents the results of a comprehensive genetic and breeding evaluation of Poltava Silver breed rabbits using the BLUP AM methodology combined with an analysis of polymorphisms in the myostatin (MSTN) and progesterone receptor (PGR) genes. The analysis of allele and genotype frequencies demonstrated that the population meets Hardy–Weinberg equilibrium for the MSTN gene and revealed a two-cluster structure for the PGR gene, which is due to the intensive selective use of certain lines, particularly the Hraf line. The frequency of the T allele (MSTN) significantly exceeded that of C, while the A allele (PGR) predominated over G. A positive fixation index (F) for MSTN indicates a predominance of heterozygotes and an adequate level of genetic diversity.

The developed BLUP AM selection index, integrated with molecular-genetic data, enabled a comprehensive assessment of both meat productivity and reproductive performance. According to the BLUP evaluation results (2022–2024), the highest breeding values were obtained for males 1727215, 2118127, 1847213, 1871817, and 1894136 (up to +0.157) with high reliability of estimation (REL up to 81.3%). A correlation was found between the number of daughters included in the evaluation and EBV accuracy ($r = 0.512$). Line 1871817 showed the highest values for the MSTN gene (BLUP 1385, EBV 1.458) and superiority in reproductive traits compared with line 1811231 (BLUP 5.81 vs. 5.68); both lines were characterized by high selection potential and stability of prediction (REL 0.603–0.615). The obtained results confirm the effectiveness of integrating molecular-genetic markers into breeding programs for Poltava Silver breed rabbits and demonstrate the promise of using BLUP and G-BLUP models to increase the accuracy of genetic evaluations and enable early prediction of animals' breeding potential.

Keywords: rabbits, index evaluation, BLUP, MSTN, PGR, breeding value, genetic polymorphism.

Introduction. Modern breeding programs in animal husbandry, particularly in rabbit breeding, aim at the systematic improvement of the genetic potential of populations. This can be achieved through the intensive use of animals with high breeding value; however, accurately predicting the expression of quantitative and qualitative traits is complicated by the significant influence of polygenic factors and the diversity of rearing conditions [1–3]. Traditional evaluation methods often do

not fully account for the complex relationships between genotype, environment, and animal relatedness, which reduces the accuracy of breeding decisions [4, 5].

In this context, modern methods of genetic evaluation gain particular importance, especially the inclusion of gene polymorphism data associated with economically important traits into breeding models. In rabbit breeding, informative genes include those affecting meat productivity (notably, the myostatin gene) and reproductive traits (notably, the progesterone receptor gene) [6–12]. The integration of molecular-genetic approaches with traditional breeding methods provides a more comprehensive and reliable assessment of animals, allows for more informed selection of parental pairs, and enhances the efficiency of breeding programs [13]. In particular, the BLUP method allows for simultaneous consideration of familial relationships among animals, as well as fixed and random effects, enabling unbiased and highly accurate estimates of breeding value [14–17]. This makes breeding decisions more scientifically grounded, ensuring a consistent increase in genetic progress.

In Ukraine, studies on genetic polymorphism in rabbits and its integration with BLUP evaluation remain limited. Therefore, the aim of our work was to investigate the association of polymorphic variants of specific genes in Poltava Silver breed rabbits with the expression of economically important traits, as well as to perform BLUP evaluation to optimize animal selection and improve the efficiency of breeding programs.

Materials and methods. For the experiments, blood samples from Poltava Silver breed rabbits ($n = 500$) were collected from the ear vein using a disposable syringe and a Vacutainer-type vacuum system with either ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) or sodium citrate as anticoagulants. The animals were maintained under the conditions of the rabbit farm at the Cherkasy Experimental Bioresource Station of NAAS, and were evaluated according to the “Instructions for Rabbit Appraisal” [18]. DNA was isolated from blood using the standard commercial kit “DNA-Sorb V” following the manufacturer’s recommendations. Amplification of the myostatin and progesterone receptor genes was performed, followed by restriction digestion using primers and restriction enzymes described in the studies by Fontanessi (2008) and Argente (2010) [6, 12]. Electrophoretic separation of the restriction DNA fragments was carried out in a 2% agarose gel using Tris-borate electrophoresis buffer. The results were visualized on a transilluminator under ultraviolet light at a wavelength of 300 nm after staining the gel with ethidium bromide.

The BLUP evaluation of male rabbits was based on the mixed model equation:

$$y = Xb + Zu + e \quad (1);$$

where: y is the vector of observations of dimension N ; b is the vector of fixed effects of dimension p ; u is the vector of random effects of dimension q ; e is the vector of residual effects of dimension N ; X is the incidence matrix for fixed effects; Z is the incidence matrix for random effects.

The reliability of BLUP estimates (REL) was calculated using the following formula:

$$REL = \frac{n}{n + \frac{4}{h^2} - 1} \quad (2);$$

where **n** is the number of the rabbit offspring and h^2 is the heritability coefficient

Statistical data analysis was performed using Statistica v. 10, GenStat v. 11, and BLUPF90 [19, 20]. For the calculation of population-genetic parameters, the computer program Popgene v. 1.32 was used.

Results of research. Analysis of the MSTN gene polymorphism (C34T) showed that the T allele occurs more frequently in the rabbit population than the C allele, exceeding it by 11% ($p = 0.05$) (table 1).

Table 1. Genotype distribution of CC, CT, and TT of the MSTN gene in Poltava Silver breed rabbits (n = 300)

Distribution	CC		CT		TT	
	Count	%	Count	%	Count	%
Actual	12,0	23,5	24,0	47,1	15,0	29,4
Expected	11,3	22,2	25,4	49,8	14,3	28,0
Statistics	df=2, st =5,99, f=0,02, p>0,05					

Notes: df – degrees of freedom, χ^2 – Pearson's chi-square test, p – significance level.

This indicates a predominance of the T allele in the studied animal lines. The PGR gene polymorphism (G2464A) showed a similar trend: the frequency of the A allele was higher than that of the G allele by 7.2% ($p < 0.05$), indicating its prevalence among rabbits in the overall sample. It was found that there was no statistically significant difference in the distribution of myostatin gene alleles

between male and female Poltava Silver breed rabbits ($df=1$, $\chi^2_{st}=3,84$, $\chi^2_f=0,007$, $p<0,05$). Analysis of the observed and expected genotype distribution of Poltava Silver rabbits for the myostatin gene polymorphic variants showed that the population structure conforms to the Hardy–Weinberg equilibrium ($df=2$, $\chi^2_{st}=5,99$, $\chi^2_f=0,034$, $p>0,05$).

Based on the genotyping results of female Poltava Silver breed rabbits for the G2464A polymorphism of the PGR gene, the observed genotype distribution showed that the proportion of GG homozygotes was 18.3% (300 individuals), while the proportion of AA homozygotes was almost twice as high (31.7%). Heterozygous GA females accounted for 50% of the total examined sample (table 2).

The genetic diversity of Poltava Silver breed rabbit lines was assessed using Wright's fixation index (F). A positive F value was obtained for MSTN, indicating the presence of a predominance of heterozygous individuals in the population.

Table 2. Observed genotype distribution of female Poltava Silver breed rabbits for the progesterone receptor gene polymorphism (n = 300)

Genotype	Count, n	Proportion, %
GG	55	18.3
GA	150	50.0
AA	95	31.7
Together	300	100

The inbreeding coefficient (F_{IS}) differed between the two genes. For MSTN, it was higher, which may indicate a slight deficit of heterozygotes, whereas for PGR, F_{IS} was low, suggesting greater adherence to panmixia and a lower risk of inbreeding in the studied lines (table 3).

Table 3. Heterozygosity and Wright's fixation index of Poltava Silver breed rabbits for the MSTN gene C34T and PGR gene G2464A polymorphisms

Gene	Heterozygosity		Wright's fixation index
	H_o	H_e	
MSTN	0,471	0,487	-0,05
PGR	0,491	0,530	-0,08

A selection index was proposed for evaluating the breeding value of rabbits based on reproductive performance and average daily gains, calculated using BLUP AM estimates. It included the following data: y – vector of observations; b – vector of fixed effects; g – vector of fixed effects of genotypes for individual polymorphic variants of the MSTN and PGR genes; a – vector of random additive genetic effects; e – vector of residuals; and X , W , Z – the corresponding incidence matrices. This selection index can be applied in different rabbit breeding systems, taking into account the technological features of each system (reproduction rhythm, timing of weaning). BLUP indices for assessing the breeding value of male Poltava Silver breed rabbits based on the reproductive performance of their daughters (number of weaned kits at 35 days per female) were distributed similarly.

The highest BLUP index values were observed for males 1727215 (+0.140), 2118127 (+0.087), and 1514156 (+0.045). These corresponded to relative breeding values of 102.3%, 101.5%, and 100.7%, respectively. The highest absolute breeding values were observed in males 1727215 (+0.199), 2118127 (+0.357), and 1522145 (+0.046), for which the BLUP indices were calculated. The reliability of the breeding value estimates for the rabbits ranged from 70.1% to 75.9%.

The values of the selection index for Poltava Silver breed rabbits ranged from 0.015 to +0.157. It was found that in the dataset of Poltava Silver breed rabbits used for animal evaluation, the quantitative composition of the sires that were assessed became more uniform over the period 2022–2025.

To evaluate the selection potential of rabbits from two lines (1871817 and 1811231), the G-BLUP method was applied, taking into account polymorphisms of the MSTN and PGR genes. According to MSTN indicators, line 1871817 was

characterized by a BLUP index of 1385, EBV of 1.458, and REL of 1.847, indicating a high selection potential and reliable performance prediction. Line 1811231 showed slightly lower values – BLUP 1342, EBV 1.392, and REL 1.805 – which also reflect good breeding value, but with slightly lower stability of the estimates.

Regarding reproductive performance based on the PGR polymorphism and the number of weaned kits, line 1871817 had a BLUP index of 5.81, EBV of 0.292, and REL of 0.615, whereas line 1811231 had a BLUP index of 5.68, EBV of 0.274, and REL of 0.603. This indicates a potentially high reproductive potential for both lines, with line 1871817 showing a slight advantage.

Analysis of the evaluation results as of 2025 revealed a relationship between the number of daughters involved in the assessment and the strength of the association between the obtained breeding value estimates (table 4). The correlation based on the number of daughters used to calculate the EBV index was 0.512 ($p > 0.05$). The highest BLUP index values were observed for males 1847213 (+0.157), 1871817 (+0.149), and 1894136 (+0.154). These corresponded to relative breeding values of 103.3%, 101.5%, and 100.7%, respectively. The reliability of the breeding value estimates for the rabbits ranged from 75.1% to 81.3%.

Table 4. Correlation between BLUP indices of male Poltava Silver breed rabbits and the average productivity and reproductive performance of their daughters (n = 500)

BLUP-index	Productivity and reproductive performance of daughters	Selection-genetic index
Productive traits	+0,71*	+0,82*
Reproductive traits	+0,78*	+0,67

Note: * $p > 0.05$

As a result of the conducted research, a comprehensive BLUP AM evaluation of the breeding value of Poltava Silver breed rabbits was performed, taking into account polymorphisms of the myostatin (MSTN) and progesterone receptor (PGR) genes, as well as the influence of paratypic factors. The results obtained confirm the importance of integrating molecular-genetic data into breeding programs to improve the accuracy of genetic predictions. At the same time, the assessment of sire breeding values based on meat and reproductive performance allowed the identification of animals with the highest selection advantages. The G-BLUP analysis performed for two lines (1871817 and 1811231) confirmed the effectiveness of using MSTN and PGR markers in predicting breeding value, demonstrated correlations between genotype and phenotype, and proved the feasibility of applying molecular-genetic support in rabbit breeding.

The data obtained indicate that the combination of BLUP models and genetic markers provides a more accurate and comprehensive assessment of breeding

potential, and, therefore, represents a promising tool for enhancing the efficiency of selection programs in rabbit breeding.

Conclusions. In this study, a population-genetic analysis of molecular polymorphisms in rabbits was conducted for the C34T MSTN and G2464A PGR genes. Using the G-BLUP method, genetic variability between lines was demonstrated for live weight and the number of weaned kits, allowing the selection of animals with superior genetic traits for further breeding.

References

1. Shevchenko E.A., Kolylov K. V. Genomna ta BLUP ocinka kroliv novozelandskoi biloi porody riznoi liniynoi prinadleznosti. *Biologia tvaryn*. 2014. Tom 16, № 1. – С. 6-12.
2. Using DNA markers in selective breeding with different kinds of Ukraine farm animals / E. Shevchenko, et al. *Животновъдни Науки (Journal of animal science)*. 2013. Т.50, no. 4. S. 73-79.
3. Gonchar O.F., Shevchenko E. A. Zastosuvannya metodiv genomnoi selekcii pri doslidzenni kroliv novozelandskoi biloi porody *Efektivne krolivnictvo i zvirivnictvo*. 2018. Vyp. 4. S. 46-54.
4. Gonchar O.F., Shevchenko E. A. Viktoristannya riznih metodiv BLUP v indeksniy ocinci kroliv porody Poltavske Sriblo. *Efektivne krolivnictvo i zvirivnictvo*. 2024.Vyp. 10. S. 22-30.
5. Gonchar O.F., Shevchenko E. A. Genetic potential of Poltava silver breed rabbits: G-BLUP evaluation based on polymorphism of MSTN and PGR genes. *Efektivne krolivnictvo i zvirivnictvo*. 2025. Vyp. 11. S. 19-27.
6. Analysis of candidate genes for meat production traits in domestic rabbit breeds / L. Fontanessi et al. *9th World Rabbit congress*, Verona, Italy. 2008. P. 79–83.
7. Bindu K., Raveendran A., Antony S. Association of myostatin gene (MSTN) polymorphism with economic traits in rabbits. [Fibre production in South American camelids and other fibre animals](#), 2012. P. 131-133.
8. Rapid genotyping of MSTN gene polymorphism using high-resolution melting for association study in rabbits / J. Peng et al. *Asian Australasian Journal of Animal Science*. 2013. Vol. 26. P. 30-35.
9. Rafayova A., Lieskova Z., Kovacik A. Detection of MSTN polymorphism in rabbit. In *Lucrari stiintifice Zootehnie si Biotehnologii* 2009. № 42. P. 637–641
10. Markowska A., Rafayova A., Trakovicka A. Detecting presence of C/T polymorphism at position 34 intron of the myostatin gene in rabbits. In *International Scientific Symposium for PhD Students and Agricultural Colleges*, Abstract book Zakopane. 2010. 29 p.
11. Identification of single-nucleotide polymorphism in the progesterone receptor gene and its association with reproductive traits in rabbits / M. Peiro et al. *Genetics*. No. 180. P 1699–1705.
12. Candidate gene analysis for reproductive traits in two lines of rabbits divergently selected for uterine capacity / M. J. Argente et al. *Journal of Animal Science*. 2010. No. 88. P. 828–836

13. The correlations between polymorphism of growth hormone receptor gene and butcher traits in rabbit / X. S. Deng et al. *Yi Chuan*. 2008. Vol. 30, no. 11. P. 1427–1432.
14. Henderson C. R. Estimates of changes in herd environment. *Journal dairy science*. 1949. No. 8. P. 706-709.
11. Henderson C. R. Estimates of variance and co variance components. *Biometrics*. 1953. No. 9. P. 226-229
15. R. A. Mrode Linear models for the prediction of animal breeding values – 2nd ed. CABI Publishing. 2005.
16. Loussouarn V., Robert R., Garreau H. (2012). Selection for weaning weight in Hyla breed: genetic parameters and trends. In *Proc. 10th World Rabbit Congress, Sharm El- Sheikh, Egypt*. 2012. P. 189-193.
17. 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.
18. Instrukciya z bonityvannya kroliv. Ofic. vyd., chinniy vyd 25.09.2003 № 351 K., (2003). 86 s.
19. BLUPF90 Family of Programs. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php>
20. Misztal I., Lourenco D., Aguilar I., Legarra A., Vitezica Z. (2015). Manual for BLUPF90 Family of Programs. University of Georgia; Athens, GA, USA:

УДК 636.92.087.

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.55-62>

ІНТЕГРАЦІЯ BLUP-МОДЕЛЕЙ І МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ В СЕЛЕКЦІЇ КРОЛІВ ПОРОДИ ПОЛТАВСЬКЕ СРІБЛО

Шевченко Є. А., Гончар О. Ф., Гавриш О.М., bioresurs.ck@ukr.net

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН

У роботі представлено результати комплексної генетичної та селекційної оцінки кролів породи полтавське срібло із застосуванням методології BLUP AM у поєднанні з аналізом поліморфізму генів міостатину (MSTN) та прогестеронового рецептора (PGR). Аналіз частот алелів і генотипів засвідчив відповідність популяції рівновазі Харді–Вайнберга за геном MSTN та виявив двокластерну структуру за геном PGR, що зумовлено інтенсивним селекційним використанням окремих ліній, зокрема лінії Графа. Частота алеля T (MSTN) достовірно перевищувала C, а алель A (PGR) переважав над G. Позитивний індекс фіксації F для MSTN вказує на перевагу гетерозигот і достатній рівень генетичного різноманіття.

Розроблений селекційний індекс BLUP AM, інтегрований із молекулярно-генетичними даними, дозволив комплексно оцінити як м'ясну продуктивність, так і відтворну здатність тварин. За результатами BLUP-оцінки (2022–2024) найвищі значення племінної цінності отримали самці 1727215, 2118127,

1847213, 1871817 та 1894136 (до +0,157) з високою надійністю оцінки (REL до 81,3 %). Виявлено кореляцію між кількістю дочок у оцінці та точністю EBV ($r = 0,512$). Лінія 1871817 продемонструвала максимальні значення за геном MSTN (BLUP 1385, EBV 1.458) і перевагу за репродуктивними ознаками порівняно з лінією 1811231 (BLUP 5.81 проти 5.68), обидві лінії характеризувалися високим селекційним потенціалом і стабільністю прогнозу (REL 0.603–0.615). Отримані результати підтверджують ефективність інтеграції молекулярно-генетичних маркерів у селекційні програми кролів породи полтавське срібло та демонструють перспективність використання BLUP і G-BLUP моделей для підвищення точності генетичної оцінки й раннього прогнозування селекційного потенціалу тварин.

Ключові слова: кролі, індексна оцінка, BLUP, MSTN, PGR, племінна цінність, генетичний поліморфізм.

УДК 577.1/2:615.099:636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.63-74>**ПРОДУКТИВНІ ПОКАЗНИКИ МОЛОДНЯКА КРОЛІВ ПРИ
ВИКОРИСТАННІ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ «НУТРИЛ SE»**¹Барило Б. С., канд. с. г. наук, доцент,¹Луник Ю.М., канд. с. г. наук, доцент,¹Кацараба О.А., канд. вет. наук, доцент,¹Лобойко Ю.В., д-р с. г. наук, професор,²Сачук Р. М., д-р вет. наук, професор,¹Лецишин І.С., асистент.

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С. З. Гжицького,
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

²Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Пластова, 29-а,
м. Рівне, 33028, Україна sachuk.08@ukr.net

У статті наведено результати науково-господарського дослідження, присвяченого оцінці впливу водорозчинної кормової добавки «Нутріл Се» на продуктивні та біологічні показники молодняка кролів каліфорнійської породи в період відгодівлі. Актуальність роботи зумовлена необхідністю підвищення ефективності кролівництва шляхом оптимізації годівлі, зокрема використання сучасних кормових добавок, що містять комплекс вітамінів, незамінних амінокислот і мікроелементів, зокрема селену, який відіграє важливу роль у метаболічних процесах, імунному захисті та рості тварин.

Дослідження проводилися в умовах приватної кролеферми Рівненської області у 2024–2025 роках на 160 головах 43-денного молодняка кролів, яких було розподілено на контрольну та три дослідні групи за принципом пар-аналогів. Кролі контрольної групи отримували основний раціон без добавки, тоді як тваринам дослідних груп з водою для напування згодовували кормову добавку «Нутріл Се» у дозах 0,25; 0,5 та 1,0 мл на голову на добу відповідно, за рекомендованою схемою застосування. Протягом експерименту оцінювали динаміку живої маси, абсолютні, середньодобові та відносні прирости, а також показники збереженості молодняка.

Встановлено, що ефективність впливу добавки істотно залежала від рівня її введення до раціону. Найкращі результати отримано у другій дослідній групі, де застосовували «Нутріл Се» у дозі 0,5 мл/гол./добу. У цих тварин відмічено достовірне підвищення інтенсивності росту, найбільший абсолютний приріст живої маси за весь період відгодівлі (1800 г), вищі середньодобові прирости та максимальну живу масу на момент забою у 77-добовому віці, яка перевищувала контроль на 0,11 кг (3,55%; $p \leq 0,001$). Водночас збереженість молодняка у цій групі становила 100%, що свідчить

про добру переносимість добавки та її позитивний вплив на загальний фізіологічний стан тварин.

Застосування добавки у нижчій (0,25 мл/гол./добу) та вищій (1,0 мл/гол./добу) дозах не забезпечувало аналогічного позитивного ефекту та супроводжувалося зниженням продуктивних показників і, у випадку максимальної дози, зменшенням збереженості поголів'я. Отримані результати доводять доцільність використання кормової добавки «Нутріл Се» в оптимальній дозі 0,5 мл на голову на добу як ефективного засобу підвищення продуктивності та зоотехнічних показників молодняка кролів у промислових і фермерських господарствах.

Ключові слова: кролівництво, молодняк кролів, кормова добавка, «Нутріл Се», жива маса, інтенсивність росту, абсолютний приріст, середньодобовий приріст, збереженість, відгодівля.

Актуальність. Продовольча безпека країни за основними продуктами харчування є одним із головних завдань будь-якої держави, маючи вирішальне значення для добробуту та стабільності країни.

Сільське господарство сьогодні перебуває на етапі активного розвитку, і в цій ситуації важливим завданням є не лише збільшення обсягу виробництва тваринницької продукції, а й виконання вимог щодо її якості, економічної вигоди та затребуваності на ринку.

Унікальною особливістю кролів, є їхня висока плодючість та швидкість росту, що дозволяє швидко отримувати значну кількість продуктів забою [1-6].

У сучасних умовах ведення галузі кролівництва акцент зроблено на розведенні та утриманні кролів, тоді як питання їхньої годівлі, включаючи використання добавок, залишаються менш вивченими [7-8].

Актуальною залишається проблема застосування різних кормових добавок, мультивітамінних комплексів, які містять не лише мікро- та макроелементи, а й незамінні амінокислоти, вітаміни, для збагачення раціонів кролів [9-11].

Кормова добавка «Нутріл Се» є однією з відносно нових добавок, яка знайшла застосування в різних галузях тваринництва. Проте до теперішнього часу вона не набула широкого поширення у сфері кролівництва. У зв'язку з цим, дослідження впливу кормової добавки на основі мультивітамінів та есенціальних амінокислот на зоотехнічні показники на сьогодні становить особливу актуальність.

Мета досліджень - вивчити та оцінити продуктивні і біологічні показники молодняка кролів за використання кормової добавки «Нутріл Се».

Матеріали і методи досліджень. В умовах приватної кролеферми особистого селянського господарства Мацкевич В.В. с. Тучин Рівненського району Рівненської області, в період з 2024 по 2025 роки проводилися науково-господарські досліді, присвячені вивченню впливу кормової добавки «Нутріл Се» (O.L.KAR, Україна) на продуктивні та біологічні показники молодняка кролів.

«Нутріл Се» в 1 кг містить 20000000 МО вітаміну А, 1250 мг вітаміну В₁, 2500 мг вітаміну В₂, 1750 мг вітаміну В₆, 7,5 мг вітаміну В₁₂, 20000 мг вітаміну С, 1000000 МО 5 вітаміну К₃, 6500 мг кальцію пантотенату, 18000 мг нікотинамід, 40 мг фолієвої кислоти, 4000 мг лізину, 4000 мг метіоніну, 600 мг триптофану та 33 мг селену. Вона має вигляд жовтого кристалічного порошку зі слабким специфічним запахом. Препарат має фасування у поліетиленових пакетах з фольги по 15 г і 100 г, у пластикових банках по 0,5 і 1 кг та поліетиленових мішках по 25 кг. Вміст одного пакета 15 г «Нутріл Се» розчиняли у 30 л води для пиття.

Протягом трьох місяців, із серпня по жовтень 2025 року, на кролівничій фермі Мацкевич В.В. проводився науковий експеримент з вивчення біологічної дії та визначення оптимального дозування нової кормової добавки «Нутріл Се». Для цього було відібрано 160 голів молодняка кролів у віці 43 днів каліфорнійської породи, яких було розділено на чотири групи по 40 голів у кожній. Відлучення молодняка від кролематок здійснювали згідно з виробничим календарем підприємства на 2025 рік. Після відлучення всіх кролів було зважено та розподілено за принципом пар-аналогів з урахуванням віку, живої маси та фізіологічного стану: одну контрольну та три дослідні. Схема науково-господарського дослідження представлена в табл. 1.

Таблиця 1. Схема науково-господарського дослідження

Група	Кількість гол., n	Умови годівлі	Схема застосування добавки
Контрольна	40	Основний раціон (ОР)	Без кормової добавки
Дослідна I	40	ОР + 0,25 мл/гол./добу*	Випоювання добавки з водою впродовж чотирьох днів, з наступною двотижневою перервою та подальшим напуванням ще чотири дні поспіль
Дослідна II	40	ОР + 0,5 мл/гол./добу*	
Дослідна III	40	ОР + 1,0 мл/гол./добу*	

Примітка: *доза введення кормової добавки «Нутріл Се» до ОР.

Кормову добавку тварини отримували з водою під час напування через автопоїлки протягом чотирьох днів поспіль, з перервою у два тижні, з подальшим напуванням ще протягом чотирьох днів (згідно з інструкцією із застосування «Нутріл Се»). Весь молодняк, відповідно до програми годівлі, отримував повнораціонний комбікорм без обмежень. Кролів усіх груп утримували в окремих клітках за однакових умов, що відповідали санітарно-гігієнічним нормам.

Під час експерименту за всіма тваринами здійснювали регулярний моніторинг, особливу увагу приділяючи їхній поведінковій активності, апетиту, стану зовнішнього вигляду волоссяного покриву та характеру природних виділень.

З метою вивчення впливу кормової добавки «Нутріл Se» на продуктивні та біологічні особливості молодняка кролів було проведено клінічний огляд тварин.

В усіх групах було проаналізовано інтенсивність росту та розвитку тварин (динаміка приростів живої маси, а також абсолютний, середньодобовий та відносний прирости в різні періоди вирощування). У кожній групі визначали збереженість молодняка шляхом обліку падежу за весь період проведення науково-господарського досліджу. Для оцінки росту молодняка проводили індивідуальне зважування на електронних вагах, з точністю до 0,01 кг, на початку експерименту (на 43 добу), а потім на 50-у, 57-у, 64-у, 71-у і перед забоєм (у 78-добовому віці) [13-14].

Маніпуляції над 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) [15-17].

Результати дослідження та їх обговорення. Під час науково-господарського експерименту була проведена оцінка продуктивних якостей молодняка кролів на відгодівлі.

Вікова динаміка живої маси молодняка кролів у різні періоди відгодівлі, представлена на рисунку.

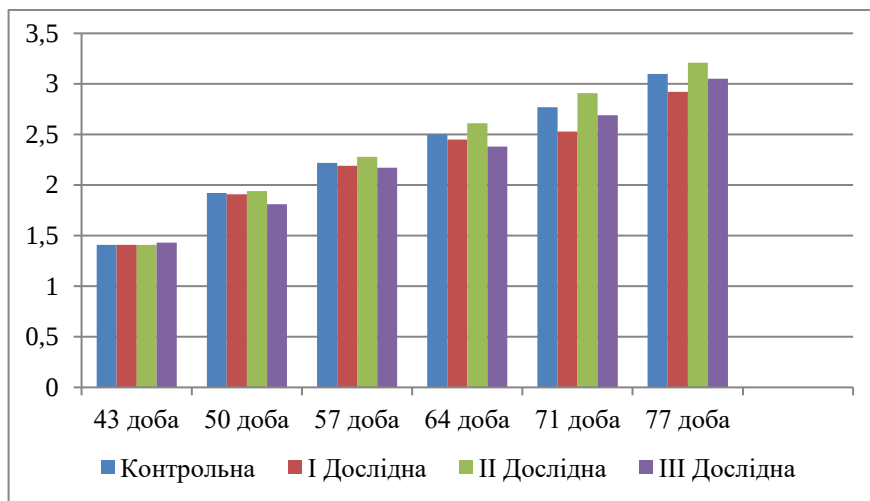


Рис. Вікова динаміка живої маси молодняка кролів на відгодівлі, кг

За результатами досліджень, проведених для визначення оптимальної концентрації кормової добавки «Нутріл Se» для кролів, було встановлено, що молодняк першої дослідної групи показав повільніший ріст порівняно з молодняком контрольної, яка не отримувала добавку. До моменту завершення

експерименту (на 71 добу) жива маса кролів першої дослідної групи становила 2,53 кг, що було на 0,24 кг достовірно менше, ніж у контрольній (8,66%; $p \leq 0,001$). При забої у віці 77-и днів жива маса тварин становила 2,92 кг, що на 0,18 кг (5,81%; $p \leq 0,001$) було достовірно менше контролю відповідно. Ці результати можуть бути більшою мірою пов'язані з неправильно підбраною та не оптимальною концентрацією кормової добавки «Нутріл Se» для даної групи кролів.

Молодняк кролів другої дослідної групи мав більш високий приріст живої маси в різні періоди відгодівлі порівняно з тваринами контрольної та інших дослідних груп. Молодняк цієї групи ріс інтенсивніше з 50 доби і до забою у віці 77 діб, ніж молодняк контрольної групи. Достовірний приріст їхньої живої маси на 64 добу становив 0,11 кг (4,40%; $p \leq 0,05$), на 71 добу – 0,14 кг (5,05%; $p \leq 0,05$), а до кінця експерименту жива маса досягла 3,21 кг ($p \leq 0,001$), що на 0,11 кг (3,55%) більше, ніж у контрольної групи. Отже, введення добавки з дозуванням 0,5 мл/гол./добу в раціон було більш ефективним для годівлі кролів.

Також можна відзначити, що у молодняка кролів третьої дослідної групи прирости живої маси в різні періоди відгодівлі знаходилися на середньому рівні порівняно з іншими дослідними групами. На 50-й день їхня жива маса становила 1,81 кг (5,73%; $p \leq 0,01$); на 64-й – 2,38 кг (4,80%; $p \leq 0,01$), а до моменту забою (у 77 діб) вона досягла 3,05 кг, що на 0,05 кг (1,61%; $p \leq 0,05$) достовірно менше, ніж у контрольної групи. Це може свідчити про те, що дана концентрація в раціоні також не була оптимальною та ефективною для годівлі кролів.

Згідно з рис., при використанні кормової добавки «Нутріл Se» у кількості 0,5 мл/гол./добу (дослідна група II) спостерігається достовірне збільшення живої маси молодняка кролів на відгодівлі з 50 і до 77 доби (до моменту забою) порівняно з кролями інших груп. Цей факт підтверджує ефективність даної концентрації в раціоні тварин.

Таким чином, включення в раціон кролів кормової водорозчинної добавки «Нутріл Se» у кількості 0,5 мл на голову на добу виявилось найбільш ефективним, що призвело до достовірного збільшення живої маси кролів II дослідної групи до моменту забою (у віці 77 діб) на 0,11 кг, або 3,55% ($p \leq 0,001$). При цьому збереженість молодняка у процесі відгодівлі становила 100%, що сприяло підвищенню виживаності поголів'я, враховуючи фізіологічний стан кролів та задовольняючи всі їхні потреби в поживних речовинах.

У табл. 2 відображено збереженість та вибракування молодняка кролів впродовж періоду досліджень.

Збереженість молодняка кролів у контрольній групі, де не використовувалася кормова добавка «Нутріл Se», становила 95%, що відповідає загині двох голів протягом усього експерименту. Це зумовлено захворюваннями органів травлення, які виникали в результаті стресу та подальшого переведення молодняка на основний раціон. Наприклад, білкове перегодовування створює ідеальні умови для розвитку кокцидій. У першій

дослідній групі збереженість молодняка була на рівні 97,5%. Вибракування однієї голови в даній групі пов'язане з травмою кінцівки.

Таблиця 2. Збереженість кролів, (n=40)

Показник	Група			
	контрольна	дослідна		
		I	II	III
Збереженість поголів'я, %	95,00	97,50	100,00	87,50
Вибракування кролів у період дослідів, гол.	2	1	—	5

У другій дослідній групі збереженість молодняка досягла максимального рівня у 100%, що свідчить про те, що дана концентрація є оптимальною для годівлі кролів. У третій дослідній групі збереженість молодняка становила 87,5% (загинуло 5 кроленят). Однією з причин низької збереженості молодняка може бути незбалансований раціон годівлі тварин (за поживними речовинами, вітамінами та мінералами), оскільки включення нової кормової добавки у такий концентрації (1,0 мл/гол/добу) негативно позначилося на здоров'ї та імунитеті, а отже, на збереженості молодняка.

Інтенсивність росту та розвитку організму тварин можна оцінювати за абсолютним, середньодобовим та відносним приростами живої маси. Вчені підкреслюють, що абсолютний приріст дозволяє робити висновок про різні господарсько-біологічні показники, такі як інтенсивність збільшення живої маси, об'єм тіла, лінійні розміри окремих тканин та органів, а також про періоди відносної швидкості росту. У рамках наукового дослідів були вивчені зміни в прирості живої маси у молодняка за період відгодівлі (табл. 3).

Абсолютний приріст за весь період експерименту у молодняка кролів контрольної групи, яка не отримувала кормову добавку, становив 1690 г. У кролів першої дослідної групи цей показник був на рівні 1510 г, що на 10,65% нижче від контрольної групи; у другої дослідної групи він дорівнював 1800 г, що на 6,51% вище контролю, а у третьої дослідної групи – 1620 г, на 4,14% менше контрольного показника.

Слід відзначити, що найбільший абсолютний приріст живої маси спостерігався у тварин другої дослідної групи, яким була введена в раціон кормова добавка «Нутріл Се» у кількості 0,5 мл/гол/добу. Саме це дозування продемонструвало найвищі показники валового приросту до кінця науково-господарського експерименту.

Важливим показником що відображає інтенсивність росту молодняка кролів є середньодобовий приріст. За весь період дослідів у молодняка кролів контрольної групи він становив 49,71 г, для I дослідної – 44,41 г, для II дослідної – 52,94 г та для III дослідної групи - 46,29 грам.

Як зазначають дослідники [4, 6-7], відносна швидкість росту допомагає охарактеризувати ступінь напруженості росту молодняка кролів, порівнюючи при цьому прирости тварин із різною живою масою.

Таблиця 3. Динаміка приростів живої маси молодняка кролів на відгодівлі, ($M \pm m$)

Група (n = 40)	Приріст	Віковий період, діб				
		43-50	50-57	57-64	64-71	71-77
Контрольна	абсолютний, г	510,00 ±6,02	300,00 ±5,01	280,00 ±2,91	270,00 ±3,77	330,00 ±3,38
	середньодобовий, г	72,86 ±0,61	42,86 ±0,70	40,00 ±0,53	38,57 ±0,63	47,14 ±0,59
	відносний, %	36,17 ±0,54	15,63 ±0,54	12,61 ±0,52	10,80 ±0,48	11,91 ±0,62
Дослідна I	абсолютний, г	500,00 ±3,86	280,00 ±3,67	260,00 ^{1***} ±3,05	80,00 ^{1***} ±4,08	390,00 ±4,16
	середньодобовий, г	71,43 ±0,59	40,00 ±0,75	37,14 ^{2***} ±0,92	11,43 ^{2***} ±0,57	55,71 ^{2***} ±0,74
	відносний, %	35,46 ±0,32	14,66 ±0,41	11,87 ^{3***} ±0,45	3,06 ^{3***} ±0,52	15,41 ±0,43
Дослідна II	абсолютний, г	530,00 ^{1***} ±3,95	340,00 ^{1***} ±2,31	330,00 ^{1***} ±2,32	300,00 ^{1***} ±4,23	300,00 ^{1***} ±5,70
	середньодобовий, г	75,71 ^{***} ±1,14	48,57 ^{2***} ±0,68	47,14 ^{2***} ±0,71	42,86 ^{2***} ±0,55	42,86 ^{2***} ±0,59
	відносний, %	37,59 ^{3***} ±0,41	17,53 ^{3***} ±0,64	14,47 ^{3***} ±0,43	11,49 ^{3***} ±0,44	10,31 ±0,60
Дослідна III	абсолютний, г	380,00 ^{1***} ±2,32	360,00 ^{1***} ±3,43	210,00 ^{1***} ±4,10	310,00 ^{1***} ±4,08	360,00 ^{1***} ±3,80
	середньодобовий, г	54,29 ^{2***} ±0,70	51,43 ±0,92	30,00 ^{2***} ±0,71	44,29 ^{2***} ±0,68	51,43 ^{2***} ±0,64
	відносний, %	26,57 ^{3***} ±0,75	19,89 ^{3*} ±0,36	9,68 ^{3***} ±0,50	13,03 ^{3***} ±0,49	13,38 ±0,62

Примітка: достовірна різниця між дослідною та контрольними групами при: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$; порівнюючи: ¹ – з абсолютним, ² – із середньодобовим, ³ – з відносним приростом.

Згідно з даними табл. 2, спостерігається зниження відносної швидкості росту молодняка кролів із віком. Це пов'язано з уповільненням обмінних процесів в організмі кролів у міру їхнього росту. Виходячи з цього було встановлено, що протягом усього експерименту найбільша відносна швидкість росту спостерігалася у кролів II дослідної групи, тоді як інші дослідні групи поступалися контрольній: Отже, введення кормової добавки «Нутріл Се» у кількості 0,5 мл/гол/добу сприятливо позначилося на відносній швидкості росту молодняка.

Таким чином, додавання до раціону кормової водорозчинної добавки «Нутріл Се» у кількості 0,5 мл на голову на добу чинить позитивний вплив на

зоотехнічні показники гібридного молодняка кролів на етапі відгодівлі, сприяючи збільшенню інтенсивності росту та живої маси тварин.

Висновки. У результаті проведених досліджень із вивчення впливу кормової добавки «Нутріл Se» на продуктивні та біологічні показники молодняка кролів можна зробити наступні висновки:

1. На момент забою жива маса кролів становила: у II дослідній групі (0,5 мл/гол./добу) – 3,06 кг ($p \leq 0,001$), що на 0,11 кг (3,59%) достовірно більше, ніж у контрольній, тоді як групи з дозуванням 0,25 та 1,0 мл/гол./добу мали живу масу, відповідно, 2,78 кг, що на 0,17 (6,11%; $p \leq 0,001$) та 2,90 кг, що на 0,05 кг (1,01%; $p \leq 0,05$) достовірно нижче контрольного значення. При цьому лише у II дослідній групі збереженість молодняка залишалася на рівні 100%.

2. Кролі до кінця відгодівлі у 77-добовому віці мали абсолютний приріст живої маси, рівний 310 г, 300, 330 ($p \leq 0,001$), 325 г ($p \leq 0,01$) для кролів контрольної та дослідних I, II, III груп відповідно. Молодняк кролів II дослідної групи мав достовірну перевагу за цим показником у порівнянні з тваринами контрольної групи, I та III дослідних груп – на 20 г (6,4%; $p \leq 0,001$), 30 (9,1%) та 5 г (1,5%; $p \leq 0,01$) відповідно.

Перспективи подальших досліджень. У подальших дослідженнях планується зосередити увагу на створенні та випробуванні інноваційних біологічно активних кормових добавок різного походження, спеціально розроблених для галузі кролівництва. Це дозволить не лише покращити стан здоров'я та підвищити продуктивність кролів, але й значно збільшити економічну ефективність промислового виробництва кролятини.

Література

1. Dalle Zotte A. (2002). Perception of rabbitme at quality and major factors influencing the rabbit carcass and meatquality. *Livestock Production Science*. Vol. 75, no. 1. P. 11–32. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00308-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00308-6).
2. Cullere M., Dalle Zotte A. (2018). Rabbit meat production and consumption: State of know ledge and future perspectives. *Meat Science*. Vol. 143. P. 137–146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.029>.
3. Lebas F., Coudert P., Rouvier R., de Rochambeau H. (1997). The rabbit: husbandry, health and production. – Rome : FAO,. – 205 p. – (FAO Animal Production and Health Series, No. 21). – Available at: <https://www.fao.org/4/t1690e/t1690e.pdf> (accessed: 14.12.2025).
4. Biró-Németh, E., Radnai, I. (2008). Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits I: Productive traits. *Livest. Sci.*, 118, P. 123-131.
5. De Blas, C., Wiseman, J., eds. Nutrition of the rabbit. 2nd ed. CAB International, Walling ford. 2010. 325 p.
6. Growth performance and haematological characteristics of weaner rabbits fed different levels of wilds sun flower (*Tithonia diversifolia* Hems L.A. Gray) leaf blood meal mixture / R. O. Olabanji, G. O. Farinu, J. A. Akinlade, O. O. Ojebiyi. Proc. Of 32 nd Animal Conf. of Nig. Soc. For Anim. Prod. 2007. P. 207-209.
7. Romero, C., Cuesta, S., Astillero, J. R., Nicodemus, N., DeBlas, C. Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaugh-

tered at 2 kg live-weight. World Rabbit Sci., 18, p.211-218. In: 10th World Rabbit Congress, 4-6 septembre, Sharm El Sheik, Egypt.

8. Lebas, F. Quel quespistes poura méliorerla productivity et larentabilitéd' un élevage commercial de lapin's. François LEBAS Directeur de Recherch es honoraire INRA Association «Cuniculture» – France. <http://cuniculture.info> VISEU–19 oct.2017.

9. Gidenne, T., Combes, S., Briens, C., Duperray, J., Mevel, L., Rebours, G., Salaun, J. M., Weissman, D., Combe, Y., Travel, A., (2012). In take limitations strategy and dietary protein concentration: effect on rabbit growt hperformance and health, from a large-scalestudyin a frenchnet work of experimentalunits (GEC). In: 10th World Rabbit Congress, 4-6 September, Sharm El Sheik, Egypt, P. 244-248.

10. Gidenne, T., (2015). Dietary fibresin the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve diges tivehealth: a review. Animal, 9 (02), P. 227-242.

11. Lebas, F. (2016). Estimation of diges tibleener gycontentand protein diges tibility of rawmaterials by the rabbit, with a system of equations. Proceedings 11th World Rabbit Congress-June 15-18, –Qingdao – China, P. 293-296 + Presentation.

12. Lebas, F. (2017). Quel quespist es pouraméli orer laproductivity et larentabilité d' un élevage commercial delapin's. François LEBAS Directeurde Recherch es honoraire INRA Association «Cuniculture» – France <http://cuniculture.info> VISEU – 19 oct. 2017. – P. 1-38.

13. Ткачук О.М., Ткачук Т.В. (2021). 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.

14. Керівництво по лабораторним тваринам і альтернативним моделям в біомедичних дослідженнях / Гончарук Є.Г., Кундієв Ю.І., Бардов В.Г. та ін.; за ред. Є.Г. Гончарука. – К.: Вища школа, 1995. – С. 138–142.

15. Лабораторні тварини. Розведення, утримання, використання в експерименті / Даценко І.І. та ін.; за ред. І.І. Даценка. – Львів: Світ, 2001. – 472 с.

16. Europe an convention forthe protection of vertebrate animals used for experimental and oth erscien tificpur poses. – Strasbourg: Council of Europe, 1986. – 53 p.

17. 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 ot hersci entificpurposes // *Official Journal of the European Communities*. – 1986. – L 358. – P. 1–29.

References

1. Dalle Zotte, A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors in fluencing the rabbit carcass and meatquality. *Livestock Production Science*, 75 (1), 11–32. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00308-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00308-6)

2. Cullere, M., & Dalle Zotte, A. (2018). Rabbit meatproduction and consumption: State of know ledge and future perspectives. *Meat Science*, 143, 137–146. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.029>

3. Lebas, F., Coudert, P., Rouvier, R., & de Rochambeau, H. (1997). *Therabbit: Husbandry, health and production* (FAO Animal Production and Health Series No. 21). FAO. <https://www.fao.org/4/t1690e/t1690e.pdf>.
4. Biró-Németh, E., Radnai, I. (2008). Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits. I. Productive traits. *Livestock Science*, 118, 123–131.
5. De Blas, C., Wiseman, J. (Eds.). (2010). *Nutrition of the Rabbit* (2nd ed.). Wallingford: CAB International, 325 p.
6. Olabanji, R. O., Farinu, G. O., Akinlade, J. A., Ojebiyi, O. O. (2007). Growth performance and haematological characteristics of weaner rabbits fed different levels of wild sun flower (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray) leaf blood meal mixture. In: *Proceedings of the 32 nd Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production*, 207–209.
7. Romero, C., Cuesta, S., Astillero, J. R., Nicodemus, N., DeBlas, C. Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaughtered at 2 kg live-weight. *World Rabbit Sci.*, 18, p.211-218. In: 10th World Rabbit Congress, 4-6 septembre, Sharm El Sheik, Egypt.
8. Lebas, F. Quel questionnaire pour améliorer la productivité et la rentabilité d'un élevage commercial de lapins. François LEBAS Directeur de Recherche honoraire INRA Association «Cuniculture»–France <http://cuniculture.info> VISEU–19 oct.2017.
9. Gidenne, T., Combes, S., Briens, C., Duperray, J., Mevel, L., Rebours, G., Salaun, J. M., Weissman, D., Combe, Y., Travel, A., (2012). In take limitations strategy and dietary protein concentration: effect on rabbit growth performance and health, from a large-scale study in a French network of experimental units (GEC). In: 10th World Rabbit Congress, 4-6 September, Sharm El Sheik, Egypt, P. 244-248.
10. Gidenne, T., (2015). Dietary fibre in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal*, 9 (02), P. 227-242.
11. Lebas, F. (2016). Estimation of digestible energy content and protein digestibility of raw materials by the rabbit, with a system of equations. *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress-June 15-18, –Qingdao – China*, P. 293-296 + Presentation.
12. Lebas, F. (2017). Quel questionnaire pour améliorer la productivité et la rentabilité d'un élevage commercial de lapins. François LEBAS Directeur de Recherche honoraire INRA Association «Cuniculture» – France <http://cuniculture.info> VISEU – 19 oct. 2017. – P. 1-38.
13. Lebas, F. (2017). Quel questionnaire pour améliorer la productivité et la rentabilité d'un élevage commercial de lapins. Association « Cuniculture », France, 1–38.
14. Tkachuk O.M., & Tkachuk T.V. (2021). Kroliyak biolohichna model dlia eksperimentalnykh doslidzhen (ohliad literatury). [Rabbits as a biological model for experimental research (literature review)]. *Ukrainian Journal of modern problems of toxicology*. № 2. s. 109-114. doi: 10.33273/2663-4570-2021-91-2-109-114.
15. Honcharuk Ye. H., Kundiev Yu. I., Bardov V. H. та ін. (1995). Керівництво по лабораторним тваринам і альтернативним моделям в

biomedychnykh doslidzhenniakh. [Guidelines for laboratory animals and alternative models in biomedical research]. K.: Vyshcha shkola, 138-142 s.

16. Datsenko I. I. tainshi (2001). Laboratorni tvaryny. Rozvedennia, utrymannia, vykorystannia v eksperymenty. [Laboratory animals. Breeding, maintenance, use in experiments]. Lviv: Svit, 472 s.

17. Europe an convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Council of Europe. Strasbourg, 1986. 53 p.

18. 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.

UDC 577.1/.2:615.099:636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.63-74>

PRODUCTIVE INDICATORS OF YOUNG RABBITS USING THE FEED ADDITIVE “NUTRIL SE”

Barilo¹ B. S., Lunyk¹ Yu.M., Katsaraba¹ O. A., Loboyko¹ Yu.V.,
Sachuk² R. M., Leshchyshyn¹ I.S., sachuk.08@ukr.net

¹Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhytsky, Pekarska St., 50, Lviv, 79010, Ukraine.

²Rivne State Humanitarian University, Plastova St., 29-a, Rivne, 33028, Ukraine

The article presents the results of a scientific and economic study devoted to assessing the impact of the water-soluble feed additive "Nutril Se" on the productive and biological indicators of young rabbits of the Californian breed during the fattening period. The relevance of the work is due to the need to increase the efficiency of rabbit farming by optimizing feeding, in particular, the use of modern feed additives containing a complex of vitamins, essential amino acids and trace elements, in particular selenium, which plays an important role in metabolic processes, immune protection and animal growth. The studies were conducted in a private rabbit farm in the Rivne region in 2024–2025 on 160 heads of 43-day-old young rabbits, which were divided into a control and three experimental groups according to the principle of pairs of analogues. The rabbits of the control group received the main diet without the supplement, while the animals of the experimental groups were fed with drinking water with the feed supplement "Nutril Se" in doses of 0.25; 0.5 and 1.0 ml per head per day, respectively, according to the recommended application scheme. During the experiment, the dynamics of live weight, absolute, average daily and relative gains, as well as indicators of the survival of young animals were evaluated. It was established that the effectiveness of the effect of the supplement significantly depended on the level of its introduction into the diet. The best results were obtained in the second experimental group, where "Nutril Se" was used in a dose of 0.5 ml/head/day. These animals showed a

significant increase in growth rate, the largest absolute gain in live weight for the entire fattening period (1800 g), higher average daily gains and maximum live weight at the time of slaughter at 77 days of age, which exceeded the control by 0.11 kg (3.55%; $p \leq 0.001$). At the same time, the survival of young animals in this group was 100%, which indicates good tolerability of the supplement and its positive effect on the general physiological condition of animals. The use of the supplement in lower (0.25 ml/head/day) and higher (1.0 ml/head/day) doses did not provide a similar positive effect and was accompanied by a decrease in productive indicators and, in the case of the maximum dose, a decrease in the survival of the livestock. The results obtained prove the feasibility of using the feed additive "Nutril Se" in the optimal dose of 0.5 ml per head per day as an effective means of increasing the productivity and zootechnical indicators of young rabbits in industrial and farm farms.

Keywords: rabbit breeding; young rabbits; feed additive; "Nutril Se"; live weight; growth rate; absolute gain; average daily gain; survival; fattening.

УДК 636.92:575.222.2

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.75-88>

ПІДВИЩЕННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КРОЛІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПРОМИСЛОВОГО СХРЕЩУВАННЯ

Бащенко М.І., академік НААН,

Бойко О.В., кандидат с-г наук,

Лучин І.С., доктор с. г. наук.

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна
bioresurs.ck@ukr.net

Дослідження проводились у Черкаській дослідній станції біоресурсів НААН. Генотип кролів, що використовували в дослідженнях: полтавське срібло, радянська шиншила, новозеландець білий та їх помісі.

Дослідженням встановлено, що помісний молодняк третьої групи ($1/4\text{ПС}^3/4\text{НБ}^1/2\text{РШ}$) в 28 добовому віці, вірогідно ($p < 0,001$) переважав аналогів 1-ої контрольної групи (ПС) за показником живої маси на 107 г. Помісний молодняк 4-ої групи ($p < 0,01$) переважав контроль за цим показником на 83 грами. Найвищу інтенсивність розвитку до 28-добового віку ($p < 0,001$) мав помісний молодняк походження $1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/2\text{НБ}$ - $609 \pm 28,26$ г, що на 116 г більше контролю.

За показником живої маси у віці 90 діб помісний молодняк другої групи ($1/4\text{ПС}^3/4\text{РШ}$) переважав ($p < 0,05$) першу контрольну групу молодняку породи полтавське срібло на 117 г, третя на 156 г ($1/4\text{ПС}^1/4\text{НБ}^1/4\text{РШ}$) ($p < 0,05$), четверта на 80 г ($1/4\text{ПС}^3/4\text{НБ}$), а 5-а вірогідно ($p < 0,05$) ($1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/2\text{НБ}$) аж на 207 г.

Показник обхвату грудей (90 діб) мав вірогідну різницю в молодняку кролів четвертої та п'ятої дослідних груп ($p < 0,01$, $p < 0,001$) генотип: $1/4\text{ПС}^3/4\text{НБ}$, $1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/4\text{НБ}$ і переважав кролів контрольної групи на 1,9; 2,2 см. На цей показник, вплинула спадковість новозеландця білого, яка становила 50, 75% в помісного молодняку цих груп.

Прижиттєва м'ясна оцінка – ширина попереку, в 90-добовому віці, кращою була у помісного молодняку кролів 2, 3, 4 і 5-ої груп. Вимір ширини попереку є важливим показником, він позитивно корелює з показниками забійної маси, забійного виходу. Найвищим він був у п'ятій групі 5,95 см ($p < 0,05$) та переважав контроль на 4%.

Об'єктивний показник, що позитивно корелює із забійними та м'ясними якостями – індекс збитості абсолютно переважав у помісного молодняка кролів 5-ої дослідної групи ($1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/4\text{НБ}$). Кролі цієї групи за цим показником переважали аналогів 2-ої групи на 9,17%; 3-ої на 4,36%; 4-ої на 2,24%; а чистопородний молодняк 1-ої групи на 10,23%.

За результатами досліджень кращу схильність до високих відгодівельних, прижиттєвих м'ясних та конституційних показників мав помісний молодняк кролів походження: $1/4\text{ПС}^3/4\text{НБ}$, $1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/4\text{НБ}$.

Індекс загального гетерозису по групах за інтенсивністю росту молодняка кролів в дослідних групах становив: 4,2; 5,6; 2,9; 7,5%. Індекс загального гетерозису за показником ширина попереку становив 2,1; 3,5; 1,9; 4,0%.

Зниження вартості корму на 1 кг приросту до 1 контрольної групи (32,4 грн), відбувалось до 5 групи: 2 дослідна 31,05 грн; 3 дослідна 30,6 грн, 4 дослідна 30,78 грн. Вартість корму в структурі затрат 5-ої дослідної групи виявилась найнищою – 29,78 грн. Така динаміка вплинула на показник чистого прибутку і рентабельність виробництва.

Найвищою рентабельність виробництва, за прямими затратами, була у молодняку кролів 5-ої групи і становила 63,2%. Тварини цієї групи за походженням були трьох породні помісі - 1/4ПС¹/4РШ¹/4НБ.

Дослідженнями встановлено, що використання в промисловому схрещуванні як материнської породи кролематок полтавського срібла, а батьківської самців радянської шиншили і новозеландця білого дозволяє підвищити відгодівельні та м'ясні показники молодняка кролів, особливо три породного походження: $1/4\text{ПС}^1/4\text{НБ}^1/4\text{РШ}$; $1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/4\text{НБ}$.

Ключові слова: кролі, схрещування, полтавське срібло, відгодівельні показники, рентабельність

Актуальність. В Україні залишилися і функціонують спеціалізовані ферми з виробництва кролятини, вони малоефективні, так як базуються на застарілих, у першу чергу, селекційних технологіях (Crovato, S., 2022; Siddiqui, S. A., 2023).

Були спроби використати у промисловому, інтенсивному виробництві кролятини породи кролів сірого і білого велетня, радянської шиншили, сріблястого метелика, ангорську пухову та ін. Продуктивність кожної з цих порід проявляється в промисловому кролівництві лише на 60–70 % (Christensen, O. F., 2010). Тому, проблема інтенсифікації галузі кролівництва гостра, оскільки багато порід нечисленні та мають високу генетичну мінливість, відсутня в країні програма створення промислового кроля. У зв'язку з цим важливого значення набуває свідоме управління науково-виробничим процесом на підставі знань особливостей селекційно-технологічних процесів (Dorian, S., 2014).

Вся світова тенденція інноваційного селекційного прогресу потребує постійного покращення існуючих генотипів з метою максимальної адаптації їх до промислових, інтенсивних умов виробництва (Vintoniv, O.A., 2022). Це викликається важливими змінами в спадковості та нагромаджується в поколіннях вибраною системою селекції, годівлі та утримання (Badawy, A.Y. 2019; Havrysh O. M., 2025; Shah, I., 2024).

Основними показниками, від яких залежить інтенсифікація виробництва кролятини є плодючість, жива маса кроленят при народженні, збереженість гнізд, швидкість росту та оплата корму приростами (García, M.L.; 2020).

Чим більше враховується ознак при відборі, тим менший ефект може бути досягнутий по кожній із них (Tabet, J.M., 2025). Тому увага зосереджується на одній–двох ознаках, всі інші, які повинні бути на середньому рівні.

Плодючість, ця особливість впливає максимально на рентабельність виробництва кролятини. Для подальшої відгодівельної спроможності молодняку кролів, звертають увагу на такі материнські якості: жива маса при народженні, жива маса при відлученні (28 діб), збереженість (Shevchenko, E., 2020).

Промислове схрещування переслідує кілька цілей – збагатити спадковість однієї з порід, на базі двох і більше порід створити нову популяцію (генотип), яка б узагальнила всі позитивні сторони взятих для схрещування порід, а за основними з них і значно їх перевищувала (Luchyn, I. S., 2025). Метою такої роботи є комбінування різних порід таким чином, щоб ефективність виробництва в цілому була максимальною (Clark, S.A., 2013).

За результатами схрещування відбирати кращих, високопродуктивних міжпородних нащадків, яких доцільно використовувати в подальшій роботі (гібридизації) в якості батьківських і материнських форм (Clasen, J. B., 2023; Luchyn I. S., 2022).

Необхідно використовувати породи, які переважають за ознаками з високою спадковістю, що контролюються генами адитивної дії і ознаками, за якими проявляється найкраща комбінаторна здатність у вигляді ефекту гетерозису. Ефект гетерозису повинен бути вищим, особливо коли породи значно відрізняються одна від одної генетично, або спадково віддалені (Shevchenko E. A., 2025).

Коли обрані ознаки позитивно корелюють між собою – такі як вага при народженні, молочність кролематок, селекція одночасно за цими трьома показниками впливатиме на інтенсивність прояву м'ясних ознак молодняку кролів (Sotnichenko, Yu.M., 2020).

Існує значна кількість проведених досліджень за особливої уваги науковців України до інтенсифікації кролівництва, але галузь досі залишається неефективною через відсутність системного підходу досліджень до вирішення генетично-селекційних проблем кролівництва (Mondin, C., 2021).

Для отримання максимального ефекту гетерозису потрібно відібрати материнську породу, в якій переважають (фокусують) репродуктивні властивості кролематок і дві або більше батьківських породи, у нащадків яких переважають відгодівельні і м'ясні показники (Mrode, R. A. (2005). Вдале поєднання цих генотипів забезпечить максимальний ріст продуктивності (Peiró, R., 2010).

Мета роботи – визначення м'ясної продуктивності молодняку кролів в популяції полтавське срібло для інтенсифікації галузі кролівництва.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились у Черкаській дослідній станції біоресурсів НААН. В господарстві застосовується технологія інтенсивного виробництва кролятини. Для промислового схрещування в умовах регіону підібрані три породи кролів та їх помісі, які максимально придатні до промислових умов інтенсивного виробництва кролятини: полтавське срібло (ПС), радянська шиншила (РШ), новозеландець білий (НБ).

Середньомісячна чисельність кролів у господарстві 350 голів, з них основних кролематок 80.

Основні елементи технології, що присутні в дослідженні:

- більше 60 кроленят у рік на основну кролематку;
- відлучення кроленят в 28 добовому віці;
- відгодівельний період з 28 доби до 90-добового віку.

Для досліду з визначення відгодівельних і м'ясних показників молодняку кролів отриманого від попереднього поєднання - схема таблиця 1, методом пар-аналогів, буде сформовано 5 груп молодняку кролів (віком 28 діб) по 10 голів в кожній.

Таблиця 1. Схема досліду, n=10

Група	Генотип, F ₂	Показник				
		Жива маса кроленят в 90 діб, кг	Довжина тіла, см	Обхват грудей, см	Індекс збитості, %	Ширина попереку, см
I контрольна	ПС					
II дослідна	¹ / ₄ ПС ³ / ₄ РШ					
III дослідна	¹ / ₄ ПС ¹ / ₄ НБ ¹ / ₂ РШ					
IV дослідна	¹ / ₄ ПС ³ / ₄ НБ					
V дослідна	¹ / ₄ ПС ¹ / ₄ РШ ¹ / ₂ НБ					

Критерій оцінки: жива маса кроленят в 3-и місячному віці, довжина тіла, обхват грудей, індекс збитості, ширина попереку.

Для вивчення комбінаційної здатності порід кролів полтавське срібло, радянська шиншила і новозеландська біла та їх помісей в умовах центральної України та визначення оптимального їх поєднання для використання в умовах промислової інтенсивної технології, визначали індекс гетерозису за формулою, запропонованою В.Т. Горіним, І.М. Нікітченком (Piotrovich N.A., 2017) вдосконаленою О.М. Церенюком (Knecht, D., 2015).

$$Г_з = \frac{O_r}{O_m} \cdot 100 - 100;$$

де: Г_з – загальний гетерозис; О_г – ознака гібриду; О_м – ознака материнської форми.

Одержані матеріали наукових досліджень оброблено методами математичної статистики засобами програмного пакету «Statistica – 12.1» та Excel (Microsoft Office 2010) у середовищі Windows на ПЕОМ за алгоритмами Н.А. Плохинського.

Результати досліджень. Дослідження продемонстрували, що схрещування позитивно впливають на відтворювальні якості кролематок, при поєднанні помісних самок порід полтавське срібло, радянська шиншила, новозеландський білий з чистопородними самцями радянської шиншили і новозеландця білого.

Вплив на дію гетерозису (продуктивність) мала селекція створення трьох порід кролів залучених для досліду та їх помісей, а також, їхня пристосованість

до умов промислової, інтенсивної технології виробництва кролятини в умовах центральної України.

Отриманий молодняк від п'яти варіантів поєднань був оцінений за екстер'єрними, відгодівельними і прижиттєвими м'ясними показниками при відлученні (28 діб) та в 3-й місячному віці (табл. 2).

Дослідженням встановлено, що помісний молодняк третьої групи, в 28-добовому віці, вірогідно ($p < 0,001$) переважав аналогів 1-ої контрольної групи за показником живої маси на 107 г. Помісний молодняк 4-ої групи вірогідно ($p < 0,01$) переважав контроль за цим показником на 83 грами. Найвищу інтенсивність розвитку до 28-добового віку ($p < 0,001$) мав помісний молодняк походження $1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/2\text{НБ}$ - $609 \pm 28,26$ г, що на 116 г більше контролю.

Об'єктивний показник, що позитивно корелює із забійними та м'ясними якостями – індекс збитості абсолютно переважав у помісного молодняка кролів 5-ої дослідної групи ($1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/2\text{НБ}$). Кролі цієї групи за цим показником переважали аналогів 2-ої групи на 9,17%; 3-ої на 4,36%; 4-ої на 2,24%; а чистопородний молодняк 1-ої групи на 10,23%.

Таблиця 2. Продуктивна характеристика відгодівельного молодняка кролів різного походження, (n=10)

Ознака	Генотип				
	I	II	III	IV	V
	ПС	$1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}$	$1/4\text{ПС}^1/4\text{НБ}^1/2\text{РШ}$ Ш	$1/4\text{ПС}^3/4\text{НБ}$	$1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/2\text{НБ}$
Показники молодняка кролів у 28-добовому віці					
Жива маса у віці 28 діб, г	$493 \pm 11,86$	$519 \pm 24,49$	$600 \pm 21,98^{***}$	$576 \pm 25,97^{**}$	$609 \pm 28,26^{***}$
Довжина тіла, см	$22,83 \pm 0,19$	$22,9 \pm 0,198$	$22,9 \pm 0,237$	$22,8 \pm 0,478$	$22,1 \pm 0,475$
Обхват грудей, см	$17,61 \pm 0,24$	$17,9 \pm 0,297$	$19,0 \pm 0,417^*$	$19,4 \pm 0,418^{**}$	$19,3 \pm 0,423^{**}$
Індекс збитості, %	77,1	78,16	82,97	85,09	87,33
Ширина попереку, см	$3,39 \pm 0,05$	$3,46 \pm 0,06$	$3,51 \pm 0,07$	$3,48 \pm 0,06$	$3,54 \pm 0,07$
Показники молодняка кролів у 90-добовому віці					
Жива маса у віці 90 діб, г	$2765 \pm 51,1$	$2882 \pm 32,89^*$	$2921 \pm 47,27^*$	$2845 \pm 34,21$	$2972 \pm 40,75^{**}$
Довжина тіла, см	$40,31 \pm 0,3$	$40,37 \pm 0,28$	$40,26 \pm 0,405$	$39,48 \pm 0,61$	$39,79 \pm 0,5$
Обхват грудей, см	$26,5 \pm 0,195$	$26,8 \pm 0,326$	$27,5 \pm 0,674$	$28,4 \pm 0,525^{**}$	$28,7 \pm 0,594^{***}$
Індекс збитості, %	65,74	66,38	68,31	71,94	72,13
Ширина попереку, см	$5,72 \pm 0,071$	$5,84 \pm 0,075$	$5,92 \pm 0,077$	$5,83 \pm 0,083$	$5,95 \pm 0,082^*$

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою

Ширина попереку, як показник прижиттєвої м'ясної продуктивності, в молодняку кролів у 28 добовому віці є фокусуною ознакою, за цим

показником абсолютно переважали помісні тварини в порівнянні до чистопородних.

За показником живої маси у віці 90 діб помісний молодняк другої групи вірогідно ($p<0,05$) переважав першу контрольну групу молодняку породи полтавське срібло на 117 г, третьої на 156 г, четвертої на 80 г, а 5-ої вірогідно ($p<0,05$) аж на 207 г.

При порівнянні середніх значень довжини тіла 90-добового молодняку кролів встановлено незначне переважання чистопородних тварин над помісними майже у всіх групах, лише двох породні помісі полтавського срібла і радянської шиншили мали незначно більшу довжину тіла (40,37 см).

Показник обхвату грудей мав вірогідну різницю в молодняку кролів четвертої та п'ятої дослідних груп ($p<0,01$, $p<0,001$) генотип: $1/4\text{ПС}^3/4\text{НБ}$, $1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/2\text{НБ}$ переважав кролів контрольної групи на 1,9; 2,2 см. На цей показник, очевидно, вплинула спадковість новозеландця білого, яка становила 50, 75% в помісного молодняку цих груп.

Індекс збитості в 90-добового молодняку кролів переважав у всіх дослідних групах помісного молодняку. Більш значимий він був в четвертій та п'ятій групах з переважанням частки спадковості новозеландця білого і становив 71,94; 72,33%, що на 6,2; 3,39% вище аналогів контрольної групи чистопородного молодняку полтавського срібла.

Прижиттєва м'ясна оцінка – ширина попереку, в 90-добовому віці, кращою була у помісного молодняку кролів 2, 3, 4 і 5-ої груп. Вимір ширини попереку є важливим показником, він позитивно корелює з показниками забійної маси, забійного виходу. Найвищим він був у п'ятій групі 5,95 см ($p<0,05$) та переважав контроль на 4%.

За результатами досліджень кращу схильність до високих відгодівельних, прижиттєвих м'ясних та конституційних показників мав помісний молодняк кролів походження: $1/4\text{ПС}^3/4\text{НБ}$; $1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/2\text{НБ}$.

Для селекційної оцінки відгодівельних і забійних показників молодняку кролів у 90-добовому віці визначали індекс загального гетерозису за формулою В. Горіна (табл. 3).

Таблиця 3. Загальний гетерозис, молодняк кролів 90-добовому віці

Група	Походження	Інтенсивність росту		Ширина попереку	
		інтенсивність росту, г	показник гетерозису	ширина попереку, см	показник гетерозису
I	ПС	2765		5,72	
II	$1/4\text{ПС}^3/4\text{РШ}$	2882	4,2	5,84	2,1
III	$1/4\text{ПС}^1/4\text{НБ}^1/2\text{РШ}$	2921	5,6	5,92	3,5
IV	$1/4\text{ПС}^3/4\text{НБ}$	2845	2,9	5,83	1,9
V	$1/4\text{ПС}^1/4\text{РШ}^1/2\text{НБ}$	2972	7,5	5,95	4,0

Індекс загального гетерозису по групах за інтенсивністю росту молодняку кролів в дослідних групах становив: 4,2; 5,6; 2,9; 7,5%. Індекс загального гетерозису за показником ширина попереку становив 2,1; 3,5; 1,9; 4,0%.

В молодняку кролів отриманого від п'яти варіантів поєднань змінювались не тільки відгодівельні показники по групах, але і економічні показники (табл.4).

Таблиця 4. Економічна ефективність відгодівельного молодняку кролів в процесі застосування промислового схрещування

Показник	Група				
	I	II	III	IV	V
	ПС	$\frac{1}{4}ПС^3/\frac{1}{4}РШ$	$\frac{1}{4}ПС^1/\frac{1}{4}НБ^1/\frac{1}{2}РШ$	$\frac{1}{4}ПС^3/\frac{1}{4}НБ$	$\frac{1}{4}ПС^1/\frac{1}{4}РШ^1/\frac{1}{2}НБ$
Затрати корму на 1кг приросту, кг	3,6	3,45	3,4	3,42	3,32
Жива маса у віці 90 діб, г	2765	2882	2921	2845	2972
Вартість 1 кг комбікорму, грн.	9	9	9	9	9
Вартість корму на 1 кг приросту ж. м., грн.	32,4	31,05	30,6	30,78	29,88
Корми в структурі прямих затрат, %	65	69	73	70	75
Собівартість 1кг кролятини, грн.	49,85	45,0	41,92	43,97	39,84
Реалізаційна ціна 1 кг ж. м. кролятини, грн.	65	65	65	65	65
Чистий дохід, грн. 1 кг кролятини, грн.	15,15	20,0	23,08	21,03	25,16
Рентабельність, %	30,4	44,4	55,1	47,8	63,2

Із зростанням відгодівельної продуктивності молодняку кролів дослідних груп зростала частка вартості корму в структурі собівартості приросту кролятини (з 65 по 75%).

Аналіз відгодівлі молодняку кролів показав, що зростання інтенсивності росту (на 2,9-7,5%) в помісного молодняку кролів відносно чистопородного контрольної групи вплинуло на економічні показники (табл. 4).

Вартість затрат кормів на одиницю приросту визначали шляхом множення вартості 1кг корму на затрати кормів на 1 кг приросту. Результати дослідження свідчать, що не тільки затрати кормів на 1кг приросту в дослідних групах зменшувались до показників першої контрольної групи, а і вартість 1кг корму.

Зниження вартості корму на 1 кг приросту до 1 контрольної групи (32,4 грн), відбувалось до 5 групи: 2 дослідна 31,05 грн; 3 дослідна 30,6 грн, 4 дослідна 30,78 грн. Вартість корму в структурі затрат 5 дослідної групи виявилась найнижчою – 29,78 грн. Така динаміка вплинула на показник чистого прибутку і рентабельність виробництва.

Найвищою рентабельність виробництва, за прямими затратами, була у молодняку кролів 5 групи і становила 63,2%. Тварини цієї групи за походженням були три породні помісі - $\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{РШ}^1\frac{1}{2}\text{НБ}$.

Використання промислового схрещування забезпечило не тільки зростання відгодівельної продуктивності кролів, але:

- покращило конверсію корму;
- знизило прямі затрати на виробництво одиниці кролятини;
- підвищило чистий дохід та рентабельність виробництва кролятини.

Таким чином, дослідженнями встановлено, що використання в промисловому схрещуванні як материнської породи кролематок полтавського срібла, а батьківської самців радянської шиншили і новозеландця білого дозволяє підвищити відгодівельні та м'ясні показники молодняку кролів, особливо три породного походження: $\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{НБ}^1\frac{1}{2}\text{РШ}$; $\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{РШ}^1\frac{1}{2}\text{НБ}$.

Обговорення. У вирішенні завдань інтенсифікації галузі кролівництва в Україні значний внесок зробили вітчизняні вчені (Мирось В. В., Вакуленко І. С., Баченко М. І., Ібатулін І. І., Коцюбенко Г. А., Вінничук Д. Т., Тарарико Ю. А., Дармограй Л. М.), які досліджували стан і перспективи розвитку галузі кролівництва, зокрема напрями промислового виробництва кролятини.

Більш прогресивна, високо інтенсивна промислова технологія виробництва кролятини була створена в Європі 30-35 років назад. Її творцями були дві французькі фірми «Eurolar» та «Nurpharm». В основі селекційних технологій лежить гібридизація з максимальним проявом гетерозису – до 25%. Матеріалом служать 4-5 порід (прапрабатьківського стада): каліфорнійська, біла новозеландська, термонська та інші. Структурою для створення кінцевого промислового гібриду являється роздільна селекція по створенню материнських та батьківських ліній (форм) та їх подальше кросування. Сама технологія виробництва кролятини є досить напружена (високопродуктивна), для забезпечення реалізації високо рівня гетерозису вимагає певного рівня годівлі та утримання.

В сьогоденні для промислового виробництва кролятини в Україні застосовується «французька», або інтенсивна технологія. Основними показниками, від яких залежить інтенсифікація виробництва кролятини є плодючість, швидкість росту та оплата корму приростами.

Великою проблемою залишається для українських виробників кролятини наявність високопродуктивного, пристосованого до інтенсивної промислової технології кролепоголів'я.

Однак, отримання максимального ефекту гетерозису можливе при створенні популяцій, нащадки яких при схрещуванні можуть найкраще поєднуватись за основними кількісними показниками.

Нині виникла нагальна необхідність, на основі узагальнення теоретичних і практичних досліджень, переглянути цілу низку наукових положень, поглибити і розширити дослідження, спрямовані на оптимальне проектування та створення селекційних процесів інтенсивного виробництва кролятини в нових економічних умовах.

В Черкаській дослідній станції біоресурсів НААН триває робота з пошуку вдалих селекційних поєднань кролів, які мають бути пристосовані до умов утримання, годівлі та прояву високої продуктивності за інтенсивного розведення в Україні. Для роботи залучили місцеві популяції кролів, пристосовані до утримання на металевій сітчастій підлозі, високої концентрації поголів'я, умов мікроклімату приміщень, при умові - кролі стійкі до пододерматитів, стресчутливості, плідючі.

На основі наших досліджень доведено, що завдяки комбінативній спадковості та відповідності до умов утримання в господарстві Черкаської дослідної станції (інтенсивне, промислове) кращі генетичні поєднання кролів, такі як $\frac{1}{4}\text{ПС}^3\frac{3}{4}\text{НБ}$; $\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{РШ}^1\frac{1}{2}\text{НБ}$ переважали контрольну групу (ПС) за показником живої маси у віці 90 діб на 80 г та на 207 г ($p<0,05$), за показником ширини попереку (прижиттєва оцінка м'ясності) на 0,11 см (1,9%) і на 0,23 см (4%), ($p<0,05$). Кращою комбінативною здатністю відзначився молодняк кролів походження $\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{РШ}^1\frac{1}{2}\text{НБ}$. Індекс загального гетерозису за інтенсивністю росту молодняка кролів в цій групі становив 7,5%. Індекс загального гетерозису за показником ширина попереку становив 4,0%.

Високу відгодівельну та забійну здатність помісний молодняк кролів проявив завдяки походженню, тобто високому пристосуванню до умов промислового утримання: відсутність пододерматитів, пластичний стресчутливості.

Висновки і перспективи. Дослідженням встановлено, що помісний молодняк третьої групи ($\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{НБ}^1\frac{1}{2}\text{РШ}$) в 28-добовому віці, вірогідно ($p<0,001$) переважав аналогів 1-ої контрольної групи (ПС) за показником живої маси на 107 г. Помісний молодняк 4-ої групи вірогідно ($p<0,01$) переважав контроль за цим показником на 83 грами. Найвищу інтенсивність розвитку до 28-добового віку ($p<0,001$) мав помісний молодняк походження $\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{РШ}^1\frac{1}{2}\text{НБ}$ - $609\pm 28,26$ г, що на 116 г більше контролю.

За показником живої маси у віці 90 діб помісний молодняк другої групи ($\frac{1}{4}\text{ПС}^3\frac{3}{4}\text{РШ}$) переважав ($p<0,05$) першу контрольну групу молодняка породи полтавське срібло на 117 г, третьої на 156 г ($\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{НБ}^1\frac{1}{2}\text{РШ}$) ($p<0,05$), четвертої на 80 г ($\frac{1}{4}\text{ПС}^3\frac{3}{4}\text{НБ}$), а 5-ої вірогідно ($\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{РШ}^1\frac{1}{2}\text{НБ}$) ($p<0,05$) аж на 207 г.

Прижиттєва м'ясна оцінка – ширина попереку, в 90-добовому віці, кращою була у помісного молодняка кролів 2, 3, 4 і 5-ої груп. Вимір ширини попереку є важливим показником, він позитивно корелює з показниками забійної маси, забійного виходу. Найвищим він був у п'ятій групі 5,95 см ($p<0,05$) та переважав контроль на 4%.

Індекс загального гетерозису по групах за інтенсивністю росту молодняка кролів в дослідних групах становив: 4,2; 5,6; 2,9; 7,5%. Індекс загального гетерозису за показником ширина попереку становив 2,1; 3,5; 1,9; 4,0%.

За результатами досліджень кращу схильність до високих відгодівельних, прижиттєвих м'ясних та конституційних показників мав помісний молодняк кролів походження: $\frac{1}{4}\text{ПС}^3\frac{3}{4}\text{НБ}$, $\frac{1}{4}\text{ПС}^1\frac{1}{4}\text{РШ}^1\frac{1}{2}\text{НБ}$.

Зниження вартості корму на 1 кг приросту до 1 контрольної групи (32,4 грн), відбувалось до 5 групи: 2 дослідна 31,05 грн; 3 дослідна 30,6 грн, 4 дослідна 30,78 грн. Вартість корму в структурі затрат 5 дослідної групи виявилась найнижчою – 29,78 грн. Така динаміка вплинула на показник чистого прибутку і рентабельність виробництва.

Найвищою рентабельність виробництва, за прямими затратами, була у молодняку кролів 5 групи і становила 63,2%. Тварини цієї групи за походженням були трьох породні помісі - $\frac{1}{4}$ ПС $\frac{1}{4}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ.

Література

1. Badawy, A.Y., Peiró, R, Blasco, A, Santacreu, MA. (2019). Correlated responses on litter size traits and survival traits after two-stage selection for ovulation rate and litter size in rabbits. *Animal*. 3 (3):453 – 459. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118002033>
2. Christensen, O. F., Lund, M.S. (2010). Genomic prediction when some animals are not genotyped. *Genet. Sel. Evol.*; 42:2 <https://doi.org/10.1186/1297-9686-42-2>
3. Clark, SA, van der Werf, J. (2013). Genomic best linear unbiased prediction (gBLUP) for the estimation of genomic breeding values. *Methods Mol Biol.*; 1019:321-30. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-447-0_13.
4. Clasen, J. B., Fikse, W. F., Su, G., Karaman, E. (2023). Multibreed genomic prediction using summary statistics and a breed-origin-of-alleles approach. *Heredity*. 131. 33 – 42 p. <https://doi.org/10.1038/s41437-023-00619-4>
5. Crovato, S., Pinto, A., Di Martino, G., Mascarello, G., Rizzoli, V., Marcolin, S., & Ravarotto, L. (2022). Purchasing habits, sustainability perceptions, and welfare concerns of Italian consumers regarding rabbit meat. *Foods*, 11 (9), 1205. <https://doi.org/10.3390/foods11091205>
6. Dorian, Garrick, Jack, Dekkers, Rohan, Fernando, (2014). The evolution of methodologies for genomic prediction, *Livestock Science*. Vol. 166. 10-18 p. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.05.031>.
7. García, M.L.; Argente, M.J. (2020). The genetic improvement in meat rabbits. In *Lagomorpha Charact*; Intech Open: London, UK, Volume 5, pp. 1 – 18. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.93896>
8. Havrysh O. M., Nebylytsia M. S., Tkach E. F., Osokina T. G., Bashhenko V. M., Bilan A. P. (2025) Reproductive qualities of rabbits depending on paratypic factors during their maintenance. *Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo»*, 11, 7 – 19. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.7-18>.
9. Knecht, D., Srodon, S. and Duziński, K., (2015). Breed on selected reproductive e performance parameters of sows. *Arch. Anim. Breed*, issue 58, pp. 49–56.
10. Luchyn I. S. (2022). Selection justification of the technology of intensive production of rabbit meat / I S Luchyn// *Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine*, 1 (2), 171 – 179, doi: 10.31867/2786-6750.

11. Luchyn, I. S., Perih, D. P., Lunyk, Y. M., Smyrnov, V. V., Tsyupka, S. R., Kalamitra, V. A. (2025). Reproductive traits of chinshilla rabbits under different three-breed crossbreeding schemes. Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology, 26 (1), 118-126. <https://doi.org/10.36359/scivp.2025-26-1.14>
12. Mondin, C., Trestini, S., Trocino, A., Di Martino, G. (2021). The economics of rabbit farming: a pilot study on the impact of different housing systems. *Animals* 11, 3040. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11113040>
13. Mrode, R. A. (2005). &Thompson, R. Linear models for the prediction of animal breeding values. 2nd ed., Wallingford, U. K: CABI Publishing. <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20053196805>
14. Peiró, R., Herrler, A., Santacreu, M.A. (2010). Expression of progesterone receptor related to the polymorphism in the gene in the rabbit reproductive tract. *J. Anim. Sci.* 88 (2), 421 – 427 p. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1955>
15. Piotrovych N.A. Formation of reproductive quality of sows and assessment of their combinatory ability. Author's abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.02.01 «Rozvedennia ta selektsiia tvaryn». Mykolaiv, 2017. s. 19
16. Shah, Ali, Goswami, Naqash. (2024). Enhancing Rabbit Farming Efficiency with Integrated Genomics and Nutritional Strategies. *Frontiers in Animal Science*. DOI: <https://doi.org/10.3389/fanim.2024.1514923>
17. Shevchenko E. A., Honchar O. F., Dzitsiuk V. V. (2025). Genetic potential of Poltava silver rabbits: G-BLUP evaluation based on polymorphism of MSTN and PGR genes. Collection of scientific papers «Effective rabbit breeding and animal fur husbandry», 11, 19 – 28. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.19-27>.
18. Shevchenko, E., Honchar, O. (2020). Selection-genetic characteristics of rabbits poltavska silver breed by polymorphism of progesterone receptor gene. Collection of scientific papers «Effective rabbit breeding and animal fur husbandry», 6, 6 – 13. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.6-13>
19. Siddiqui, S. A., Gerini, F., Ikram, A., Saeed, F., Feng, X., & Chen, Y. (2023). Rabbit Meat – Production, Consumption and Consumers' Attitudes and Behavior. *Sustainability*, 15 (3), 2008. <https://doi.org/10.3390/su15032008>
20. Sotnichenko, Yu.M. (2020). Osoblyvosti formuvannia miasnoi produktyvnosti zamiaso-shkurnymy prohramamy produktyvnosti. *Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo»*. 6, 117 – 128. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.117-125>
21. Tabet, J.M., Lourenco, D., Bussiman F.et al. (2025). All-breed single-step genomic best linear unbiased predictor evaluations for fertility traits in US dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Vol. 108, Issue 1. 694-706 p. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25281>.
22. Vintoniv, O.A., Havrysh, O.M. (2022). Reproduktyvna zdatnist krolykiv-samsiv zalezno vid vplyvu paratypovykh ta henotypovykh faktoriv. *Rozvedennia tvaryn i henetyka*, 64, 147 – 153. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.64.13>.

References

1. Badawy, AY, Peiró, R, Blasco, A, Santacreu, MA. (2019). Correlated responses on litter size traits and survival traits after two-stage selection for ovulation rate and litter size in rabbits. *Animal*. 3 (3):453 – 459. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118002033>
2. Christensen, O. F., Lund, M.S. (2010). Genomic prediction when some animals are not genotyped. *Genet. Sel. Evol.*; 42:2 <https://doi.org/10.1186/1297-9686-42-2>
3. Clark, SA, van der Werf, J. (2013). Genomic best linear unbiased prediction (gBLUP) for the estimation of genomic breeding values. *Methods Mol Biol.*; 1019:321-30. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-447-0_13.
4. Clasen, J. B., Fikse, W. F., Su, G., Karaman, E. (2023). Multibreed genomic prediction using summary statistics and a breed-origin-of-alleles approach. *Heredity*. 131. 33 – 42 p. <https://doi.org/10.1038/s41437-023-00619-4>
5. Crovato, S., Pinto, A., Di Martino, G., Mascarello, G., Rizzoli, V., Marcolin, S., & Ravarotto, L. (2022). Purchasing habits, sustainability perceptions, and welfare concerns of Italian consumers regarding rabbit meat. *Foods*, 11 (9), 1205. <https://doi.org/10.3390/foods11091205>
6. Dorian, Garrick, Jack, Dekkers, Rohan, Fernando, (2014). The evolution of methodologies for genomic prediction, *Livestock Science*. Vol. 166. 10-18 p. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.05.031>.
7. García, M.L.; Argente, M.J. (2020). The genetic improvement in meat rabbits. In *Lagomorpha Charact*; Intech Open: London, UK, Volume 5, pp. 1 – 18. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.93896>
8. Havrysh O. M., Nebylytsia M. S., Tkach E. F., Osokina T. G., Bashhenko V. M., Bilan A. P. (2025) Reproductive qualities of rabbits depending on paratypic factors during their maintenance. *Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo»*, 11, 7 – 19. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.7-18>.
9. Knecht, D., Srodon, S. and Duziński, K., (2015). Breed on selected reproductive eper formance parameters of sows. *Arch. Anim. Breed*, issue 58, pp. 49–56.
10. Luchyn I. S. (2022). Selection justification of the technology of intensive production of rabbit meat / I S Luchyn// *Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine*, 1 (2), 171 – 179, doi: 10.31867/2786-6750.
11. Luchyn, I. S., Perih, D. P., Lunyk, Y. M., Smyrnov, V. V., Tsyupka, S. R., Kalamitra, V. A. (2025). Reproductive traits of chinshilla rabbits under different three-breed crossbreeding schemes. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 26 (1), 118-126. <https://doi.org/10.36359/scivp.2025-26-1.14>
12. Mondin, C., Trestini, S., Trocino, A., Di Martino, G. (2021). The economics of rabbit farming: a pilot study on the impact of different housing systems. *Animals* 11, 3040. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11113040>

13. Mrode, R. A. (2005). &Thompson, R. Linear models for the prediction of animal breeding values. 2nd ed., Wallingford, U. K: CABI Publishing. <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20053196805>

14. Peiró, R., Herrler, A., Santacreu, M.A. (2010). Expression of progesterone receptor related to the polymorphism in the gene in the rabbit reproductive tract. J. Anim. Sci. 88 (2), 421 – 427 p. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1955>

15. Piotrovych N.A. Formation of reproductive quality of sows and assessment of their combinatory ability. Author's abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.02.01 «Rozvedennia ta selektsiia tvaryn». Mykolaiv, 2017. s. 19

16. Shah, Ali, Goswami, Naqash. (2024). Enhancing Rabbit Farming Efficiency with Integrated Genomics and Nutritional Strategies. Frontiers in Animal Science. DOI: <https://doi.org/10.3389/fanim.2024.1514923>

17. Shevchenko E. A., Honchar O. F., Dzitsiuk V. V. (2025). Genetic potential of Poltava silver rabbits: G-BLUP evaluation based on polymorphism of MSTN and PGR genes. Collection of scientific papers «Effective rabbit breeding and animal fur husbandry», 11, 19 – 28. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.19-27>.

18. Shevchenko, E., Honchar, O. (2020). Selection-genetic characteristics of rabbits poltavaska silver breed by polymorphism of progesterone receptor gene. Collection of scientific papers «Effective rabbit breeding and animal fur husbandry», 6, 6 – 13. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.6-13>

19. Siddiqui, S. A., Gerini, F., Ikram, A., Saeed, F., Feng, X., & Chen, Y. (2023). Rabbit Meat – Production, Consumption and Consumers' Attitudes and Behavior. Sustainability, 15 (3), 2008. <https://doi.org/10.3390/su15032008>

20. Sotnichenko, Yu.M. (2020). Osoblyvosti formuvannia miasnoi produktyvnosti zamiaso-shkirnykh prohramamy produktyvnosti. Zbirnyk naukovykh prats «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». 6, 117 – 128. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.117-125>

21. Tabet, J.M., Lourenco, D., Bussiman F. et al. (2025). All-breed single-step genomic best linear unbiased predictor evaluations for

UDC 636.92:575.222.2

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.75-88>

INCREASING MEAT PRODUCTIVITY OF RABBITS USING INDUSTRIAL CROSSBREEDING

Bashchenko M.I., Boiko O.V., Luchyn I.S

Cherkassy Experimental Station of Bioresources of the National Academy of Sciences, Cherkassy, Ukraine

The research was conducted at the Cherkasy Agricultural Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences of Ukraine. The genotype of rabbits used in the research: Poltava Silver, Soviet Chinchilla, New Zealand White and their crosses.

The study found that the third group of domestic young (1/4PS1/4NB1/2RSh) at 28 days of age significantly ($p < 0.001$) exceeded the analogues of the 1st control group (PS) in terms of live weight by 107 g. The fourth group of domestic young ($p < 0.01$) exceeded the control by this indicator by 83 g. The highest intensity of development up to 28 days of age ($p < 0.001$) was observed in the litter of young animals of 1/4PS1/4RSh1/2NB origin - 609 ± 28.26 g, which is 116 g more than the control.

In terms of live weight at the age of 90 days, the second group of domestic young animals (1/4PS3/4RSh) exceeded ($p < 0.05$) the first control group of young animals of the Poltava Silver breed by 117 g, the third by 156 g (1/4PS1/4NB1/2RSh) ($p < 0.05$), the fourth by 80 g (1/4PS3/4 NB), and the fifth was significantly ($p < 0.05$) (1/4PS1/4RSh1/2NB) by as much as 207 g.

The chest girth index (90 days) had a significant difference in the young rabbits of the fourth and fifth experimental groups ($p < 0.01$, $p < 0.001$) genotype: 1/4PS3/4 NB, 1/4PS1/4RSh1/2NB and exceeded the rabbits of the control group by 1.9; 2.2 cm. This indicator was influenced by the heredity of the New Zealand white, which was 50.75% in the crossbred young of these groups.

In-life meat assessment - loin width, at 90 days of age, was the best in crossbred young rabbits of groups 2, 3, 4 and 5. The measurement of loin width is an important indicator, it is positively correlated with indicators of slaughter weight, slaughter yield. It was the highest in the fifth group 5.95 cm ($p < 0.05$) and exceeded the control by 4%.

An objective indicator that positively correlates with slaughter and meat qualities - the crushing index - absolutely prevailed in the crossbred young rabbits of the 5th experimental group (1/4PS1/4RSh1/2NB). Rabbits of this group by this indicator prevailed over their counterparts of the 2nd group by 9.17%; 3-0th by 4.36%; 4th by 2.24%; and purebred young rabbits of the 1st group by 10.23%.

According to the results of the research, the best tendency to high fattening, lifetime meat and constitutional indicators was observed in the domestic young rabbits of the following origins: 1/4PS3/4 NB, 1/4PS1/4RSh1/2NB.

The index of general heterosis by groups according to the growth intensity of young rabbits in the experimental groups was: 4.2; 5.6; 2.9; 7.5%. The index of general heterosis according to the waist width indicator was 2.1; 3.5; 1.9; 4.0%.

The decrease in the cost of feed per 1 kg of gain to the 1st control group (32.4 UAH) occurred to the 5th group: 2nd experimental 31.05 UAH; 3rd experimental 30.6 UAH, 4th experimental 30.78 UAH. The cost of feed in the cost structure of the 5th experimental group turned out to be the lowest - 29.78 UAH. Such dynamics affected the net profit indicator and profitability of production.

The highest profitability of production, in terms of direct costs, was in young rabbits of group 5 and amounted to 63.2%. Animals of this group were three-breed crosses by origin - 1/4PS1/4RSh1/2NB.

Studies have shown that the use of Poltava Silver rabbit dams as maternal breeds and Soviet Chinchilla and New Zealand White males as paternal breeds in industrial crossbreeding allows for increased fattening and meat performance of young rabbits, especially of three breeds: 1/4PS1/4NB1/2RSh; 1/4PS1/4RSh1/2NB.

Keywords: rabbits, crossbreeding, Poltava silver, fattening indicators, profitability.

УДК 636.92:575.222.2

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.89-99>

РЕПРОДУКТИВНА ЗДАТНІСТЬ ПОЄДНАНЬ ТРЬОХ ПОРІД КРОЛІВ ЗА РЕЦИПРОКНОГО СХРЕЩУВАННЯ

Бойко О.В., с.д. кандидат с-г наук,

Лучин І.С., с.н.с. доктор с. г. наук.

*Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна
luchin60@ukr.net*

Дослідження проводились на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН. В господарстві застосовується технологія інтенсивного виробництва кролятини. Узагальнені всі показники кролематок при окролах за масою гнізда. Вищою вона була в кролематок першої контрольної групи - $544 \pm 19,9$ г, в другій ($\text{♀РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{НБ}$) - $541 \pm 20,0$ г та в п'ятій ($\text{♀}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ} \times \text{♂РШ}$) - $547 \pm 20,5$ г, що невірогідно вище від третьої групи кролематок ($\text{♀}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{НБ} \times \text{♂РШ}$), четвертої групи ($\text{♀РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ}$) та сьомої ($\text{♀}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ} \times \text{♂РШ}$). Найвищим показник молочності був у кролематок шостої групи - $2,44 \pm 0,079$ кг за поєднання $\text{♀РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$. У всіх дослідних групах показник молочності був вищим на 50 – 140 г ($P < 0,95$) в порівнянні до першої контрольної групи кролематок ($2,3 \pm 0,073$ кг). Маса гнізда кроленят, відсаджених у 28-добовому віці від кролематок, була вищою в кролематок п'ятої-сьомої дослідних груп ($P > 0,99$; $P > 0,95$) відповідно $5,05 \pm 0,18$ кг; $5,45 \pm 0,135$ та $5,22 \pm 0,172$ кг, що більше на 0,400 – 0,800 кг від контрольної. Враховуючи різний рівень показників продуктивності кролематок, для об'єктивної їх оцінки застосовували індекс ІВЯК. Найвищий показник ІВЯК був у кролематок шостої ($\text{♀РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$) – 124,9 та п'ятої ($\text{♀}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ} \times \text{♂РШ}$) груп – 124,0. Для селекційної оцінки відтворювальних властивостей кролематок визначали індекс загального гетерозису за формулою В. Горіна. Індекс загального гетерозису за масою гнізда при відлученні в дослідних групах становив: 4,09 %; 6,45 %; 2,36 %; 8,60 %; 17,20 % та 12,26 %. Індекс загального гетерозису за показником ІВЯК становив 1,16 %; 0,41 %; 1,24 %; 2,90 %; 3,65 % та 1,16 %.

Ключові слова: кролематки, схрещування, репродуктивна здатність, індекс ІВЯК.

Актуальність. Не дивлячись на те, що в Україні залишилися і функціонують спеціалізовані ферми з виробництва кролятини, вони малоефективні, так як базуються на застарілих, у першу чергу, селекційних технологіях [1].

Нині в Україні використовуються у промисловому, інтенсивному виробництві кролятини породи кролів сірого і білого велетня, радянська шиншила, сріблястий метелик, ангорський пуховий та інші. Продуктивність

кожної з цих порід проявляється в промисловому кролівництві лише на 60–70 % [2]. Тому, проблема інтенсифікації галузі кролівництва надзвичайно гостра, оскільки багато порід нечисленні та мають високу генетичну мінливість. Крім того, зменшилась кількість племінних господарств з розведення більшості порід, відсутня в країні програма створення промислового кроля. У зв'язку з цим важливого значення набуває свідоме управління науково-виробничим процесом на підставі знань особливостей селекційно-технологічних процесів [14].

Основними показниками, від яких залежить інтенсифікація виробництва кролятини є плодючість, жива маса кроленят при народженні, збереженість гнізд, швидкість росту та оплата корму приростами [4].

Починаючи селекційну роботу в кролівництві слід зосередитись на одній–двох ознаках, не нехтуючи іншими, які повинні бути хоч на середньому рівні. На першому етапі звертають увагу на материнські якості: жива маса при народженні, жива маса при відлученні (у 28 діб), збереженість [12, 13].

Для прискорення отримання бажаних продуктивних показників, варто використати схрещування, яке переслідує кілька цілей – збагатити спадковість однієї з порід, та на базі двох і більше порід створити новий генотип, який би узагальнив всі позитивні сторони взятих для схрещування порід, а за основними з них і значно їх перевищував.

Дослідження існуючих генотипів на комбінаційну здатність (поєднуваність) можна проводити при прямому і зворотному (реципрокному) схрещуванні. За результатами схрещування відбирати кращих, високопродуктивних міжпородних нащадків, яких доцільно використовувати в подальшій промисловій роботі (гібридизації) в якості батьківських і материнських форм.

Для досягнення поставленої мети необхідно використовувати породи, які переважають за ознаками з високою спадковістю, що контролюються генами адитивної дії і ознаками, за якими проявляється найкраща комбінаційна здатність у вигляді ефекту гетерозису [5]. Ефект гетерозису повинен бути вищим, особливо коли породи значно відрізняються одна від одної генетично, або спадково віддалені.

Коли обрані ознаки позитивно корелюють між собою – такі як вага при народженні, молочність і збереженість, селекція одночасно за цими трьома показниками підвищуватиме подальшу інтенсивність прояву відгодівельних ознак молодняку кролів [4, 11].

Отримання максимального ефекту гетерозису можливе при створенні порід, нащадки яких при схрещуванні можуть найкраще поєднуватись за основними кількісними показниками. Для цього потрібно створити материнську форму, в якій переважають (сфокусовано) репродуктивні властивості кролематок і дві або більше батьківських форм, у нащадків яких переважають відгодівельні і м'ясні показники [9, 10, 15]. Вдале поєднання цих генотипів забезпечить максимальний ріст продуктивності товарних помісей [3, 8].

Не дивлячись на значну кількість проведених досліджень та особливу увагу науковців України до інтенсифікації кролівництва, галузь досі

залишається неефективною через відсутність системного підходу досліджень до вирішення генетично-селекційних проблем кролівництва [14, 16].

Мета дослідження – дослідити відтворні якості кролематок на комбінаційний ефект за реципрокного кросбридингу.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН. В господарстві застосовується технологія інтенсивного виробництва кролятини.

В останні 20 років виробництво кролятини в Україні здійснюється за «Європейською», інтенсивною технологією. В промислових господарствах по виробництву кролятини істотно переважає технологія інтенсивного виробництва її ще називають французькою. В індивідуально-селянських господарствах України зосереджено біля 90 % поголів'я кролів, однак, і ці господарства застосовують елементи інтенсивної технології. Існує економічне правило, із зростанням продуктивності, знижується показник собівартості, зростає рентабельність виробництва. Виробництво кролятини стає конкурентно-спроможним і альтернативи інтенсивній технології виробництва кролятини в світі та Україні, поки що, не має.

Параметри інтенсивної технології передбачають отримання від однієї кролематки, на протязі виробничого року, не менше восьми окролів, а це 60 і більше кроленят. Показники скороспелості відгодівельного молодняку кролів мають забезпечити забій у віці 80 діб живою масою не менше 2,8 кг, при забійному виході 55-60%. За кордоном, як елемент цієї технології, застосовується гібридизація за участю 4-5 порід, максимально пристосованих до інтенсивного розведення.

В Черкаській дослідній станції біоресурсів НААН триває робота з пошуку вдалих селекційних поєднань кролів, які мають бути пристосовані до умов утримання, годівлі та прояву високої продуктивності за інтенсивного розведення в Україні. Для роботи залучили місцеві генотипи кролів, пристосовані до утримання на металевій сітчастій підлозі, до високої концентрації поголів'я та задовільних умов мікроклімату приміщень. Головна умова: кролі стійкі до пододерматитів, нестресочутливі, з високою плодючістю.

Генотип кролів, що розводять в господарстві: радянська шиншила, сірий велетень, новозеландська біла та їхні помісі. Середньомісячна чисельність кролів 300 гол., з них 60 гол. основних кролематок.

Основні елементи технології, що присутні в дослідженні:

- осіменіння згідно технологічної карти, на 10 день після окролу;
- відлучення кроленят в 28-добовому віці;
- відгодівельний період з 28 доби до 90-добового віку.

З метою покращення репродуктивної та відгодівельної продуктивності шиншилоподібних кролів (дво-, трипородних помісей) за умов промислового інтенсивного використання. Тварин породи радянська шиншила використовували як материнську (РШ), цей генотип найбільш пристосований до виробничих і кліматичних умов центральної України. Батьківські породи – самці породи сірий велетень (СВ) і новозеландська біла (НБ), у них більше

виражені відгодівельні і м'ясні показники продуктивності. Для дослідів, методом пар-аналогів, було сформовано 7 груп кролематок по 10 голів в кожній (табл.1).

Таблиця 1. Схема поєднань

Група	Генотип		Нащадки, F ₂
	самок ♀	самця ♂	
I контрольна	РШ	РШ	РШ
II дослідна	РШ	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ	$\frac{3}{4}$ РШ $\frac{1}{4}$ НБ
III дослідна	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ	РШ	$\frac{1}{4}$ НБ $\frac{3}{4}$ РШ
IV дослідна	РШ	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ	$\frac{3}{4}$ РШ $\frac{1}{4}$ СВ
V дослідна	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ	РШ	$\frac{1}{4}$ СВ $\frac{3}{4}$ РШ
VI дослідна	РШ	$\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{4}$ НБ $\frac{1}{4}$ СВ
VII дослідна	$\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ	РШ	$\frac{1}{4}$ НБ $\frac{1}{4}$ СВ $\frac{1}{2}$ РШ

Оцінку відтворювальної здатності кролематок визначали за індексом відтворювальної якості (ІВЯК) [6]. Оцінка продуктивності здійснювалась шляхом порівняльного аналізу репродуктивних показників кролематок: запліднююча здатність, багатоплідність, великоплідність, молочність, маса й чисельність гнізда при відлученні кроленят (у 28- добовому віці), індекс відтворних якостей кролематок – ІВЯК. Для оцінки відтворювальних властивостей кролематок за реципрокного кросбридингу між породою РШ та двопородними помісями (з часткою спадковості $\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ; $\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ; $\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ) визначали індекс загального гетерозису за формулою В. Горіна.

Результати досліджень та їх обговорення. Відтворювальні якості кролематок. Встановлено (табл. 2), що за багатоплідністю переважали кролематки 1-ої групи чистопородного поєднання радянська шиншила (РШ), дослідної 5-ої (з часткою спадковості $\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ) та 7-ої (з часткою спадковості $\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ) в поєднанні з самцями радянської шиншили (РШ) – відповідно отримали 11,2±0,49; 11,5±0,54; 11,4±0,72 гол., що на 0,1 - 0,6 гол. більше, ніж у кролематок інших дослідних груп (10,9±0,67; 11,0±0,6; 11,1±0,71). Різниця не вірогідна.

Кількість мертвонароджених кроленят була меншою у кролематок п'ятої (♀ $\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ х ♂РШ) і шостої груп (♀РШ х ♂ $\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ) на 0,5±0,224; 0,5±0,167 гол. із невірогідною різницею. Найвищу кількість мертвонароджених кроленят спостерігали у першій, третій та сьомій групах кролематок: 0,9±0,233; 0,8±0,249; 0,8±0,227 голів.

Великоплідність за невірогідної різниці була вищою в групах, де тварини мали частку спадковості породи сірий велетень (СВ): четверта група 53±2,52 г; п'ята 54±2,0; шоста 53±2,14 грам. В першій групі кролематок, за чистопородного розведення, цей показник становив 52±2,47 г, що на 1-2 г менше.

Узагальнює три попередні показники маса гнізда при народженні. Вищою вона була в кролематок першої контрольної групи - 544±19,9 г, в другій (♀РШ х ♂ $\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ) - 541±20,0 г та в п'ятій (♀ $\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ х ♂РШ) - 547±20,5 г, що

невірогідно вище від третьої групи кролематок ($\text{♀}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{НБ} \times \text{♂}\text{РШ}$), четвертої групи ($\text{♀}\text{РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ}$) та сьомої ($\text{♀}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ} \times \text{♂}\text{РШ}$).

Таблиця 2. Відтворювальні якості кролематок, $n=10$; $M \pm m$; C_v , %

Група	Поєднання генотипів		Багатоплідність, гол.	в т. числі мертвороджених, гол.	Великоплідність, г	Маса гнізда, г	
	♀	♂					
I	РШ	РШ	11,2±0,49	0,9±0,233	52±2,47	544±19,9	11,6
II	РШ	$^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{НБ}$	10,9±0,67	0,6±0,221	53±2,19	541±20,0	11,7
III	$^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{НБ}$	РШ	11,0±0,6	0,8±0,249	51±2,0	519±15,3	9,35
IV	РШ	$^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ}$	11,1±0,71	0,6±0,221	53±2,52	530±16,8	10,04
V	$^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ}$	РШ	11,5±0,54	0,5±0,224	54±2,0	547±20,5	11,83
VI	РШ	$^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$	10,9±0,59	0,5±0,167	53±2,14	538±15,1	8,86
VII	$^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$	РШ	11,4±0,72	0,8±0,327	50±2,49	518±16,4	10,04

Примітка: тут і далі * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Показник молочності кролематок. Важливим показником при визначенні молочності кролематок є кількість кроленят у гнізді в 20-добовому віці. В кролематок за поєднання самок з часткою спадковості $^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ}$ із самцями породи радянська шин шила РШ (п'ята група), цей показник становив $9,8 \pm 0,29$ гол., за багатоплідності 11,5 голови.

Значення показника збереженості гнізда кроленят у віці 20 діб у кролематок сьомої групи становило $9,9 \pm 0,5$ гол., що на 0,1-0,4 голови більше як у інших шести групах кролематок. На подальшу відгодівельну спроможність молодняку кролів істотний вплив має молочність кролематок (жива маса гнізда в 20 добовому віці). Найвищим цей показник був у кролематок шостої групи - $2,44 \pm 0,079$ кг за поєднання $\text{♀}\text{РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$. У всіх дослідних групах показник молочності був вищим на 50-140 г ($P < 0,95$) у порівнянні до першої контрольної групи кролематок ($2,3 \pm 0,073$ кг) табл. 3.

Таблиця 3. Показники молочності кролематок, $n=10$; $M \pm m$; C_v , %

Група	Поєднання генотипів		Молочність (20 доба лактації)			
	♀	♂	голів	жива маса 1 гол., кг	маса гнізда, кг	
I	РШ	РШ	9,4±0,34	246±3,1	2,3±0,073	9,99
II	РШ	$^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{НБ}$	9,5±0,4	250±3,7	2,37±0,085	11,38
III	$^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{НБ}$	РШ	9,7±0,37	249±4,0	2,4±0,059	7,8
IV	РШ	$^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ}$	9,6±0,43	246±4,3	2,35±0,081	10,86
V	$^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ}$	РШ	9,8±0,29	253±3,6	2,4±0,084	11,07
VI	РШ	$^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$	9,7±0,37	252±4,2	2,44±0,079	10,19
VII	$^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$	РШ	9,9±0,5	243±5,7	2,39±0,087	11,57

Показник гнізда в 28-добовому віці. Кількість голів кроленят у гнізді при відлученні вказує на материнські якості кролематок по збереженню приплоду (табл. 4). Збереженість молодняку була вищою у кролематок шостої і сьомої дослідних груп ($\text{♀РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$; $\text{♀}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ} \times \text{♂РШ}$) відповідно $9,5 \pm 0,307$ гол; $9,6 \pm 0,499$ гол; що більше на 0,4-0,5 гол. ніж в контролі ($9,1 \pm 0,314$).

Таблиця 4. Показники маси гнізда кроленят, $n=10$; $M \pm m$; C_v , %

Група	Посаднання генотипів		Показники гнізда в 28-добовому віці:				Збереженість, %	ІВЯК
	♀	♂	кількість гол.	середня маса одної гол., г	маса гнізда, кг			
I	РШ	РШ	9,1±0,314	518±19,8	4,65±0,087	5,89	88,35	120,5
II	РШ	¹ / ₂ РШ ¹ / ₂ НБ	9,1±0,348	539±20,0	4,84±0,081	5,29	88,35	122,2
III	¹ / ₂ РШ ¹ / ₂ НБ	РШ	9,2±0,29	544±19,9	4,95±0,064	4,09	90,2	121,0
IV	РШ	¹ / ₂ РШ ¹ / ₂ СВ	9,1±0,348	531±22,8	4,76±0,096	6,34	86,67	122,0
V	¹ / ₂ РШ ¹ / ₂ СВ	РШ	9,4±0,267	541±21,1	5,05±0,18*	11,23	85,45	124,0
VI	РШ	¹ / ₂ НБ ¹ / ₂ СВ	9,5±0,307	577±20,7**	5,45±0,135**	7,83	91,35	124,9
VII	¹ / ₂ НБ ¹ / ₂ СВ	РШ	9,6±0,499	551±17,3*	5,22±0,172**	10,429	90,57	121,9

Середня маса кроленяти при відлученні в 28-добовому віці дає оцінку не лише відтворювальним якостям кролематок, але вказує і на майбутню відгодівельну та м'ясну продуктивність молодняку кролів. За цим показником вірогідно ($P > 0,99$; $P > 0,95$) кращими були кролематки шостої ($\text{♀РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$) і сьомої ($\text{♀}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ} \times \text{♂РШ}$) груп - $577 \pm 20,7$; $551 \pm 17,3$ грам. За показником середньої маси кроленяти при відлученні дослідні групи кролематок переважають контрольну чистопородну групу породи радянська шиншила на 13 – 59 грам.

Маса гнізда кроленят, відсаджених у 28-добовому віці від кролематок, була вищою в кролематок п'ятої-сьомої дослідних груп ($P > 0,99$; $P > 0,95$) або відповідно $5,05 \pm 0,18$ кг; $5,45 \pm 0,135$ та $5,22 \pm 0,172$ кг, що більше на 0,40 – 0,80 кг від контрольної.

Встановлено, що вищий відсоток збереження кроленят при відлученні в 28-добовому віці спостерігався, переважно, у кролематок третьої, шостої та сьомої груп і коливався від 90,2 до 91,35%. На збереження гнізда кроленят до відлучення значною мірою впливало походження, за інтенсивного промислового утримання, цей показник проявився як сукупність продуктивних особливостей трьох порід.

Враховуючи різний рівень показників продуктивності кролематок, для об'єктивної їх оцінки застосовували індекс ІВЯК. Найвищий показник ІВЯК був у кролематок шостої ($\text{♀РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$) – 124,9 та п'ятої ($\text{♀}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ} \times \text{♂РШ}$) груп – 124,0.

Для оцінки відтворювальних властивостей кролематок за реципрокного кросбридингу між породою РШ та двопородними помісями (з часткою спадковості $\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ; $\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ; $\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ) визначали індекс загального гетерозису. До порівняння брались показники маси гнізда при відлученні в 28-добовому віці та індекс ІВЯК. Індекс загального гетерозису за масою гнізда при відлученні в дослідних групах становив: 4,09 %; 6,45 %; 2,36 %; 8,6 %; 17,2 % та 12,26%. Індекс загального гетерозису за показником ІВЯК у дослідних групах становив 1,16 %; 0,41 %; 1,24 %; 2,9 %; 3,65 % та 1,16 %.

Дослідження продемонстрували, що за умов інтенсивного виробництва кролятини відтворювальні якості кролематок вищі у поєднань $\text{♀}\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ х ♂ РШ; ♀ РШ х $\text{♂}\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ та $\text{♀}\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ х ♂ РШ. Їх доцільно використати в подальшій селекційній роботі (гібридації) в якості батьківських і материнських форм.

Для оцінки відтворювальних властивостей кролематок визначали індекс загального гетерозису за формулою В. Горіна (табл. 5).

Таблиця 5. Загальний гетерозис кролематок

Група	Поєднання генотипів		Маса гнізда		ІВЯК	
	♀	♂	кг	показник гетерозису	індекс	показник гетерозису
I	РШ	РШ	4,65±0,087	x	120,5	x
II	РШ	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ	4,84±0,081	4,09	122,2	1,16
III	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ	РШ	4,95±0,064	6,45	121,0	0,41
IV	РШ	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ	4,76±0,096	2,36	122,0	1,24
V	$\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ	РШ	5,05±0,18*	8,6	124,0	2,9
VI	РШ	$\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ	5,45±0,135**	17,2	124,9	3,65
VII	$\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ	РШ	5,22±0,172**	12,26	121,9	1,16

Індекс загального гетерозису за масою гнізда при відлученні в дослідних групах становив: 4,09 %; 6,45 %; 2,36 %; 8,6 %; 17,2 % та 12,26%. Індекс загального гетерозису за показником ІВЯК становив: 1,16 %; 0,41 %; 1,24 %; 2,9 %; 3,65 % та 1,16 %.

Висновки. Маса гнізда була вища в кролематок першої контрольної групи - 544±19,9 г, у другої (♀ РШ х $\text{♂}\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ) - 541±20,0 г та в п'ятій ($\text{♀}\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ х ♂ РШ) - 547±20,5 г, що невірогідно вище від третьої групи кролематок ($\text{♀}\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ НБ х ♂ РШ), четвертої (♀ РШ х $\text{♂}\frac{1}{2}$ РШ $\frac{1}{2}$ СВ) та сьомої групи ($\text{♀}\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ х ♂ РШ). Найвищим показник молочності був у кролематок шостої групи - 2,44±0,079 кг за поєднання ♀ РШ х $\text{♂}\frac{1}{2}$ НБ $\frac{1}{2}$ СВ. У всіх дослідних групах показник молочності був вищим на 50 – 140 г (P<0,95) в порівнянні до першої контрольної групи кролематок (2,3±0,073 кг). Маса гнізда кроленят, відсаджених у 28-добовому віці, була вищою в кролематок п'ятої-сьомої дослідних груп (P>0,99; P>0,95) або відповідно 5,05±0,18 кг; 5,45±0,135 кг та 5,22±0,172 кг, що більше на 0,40 – 0,80 кг від контрольної. Враховуючи різний рівень показників продуктивності кролематок, для

об'єктивної їх оцінки застосовували індекс ІВЯК. Найвищий показник ІВЯК був у кролематок шостої ($\text{♀РШ} \times \text{♂}^{1/2}\text{НБ}^{1/2}\text{СВ}$) – 124,9 та п'ятої ($\text{♀}^{1/2}\text{РШ}^{1/2}\text{СВ} \times \text{♂РШ}$) груп – 124,0. Для селекційної оцінки відтворювальних властивостей кролематок визначали індекс загального гетерозису за масою гнізда при відлученні в дослідних групах становив: 4,09 %; 6,45 %; 2,36 %; 8,6 %; 17,2 % та 12,26%. Індекс загального гетерозису за показником ІВЯК становив 1,16 %; 0,41 %; 1,24 %; 2,9 %; 3,65 % та 1,16 %.

Література

1. Башенко М.І. (2019). Проектування інтенсивного виробництва кролятини в Україні. Монографія/ М.І. Башенко, І.С. Лучин, О.В. Бойко, Л.М. Дармограй, О.Ф. Гончар, О.М. Гавриш – Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН. 212 с. ISBN 978-966-2499-35-3.
2. Гончар О.Ф. (2011). Перспективи розвитку кролівництва в Україні / О. Гончар, Є.Шевченко // Тваринництво України. – №6. – С. 2-6.
3. Коцюбенко Г.А. (2011). Ефективність прилиття крові порід бельгійський велетень та новозеландська біла при покращенні продуктивних якостей кролів породи сірий велетень / Г.А. Коцюбенко // Ефективне тваринництво. № 8. – С. 44–45.
4. Коцюбенко Г.А. (2012). Відтворні та продуктивні якості кролів за різних технологій вирощування / Г.А. Коцюбенко // Вісник аграрної науки. № 2. – С. 35–37.
5. Shevchenko E. (2013). Using DNA markers in selective breeding with different kinds of Ukraine farmanimals / E. Shevchenko, O. Berezovsky, K. Kopylova, K. Kopylov // *Zhyvotnovnydny Nauky (Journal of animal science)*. Т.50, № 4. – Р. 73-79
6. Лучин І.С. (2004). Метод оцінки відтворювальної здатності кролематок різних генотипів / І.С. Лучин, І.С. Вакуленко // Наук.-техн. бюл. Ін-т тваринництва. – Харків. Вип. 87. – С. 38–41.
7. Лучин І.С. (2005). Комплексний показник оцінки ремонтного молодняку кролів різних генотипних поєднань / І.С. Лучин // Розведення і генетика тварин: міжвід. темат. наук. зб. - Вип. 39. С. 128–133.
8. Лучин І.С. (2007). Забійні і м'ясні показники продуктивності трипородного і чистопородного молодняку кролів в умовах Прикарпаття / І.С. Лучин // Вісник Черкаського ін-ту АПВ : між від. темат. зб. наук. праць. – Черкаси. – № 7. С. 71–76.
9. Лучин І.С. (2008). Продуктивність кролематок при комбінаційній спроможності трипородного схрещування / І.С. Лучин // Наук. вісн. Львів. нац. ун-т ветерин. медич. та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. – Львів. – Т. 10. – № 2 (37). – Ч. 3. – С. 63–66.
10. Лучин И.С. (2013). Влияние репродуктивных качеств кроликоматок на дальнейшую откормочную и мясную продуктивность гибридного молодняка кролей/ И.С. Лучин // Международная научно-практическая конференция. – Уфа: Башкирский ГАУ. – Ч. I. С. 240–241.

11. Нигматуллин Р.М. (2011). Эффективность выращивания кроликов отечественных пород по типу бройлеров / Р.М. Нигматуллин // Вестник Алтай. ГАУ. – № 8 – С. 67–70.
12. Boiko O. Productive characteristics of rabbits at industrial crossbreeding of Poltava Silver, Soviet Chinchilla and New ZealandWhite breeds/ O. Boiko, O. Honchar, I. Luchyn//. Biol. Tvarin. 2020; 22 (1): 41–45. DOI: 10.15407/animbiol22.01.041
13. Bojko O. V. (2022). Efficiency of using industrial crossbreeding to increase rabbits meat productivity /O. V. Bojko, D. P. Perih, O. F. Honchar, I. S. Luchyn //Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 24 (97). 110 – 116. doi: 10.32718/nvlvet-a9719.
14. Luchyn I. S. (2022). Selection justification of the technology of intensive production of rabbit meat / I. S. Luchyn // Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine, 1 (2), 171 – 179, doi: 10.31867/2786-6750.
15. Luchyn I.S. (2023). Biological features of the formation of meat productivity of rabbits of chinchilla breed depending on crossing with meat breeds/ I. S. Luchyn, D.P. Perih, Y.M. Lunyk //Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 25 (98). 70 – 76. doi: 10.32718/nvlvet-a9812.
16. Carneiro M. (2015). The Genetic Structure of Domestic Rabbits / Carneiro M. // Molecular Biology and Evolution Retrieved July 23. – Vol. 28 (6). – P. 1801–1816.

References

1. Bashchenko M.I. (2019). Proektuvannia intensyvnoho vyrobnytstva kroliatyny v Ukraini. Monohrafiia/ M.I.Bashchenko, I.S.Luchyn, O.V.Boiko, L.M. Darmohrai, O.F. Honchar, O.M. Havrysh – Cherkasy: Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN,. – 212 s. ISBN 978-966-2499-35-3.
2. Honchar O.F. (2011). Perspektyvy rozvytku krolivnytstva v Ukraini / O. Honchar, Ye. Shevchenko // Tvarynnytstvo Ukrainy. - №6. – S. 2-6.
3. Kotsiubenko H.A. (2011). Efektyvnist prylyttia krovi porid belhiiskyi veleten ta novozelandska bila pry pokrashchenni produktyvnykh yakoste kroliiv porody siryiveleten / H.A. Kotsiubenko // Efektyvne tvarynnytstvo. № 8. –С. 44–45.
4. Kotsiubenko H.A. (2012). Vidtvorni ta produktyvni yakosti kroliv za riznykh tekhnolohii vyroshchuvannia / H.A. Kotsiubenko // Visnyk ahrarnoi nauky. № 2. – С. 35–37.
5. Shevchenko E. (2013). Using DNA markers in selective breeding with different kinds of Ukraine farm animals / E. Shevchenko, O. Berezovsky, K. Kopylova, K. Kopylov // –Zhivotnovъdny Nauky (Journal of animal science). T.50, № 4. – R. 73-79
6. Luchyn I.S. (2004). Metod otsinky vidtvoriuvalnoi zdatnosti krolematok riznykh henotypiv / I.S. Luchyn, I.S. Vakulenko // Nauk.-tekhn. biul. In-t tvarynnytstva. – Kharkiv,. Vyp. 87. – S. 38–41.

7. Luchyn I.S. (2005). Kompleksnyi pokaznyk otsinky remontnoho molodniaku kroliv riznykh henotypnykh poiednan / I.S. Luchyn // Rozvedennia i henetyka tvaryn : mizhvid. temat. nauk. zb. — Vyp. 39. 128–133 s.
8. Luchyn I.S. (2007). Zabiini i miasni pokaznyky produktyvnosti trokhpородnoho i chystopородnoho molodniaku kroliv v umovakh Prykarpattia / I.S. Luchyn // Visnyk Cherkaskoho in-tu APV : mizh vid. temat. zb. nauk. prats. – Cherkasy,. – № 7. –71–76 s.
9. Luchyn I.S. (2008). Produktyvnist krolematok pry kombinatyvnii spromozhnosti trokhpородnoho skhreshchuvannia / I.S. Luchyn // Nauk. visn. Lviv. nats. un-t. veteryn. medyts. ta biotekhnolohii im. S.Z. Hzhyskoho. – Lviv,. – T. 10. – № 2 (37). – Ch. 3. – S. 63–66.
10. Luchyn Y.S. (2013). Vlyianyе reproduktivnykh kachestv krolykomatok na dalneishuii otkormochnuui y miasnuui proyzvodytelnost hybrydnoho molodniaka krolei/ Y.S. Luchyn // Mezhdunarodnaia nauchno-praktycheskaia konferentsiya. – Ufa: Bashkyskyi HAU. — Ch. I. 240–241 s.
11. Nyhmatullyn R.M. (2011). Эффектывност vyrashchivanyia krolykov otechestvennykh porod po tipu broilerov / R.M. Nyhmatullyn // Vestnyk Altai. HAU. — № 8 –S. 67–70.
12. Boiko O. Productive characteristics of rabbits at industrial crossbreeding of Poltava Silver, Soviet Chinchilla and New Zealand White breeds/ O. Boiko, O. Honchar, I. Luchyn//. Biol. Tvarin. 2020; 22 (1): 41–45. DOI: 10.15407/animbiol22.01.041
13. Bojko O. V. (2022). Efficiency of using industrial crossbreeding to increase rabbits meat productivity /O. V. Bojko, D. P. Perih, O. F. Honchar, I. S. Luchyn //Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 24 (97). 110 – 116. doi: 10.32718/nvlvet-a9719.
14. Luchyn I. S. (2022). Selection justification of the technology of intensive production of rabbit meat / I S Luchyn// Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine, 1 (2), 171 – 179, doi: 10.31867/2786-6750.
15. Luchyn I.S. (2023). Biological features of the formation of meat productivity of rabbits of chin-chilla breed depending on crossing with meat breeds/ I.S.Luchyn, D.P.Perih, Y.M.Lunyk//Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies,. 25 (98). 70 – 76. doi: 10.32718/nvlvet-a9812.
16. Carneiro M. (2015). The Genetic Structure of Domestic Rabbits / Carneiro M. // Molecular Biology and Evolution Retrieved July 23. — Vol. 28 (6). – P. 1801–1816.

UDC 636.92:575.222.2

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.89-99>**REPRODUCTIVE CAPACITY OF MIXTURES OF THREE BREEDS OF RABBITS UNDER RECIPROCAL CROSSING**

Boiko O.V., Luchyn I. S.

Cherkassy Experimental Station of Bioresources of the National Academy of Sciences, Cherkassy, Ukraine

The research was conducted on the basis of an experimental rabbit farm of the Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences of Ukraine. The farm uses the technology of intensive rabbit production. The weight of the nest summarizes all the indicators of female rabbits at the time of farrowing. It was the highest in female rabbits of the first control group - 544 ± 19.9 g, in the second ($\text{♀} RIII \times \text{♂} 1/2PIII/2HB$) - 541 ± 20.0 g and in the fifth ($\text{♀} 1/2PIII/2CB \times \text{♂} PIII$) - 547 ± 20.5 g, which is significantly higher than in the third group of female rabbits ($\text{♀} 1/2PIII/2HB \times \text{♂} PIII$), the fourth group ($\text{♀} PIII \times \text{♂} 1/2PIII/2CB$) and the seventh ($\text{♀} 1/2HB1/2CB \times \text{♂} PIII$). The highest milk yield was in the sixth group of female rabbits - 2.44 ± 0.079 kg for the combination $\text{♀} PIII \times \text{♂} 1/2HB1/2CB$. In all experimental groups, the milk yield was higher by 50–140 g ($P < 0.95$) compared to the first control group of female rabbits (2.3 ± 0). The mass of the nest of rabbits weaned at 28 days of age from the queens was higher in the queens of the fifth-seventh experimental groups ($P > 0.99$; $P > 0.95$) by 5.05 ± 0.18 kg; 5.45 ± 0.135 kg; 5.22 ± 0.172 kg, respectively, which is 400–800 g more than the control. Considering the different levels of productivity indicators of female rabbits, the IVYAK index was used for their objective assessment. The highest IVYAK index was in female rabbits of the sixth ($\text{♀} RIII \times \text{♂} 1/2HB1/2CB$) group – 124.9 and the fifth ($\text{♀} 1/2PIII/2CB \times \text{♂} PIII$) group – 124.0. For the selection assessment of the reproductive properties of queen rabbits, the index of general heterosis was determined according to the formula of V. Gorin. The index of general heterosis by the mass of the nest at weaning in the experimental groups was: 4.09%; 6.45%; 2.36%; 8.6%; 17.2%; 12.26%. The index of general heterosis by the indicator of IVYAK was 1.16%; 0.41%; 1.24%; 2.9%; 3.65%; 1.16%.

Keywords: queen rabbits, crossbreeding, reproductive ability, IVYAK index.

УДК 636.92: 631.22.223.6:628.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.100-122>

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВПЛИВУ КРІЛЬЧАТНИКА З
МЕХАНІЧНОЮ СИСТЕМОЮ ВЕНТИЛЯЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ
МІКРОКЛІМАТУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ДВОХ СПОСОБІВ
ПІДКИСЛЕННЯ ГНОЮ**

Бойко О.В., кандидат с.-г. наук, с.д.,
Небилиця М.С., кандидат с.-г. наук,
Гавриш О.М., кандидат с.-г. наук, с.д.,
Гончар О. Ф., кандидат с.-г. наук, с.н.с.,
Осокіна Т.Г., н. с.

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна
bioresurs.ck@ukr.net

Дослідження проведені на кролях породи полтавське срібло, каліфорнійська та новозеландська біла на базі кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН. Предмет дослідження - порівняльна оцінка забрудненості повітря крільчатника парниковими газами за фактору підкислення гною. Мета роботи – оцінити потенціал застосування внесення розмеленого подвійного суперфосфату кальцію та водного розчину ортофосфорної кислоти в гнойові канали крільчатника на зменшення концентрації забруднювальних газів та фізико-хімічні властивості кролячого гною. Крім цього, виявити причинно-наслідкові зв'язки між властивостями подвійного суперфосфату кальцію і водного розчину фосфорної кислоти та газоподібними викидами крільчатників. Методи дослідження – бібліографічні, аналітичні, зоотехнічні, мікробіологічні, фізичні, біометричні.

Установлено, що застосування подвійного суперфосфату кальцію і розчину ортофосфорної кислоти для підкислення гною вірогідно знижувало в крільчатнику концентрацію аміаку та вуглекислого газу за періодами року відповідно на 10,2-27,8% та 9,6-18,4%. Підкислення кролячого гною, шляхом внесення подвійного суперфосфату кальцію і розчину фосфорної кислоти, є ефективним заходом контролю цього джерела забруднювальних газів NH_3 і CO_2 внутрішнього повітря крільчатників з пролонгованою тижневою дією.

Визначено силу впливу фактора підкислення гною на мінливість концентрації вуглекислого газу, аміаку та метану в повітрі крільчатника (вірогідна проте низька, на рівні 0,016-0,106). Показано, що впродовж зберігання кролячого гною, за рахунок високої буферної здатності, його активна кислотність підвищується від кислої та слабокислої до нейтральної (6,78-7,14 рН H_2O) впродовж терміну зберігання від 8 (за стабільного температурного режиму понад 21⁰С) до 90 днів.

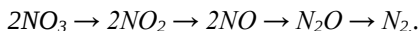
Ключові слова: параметри мікроклімату, порівняльна оцінка, крільчатник, забруднювальні гази, фактор підкислення гною.

Актуальність. На процес дихання кролів припадає $1,13 \text{ л} \cdot \text{год}^{-1} \text{CO}_2$, у розрахунок на кілограм метаболічної ваги, що дорівнює приблизно $2 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$ [1]. Вуглекислий газ (CO_2) і метан (CH_4) в основному утворюються у результаті дихання тварин, газових виділень з кишківника та аеробного мікробного розкладання органічних речовин, які містяться у фекаліях [2], тоді як більша частина азоту в раціоні кроликів виводиться у вигляді сечовини з сечею, а потім швидко перетворюється мікробним ферментом уреазою на амоній (NH_4^+), який є попередником на шляху викидів аміаку і закису азоту. Оскільки уреазу зазвичай не міститься в сечі, припускають, що її надходження пов'язано з контактом із фекаліями кроликів та внутрішнім повітрям крілятника. Уреаза фермент класу гідролаз, під дією якого відбувається розщеплення сечовини на аміак та вуглекислий газ. Оптимальна активність уреазу проявляється за рН 6,5-7,5.

За повідомленням [3] та [4] кролики на відгодівлі виділяють приблизно 58-65% спожитого азоту у вигляді сечі та фекалій. Частина виділеного азоту втрачається у вигляді забруднювального газу аміаку з трьома основними наслідками. По-перше, аміак, що викидається в атмосферу, сприяє підкисленню та евтрофікації навколишнього середовища [5]. По-друге, втрати азоту знижують цінність гною як органічного добрива [6]. По-третє, накопичення аміаку в приміщенні може мати негативні наслідки для добробуту тварин і здоров'я обслуговуючого персоналу [7].

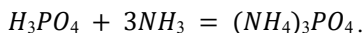
Крім цього, аміак відіграє ключову роль у біогеохімічному циклі азоту, оскільки є проміжною речовиною між органічними (гумінові кислоти і фульвокислоти) та неорганічними (нітрати і амоній) сполуками азоту. Це субстрат або продукт основних мікробних реакцій, таких як амоніфікація, нітрифікація, денітрифікація та біологічна фіксація азоту. За даними [8] процес денітрифікації відбувається за нестачі кисню та достатньої кількості CO_2 та NO_3^- .

Його можна відобразити такою схемою:



Процес денітрифікації є небажаним, оскільки призводить до утворення парникового газу закису азоту (N_2O).

Ортофосфатна кислота вступає в реакцію з аміаком (одна молекула кислоти зв'яже три молекули аміаку) з утворенням суперфосфату амонію:



За даними аналітичної лабораторії Агротест, амоній, що входить до складу фосфату амонію не випаровується, оскільки рН розчину цієї амонійної солі низький, так як фосфорна кислота відноситься до сильної кислоти, а NH_4OH – до слабкої основи. Таким чином, сильна кислотна характеристика цієї солі запобігає втраті NH_3 .

Висока лужність кролячої сечі (рН приблизно 8,0) спричинена високою концентрацією карбонату кальцію, що сприяє осадженню цієї солі, а також може послаблювати ефективність різних видів підкислювачів. Крім цього, NH_3 в розчині перетворюється на іони амонію, які підвищують рН до 8,0-9,0 [9]. Структура втрат азоту з гною, за даними літературних джерел, є такою: тваринницькі приміщення - 37%, місця зберігання - 24% і спосіб внесення в ґрунт - 39%. Дослідники [10] зазначають, що необхідні інноваційні технології управління гном, для зменшення викидів NH_3 і парникових газів у тваринницьких приміщеннях. Процес, підкислення суспензії, був розроблений і випробуваний впродовж останніх 30 років і зараз застосовується на фермах деяких країн, зокрема, Данії [11].

При переведенні галузі на інтенсивні технології виробництва кролятини важливо комплексно здійснювати оцінку мікроклімату, який впливає на перебіг фізіологічних процесів в організмі тварин і їхню продуктивність. Наразі, літературні джерела свідчать про те, що підкислювачі, адсорбенти та інгібітори уреаз є ефективними для зменшення викидів NH_3 . Однак, окрім характеристик дозових реакцій цих добавок, необхідно зрозуміти їх перехресний вплив на властивості гною та викиди інших газів, для оптимізації їх управління в умовах сільськогосподарського виробництва. Вплив доступних підкислювачів гною на зниження концентрації забруднювальних газів у повітрі крільчатників за метеорологічних і технологічних умов утримання тварин в Україні наразі невідомий. Для досягнення поставленої мети, вирішені наступні завдання:

- сформовано електронні бази даних з моніторингу 10 параметрів мікроклімату (96 діб), з оцінки потенціалу застосування подвійного суперфосфату кальцію і розчину ортофосфорної кислоти в гнойові канали крільчатника, для зменшення концентрації забруднювальних газів;
- визначено активну кислотність свіжого кролячого гною без підкислення та за застосування двох видів підкислювачів;
- визначено грошові витрати для застосування досліджуваних підкислювачів кролячого гною та вартість його одиниці діючої речовини;
- оцінено відтворювальну здатність кролематок.

Мета дослідження – оцінити потенціал застосування внесення розмеленого подвійного суперфосфату кальцію та водного розчину ортофосфорної кислоти в гнойові канали крільчатника на зменшення концентрації забруднювальних газів та фізико-хімічні властивості кролячого гною.

Наукова новизна досліджень. Вперше в Україні досліджено потенціал застосування подвійного суперфосфату кальцію та водного розчину ортофосфорної кислоти в гнойові канали крільчатника, на зниження концентрації забруднювальних газів.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на поголів'ї кролів породи полтавське срібло, каліфорнійська та новозеландська біла на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів, згідно нижче наведеної схеми.

Показник	Період року			
	зимовий	весняний	літній	осінній
Період досліджу	дослідний 1	дослідний 2	дослідний 3	дослідний 4
Параметри мікроклімату °C, %, мм. рт. ст., ррт, мкг/м ³	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, концентрація CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , PM ₁₋₁₀	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, концентрація CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , PM ₁₋₁₀	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, концентрація CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , PM ₁₋₁₀	температура, відносна вологість, атмосферний тиск, концентрація CO ₂ , NH ₃ , CH ₄ , PM ₁₋₁₀
Система вентилювання та рівень повітрообміну	припливно- втяжна з механічним приводом, до 30 м ³ /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 45 м ³ /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 60 м ³ /ц	припливно- втяжна з механічним приводом, до 45 м ³ /ц
Вид підкислювача та доза внесення	Подвійний супер-фосфат Ca 100 г/м ² та 6% водний розчин ортофосфорної кислоти 100 мл/м ²	Подвійний супер-фосфат Ca 100 г/м ² та 6% водний розчин ортофосфорної кислоти 100 мл/м ²	Подвійний супер-фосфат Ca 100 г/м ² та 6% водний розчин ортофосфорної кислоти 100 мл/м ²	Подвійний супер- фосфат Ca 100 г/м ² та 6% водний розчин ортофосфорної кислоти 100 мл/м ²

Будівля крільчатника є капітальною: має цегляну кладку стін, з/б 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 крільчатника становить 454 м³ (без урахування об'єму додаткових приміщень). Всього в крільчатнику 5 вікон площею 4 м², площа дверей – 2,7, брам – 3,9 м². Крільчатник обладнаний вісьмома двоярусними оцинкованими металевими клітковими батареями. Щільність посадки тварин 0,05-0,17 м². Накопичення калу і сечівки кролів здійснюється у пластмасові контейнери розміром 2,0 x 0,4 x 0,25 м, які розміщені під клітковими батареями. Видалення гною з крільчатника - вручну за допомогою візка.

Для виконання поставленого завдання застосовано вимірювально обчислювальний комплекс (ВОК) АПСЕ-М [12-14] та методику мульти - параметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації [15]. ВОК працював за таким алгоритмом: одне вимірювання через кожні три секунди, з наступним усередненням 40 вимірювань параметра та його записом в карту пам'яті.

Калібрування газових датчиків ВОК АПСЕ-М здійснювали за допомогою сертифікованих робочих повірочних газових сумішей (ПГС), виготовлених у ДП «Укрметртестстандарт». Середньодобову концентрацію забруднюючих газів і масову концентрацію дрібнодисперсного пилу вимірювали в повітрі за:

використання двох способів підкислення гною та сухого типу годівлі кролів повнораціонними комбікормами з годівниць бункерного типу і цілодобового доступу до води з ніпельних поїлок. Гранульований повнораціонний комбікорм (ПК 91), згідно посвідчення про якість, мав наступний склад: 90% сухої речовини (СВ), обмінної енергії 10,4 МДж/кг, вміст сирого протеїну 17,1%, сирій клітковини 18,9%, сирого жиру 4,3%, кальцію 1,05% і фосфору 0,65 %. До складу комбікорму вводили наступні інгредієнти: дерть пшеничну, дерть ячмінну, висівки пшеничні, соєвий шрот, соняшникову макуху, дріжджі кормові, борошно трав'яне, жир рослинний, сіль кухонну, макро- та мікроелементи, вітаміни, незамінні амінокислоти, адсорбент мікотоксинів та кокцидіостатик.

Дослідження мікроклімату крілчатника проводили методом періодів. Середньодобові показники мікроклімату визначалися впродовж не менше семи суміжних діб кожного періоду місяця, який характеризує середні значення температури зовнішнього повітря за кожен пору року. Параметри мікроклімату крілчатника оцінювали без впливу фактора підкислення гною (контроль), за дії подрібненого подвійного суперфосфату (ПСФ - дослід 1) в кількості 100 г/м² площі гнойового каналу та за дії 6% водного розчину ортофосфорної кислоти в кількості 100 мл/м² (ОФК - дослід 2), внесеного шляхом розпилення по поверхні гнойового каналу, за кількості діючої речовини в дослідях (від 190 до 300 г ОФК). Для подрібнення подвійного суперфосфату застосовували млин марки Miller 800 (Китай) і для внесення розчину ортофосфорної кислоти - пневматичний розпилювач Master TM ergo 2000 (Польща).

Характеристика підкислювачів: подвійний суперфосфат з вмістом діючої речовини: N-10, P-32, S-20, ДЗМД (Україна) та ортофосфорна кислота 85% (MyChem, х/ч, харчова, Е 338, Китай). У подвійному суперфосфаті ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) містилася невелика кількість інших компонентів з домішок природних фосфатів, зокрема: сульфат кальцію, фосфати алюмінію, заліза, мономагнійний фосфат, кремнефторіди, інші фосфати, дикальційний фосфат, вільна фосфорна кислота та вільна вода. Норма масових часток складових речовин варіює в залежності від марки добрива:

- фосфати, засвоювані рослинами - 38-46 %.
- вільна кислота H_3PO_4 - не більше 5,5-6,5 %.
- вода - не більше 3 %.

За літературними даними, молодняк кролів на вирощуванні щодня виділяє більше загального аміачного азоту, вуглекислого газу і метану в наслідок свого росту. Ці два види тимчасової динаміки (доба та виробничий період) потрібно враховувати, здійснюючи моніторинг концентрації вищезазначених газів. З метою нівелювання недоліків методу періодів за кожною порою року, концентрацію вуглекислого газу, аміаку і метану корегували на початкову живу масу тварин контрольного періоду досліджень.

Одержані результати середньодобових показників мікроклімату порівнювалися з нормативними даними згідно ВНТП АПК-02.07 [16], Наказу МОЗУ № 1596 [17] та рекомендацій ВООЗ [18], а також були систематизовані за порами року – зима, весна, літо та осінь.

Крім цього, за порами року проводили посів мікробів зовнішнього (контроль) та внутрішнього повітря приміщень (без впливу підкислення гною (дослід 1) і за дії підкислення (дослід 2 та 3) методом аспірації за допомогою апарату Кротова безпосередньо на чашки Петрі з м'ясо-пептонним агаром в кількості 15 мл (МПА). Кількість колоній мікроорганізмів (КЮО) підраховували вручну за допомогою приладу ПБС.

Також, визначали активну кислотність свіжого (тижневого терміну накопичення) гною рН-метром (Soil Elektronisen of pH measuremen). Показники відтворювальної здатності кролів обраховували за даними первинного зоотехнічного обліку - за загальноприйнятими методами біометричного аналізу.

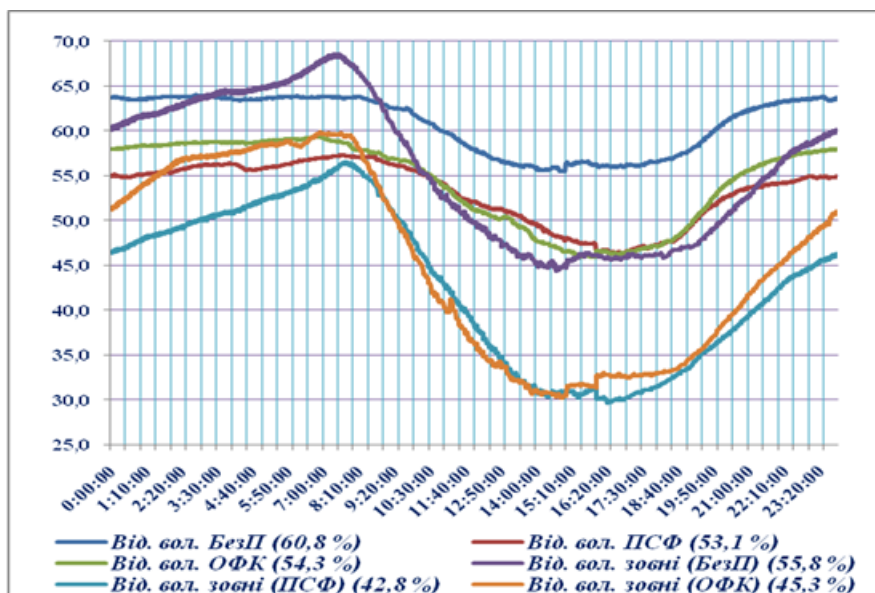
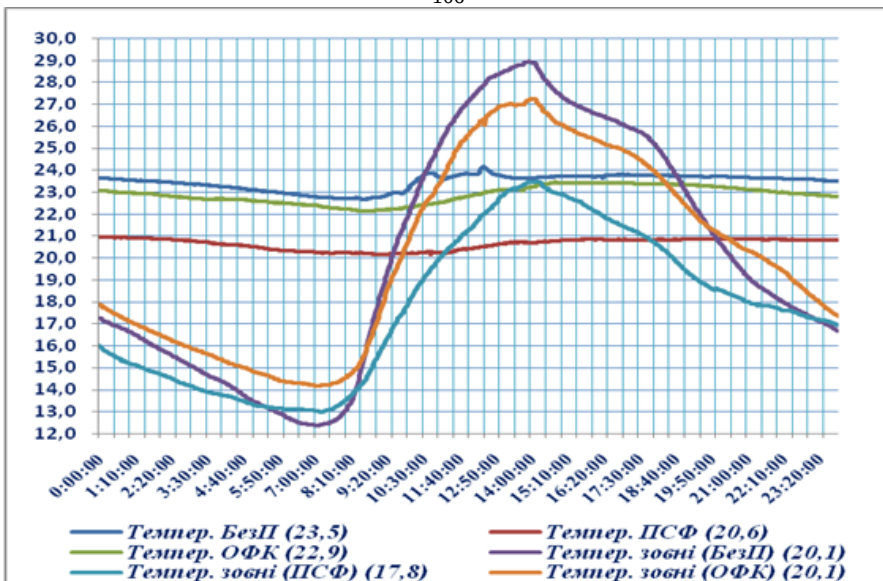
Матеріали досліджень оброблялися біометричними методами на комп'ютері з використанням програмного забезпечення Statistica 8. За результатами обробки даних визначали середню арифметичну величину (M), її похибку (m), коефіцієнт варіації (Cv), рівень ймовірності (p).

Результати дослідження та обговорення. Наукові дані свідчать про те, що існують три найпоширеніші підходи для зменшення забруднення повітря в приміщенні в порядку ефективності: контроль джерел, вентиляція та очищення повітря. З усіх трьох найефективнішим є перший підхід - контроль джерел. Суттєвим недоліком систем вентиляції є те, що вони своїми викидами забруднюють навколишнє середовище. Крім цього, механічна вентиляція приміщень з енергетичної точки зору є досить затратним заходом (до 70% від усіх енергозатрат), а тому потребує додаткових засобів рекуперації тепла та очищення повітря від забруднювальних речовин.

Проведено дослідження забрудненості повітря крілячатника за порами року за повітрообміну до 30 м^3 (взимку) до 60 м^3 (влітку) і до 45 м^3 (весною та осінню) на 100 кг живої маси тварин та застосування двох видів підкислювачів гною, з діючою речовиною ортофосфорна кислота. Результати досліджень свідчать про те, що температура в крілячатнику (рис. 1) змінювалася впродовж кожного періоду досліджень, дотримуючись незначної синусоїдальної добової моделі, на відміну від добре вираженої зовнішньої.

Відносна вологість повітря в крілячатнику (рис. 2) змінювалася дотримуючись більш вираженої синусоїдальної добової моделі та більше залежала від зовнішньої.

Середньодобові параметри мікроклімату крілячатника та забруднення повітря об'ємними концентраціями газів CO_2 , NH_3 , CH_4 за температурно-вологісного режиму чотирьох періодів року наведено в табл. 1-2. Аналіз даних свідчить про те, що зазначені параметри мікроклімату приміщення були близькими до нормативних, за винятком відносної вологості повітря в зимовий період (була більше максимально допустимого значення на 2,6-8,3%) та шумового тиску за механічної системи вентиляції (був більшим від максимально допустимого на 3,6-7,0 дБ).



Таблиця 1. Середньодобові параметри мікроклімату крільчатника в зимовий і весняний періоди за умов без- та підкислення гною, $M \pm m$; $n=240$

Параметр мікроклімату, забруднювальна речовина	Період досліджень:			Норматив
	контрольний	ПСФ	ОФК	
Пора року	Зима			
Температура, °C	6,1±0,01	8,2±0,01	8,8±0,02	5-25
Відносна вологість, %	87,6±0,02	93,3±0,04	91,6±0,06	45-85
Атм. тиск, мм. рт. ст.	758±0,02	753±0,04	757±0,02	760
Освітленість, Лк	27,9±3,7	28,9±3,2	28,3±3,5	30-75
Шумовий тиск, Дб	68,6±0,06	70,6±0,03	72,0±0,06	30-65
CO ₂ , ppm	1480±6,1	1291±4,8***	1124±7,2***	450-2500
NH ₃ , ppm	5,4±0,01	5,3±0,01***	4,4±0,01***	0-14
CH ₄ , ppm	0,0±0,00	20,0±3,4	5,4±3,7	0-10528
PM ₁₋₁₀ , мкг/м ³	20,3±0,24	18,5±0,26	59,5±1,7	0-75
Мікробне забруднення, тис. КУО	20,11±2,95	22,61±2,37	16,83±1,71	50,0-70,0
Пора року	Весна			
Температура, °C	17,1±0,03	19,0±0,03	16,2±0,01	12-25
Відносна вологість, %	55,4±0,16	59,1±0,15	62,8±0,05	45-75
Атм. тиск, мм. рт. ст.	748±0,22	755±0,06	744±0,02	760
Освітленість, Лк	44,4±3,7	39,4±3,2	26,0±2,2	30-75
Шумовий тиск, Дб	79,2±0,06	78,3±0,03	79,4±0,03	30-65
CO ₂ , ppm	1395±16,1	1282±14,3***	996±5,4***	450-2500
NH ₃ , ppm	5,3±0,07	4,8±0,07***	3,5±0,03***	0-14
CH ₄ , ppm	77,0±0,81	101,8±0,49***	70,1±0,23***	0-10528
PM ₁₋₁₀ , мкг/м ³	28,4±2,36	22,5±0,50	14,5±0,18	0-75
Мікробне забруднення, тис. КУО	14,64±0,82	28,48±5,61	16,96±0,88	50,0-70,0

Примітка: тут і далі, нормативне значення згідно: ¹ - ВНТП АПК-02.07;

² - ГДК_{рз} для робочої зони Наказ МОЗУ № 1596 від 14.07.2020, із змінами № 881 від 06.05.2021 та № 1715 від 10.08.2021;

³ - Максимально допустима середньодобова масова концентрація зважених часток РМ згідно Глобальних рекомендацій ВООЗ з якості повітря (PM₁ = 15 мкг/м³, PM_{2,5} = 15 мкг/м³, PM₁₀ = 45 мкг/м³).

Таблиця 2. Середньодобові параметри мікроклімату крільчатника в літній і осінній періоди за умов без- та підкислення гною, $M \pm m$; $n=720$

Параметр мікроклімату, забруднювальна речовина	Період досліджень:			Норматив
	контрольний	ПСФ	ОФК	
Пора року	Літо			
Температура, °C	25,6±0,01	27,7±0,02	26,3±0,01	15-28
Відносна вологість, %	60,8±0,12	53,1±0,13	54,3±0,17	45-75
Атм. тиск, мм. рт. ст.	750±0,01	752±0,02	752±0,01	760
Освітленість, Лк	31,9±1,5	39,9±2,0	37,2±1,8	30-75
Шумовий тиск, Дб	83,9±0,05	84,1±0,05	84,0±0,05	30-65
CO ₂ , ppm	1643±14,1	1252±9,2***	1535±15,0***	450-2500
NH ₃ , ppm	8,4±0,07	5,7±0,04***	7,2±0,07***	0-14
CH ₄ , ppm	98,0±0,99	99,3±0,85	92,7±1,11***	0-10528
PM ₁₋₁₀ , мкг/м ³	7,9±0,04	14,5±0,10***	12,5±0,12***	0-75
Мікробне забруднення, тис. КУО	32,17±7,99	43,20±2,45	11,47±1,84	50,0-70,0
Пора року	Осінь			
Температура, °C	23,5±0,01	20,6±0,01	22,9±0,01	12-25
Відносна вологість, %	50,7±0,08	59,5±0,04	51,1±0,08	45-75
Атм. тиск, мм. рт. ст.	757±0,02	749±0,01	751±0,02	760
Освітленість, Лк	53,0±2,8	34,4±1,9	65,9±3,6	30-75
Шумовий тиск, Дб	73,5±0,06	73,2±0,06	73,6±0,06	30-65
CO ₂ , ppm	1138±6,6	1105±9,7***	952±3,8***	2500
NH ₃ , ppm	4,5±0,01	3,2±0,02***	3,3±0,01***	0-14,0
CH ₄ , ppm	66,8±0,39	68,4±0,62***	50,0±0,25***	0-10528
PM ₁₋₁₀ , мкг/м ³	19,6±0,24	10,5±0,08	16,1±0,13	0-75
Мікробне забруднення, тис. КУО	35,21±1,68	23,65±3,47	24,45±4,39	50,0-70,0

У весняний, літній та осінній періоди показники мікроклімату крільчатника відповідали нормативним параметрам, за винятком шумового тиску (був більшим на 14,4-19,1 дБ від максимально допустимого значення).

Дослідили потенціал впливу добавок подвійного суперфосфату і ортофосфорної кислоти до гнойового каналу на концентрацію забруднювальних газів крільчатника та фізико-хімічні властивості кролячого гною, з метою оптимізації їх управління в умовах інтенсивної технології виробництва продукції кролівництва.

Необхідно зазначити, що концентрація забруднювальних газів у крільчатнику знаходилася нижче гранично допустимих нормативних значень для добробуту тварин і здоров'я обслуговуючого персоналу. Дослідженнями встановлено вірогідне зниження концентрації аміаку та вуглекислого газу в

повітрі крільчатника за всіма періодами року, зокрема в зимовий період на 1,9-18,5% ($td=7,1-70,7$) та 12,8-24,0% ($td=24,3-37,7$), у весняний – на 8,4-32,6% ($td=5,1-23,6$) та 8,1-28,6% ($td=5,2-23,5$), в літній – на 14,3-32,1% ($td=12,1-27,3$) та 6,6-23,8% ($td=5,2-23,2$), в осінній період – на 26,7-28,9% ($td=55,9-80,6$) та 2,9-16,3% ($td=2,8-24,5$) відповідно.

Це узгоджується з даними Wolter et al., (2004), які зазначають про те, що кількість вуглекислого газу, який виділяється з гною кроликів становить близько 20% загальних надходжень двоокису вуглецю в будівлю і залежить від багатьох факторів (особливо температури та доступності азоту). Одночасне зниження концентрації забруднювальних газів NH_3 та CO_2 можна пояснити тим, що при підкисленні гною суттєво зменшує свою активність фермент уреаз (відноситься до класу гідролаз), під дією якого відбувається розщеплення сечовини на аміак та вуглекислий газ [3], оскільки оптимальна активність уреаз проявляється лише за нейтральної кислотності, тобто за рН 6,5-7,5.

Виняток становила концентрація в крільчатнику метану (CH_4), яка вірогідно збільшувалася у весняний, літній та осінній період на 32,2% ($td=26,2$), 1,3% ($td=1,0$; $p<n/d$) та 2,4% ($td=2,2$) після внесення підкислювача ПСФ, проте вірогідно знижувалася після застосування водного розчину ОФК на 9,0% ($td=8,2$), 5,4% ($td=3,6$) та 25,1% ($td=36,3$) порівняно з контролем. Таким чином, можна припустити, що підкислення гною ПСФ у різні періоди року справляло суттєвий вплив на установлену рівновагу мікробних систем гною кролів, у результаті цього проявилась активація метаногенних систем мікроорганізмів. На нашу думку, активація може відбуватися лише впродовж певного періоду на початковому етапі застосування ПСФ (рис. 3).

Для підтвердження цього положення, потрібно провести додаткові дослідження. Графічний аналіз тижневої динаміки зниження концентрації CO_2 та NH_3 після підкислення гною ПСФ та ОФК (середні дані за чотири періоди року), свідчить про пролонговану дію обох видів підкислювачів та дещо більший потенціал зниження ОФК, зокрема в перші чотири доби після застосування (рис. 4-5).

Крім цього, дисперсним аналізом визначили силу впливу (η_x^2) на мінливість концентрації вуглекислого газу, аміаку та метану: температури 0,951-0,973; $p<0,001$ (вірогідна висока), відносної вологості 0,236-0,656; $p<0,050-0,001$ (переважно вірогідна середня), атмосферного тиску повітря крільчатника 0,418-0,509; $p<0,030-0,010$ (переважно вірогідна середня), пори року 0,299-0,674; $p<0,001$ (вірогідна низька і середня) та фактора підкислення гною 0,016-0,106; $p<0,001$ (вірогідна низька) (табл. 3).

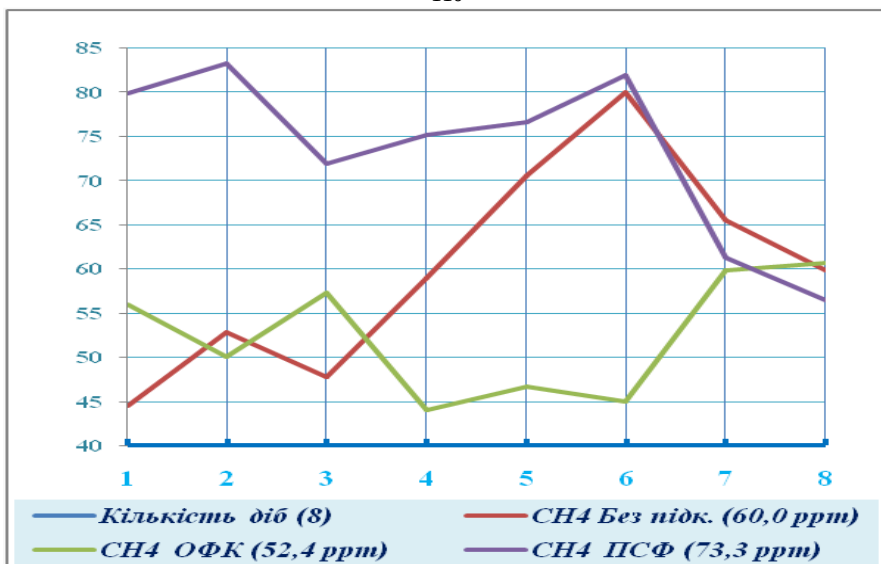


Рис. 3. Графічний аналіз тижневої динаміки зниження концентрації CH₄

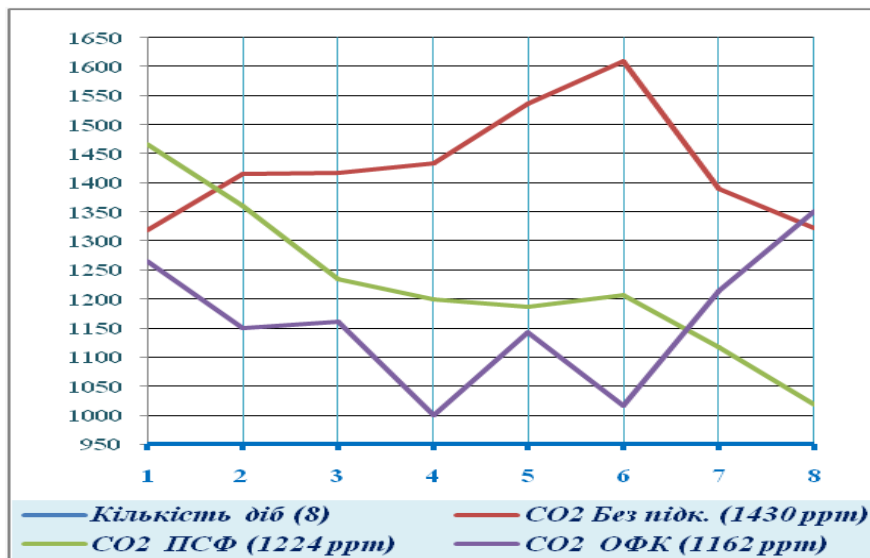


Рис. 4. Графічний аналіз тижневої динаміки зниження концентрації CO₂

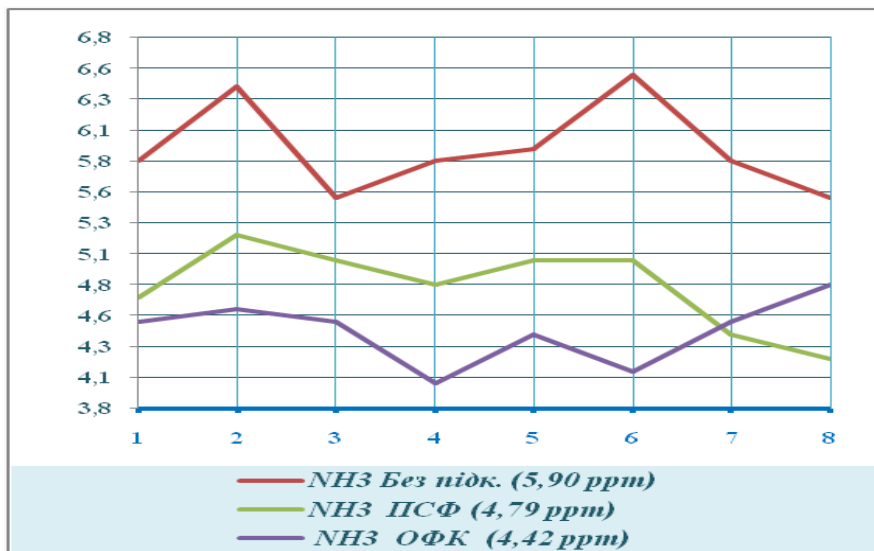


Рис. 5. Графічний аналіз тижневої динаміки зниження концентрації NH₃

Таблиця 3. Сила впливу температури, відносної вологості, атмосферного тиску повітря крільчатника та пори року і фактора підкислення гною на мінливість показників CO₂, NH₃ і CH₄, у середньому за чотири періоди року

Показник	$\eta_{\Sigma} \pm m_{\eta}$	F	p
Температура			
Об'ємна концентрація CO ₂ , ppm	0,951±0,05	39,8	<0,001
Об'ємна концентрація NH ₃ , ppm	0,973±0,03	72,2	<0,001
Об'ємна концентрація CH ₄ , ppm	0,967±0,03	60,0	<0,001
Відносна вологість			
Об'ємна концентрація CO ₂ , ppm	0,236±0,49	1,70	н/д
Об'ємна концентрація NH ₃ , ppm	0,294±0,46	2,00	<0,050
Об'ємна концентрація CH ₄ , ppm	0,656±0,26	5,60	<0,001
Атмосферний тиск			
Об'ємна концентрація CO ₂ , ppm	0,009±0,53	1,00	н/д
Об'ємна концентрація NH ₃ , ppm	0,509±0,32	3,70	<0,030
Об'ємна концентрація CH ₄ , ppm	0,418±0,37	2,90	<0,010
Пора року			
Об'ємна концентрація CO ₂ , ppm	0,299±0,0005	820,5	<0,001
Об'ємна концентрація NH ₃ , ppm	0,548±0,0004	2324,3	<0,001
Об'ємна концентрація CH ₄ , ppm	0,674±0,0003	3961,4	<0,001
Фактор підкислення гною			
Об'ємна концентрація CO ₂ , ppm	0,075±0,0003	234,5	<0,001
Об'ємна концентрація NH ₃ , ppm	0,106±0,0003	343,8	<0,001
Об'ємна концентрація CH ₄ , ppm	0,016±0,0003	47,1	<0,001

Регресійним аналізом визначили коефіцієнти регресії ($R_{x/y}$; $R_{x/b}$; $R_{x/d}$) температури $-0,326...0,710^{***}$ (переважно вірогідні високі, середні та низькі за напрямком додатні і від'ємні), коефіцієнти регресії ($R_{w/y}$; $R_{w/b}$; $R_{w/d}$) відносної вологості $-0,252...0,922^{***}$ (вірогідні високі, середні та низькі за напрямком додатні і від'ємні) та коефіцієнти регресії ($R_{z/y}$; $R_{z/b}$; $R_{z/d}$) атмосферного тиску $-0,261...0,505^{***}$ (вірогідні середні та переважно низькі за напрямком додатні і від'ємні) повітря крільчатника на концентрацію вуглекислого газу, аміаку та метану за порами року (табл. 4).

Таблиця 4. Коефіцієнти регресії концентрації CO_2 , CH_4 і NH_3 залежно від температури, атмосферного тиску та відносної вологості повітря крільчатника за періодами року

Ознаки що корелюють, пера року	Статистичний параметр		
	$R_{x/y}$; $R_{x/b}$; $R_{x/d}$	$R_{w/y}$; $R_{w/b}$; $R_{w/d}$	$R_{z/y}$; $R_{z/b}$; $R_{z/d}$
Зима	Температура, x_1	Відносна вологість, w_1	Атмосферний тиск, z_1
CO_2 , y_1	0,592 ^{***}	0,697 ^{***}	0,199 ^{***}
CH_4 , b_1	0,461 ^{***}	0,320 ^{***}	0,067 ^{***}
NH_3 , d_1	0,710 ^{***}	0,470 ^{***}	-0,144 ^{***}
Весна	Температура, x_2	Відносна вологість, w_2	Атмосферний тиск, z_2
CO_2 , y_2	-0,457 ^{***}	0,486 ^{***}	0,505 ^{***}
CH_4 , b_2	0,351 ^{***}	0,796 ^{***}	-0,641 ^{***}
NH_3 , d_2	-0,090 ^{***}	0,922 ^{***}	-0,274 ^{***}
Літо	Температура, x_3	Відносна вологість, w_3	Атмосферний тиск, z_3
CO_2 , y_3	-0,326 ^{***}	0,752 ^{***}	-0,261 ^{***}
CH_4 , b_3	0,041	0,680 ^{***}	0,060 ^{***}
NH_3 , d_3	-0,600 ^{***}	0,925 ^{***}	-0,218 ^{***}
Осінь	Температура, x_4	Відносна вологість, w_4	Атмосферний тиск, z_4
CO_2 , y_4	-0,093 ^{***}	0,363 ^{***}	0,180 ^{***}
CH_4 , b_4	-0,001	0,278 ^{***}	0,199 ^{***}
NH_3 , d_4	0,470 ^{***}	-0,252 ^{***}	0,816 ^{***}

Примітка: Температура повітря ($^{\circ}C$) у крільчатнику x_1 – взимку, x_2 – весною, x_3 – влітку, x_4 – осінню. Відносна вологість повітря (%) в крільчатнику w_1 – взимку, w_2 – весною, w_3 – влітку, w_4 – осінню. Атмосферний тиск повітря (мм. рт. ст.) в крільчатнику z_1 – взимку, z_2 – весною, z_3 – влітку, z_4 – осінню.

Концентрація CO_2 (ppm) в крільчатнику y_1 – взимку, y_2 – весною y_3 – влітку, y_4 – осінню. Концентрація CH_4 (ppm) b_1 – взимку, b_2 – весною, b_3 – влітку, b_4 – осінню. Концентрація NH_3 (ppm) d_1 – взимку, d_2 – весною, d_3 – влітку, d_4 – осінню.

Вирахували додаткові грошові витрати застосування подвійного суперфосфату (2,57 грн/м²) і ортофосфорної кислоти (1,55 грн/м²), які

визначали на основі їхньої ринкової вартості, з розрахунку тижневого терміну дії обох підкислювачів. Також, визначили потенціал впливу внесення меленого подвійного суперфосфату і 6% розчину ортофосфорної кислоти до гнойового каналу на активну кислотність отриманих зразків свіжого кролячого гною.

Установлено, що активна кислотність свіжого кролячого гною без підкислення становила - 6,62 (рН Н₂O), або була практично нейтральною. Одержано вірогідне зниження рН реакції свіжого гною кроликів за додавання ПСФ на 15,7% (рН = 5,56, або була слабо кислою; $t_d=3,73$; $p<0,99$) і на 28,4% за додавання ОФК (рН = 4,74, або була кислою; $t_d=12,65$; $p<0,999$). Проте, після тримісячного терміну його зберігання в анаеробних умовах, активна кислотність підкисленого гною наближалася до нейтральної (рН = 6,78-7,14).

У літньо-осінній період року, за середньодобового температурного режиму понад 21°C, активна кислотність підкисленого гною наближалася до нейтральної (рН=6,67-6,87) вже практично в кінці терміну накопичення, який тривав 7 днів. Це, на нашу думку, пов'язано зі значною активацією хімічних та мікробіологічних процесів у гної за підвищення температурного режиму при його накопиченні понад 21,0°C табл. 5.

Таблиця 5. Активна кислотність кролячого гною за аеробних умов накопичення впродовж 7 днів весняного, літнього та осіннього періодів, $n=10$

Показник	Без підкислення	З підкисленням:	
		ПСФ	ОФК
Весняний			
Температура, °C	17,1±0,03	19,0±0,03	16,2±0,01
M±m	6,62±0,10	5,58±0,26**	4,74±0,11***
Cv, %	4,7	14,7	7,7
td	x	3,73	12,65
Весняний за анаеробних умов зберігання через 3 місячний термін			
Температура, °C	23-28	23-28	23-28
M±m	6,64±0,02	7,14±0,06***	6,78±0,04**
Cv, %	1,1	2,6	1,8
td	x	7,91	3,13
Літній			
Температура, °C	25,6±0,01	27,7±0,02	26,3±0,01
M±m	7,03±0,04	6,84±0,05**	6,81±0,03***
Cv, %	2,0	2,0	1,0
td	x	2,97	4,40
Осінній			
Температура, °C	23,5±0,01	20,6±0,01	22,9±0,01
M±m	7,00±0,02	6,67±0,05***	6,87±0,02***
Cv, %	1,0	2,0	1,0
td	x	6,13	4,60

Визначили хімічний склад одержаних проб кролячого гною за показниками NPK, який був наступним: азоту – 0,56%, фосфору -1,67%, калію – 1,34%. На основі одержаних даних про склад NPK кролячого гною, оцінили його потенціал для заміни деяких видів хімічних добрив у сільсько-господарському виробництві. Для цього визначили вартість одиниці діючої речовини, яка міститься в деяких поширених хімічних добривах та органічному добриві (кролячий гній без підкислення). Результати оцінки вартості одиниці діючої речовини за NPK кролячого гною показують, що наразі вона є меншою в 6,0-6,9 рази від мінеральних добрив.

Крім цього, економічно обґрунтовано можливість застосування, в якості підкислювачів гною, водного розчину ортофосфорної кислоти (ОФК) чи розмелених подвійного (ПСФ) та потрійного (ПтСФ) суперфосфату кальцію, яка свідчить про те, що хоч вартість одиниці діючої речовини гною при цьому і збільшується в 2,0-2,4 рази, проте залишається меншою в 2,7-3,1 рази від мінеральних добрив. У зв'язку з тим, що ортофосфорна кислота досліджуваних підкислювачів вступає в хімічну реакцію з аміаком сечівки кролячого гною з утворенням суперфосфату амонію (одна молекула кислоти зв'язує три молекули аміаку) в 1 т підкисленого кролячого гною збільшується концентрація фосфору на 10,8-57,5% та азоту на 96,0-114,0% (останнього, переважно за рахунок зниження емісії аміаку в повітря) (табл. 6).

Таблиця 6. Розрахунок вартості одиниці діючої речовини NPK в мінеральних добривах та кролячому гної (середні показники NPK) за цінами 2024 року

Вид добрива	Вміст діючої речовини в 1 т добрив, кг	Вартість 1 т фізичної ваги, грн	Вартість одиниці діючої речовини, грн
Подвійний суперфосфат кальцію NP 10:32 (%)	420	24000	57,1
Потрійний суперфосфат кальцію NP 0:46 (%)	460	28200	61,3
Нітроамофоска NPK 16:16:16 (%)	480	26500	55,2
Діамофоска NPK 10:26:26 (%)	620	33000	53,2
Амофос NP 12:52 (%)	640	35800	55,9
Кролячий гній NPK 5,6:16,7:11,3 (кг)	33,6	300*	8,9
Кролячий гній+ОФК NPK 11,0:18,5:11,3 (кг)	40,8	720	17,6
Кролячий гній+ПдСФ NPK 12,0:26,3:11,3 (кг)	49,6	1020	20,6
Кролячий гній+ПтСФ NPK 11,0:30,5:11,3 (кг)	52,8	1146	21,7

Примітка: *- максимальна реалізаційна ціна кролячого гною в ТОВ «Кролікофф Плюс», с. Іваньки Черкаської області (найбільше господарство на теренах СНГ).

Щодо можливості практичного застосування підкислювачів з діючою речовиною ортофосфорна кислота свідчать дані досліджень Estelles F. et al., 2014. Автори зазначають, що суперфосфат кальцію ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) широко використовується на фермах в іспанському середземноморському регіоні для поліпшення внутрішнього повітряного середовища крільчатників [2].

Результати аналізу ступеню реалізації відтворювальної здатності кролематок засвідчили наявність вірогідної різниці за рядом досліджуваних показників. Ультразвукові дослідження ембріогенезу плодів у віці 20 діб засвідчили різний рівень збереження плодів у кролематок. Встановлено, що відсоток новонароджених життєздатних кроленят від кількості виявлених плодів становила: взимку – 95,2%, весною – 97,3%, влітку – 97,2% та осінню – 98,6%. Різниця між максимальним та мінімальним значенням показника дорівнювала 3,4 %.

Аналіз показника багатоплідності кролематок досліджуваної популяції засвідчив, що останній варіював в межах 5,9-7,1 голів. При порівнянні середніх значень встановлено вірогідне переважання кількісних параметрів досліджуваних гнізд у кролематок, який склав у весняний – 7,1 голів у літній – 6,9 голів і осінній – 7,0 голів, а взимку 5,9 гол. відповідно ($p < 0,001$). Показник крупноплідності виявився вірогідно найвищим лише осінню – 60,6 г 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), а максимальне весною – 428,8 г, влітку – 414,0 г та осінню – 424,2 г різниця при порівнянні до мінімального значення була істотною ($p < 0,001$) табл. 7.

Таблиця 7. Ступінь реалізації відтворювальної здатності кролематок за порами року, n=30

Показник	Статистичний показник			
	$M \pm m$	$C_v, \%$	$M \pm m$	$C_v, \%$
Пора року	зима		весна	
УЗД плодів	6,2±0,10	10,61	7,3±0,11***	9,74
Ембріональна збереженість приплоду, %	95,2		97,3	
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
Пора року	літо		осінь	
УЗД плодів	7,0±0,06***	7,83	7,2±0,10***	7,91
Ембріональна збереженість приплоду, %	97,2		98,6	
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

Результати наших досліджень свідчать про те, що середньодобові температура, відносна вологість повітря та концентрації забруднювальних газів CO_2 , NH_3 та CH_4 в крільчатнику змінювалися впродовж періодів року, дотримуючись синусоїдальної добової моделі, що узгоджується з даними Calvet S. et al., 2011 [19]. Динаміка концентрації забруднювальних газів CO_2 , NH_3 та CH_4 відбувається за щоденною схемою, пов'язаною з добовими коливаннями активності кролів і швидкості вентиляції. За даними Черкаської ДСБ НААН найбільшу добову активність кролі проявляють у сутінковій, ранішній та вечірній періоди.

Нами визначено, що активна кислотність свіжого кролячого гною (7 денного терміну накопичення) за періодами року була нейтральною на рівні 6,62-7,03 рН H_2O . Це узгоджується з даними одержаними Ikrarwati N. A. et al., 2021 (7,2 рН H_2O) та свідчить про потенціал високої активності ферменту уреазу [20]. За повідомленням Estelles F. et al., 2014 добавка потрібного суперфосфату кальцію до гнойового каналу крільчатника в кількості 100 г/м² на тиждень мала вірогідний вплив лише на емісію аміаку (NH_3), що призвело до скорочення викидів на 32,7% порівняно з контролем [2]. Однак, за даними наших досліджень застосування подвійного суперфосфату кальцію та 6% розчину ортофосфорної кислоти в кількості 100 г/м² і 100 мл/м² площі гнойового каналу, вірогідно знижувало на 10,2-27,8% концентрацію аміаку та на 9,6-18,4% вуглекислого газу.

Yubo Cao et al., 2020 повідомляють, що за підкислення гною загальні викиди NH_3 зменшилися при зберіганні на 9,9-11,4% та при компостуванні - на 24,5-58,0%. Використання гною, підкисленого до рН 5-6 уповільнює розкладання органічної речовини на 7-10 днів [21].

Дослідниками Fangueiro D. et al., 2015 було проведено критичний огляд усіх досліджень, що стосуються підкислення гною, для повного розуміння глобального впливу цього фактора та оцінки доцільності його застосування при поводженні з гноєм. Вони установили, що підкислення гною є ефективним рішенням для мінімізації викидів NH_3 з тваринницьких приміщень, з місць зберігання та після внесення в ґрунт, а також для підвищення цінності гною, як органічного добрива без негативного впливу на інші газоподібні викиди. Крім того, підкислення позитивно впливає на інші способи переробки суспензії, такі як розділення твердої та рідкої фракцій, компостування або використання підкисленої суспензії, що не містить сірки в біореакторах для виробництва біогазу [11].

За даними керівника проекту Еріка Сіндхой (Дослідницькі інститути RISE Швеція) в рамках проекту Interreg Baltic Slurry Acidification (Балтійська шламівна кислота) впродовж 2016-2019 років, фермери в Естонії, Німеччині, Латвії, Литві, Польщі та Швеції, випробували технологію обробки тваринного гною кислотою. Польові випробування показали, що підкислення гною знижує викиди аміаку на 49–64%, а мінеральний азот, який міститься в гної як добриво, дозволяє заощадити в межах 0,77-2,10 євро на кожен кубічний метр гною.

Механізм реакції нейтралізації кислотності ґрунту тваринним гноєм (кролів, свиней, кіз, птиці та корів) за норм, еквівалентних 10, 20, 30 і 40 т

га⁻¹, досліджували Апо А.О. & Ubachi K.I. (2007). Тваринний гній значно підвищував рН ґрунту з 4,6 до 5,6 рН, а також знижував обмінну кислотність із 3,00 смоль кг⁻¹ до значень нижче 0,35 смоль кг⁻¹. Було виявлено мікробне декарбосиловання комплексу кальцій-органічна речовина, що призводить до вивільнення і подальшого гідролізу іонів кальцію. Гідроксильні іони вивільняються в гідролітичній реакції і реагують як з обмінними іонами водню, так і з іонами алюмінію, утворюючи відповідно воду та нерозчинний гідроксид алюмінію (Al (OH)³) [22]. Про позитивний вплив гною з потрійним суперфосфатом для покращення стану ґрунту та врожайності біозбагачених звичайних бобів повідомляється в роботі Wabusa, D. et al., 2024 [23].

Висновки та перспективи.

1. Застосування подвійного суперфосфату кальцію і розчину ортофосфорної кислоти для підкислення гною вірогідно знижувало в крільчатнику концентрацію аміаку та вуглекислого газу за періодами року відповідно на 10,2-27,8% та 9,6-18,4%. Для вірогідного зменшення викидів CH₄ на 5,4-25,1%, в перехідні та літній період року, ефективним виявився лише розчин ортофосфорної кислоти.

2. Підкислення кролячого гною, шляхом внесення подвійного суперфосфату кальцію і розчину фосфорної кислоти, є ефективним заходом контролю цього джерела забруднювальних газів NH₃ і CO₂ внутрішнього повітря крільчатників з пролонгованою тижневою дією.

3. У зв'язку з тим, що діюча речовина підкислювачів зв'язує аміак сечівки утворюючи суперфосфат амонію, кролячий гній краще зберігає азот і додатково збагачується на фосфор.

4. Сила впливу фактора підкислення гною на мінливість концентрації вуглекислого газу, аміаку та метану в повітрі крільчатника (вірогідна проте низька, на рівні 0,016-0,106).

5. Одержано вірогідне зниження рН реакції свіжого гною за додавання подвійного суперфосфату кальцію на 15,7% і розчину фосфорної кислоти на 28,4%.

6. Установлено, що впродовж зберігання кролячого гною, за рахунок високої буферної здатності, його активна кислотність підвищується від кислої та слабокислої до нейтральної (6,78-7,14 рН H₂O) впродовж терміну зберігання від 8 (за стабільного температурного режиму понад 21°C) до 90 днів.

7. Потенціал застосування, підкислювачів кролячого гною, свідчить про те, що вартість одиниці діючої речовини при цьому зростає в 2,0-2,4 рази, проте є меншою в 2,7-3,1 рази від мінеральних добрив.

8. Рідкий гній кролів, підкислений подвійним суперфосфатом кальцію, є непридатним для подальшої переробки в біогазових реакторах, оскільки подвійний суперфосфат містить сірку (S) в кількості 20% діючої речовини. Альтернативною заміною, в даному випадку, є застосування потрійного суперфосфату кальцію, який не містить сірки.

9. Розробка ефективних способів управління продуктами тваринництва II категорії (гній) на етапах: приміщення → місце зберігання → спосіб внесення в ґрунт, має важливе природоохоронне значення, направлене на мінімізацію емісії парникових газів в атмосферу.

Література

1. CIGR. (2002). 4th Report of Working Group on Climatization of Animal Houses – Heat and Moisture Production at Animal and House Levels, International Commission of Agricultural Engineering, Section II, Horsens, Denmark.
2. Estelles, F., Cambra-Lopez, M., Jimenez-Belenger, A., Calvet, S. (2014). Evaluation of calcium superphosphate as an additive to reduce gaseous emissions from rabbit manure. *World Rabbit Science*. 22 (4):279. DOI: [10.4995/wrs.2014.3223](https://doi.org/10.4995/wrs.2014.3223).
3. Calvet S., Estelles F., Hermida B., Blumetto O., Torres A. (2008). Experimental balance to estimate efficiency in the use of nitrogen in rabbit breeding. *World Rabbit Sci.*, 16:205-211. Doi:[10.4995/vws.2008.615](https://doi.org/10.4995/vws.2008.615)
4. Dinuccio E., Biagini D., Rosato R., Balsari P. (2018). Organic matter and nitrogen balance in rabbit fattening and gas emissions during manure storage and simulated land application. *Agricultural ecosystems and the environment*. 269: 30-38 DOI:[10.1016/j.agee.2018.09.018](https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.018)
5. Krupa S.V. (2003). Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: 9 review. *Environ. Pollut.* 124:179-224. [Doi:10.1016/so269-7491\(02\)00434-7](https://doi.org/10.1016/so269-7491(02)00434-7)
6. Burton C.H., Turner C. (2003). Manure Management: Ireatment strategies for sustainable agriculture. Lister & Durling Printers. Silsoc. Bedford.UK.
7. Banhazi T., Seedorf J., Ratley D., Pitchford W. (2008). Identifying risk factors for suboptimal housing conditions in Australian piggery: Part 2. Air pollutants. *J. Agric. Saf. Health* 2008. 14. P. 21-39.
8. Jongebreir, A.A.; Monteny, G.J. (2001). Prevention and control of gaseous nitrogen losses in animal husbandry: a review. *Sci. World J.* 2001, 1, P. 844–851.
9. Kiwyll-Schone H., Kalthoff H., Manz F., Kiwull P. (2005). Food mineral composition and acid-base balance in rabbits. *Eur. J. Nutr.*, 44:499-508. Doi: [10.1007/s00394-005-0553-z](https://doi.org/10.1007/s00394-005-0553-z)
10. Monteni, G.-Zh.; Bannink, A.; Chadwick, D. (2006). Strategies for reducing greenhouse gas emissions in animal husbandry. *Agric. Ecosyst. Environment*. 2006, 112, P.163-170.
11. David Fanguiero, Maibritt Hjort, Fabrizio Gioelli (2015). Manure Acidification - An Overview. *Journal of environmental management*. Vol. 149. 2015. P. 46-56 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.00>
12. 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; зареєс. в Держреєстрі 29.03.2023.
13. Небилиця М.С., Бойко О.В. (2022). Мультипараметрична оцінка мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації. *Свинарство*. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Полтава, ТОВ «Фірма-«Техсервіс». 2022. Вип. 77-78. С. 106-116. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2022-77-78-09>
14. Бойко О.В., Небилиця М.С. (2019) Обґрунтувати використання розподіленої системи контролю повітряного середовища тваринницьких

приміщень. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 2019. Вип. 5. С. 99-117.

15. Башенко М.І., Волошук В.М., Іванов В.О., Небилиця М.С. та ін. (2021). Методика мультипараметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації. Методичні рекомендації, Черкаська ДСБ НААН.24с. <https://bioresurs.ck.ua/publications/>

16. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства звірівництва та кролівництва. ВНТП – АПК – 05.07. Мінагрополітики України, Київ 2008. Чинні з 11.03.2008. . https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=67808 (дата звернення: 29.04.2025).

17. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони. Наказ МОЗУ № 1596 від 14.07.2020, із змінами № 881 від 06.05.2021 та № 1715 від 10.08.2021. Чинний 03.08.2020.

18. Глобальні рекомендації ВООЗ щодо якості повітря та вплив на здоров'я від 22 вересня 2021. Доступ до глобального вебсайту: <https://www.who.int/>.

19. 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)

20. Ikrarwati N. A., Syamsi Y., Sastro T. B., Rusbana N. R. Sudolar and Romadhonah Y. (2021). Quality of growth media and yield of *Allium ascolanicum* L. on ultisol soil in combination with rabbit manure. 2nd International Conference on Agriculture and Rural Development IOP Conf. Series: Earth and environment. [doi:10.1088/1755-1315/715/1/012039](https://doi.org/10.1088/1755-1315/715/1/012039)

21. Yubo Cao, Xuan Wang, Lin Liu, Gerard L. Velthof, Tom Misselbrook, Zhaohai Bai, Lin Ma (2020). Manure Acidification Reduces Gas Emissions and Nutrient Losses in Post-Composting. *Journal of environmental management*. Vol. 264, 2020. P. 110-121 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110454>

22. Ano A.O. & Ubochi K.I. (2007). Neutralization of soil acidity by animal manure: reaction mechanism. *African Journal of Biotechnology*. 2007. Vol. 6 (4), pp. 364-368. DOI: 10.5897/AJB06.763

23. Wabusa, D., Masinde, M. N. & Opio, J. (2024). Farmyard Manure Integrated with Triple Superphosphate for Improved Soil Conditions and Yield of Bio-Fortified Common Beans. *East African Journal of Agriculture and Biotechnology*, 7 (1), 45-61. <https://doi.org/10.37284/eajab.7.1.1710>

References

1. CIGR. (2002). 4th Report of Working Group on Climatization of Animal Houses – Heat and Moisture Production at Animal and House Levels, International Commission of Agricultural Engineering, Section II, Horsens, Denmark.

2. Estelles, F., Cambra-Lopez, M., Jimenez-Belenger, A., Calvet, S. (2014). Evaluation of calcium superphosphate as an additive to reduce gaseous emissions from rabbit manure. *World Rabbit Science*. 22 (4):279. DOI: 10.4995/wrs.2014.3223.

3. Calvet S., Estelles F., Hermida B., Blumetto O., Torres A. (2008). Experimental balance to estimate efficiency in the use of nitrogen in rabbit breeding. *World Rabbit Sci.*, 16:205-211. [Doi:10.4995/vws.2008.615](https://doi.org/10.4995/vws.2008.615)
4. Dinuccio E., Biagini D., Rosato R., Balsari P. (2018). Organic matter and nitrogen balance in rabbit fattening and gas emissions during manure storage and simulated land application. *Agricultural ecosystems and the environment*. 269:30-38 [DOI:10.1016/j.agee.2018.09.018](https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.018)
5. Krupa S.V. (2003). Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: 9 review. *Environ. Pollut.* 124:179-224. [Doi:10.1016/so269-7491\(02\)00434-7](https://doi.org/10.1016/so269-7491(02)00434-7)
6. Burton C.H., Turner C. (2003). Manure Management: Ireatment strategies for sustainable agriculture. Lister & Durling Printers. Silsoc. Bedford.UK.
7. Banhazi T., Seedorf J., Ratley D., Pitchford W. (2008). Identifying risk factors for suboptimal housing conditions in Australian piggery: Part 2. Air pollutants. *J. Agric. Saf. Health* 2008. 14. P. 21-39.
8. Jongebreir, A.A.; Monteny, G.J. (2001). Prevention and control of gaseous nitrogen losses in animal husbandry: a review. *Sci. World J.* 2001, 1, P. 844–851.
9. Kiwyll-Schone H., Kalhoff H., Manz F., Kiwull P. (2005). Food mineral composition and asid-base balance in rabbits. *Eur. J. Nutr.*, 44:499-508. [Doi: 10.1007/s00394-005-0553-z](https://doi.org/10.1007/s00394-005-0553-z)
10. Monteni, G.-Zh.; Bannink, A.; Chadwick, D. (2006). Strategies for reducing greenhouse gas emissions in animal husbandry. *Agric. Ecosyst. Environment*. 2006, 112, P.163-170.
11. David Fanguiero, Maibritt Hjort, Fabrizio Gioelli (2015). Manure Acidification - An Overview. *Journal of environmental management*. Vol. 149. 2015. P. 46-56 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.00>
12. 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. [in Ukrainian]
13. Nebylytsia M.S., Boiko O.V. (2022). Multiparametrychna otsinka mikroklimatu tvarynnytskykh prymishchen metodom bezperervnoi avtomatychnoi reiestratsii. *Svynarstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. Poltava, TOV «Firma -«Tekhservis». 2022. Vyp. 77-78. S.106-116. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2022-77-78-09> [in Ukrainian].
14. Boiko O.V., Nebylytsia M.S. (2019). Obgruntuvaty vykorystannia rozpodilenoj systemy kontroliu povitrianoho seredovyscha tvarynnytskykh prymishchen. *ZNP Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo*. 2019. Vyp. 5. S. 99-117.
15. Bashchenko M.I., Voloshchuk V.M., Ivanov V.O., Nebylytsia M.S., Boiko O.V., Sotnichenko Yu.M., Tkach Ye.F. (2021) Metodyka multiparametrychnoi otsinky mikroklimatu tvarynnytskykh prymishchen metodom bezperervnoi avtomatychnoi reiestratsii. *Metodychni rekomendatsii*. Research Station of Bioresources of the NAAS, 2021. 24 s . <https://bioresurs.ck.ua/publications/> [in Ukrainian].
16. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia. Pidpryemstva zvirivnytstva ta krolivnytstva. VNTP-APK-05.07. Minahropolityky Ukrainy, Kyiv

2007. Chynni z 11.03.2008. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=67808 (data zvernennia: 29.04.2025) [in Ukrainian].

17. Pro zatverdzhennia hihienichnykh rehlamentiv dopustymoho vmistu khimichnykh i biolohichnykh rechovyn u povitri robochoi zony. Nakaz MOZU № 1596 vid 14.07.2020, iz zminamy № 881 vid 06.05.2021 ta № 1715 vid 10.08.2021. Chynnyi 03.08.2020. [in Ukrainian].

18. Hlobalni rekomendatsii VOOZ shchodo yakosti povitria ta vplyv na zdorovia vid 22 veresnia 2021. Dostup do hlobalnoho vebсайtu: <https://www.who.int/>.

19. 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)

20. Ikrarwati N. A., Syamsi Y., Sastro T. B., Rusbana N. R. Sudolar and Romadhonah Y. (2021). Quality of growth media and yield of *Allium ascolanicum* L. on ultisol soil in combination with rabbit manure. 2nd International Conference on Agriculture and Rural Development IOP Conf. Series: Earth and environment. [doi:10.1088/1755-1315/715/1/012039](https://doi.org/10.1088/1755-1315/715/1/012039)

21. Yubo Cao, Xuan Wang, Lin Liu, Gerard L. Velthof, Tom Misselbrook, Zhaohai Bai, Lin Ma (2020). Manure Acidification Reduces Gas Emissions and Nutrient Losses in Post-Composting. *Journal of environmental management*. Vol. 264, 2020. P. 110-121 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110454>

22. Ano A.O. & Ubochi K.I. (2007). Neutralization of soil acidity by animal manure: reaction mechanism. *African Journal of Biotechnology*. 2007. Vol. 6 (4), pp. 364-368. DOI: 10.5897/AJB06.763

23. Wabusa, D., Masinde, M. N. & Opio, J. (2024). Farmyard Manure Integrated with Triple Superphosphate for Improved Soil Conditions and Yield of Bio-Fortified Common Beans. *East African Journal of Agriculture and Biotechnology*, 7 (1), 45-61. <https://doi.org/10.37284/eajab.7.1.1710>

UDC 636.92: 631.22.223.6:628.8

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.100-122>

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF A RABBIT RANGE WITH A MECHANICAL VENTILATION SYSTEM ON THE FORMATION OF THE MICROCLIMATE USING TWO METHODS OF MANURE ACIDIZATION

Boiko O.V., Nebylytsia M.S., Havrish O.M., Honchar O.F., Osokina T.G.

Cherkasy Research Station of Bioresources of the NAAS of Ukraine, Cherkasy

The research was conducted on Poltava Silver, Californian and New Zealand White rabbits on the basis of the rabbit farm of the Cherkasy Research Station of Bioresources of the National Academy of Sciences of Ukraine. The subject of the research is a comparative assessment of air pollution in a rabbit farm by greenhouse gases based on the factor of manure acidification. The purpose of the work is to assess the potential of applying ground double calcium superphosphate and an

aqueous solution of orthophosphoric acid to the manure channels of a rabbit farm to reduce the concentration of polluting gases and the physicochemical properties of rabbit manure. In addition, to identify cause-and-effect relationships between the properties of double calcium superphosphate and an aqueous solution of phosphoric acid and gaseous emissions from rabbit farms. Research methods are bibliographic, analytical, microbiological, physical, biometric.

It was found that the use of double calcium superphosphate and orthophosphoric acid solution for manure acidification significantly reduced the concentration of ammonia and carbon dioxide in the rabbit farm by periods of the year by 10.2-27.8% and 9.6-18.4%, respectively. Acidification of rabbit manure by applying double calcium superphosphate and phosphoric acid solution is an effective measure to control this source of polluting gases NH_3 and CO_2 in the indoor air of rabbit farms with a prolonged weekly effect.

The influence of the manure acidification factor on the variability of the concentration of carbon dioxide, ammonia and methane in the air of the rabbit farm was determined (probable but low, at the level of 0.016-0.106). It has been shown that during storage of rabbit manure, due to its high buffering capacity, its active acidity increases from acidic and weakly acidic to neutral (6.78-7.14 pH H_2O) during the storage period from 8 (at a stable temperature regime above 210 °C) to 90 days.

Keywords: microclimate parameters, comparative assessment, rabbit farm, polluting gases, manure acidification factor.

УДК 636.92.082:575.17

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.123-130>

ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНІВ МІОСТАТИНУ (MSTN) ТА ГОРМОНУ РОСТУ (GH) У КРОЛІВ РІЗНИХ ПОРІД ТА ЇХНІЙ ЗВ'ЯЗОК З ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ

Дзіцюк В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор,

Шевченко Є.А., кандидат сільськогосподарських наук,

Гончар О.Ф., с.н.с., кандидат сільськогосподарських наук.

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, Черкаси, Україна.

valentynadzitsiuk@gmail.com

У статті висвітлено результати дослідження генетичної структури популяції кролів трьох порід (новозеландська біла, шиншила, полтавське срібло) за маркерами господарськи корисних ознак. Основну увагу зосереджено на аналізі поліморфізму двох генів-кандидатів: міостатину (MSTN), що є ключовим регулятором розвитку м'язової тканини, та гормону росту (GH), який контролює соматотропну вісь і метаболічні процеси. Метою роботи було встановлення особливостей розподілу алелів і генотипів за цими локусами, а також оцінка асоціативного впливу поліморфізму гена MSTN на показники м'ясної продуктивності. Проведено генотипування за одонуклеотидними поліморфізмами (SNP) с.34C>T у гені MSTN та с.-78C>T у гені GH. Розраховано частоти алелів і генотипів, а також проаналізовано відповідність їх розподілу за законом генетичної рівноваги Харді-Вайнберга. Для гена MSTN (с.34C>T) у популяції кролів породи новозеландська біла, що перебувала у стані рівноваги, встановлено статистично значущу асоціацію з господарськи корисними ознаками. Виявлено селекційну перевагу гетерозигот: особини з генотипом СТ переважали гомозигот (СС та ТТ) за середньодобовими приростами та масою парної тушки. Аналіз поліморфізму с.-78C>T гена GH у порід шиншила та полтавське срібло також підтвердив стан генетичної рівноваги. Водночас для обох популяцій зафіксовано високий рівень фактичної гетерозиготності (H_o), що суттєво перевищував очікувану (H_e). Це, разом із від'ємними значеннями індексу фіксації (F_{is}), свідчить про надлишок гетерозигот, що вказує на високе генетичне різноманіття та потенційно кращу адаптивність популяцій. Отримані результати доводять, що досліджені поліморфізми генів MSTN та GH є ефективними маркерами для використання в селекційних програмах (MAS) з метою моніторингу генетичної структури та прискорення відбору кролів за м'ясними якостями.

Ключові слова: кролі, ПЛР-ПДРФ, ген міостатину (MSTN), ген гормону росту (GH), м'ясна продуктивність.

Анотація. Європейський кірль (*Oryctolagus cuniculus*) характеризується значним генетичним різноманіттям, що створює широкий простір для селекційної роботи. На сучасному етапі розвитку кролівництва традиційна селекція, яка базується переважно на фенотиповому оцінюванні тварин,

залишається фундаментом племінної справи (Ragab et al., 2022). Однак ефективність такого підходу обмежена тривалістю генераційного інтервалу та впливом факторів навколишнього середовища на експресію ознак. У цьому контексті інтеграція методів молекулярної генетики, зокрема маркер-асоційованої селекції (MAS), дозволяє ідентифікувати цінні генотипи ще на ранніх етапах онтогенезу, суттєво підвищуючи точність прогнозування результатів схрещувань та економічну ефективність галузі (El-Sabrou et al., 2018).

Ключову роль у формуванні м'ясної продуктивності відіграють гені-кандидати, що контролюють ріст і розвиток м'язової тканини. Одним із найважливіших регуляторів є ген міостатину (*MSTN*), який діє як регулятор росту скелетних м'язів. Однонуклеотидні заміни (SNP) у цьому гені можуть знижувати активність білка-інгібітора, що призводить до гіпертрофії м'язових волокон (явище «подвійної мускулатури») та збільшення виходу м'яса (Wiener et al., 2002). Особливий інтерес для селекції становить поліморфізм с.34C>T у локусі *MSTN*, який асоціюється з покращеними забійними показниками у кролів (Fontanesi, 2008).

Не менш важливим маркером продуктивності є ген гормону росту (*GH*), локалізований на 19-й хромосомі. Гормон росту є центральною ланкою соматотропної осі, що регулює інтенсивність постнатального росту, ліпідний та білковий метаболізм (Fontanesi et al., 2012). Варіабельність у промоторній ділянці цього гена, зокрема поліморфізм с.-78C>T (відомий як *BstUI*-поліморфізм), впливає на рівень експресії гормону, що безпосередньо корелює зі швидкістю набору маси тіла та якісними характеристиками м'яса (Migdał et al., 2019; Gencheva et al., 2022).

Незважаючи на значний обсяг закордонних досліджень, аналіз наукової літератури свідчить про відсутність системних даних щодо поліморфізму гена *GH* у популяціях кролів української селекції. Відомості про генетичну структуру вітчизняних порід за локусом *MSTN* також залишаються фрагментарними та потребують уточнення. Це обґрунтовує необхідність проведення комплексного молекулярно-генетичного моніторингу для розробки ефективних селекційних програм.

Мета досліджень – проаналізувати генетичну структуру популяцій кролів за однонуклеотидними поліморфізмами (SNP) с.34C>T у гені міостатину (*MSTN*) та с.-78C>T у гені гормону росту (*GH*), визначити частоту алелів і генотипів та оцінити зв'язок поліморфізму гена *MSTN* з м'ясною продуктивністю.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у лабораторії генетики тварин Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН та на експериментальній фермі Черкаської ДСБ НААН.

Для аналізу поліморфізму генів використано зразки крові кролів порід: новозеландська біла (n = 70), шиншила (n = 30) та полтавське срібло (n = 30). Геномну ДНК виділяли з периферичної крові з використанням стандартного комерційного набору «ДНК-сорб В» (Ampli Sense Biotechnologies) згідно з рекомендаціями виробника. Генотипування проводили методом ПЛР-ПДРФ (PCR-RFLP).

Ампліфікацію ділянки ДНК з SNP C34T гена *MSTN* проводили на термоциклері Mini Amp (Thermo Fisher Scientific, США) з використанням праймерів:

- F: 5'-TAACTGAAAAGAACCCTCTAGTAGC-3'
- R: 5'-TCGGTAGTTGTTTCCCACTTT-3'

Рестрикцію ампліфікованих фрагментів проводили з використанням ендонуклеази *AluI* («Fermentas», Литва).

Ампліфікацію ділянки SNP с.-78C>T гена *GH* проводили з використанням праймерів (Fontanesi et al., 2012):

- F: 5'-GTA TAG TGG GAT GGG GTT GG-3'
- R: 5'-TTA CGC TCC CAT TCA GAA GC-3'

Амплікони обробляли ендонуклеазою рестрикції *BstUI* (Thermo Scientific, США). ДНК-фрагменти розділяли методом електрофорезу в 2% агарозному гелі.

Популяційно-генетичний аналіз (частоти алелів і генотипів, очікувана (H_e) і фактична (H_o) гетерозиготність, індекс фіксації Райта (F_{is}), відповідність рівновазі Харді-Вайнберга (критерій χ^2)) проводили з використанням програм Popgene (Yeh et al., 1999) та GENALEX 6.5 (Smouse et al., 2017). Для аналізу зв'язку поліморфізму с.34C>T гена *MSTN* з м'ясною продуктивністю застосовували змішану лінійну модель. Біометричний аналіз проводили з використанням критеріїв Пірсона, Стюдента та Фішера (Statistica, 2001).

Результати досліджень та їх обговорення. У ході генотипування кролів новозеландської білої породи за SNP с.34C>T в гені міостатину було встановлено частоти алелів: С – 0,530, Т – 0,470. Аналіз фактичного (H_o = 0,498) та теоретичного (H_e = 0,460) розподілу генотипів засвідчив, що досліджувана популяція перебуває в стані рівноваги за законом Харді-Вайнберга ($p > 0,05$), табл. 1.

Таблиця 1. Параметри генетичної мінливості досліджуваної селекції кролів породи новозеландська біла

Ген	Гетерозиготність		Індекс фіксації Райта	χ^2
	H_o	H_e		
Міостатин (<i>MSTN</i>)	0,498	0,460	0,55	0,08

Отримані нами частоти дещо відрізняються від даних інших дослідників. Так, у польських вчених частота алеля С для новозеландських білих кролів становила 0,618, а Т – 0,382 (Rafayova et al., 2009). У китайських популяціях (порода Шампань) співвідношення С:Т дорівнювало 0,580:0,420 (Peng et al., 2013).

Аналіз зв'язку поліморфізму с. 34 C>T гена *MSTN* з м'ясною продуктивністю виявив достовірні відмінності. Гетерозиготні особини з генотипом СТ мали вищі показники середньодобових приростів, ніж гомозиготи СС (на 2,3 %; $39,0 \pm 0,3$ г проти $38,2 \pm 0,2$ г; $p < 0,05$) та гомозиготи

ТТ (на 2,6 %; $38,2 \pm 0,2$ г проти $39,0 \pm 0,3$ г; $p < 0,05$). Також тварини з генотипом СТ мали на 35,3 г вищу масу парної тушки, ніж середнє значення по стаду ($p < 0,05$). Аналіз за змішаною лінійною моделлю показав, що на середньодобові прирости статистично значущий вплив мали фактори генотипу (25 %, $p < 0,05$), статі (6 %, $p < 0,05$) та сезону народження (7 %, $p < 0,05$).

Дослідження підтвердило наявність *BstUI*-поліморфізму (с.-78C>Т) у локусі гена *GH*. Розмір амплікону становив 231 п. н. На електрофореграмі генотип СС був представлений фрагментами 169 і 62 п. н., генотип ТТ – фрагментом 231 п. н., а генотип СТ – трьома фрагментами (231, 169, 62 п. н.). В обох досліджених популяціях (шиншила та полтавське срібло) відмічено превалювання частоти алеля С над Т, однак у полтавського срібла воно було менш вираженим (0,51 проти 0,49), ніж у шиншили (0,60 проти 0,40), табл. 2.

Таблиця 2. Частоти алелів і генотипів за SNP с.-78C>Т гена *GH* у вибірках кролів

Порода	Алелі		Генотипи			χ^2	Fis
	С	Т	СС	СТ	ТТ		
Шиншила	0,6	0,4	0,3	0,53	0,17	0,048	-0,31
Полтавське срібло	0,51	0,48	0,211	0,605	0,184	1,23	-1,4

Схожі результати (переважання алеля С) були зафіксовані у новозеландських білих (Hristovaetal., 2017) та каліфорнійських кролів (Amalianingsihetal., 2014). Натомість у кролів інших порід (Fontanesietal., 2012; Husseinetal., 2015) спостерігалася протилежна тенденція.

Таблиця 3. Параметри генетичної рівноваги у досліджуваних популяціях кролів за локусом *GH* (с.-78C>Т)

Популяційно-генетичні параметри	Шиншила			Полтавське срібло		
	СС	СТ	ТТ	СС	СТ	ТТ
О (фактична гетерозиготність)	26	57	17	21	60	18
Е (оцікувана гетерозиготність)	30,2	49,2	20,2	26,3	49,9	23,7
$(O-E)^2/E$	0,58	1,23	0,51	1,07	2,04	1,37
χ^2	2,32, $p > 0,01$			4,48, $p > 0,05$		

Примітки: О – фактично виявлена кількість особин генотипу; Е – теоретично очікувана кількість особин генотипу.

Аналіз генетичної структури показав, що фактична гетерозиготність (H_o) суттєво перевищує очікуване значення (H_e) в обох випадках. Розподіл генотипів демонструє від'ємні значення індексу фіксації ($Fis = -0,31$ для шиншили та $Fis = -1,31$ для полтавського срібла), що вказує на значний надлишок гетерозигот. Це сприяє збереженню високого рівня генетичного

різноманіття та може підвищувати адаптивність популяцій. Кількість ефективних алелів (n_e) у дослідженому локусі досягала 1,91 (шиншила) та 2,04 (полтавське срібло).

Висновки. У популяції кролів новозеландської білої породи, що перебуває у стані генетичної рівноваги, доведено асоціацію поліморфізму гена міостатину з показниками м'ясної продуктивності. Встановлено селекційну перевагу гетерозигот (СТ), які достовірно переважали гомозиготних ровесників за середньодобовими приростами (на 2,3 – 2,6 %) та масою парної тушки (на 35,3 г).

У популяціях порід шиншила та полтавське срібло підтверджено наявність поліморфізму в промоторній ділянці гена гормону росту за умови збереження генетичної рівноваги. Обидві вибірки характеризуються високою фактичною гетерозиготністю та від'ємними значеннями індексу фіксації (Fis), що свідчить про надлишок гетерозигот і значний потенціал генетичного різноманіття.

Досліджені SNP-маркери генів *MSTN* та *GH* рекомендовано використовувати в програмах маркер-асоційованої селекції (MAS) для моніторингу генетичної структури стад та підвищення ефективності відбору кролів за м'ясними якостями.

Література

1. *El-Sabrou K., Aggag S., de Souza JBF Jr.* (2020). Some recent applications of rabbit biotechnology—a review. *Anim. Biotechnol.* 31:76–80. doi: 10.1080/10495398.2018.1539005
2. *Fontanesi L., Dall'Olio S., Spaccapaniccia E.* et al. (2012). A single nucleotide polymorphism in the rabbit growth hormone (GH) gene is associated with market weight in a commercial rabbit population. *Livest. Sci.* 147. P. 84–88. doi: 10.1016/j.livsci.2012.04.006
3. *Fontanezi L., Tazolli M., Scotti E.* (2008). Analysis of candidate genes for meat production traits in domestic rabbit breeds. In Proc 9th World Rabbit Congress, Italy, Verona, p. 79–84.
4. *Gencheva D.G., Velikov K.P., Veleva P.M.* (2022). Association analysis of nucleotide polymorphisms in growth hormone (GH) and its receptor (GHR) with body weight in californian rabbits. *World Rabbit Sci.* 30: 95–102. doi: 10.4995/wrs.2022.13127
5. *Henderson C. R.* (1985). mIVquE and REml estimation of additive and non-additive genetic variances. *Journal of Animal Science.* V. 61: P. 113–121.
6. *Hristova T., Tanchev S., Velikov K.* et al. (2017). Rabbit Growth Hormone and Myostatin Gene Polymorphisms. *J. Agri. Res.* 2 (3). 000133. doi: 10.10.23880/oajar-16000133
7. *Hussein B., Abdel-Kafy E.M., Abdel-Ghany S.M.* et al. (2015). Single nucleotide polymorphism in growth hormone gene are associated with some performance traits in rabbit. *Int. J. Biol. Pharm. Allied Sci.* 4: 490–504. doi: 10.4995/wrs.2018.7211
8. *Migdal L., Palka S., Kmiecik M., Derewicka O.* (2019). Association of polymorphisms in the *GH* and *GHR* genes with growth and carcass traits in rabbits

(*Oryctolagus cuniculus*). *Czech J. Anim. Sci.* 64 (6): 255–264. doi: 10.17221/27/2019-CJA

9. Peng J, Gong W, Wen-Xiu Z, Yun-Fu L, Yu Y, Song Jia L. (2013). Rapid genotyping of mstN gene poly morphism using high-resolution melting for association study in rabbits. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 26 (1): 30–35.

10. Rafayova A., Lieskova A., Kovacik A. (2009). Detection of MSTN polymorphism in rabbit. In *Lucraristiintifice Zootehnies i Biotehnologii*. 42: 637–641.

11. Ragab M., Elkhaiaf I, Younis H. et al. (2022). Genotype by heat conditions interaction effects on growth and litter traits in rabbits. *Front Vet Sci*. 22. 9: 1–9. doi: 10.3389/fvets.2022.1018625

12. Smouse P.E., Banks S.C., Peakall R. (2017). Converting quadratic entropy to diversity: Both animals and alleles are diverse, but some are more diverse than others. *PLOS ONE*. V. 12. e0185499. doi.org/0.1371/journal.pone.0185499

13. Wallis O.C., Wallis M. (1995). Cloning and characterization of the rabbit growth hormone-encoding gene. *Gene*. 163. 2:253–256. doi: 10.1016/0378-1119(95)00429-A.)15

14. Wiener P., Smith J., Lewis A., Woolliams J., Williams J. (2002). Muscle-related traits in cattle: the role of the myostatin gene in the south devon breed. *Genet. Sel. Evol.* 34: 221–232.

15. Yeh F. C., Rongcai Y., Boyle T. (1999). Popgene. Version 1.31. Edmonton: Univ. Alberta, URL: http://www.ualberta.ca/~fyeh/popgene_download.html (дата звернення: 29.10.13)

16. Shevchenko E. A. (2024). Viktoristannya riznih metodiv BLUP indeksniyi ocinci kroliv porody Poltavske Sriblo / E. A. Shevchenko, O. F. Gonchar // *Efektivnekrolivnictvoizvirivnictvo*. Vyp. 10. - S. 22-30.

17. Shevchenko E. A. (2025). Genetic potential of Poltava silver breed rabbits: G-BLUP evaluation based on polymorphism of MSTN and PGR genes/ E. A. Shevchenko O. F. Gonchar // *Efektivne krolivnictvo i zvirivnictvo*. Vyp. 11. - C. 19-27.

References

1. El-Sabrou K., Aggag S, de Souza JBF Jr. (2020). Some recent applications of rabbit biotechnology—a review. *Anim.Biotechnol.* 31:76–80. doi: 10.1080/10495398.2018.1539005

2. Fontanesi L., Dall’Olio S., Spaccapaniccia E. et al. (2012). A single nucleotide polymorphism in the rabbit growth hormone (GH) gene is associated with market weight in a commercial rabbit population. *Livest. Sci. Is.* 147. P. 84–88. doi: 10.1016/j.livsci.2012.04.006

3. Fontanezi L., Tazolli M., Scotti E. (2008). analysis of candidate genes for meat production traits in domestic rabbit breeds. In *Proc 9th World Rabbit Congress*, Italy, Verona, p. 79–84.

4. Gencheva D.G., Velikov K.P., Veleva P.M. (2022). Association analysis of nucleotide polymorphisms in growth hormone (GH) and its receptor (GHR) with

body weight in Californian rabbits. *World Rabbit Sci.* 30: 95–102. doi: 10.4995/wrs.2022.13127

5. Henderson C. R. (1985). mIVquE and REml estimation of additive and non-additive genetic variances. *Journal of Animal Science*. V. 61: R. 113–121.

6. Hristova T., Tanchev S., Velikov K. et al. (2017). Rabbit Growth Hormone and Myostatin Gene Polymorphisms. *J. Agri. Res.* 2 (3). 000133. doi: 10.10.23880/oajar-16000133

7. Hussein B., Abdel-Kafy E.M., Abdel-Ghany S.M. et al. (2015). Single nucleotide polymorphism in growth hormone gene are associated with some performance traits in rabbit. *Int. J. Biol. Pharm. Allied Sci.* 4: 490–504. doi: 10.4995/wrs.2018.7211

8. Migdał Ł., Pałka S., Kmiecik M., Derewicka O. (2019). Association of polymorphisms in the GH and GHR genes with growth and carcass traits in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Czech J. Anim. Sci.* 64 (6): 255–264. doi: 10.17221/27/2019-CJA

9. Peng J. Gong W., Wen-Xiu Z., Yun-Fu L., Yu Y., Song Jia L. (2013). Rapid genotyping of mstN gene polymorphism using high-resolution melting for association study in rabbits. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 26 (1): 30–35

10. Rafayova A., Lieskova A., Kovacik A. (2009). Detection of MSTN polymorphism in rabbit. In *Lucrari științifice Zootehnie și Biotehnologii*. 42: 637–641

11. Ragab M., Elkhayat I, Younis H. et al. (2022). Genotype by heat conditions interaction effects on growth and litter traits in rabbits. *Front Vet Sci.* 22. 9: 1–9. doi: 10.3389/fvets.2022.1018625

12. Smouse P.E., Banks S.C., Peakall R. (2017). Converting quadratic entropy to diversity: Both animals and alleles are diverse, but some are more diverse than others. *PLOS ONE*. V. 12. e0185499. doi.org/0.1371/journal.pone.0185499

13. Wallis O.C., Wallis M. (1995). Cloning and characterization of the rabbit growth hormone-encoding gene. *Gene*. 163. 2:253–256. doi: 10.1016/0378-1119(95)00429-A.)15

14. Wiener P., Smith J., Lewis A., Woolliams J., Williams J. (2002). Muscle-related traits in cattle: the role of the myostatin gene in the south devon breed. *Genet. Sel. Evol.* 34: 221–232.

15. Yeh F. C., Rongcai Y., Boyle T. (1999). Ropgene. Version 1.31. Edmonton: Univ. Alberta, URL: http://www.ualberta.ca/~fyeh/popgene_download.html (dataobrashcheniya: 29.10.13)

16. Shevchenko E. A. (2024). Viktoristannya riznih metodiv BLUP v indeksniy ocinci kroliv porody Poltavske Sriblo / E. A. Shevchenko, O. F. Gonchar // *Efektivne krolivnictvo i zvirivnictvo*. Vyp. 10. - S. 22-30.

17. Shevchenko E. A. (2025). Genetic potential of Poltava silver breed rabbits: G-BLUP evaluation based on polymorphism of MSTN and PGR genes / E. A. Shevchenko O. F. Gonchar // *Efektivne krolivnictvo i zvirivnictvo*. Vyp. 11. - S. 19-27.

UDC 636.92.082:575.17

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.123-130>**MYOSTATIN (MSTN) AND GROWTH HORMONE (GH) GENES
POLYMORPHISMS IN DIFFERENT BREEDS OF RABBITS AND THEIR
RELATIONSHIP WITH PRODUCTIVITY TRAITS**

Dzitsiyuk V.V., Shevchenko E.A., Honchar O.F.,

*Cherkasy Research Station of Bioresources of the NAAS, Cherkasy, Ukraine.
valentynadzitsiuk@gmail.com*

The article highlights the results of a study of the genetic structure of populations of three breeds of rabbits (New Zealand White, Chinchilla, Poltava Silver) by markers of economically useful traits. The main attention is focused on the analysis of polymorphisms of two candidate genes: myostatin (MSTN), which is a key regulator of muscle tissue development, and growth hormone (GH), which controls the somatotrophic axis and metabolic processes. The aim of the work was to establish the features of the distribution of alleles and genotypes at these loci, as well as to assess the associative effect of the MSTN gene polymorphism on meat productivity indicators. Genotyping was performed for single nucleotide polymorphisms (SNP) c.34C>T in the MSTN gene and c.-78C>T in the GH gene. Allele and genotype frequencies were calculated, and the correspondence of their distribution to the Hardy-Weinberg genetic equilibrium was analyzed. For the MSTN gene (c.34C>T) in the New Zealand White rabbit population, which was in equilibrium, a statistically significant association with economically useful traits was established. A selective advantage of heterozygotes was revealed: individuals with the ST genotype outperformed homozygotes (SS and TT) in average daily gains and paired carcass weight. Analysis of the c.-78C>T polymorphism of the GH gene in the Chinchilla and Poltava Silver breeds also confirmed the state of genetic equilibrium. At the same time, a high level of actual heterozygosity (H_o) was recorded for both populations, which significantly exceeded the expected (H_e). This, together with negative values of the fixation index (F_{is}), indicates an excess of heterozygotes, which indicates high genetic diversity and potentially better adaptability of populations. The results obtained prove that the studied polymorphisms of the MSTN and GH genes are effective markers for use in breeding programs (MAS) to monitor the genetic structure and accelerate the selection of rabbits for meat qualities.

Keywords: rabbits, PCR-RFLP, myostatin gene (MSTN), growth hormone (GH) gene, meat performance

УДК 619:636.92:591.463

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.131-141>

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ СПЕРМИ САМЦІВ КРОЛІВ РІЗНИХ ПОРІД ЗА ВИКОРИСТАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА ІМПОРТНОГО РОЗРІДЖУВАЧІВ

Кацараба О.А., кан. вет. наук, доцент,
Барило Б. С., канд. с. г. наук, доцент,
Луник Ю.М., канд. с. г. наук, доцент,
Шпить І.В., канд. с. г. наук, асистент.

Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С. З. Гіжиського,
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна, katsaraba@gmail.com

У статті наведено результати комплексного дослідження якості сперми самців кролів різних порід та ефективності застосування вітчизняного і імпортного розріджувачів у технології штучного осіменіння. Актуальність роботи зумовлена обмеженими можливостями тривалого зберігання сперми кролів за холодильних температур та необхідністю підвищення відтворювальної ефективності у промисловому кролівництві. Метою дослідження було оцінити біологічні, морфологічні та функціональні показники сперми самців порід сірій велетень, каліфорнійська та новозеландська біла, а також визначити вплив різних розріджувачів на збереження життєздатності та запліднювальної здатності спермій у лабораторних і виробничих умовах. Дослідження проведено на 40 самцях віком від 4 до 18 місяців із використанням стандартних сперміологічних методик. Визначали об'єм еякуляту, концентрацію та рухливість спермій, рН сперми, частку патологічних форм, а також цілісність акросоми методом диференційного фарбування. Встановлено, що найбільший об'єм еякуляту та найвищі показники інтактності акросом характерні для самців породи сірій велетень. За концентрацією спермій, їх рухливістю та показниками рН достовірних міжпородних відмінностей не виявлено. Показано, що використання як вітчизняного глюкозо-цитратного, так і імпортного розріджувача Galap забезпечує збереження активності спермій до 72 годин. У перші 36–48 годин зберігання показники рухливості та життєздатності сперматозоїдів були дещо вищими при застосуванні вітчизняного розріджувача, особливо у самців породи сірій велетень. Рівень патологічних форм сперматозоїдів у всіх досліджуваних групах не перевищував допустимих нормативних значень. Отримані результати свідчать про доцільність використання вітчизняних розріджувачів як ефективної та економічно обгрунтованої альтернативи імпортним у практиці штучного осіменіння кролів. Перспективи подальших досліджень полягають в оптимізації складу вітчизняних розріджувачів сперми шляхом включення антиоксидантів, енергетичних субстратів і мембраностабілізуювальних компонентів з метою

подовження терміну зберігання спермій. Доцільним є поглиблене вивчення молекулярних і біохімічних маркерів функціональної повноцінності сперматозоїдів, зокрема стану плазматичної мембрани, мітохондріальної активності та фрагментації ДНК. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення технології штучного осіменіння та підвищення відтворювальної ефективності у промисловому кролівництві.

Ключові слова: кролі, штучне осіменіння, сперма, розріджувачі сперми, якість сперми, акросома, життєздатність спермій, зберігання сперми.

Актуальність. Штучне осіменіння є загальноприйнятою технологією у сучасному промисловому кролівництві [1, 2]. Застосування даного методу забезпечує низку переваг, серед яких провідне значення мають можливість цілеспрямованого генетичного добору, подовження репродуктивної активності самців у несприятливі сезони року, впровадження циклічного виробництва, підвищення ефективності селекційно-племінних програм, а також удосконалення ветеринарного контролю за станом здоров'я поголів'я [3, 5].

У практиці штучного осіменіння кролів зазвичай використовують 0,5 мл розрідженої сперми. Теоретично з одного еякуляту можна отримати 30–40 спермо доз, проте в умовах виробництва оптимальним вважається ступінь розведення від 1:5 до 1:10, що відповідає 10–15 дозам на еякулят. Такий рівень розведення забезпечує вміст не менше 10 млн морфологічно повноцінних і функціонально життєздатних спермій у кожній дозі [7, 10, 12].

Після розрідження сперми осіменіння необхідно проводити впродовж 24–48 годин, оскільки після 36 годин зберігання спостерігається суттєве зниження виживаності сперматозоїдів, а їх запліднювальна здатність починає зменшуватися вже приблизно через 16 годин [6, 9]. Водночас, незалежно від ступеня розведення, тип застосованого розріджувача значно впливає на репродуктивні показники [16, 18].

Встановлено, що виживаність спермій у складних буферних середовищах визначається не лише температурним режимом зберігання, але й взаємодією температури з компонентним складом середовища, що зумовлює клітинну відповідь на умови культивування. За використання найпоширеніших культуральних середовищ сперму слід застосовувати протягом 36–48 годин після отримання за умови зберігання при холодильних температурах [4, 15, 17].

На відміну від великої рогатої худоби, де заморожена сперма успішно використовується у практиці штучного осіменіння протягом тривалого часу, застосування сперми кролів обмежується необхідністю її зберігання при температурі 4–5 °C та коротким допустимим терміном зберігання, який не перевищує 48 годин. У зв'язку з цим сучасні наукові дослідження зосереджені на вирішенні двох основних завдань: розробці нових розріджувачів, здатних забезпечити подовження терміну зберігання сперми, та підвищенні її біологічної повноцінності в умовах зберігання.

З огляду на те, що зберігання сперми протягом періоду, який перевищує 24–36 годин після отримання, має практичну цінність для програм штучного осіменіння в умовах інтенсивних племінних господарств.

Метою дослідження було оцінити ефективність різних розріджувачів сперми як у лабораторних умовах, так і під час виробничих випробувань для визначення перспективних напрямів підвищення відтворювальної здатності кролів, шляхом удосконалення складу середовищ для зберігання сперми.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведено на 40 самцях породи сірій велетень, каліфорнійська та новозеландська біла віком від 4 до 18 місяців, яких утримували у приватному господарстві Нікітінський П.А. (сmt. Літин, Вінницької області). Господарство складалося з приміщень, які були призначені для утримання маточного поголів'я, одне - для плідників, а решта - для молодняку на відгодівлі. Самок годували немедикованими повнораціонними комбікормами промислового виробництва (раціон для лактації), тоді як самцям згодовували *adlibitum* (Purina®). Усі тварини були вакциновані проти міксоматозу та вірусної геморагічної хвороби кролів.

Упродовж кількох тижнів, що передували експерименту, від усіх самців відбирали зразки сперми з метою оцінки їх основних показників та придатності до використання у відтворенні відповідно до стандартних сперміологічних критеріїв. За результатами попереднього аналізу 10 самців із незадовільною якістю сперми було виключено з подальших досліджень.

Отримання сперми здійснювали за допомогою штучної вагіни (модель «Amantea», IMV Technologies, П'яченца, Італія), яка являла собою пластиковий циліндр із латексною оболонкою, закріпленою по краю таким чином, щоб між циліндром і латексною вкладкою можна було розмістити теплу воду. Штучну вагіну з'єднували з пластиковою пробіркою; у пристрій вводили 5–6 мл води температурою 50–55 °С, що забезпечувало підтримання температури 40–42 °С на момент отримання еякуляту, незважаючи на тепловтрати, зумовлені невеликими розмірами приладу.

Від кожного самця сперму відбирали двічі з інтервалом 5–10 хвилин. Оцінку сперми кролів проводили у спеціально обладнаній лабораторії за загальноприйнятною методикою, що застосовується у штучному осіменінні сільськогосподарських тварин. Після первинної оцінки сперму розріджували відповідними середовищами.

У дослідженні використовували два розріджувачі сперми: глюкозо-цитратний та GALAP (розбавник для розрідження сперми кролів). Глюкозо-цитратний розріджувач готували за таким складом: глюкоза медична безводна - 3,9 г; натрій лимоннокислий п'ятиводний - 0,55 г; жовток свіжого курячого яйця - 5 мл; дистильована вода - до 100 мл. Розріджувач GALAP застосовували у готовому вигляді. Ступінь розрідження сперми залежав від її консистенції: густу сперму розріджували у 10 разів (1:9), середньої густини - у 8 разів (1:7), рідку - у 5 разів (1:4).

Лабораторна оцінка сперми. Проводили комплексний аналіз еякуляту з визначенням наявності домішок, концентрації сперматозоїдів, рН, об'єму та рухливості. Додатково здійснювали макроскопічну оцінку за кольором, запахом і об'ємом. Дослідження виконували з використанням мікроскопа

Leica за температури у лабораторії 21 °С. Концентрацію сперматозоїдів визначали за допомогою камери Горяєва та меланжера, застосовували столик Морозова. Значення рН визначали універсальним індикатором із контролем приладом рН-121.

Згідно з даними [4, 7, 13] сперму вважають неякісною, якщо прогресивна рухливість спермійів становить менше 50 %, а частка аномальних форм перевищує 20 %. Сперму відносять до якісної, якщо прогресивна рухливість перевищує 50%, а кількість морфологічно змінених сперматозоїдів не перевищує або дорівнює 20 %.

Наступним етапом досліджень було визначення цілісності акросоми сперматозоїдів. Метод ґрунтувався на мікроскопічному підрахунку спермійів з інтактною та пошкодженою акросомою. Оцінку проводили з використанням методу диференційного фарбування спеціальними барвниками Diff-Quick. Морфометричні параметри кожного сперматозоїда визначали за розміром і формою головки. За даними [8, 12, 17], головка сперматозоїда з чітко окресленою акросомною ділянкою повинна добре візуалізуватися.

Акросома є секреторним пухирцем, що формується з везикул апарату Гольджі на ранніх стадіях сперматогенезу та розташовується у вигляді «шапочки» на передньому полюсі ядра. У матриксі акросоми локалізуються протеолітичні ферменти, які беруть участь у взаємодії сперматозоїда з яйцеклітиною та забезпечують проникнення через *zonapellucida* (ZP).

Шийка сперматозоїда повинна бути тонкою та прикріплюватися до головки вздовж її осі. Розмір цитоплазматичних крапель не повинен перевищувати половини розміру головки нормального сперматозоїда. Хвіст має бути прямим, без викривлень, однакової товщини на всій довжині.

Обробка результатів. Спермії з частково забарвленими акросомами відносили до пошкоджених. Відсоток сперматозоїдів із пошкодженою акросомою (Ап, %) визначали за формулою:

$$Ап = C^{+} / (C^{-} + C^{+}) \times 100,$$

де C^{+} - кількість спермійів із забарвленими головками, шт.; C^{-} - кількість спермійів з незабарвленими головками, шт.

Підрахунок патологічних форм спермійів проводили в мазках, забарвлених еозином. Мазки висушували та досліджували під мікроскопом при збільшенні $\times 400$. Допустимим вважали вміст патологічних форм сперматозоїдів не більше **18 %**. Вміст аномальних форм спермійів визначали відповідно до вимог.

Результати дослідження та їх обговорення. У процесі досліджень проведено санітарну оцінку еякуляту, визначено об'єм сперми, активність спермійів, їх концентрацію та густоту. Окрему увагу приділено дослідженню виживаності спермійів за умов розрідження вітчизняним та імпортом розріджувачами.

Оцінка якості сперми є ключовою ланкою технології штучного осіменіння. Після завершення лабораторних досліджень сперму розріджували відповідним середовищем. В Україні для штучного осіменіння кролів

переважно застосовується імпортований розріджувач Galap (Франція), водночас існує можливість використання рецептур вітчизняних розріджувачів.

Аналіз результатів показав, що в усіх досліджених пробах еякулят мав молочно-біле забарвлення без домішок крові, гною чи сечі; консистенція була водянистою, запах - специфічний. У ході мікроскопічної оцінки 30 проб еякуляту самців кролів досліджуваних порід встановлено, що найбільший об'єм сперми характерний для самців породи сірий велетень, тоді як мінімальні значення відзначали у самців порід каліфорнійської та новозеландська біла ($P > 0,95$) (табл. 1).

Таблиця 1. Біологічна оцінка еякуляту сперми кролів різних порід

Порода	Об'єм, мл	pH	Активність	Концентрація, млн.
Сірий велетень	2,6±0,36	7,1±0,04	83,8±2,05	739±73,05
Каліфорнійська	1,5±0,25	6,9±0,09	78,5±1,92	887±14,29
Новозеландська біла	1,6±0,22	6,9±0,05	79,7±1,58	808±35,25

За даними авторів, об'єм еякуляту у кролів дрібних порід становить 0,2-0,5 мл, а у великих - 0,5-2,5 мл, що свідчить про збільшення середнього об'єму сперми в процесі доместикації. Свіжоотримана сперма самців породи сірий велетень характеризувалася значенням pH 7,1, тоді як у самців порід каліфорнійська та новозеландська біла pH становив 6,9; різниця між групами була статистично недостовірною. Сперма кролів повинна мати нейтральну реакцію, оскільки зсув pH у кислий або лужний бік призводить до пригнічення життєвих процесів сперматозоїдів і може спричиняти їх загибель. Активність сперми у самців усіх досліджуваних порід була високою, з тенденцією до підвищення у породи сірий велетень, однак вірогідної різниці між групами не встановлено. За концентрацією спермій у 1 мл еякуляту міжпородних відмінностей не виявлено.

Морфологічну організацію спермій детально описано ще у період активного розвитку електронної мікроскопії. Унікальна будова спермій вважається оптимально пристосованою для виконання його основної функції - перенесення чоловічого генома до яйцеклітини. Водночас сучасні дослідження свідчать, що спермії беруть участь і в інших важливих процесах, зокрема у злитті чоловічого та жіночого ядер.

На передньому полюсі ядра спермія розташована акросома - секреторна структура, що формується на ранніх стадіях сперматогенезу та має вигляд шапочки (рис. 5). В акросомі локалізуються протеолітичні ферменти, необхідні для проникнення сперматозоїда крізь оболонку яйцеклітини. Втрата або руйнування акросоми може бути зумовлена порушеннями сперміогенезу, мати генетичну природу або бути наслідком наявності бактеріальних мікроколоній в еякуляті. З огляду на це, а також з урахуванням того, що безпліддя може спостерігатися навіть за нормальних показників стандартного сперміологічного аналізу, було проведено дослідження акросом

сперматозоїдів кролів різних порід при використанні імпортного та вітчизняного розріджувачів.

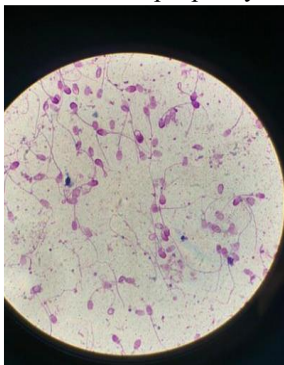


Рис. 1. Сірий велетень (не розбавлена)

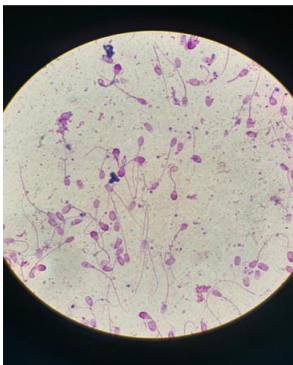


Рис. 2. Сірий велетень (розбавлена Галап)

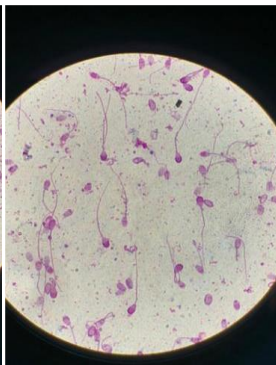


Рис. 3. Сірий велетень (розбавник вітчизняний)

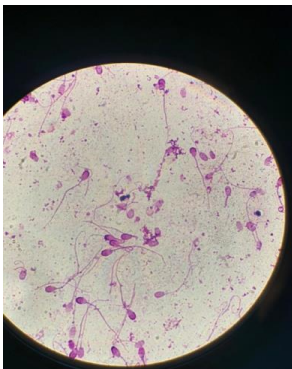


Рис. 4. Каліфорнійська (не розбавлена)



Рис. 5. Каліфорнійська (розбавлена Галап)

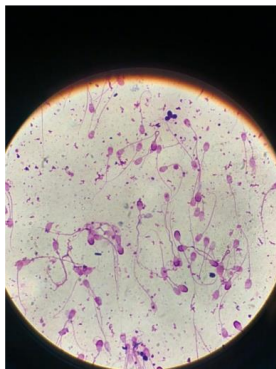


Рис. 6. Каліфорнійська (розбавник вітчизняний)

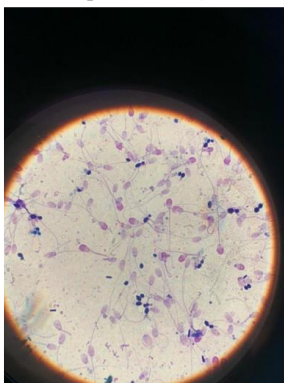


Рис. 7. Новозеландська біла (не розбавлена)

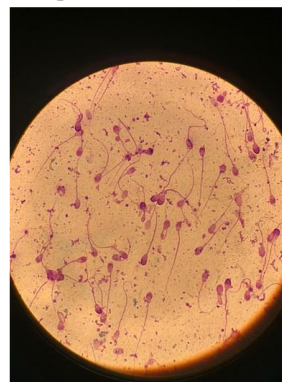


Рис. 8. Новозеландська біла (розбавлена Галап)

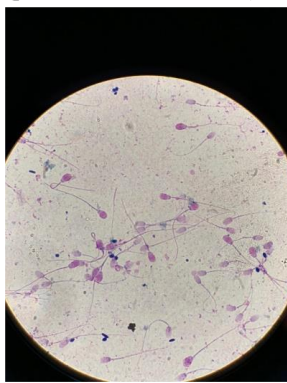


Рис. 9. Новозеландська біла (розбавник вітчизняний)

Таблиця 2. Кількість інтактних акросом у нативних мазках еякуляту при використанні вітчизняного та імпортного розріджувачів

Порода	Сірий велетень	Каліфорнійська	Новозеландська біла
Склад	кількість інактивних акросом, %		
Нативний мазок	94	81	83
Galap	91	79	81
Вітчизняний розбавник	90	80	80

Дослідження нативної, нерозрідженої сперми показало, що найбільша кількість спермій з інтактною акросомою характерна для самців породи сірий велетень (рис. 1), при цьому різниця між показниками сперми самців порід каліфорнійська та новозеландська біла була незначною. Аналогічна тенденція зберігалася і при застосуванні імпортного (рис. 2), і вітчизняного (рис. 3) розріджувачів.

Таблиця 3. Кількість патологічних форм сперматозоїдів у мазках сперми кролів різних порід

Порода	Патологічні форми, %
Сірий велетень	12,0
Каліфорнійська	15,0
Новозеландська біла	17,0

У свіжоотриманому еякуляті виявлено окремі патологічні форми спермій, зокрема атипову будову головки (мікроцефалія, деформації), аномалії шийки (вигин із кутом між джгутиком і головкою менше 180°) та патології хвоста (укорочений або зламаний джгутик). Загальна кількість аномальних форм не перевищувала 18,0%, що відповідає даним Dubiel et al. (1985). Максимальний рівень аномальних форм встановлено у спермі самців породи новозеландська біла, мінімальний - у сірих велетнів.

У таблицях 4 та 5 наведено результати оцінки виживаності (активності) спермій поза організмом самців кролів досліджуваних порід при використанні вітчизняного та імпортного розріджувачів.

У першу добу після розрідження вітчизняним середовищем до вечора відмічено зниження активності сперматозоїдів у порід кролів: сірий велетень - на 21,4 %, каліфорнійська - на 20,1 %, новозеландська біла - на 27,9%. Вранці другої доби активність зменшилася відповідно ще на 6,7; 7,8 та 11,3 %, а до вечора другої доби - на 23,5; 18,9 та 12,8 % порівняно з ранковими показниками. На третю добу активність сперматозоїдів була мінімальною, а до вечора рух практично припинявся. Зниження активності було інтенсивнішим у денний час, ніж у нічний.

Таким чином, при використанні вітчизняного розріджувача сперма зберігала активність до трьох діб. У самців породи сірий велетень активність спермій була достовірно вищою порівняно зі каліфорнійською протягом першої доби та з новозеландською білою - до ранку другої доби.

Таблиця 4. Активність сперматозоїдів самців різних порід при використанні вітчизняного розріджувача (1:3)

Порода	1 доба		2 доба		3 доба	
	ранок	вечір	ранок	вечір	ранок	вечір
Сірий велетень	82,1±4,7	60,8±2,3	54,2±1,1	30,8±1,8	16,5±0,9	1,7±0,9
Каліфорнійська	72,6±1,4	52,5±1,2	44,9±1,7	26,2±1,9	15,2±1,7	0,8±0,7
Новозеландська біла	81,0±3,9	53,2±0,9	41,9±0,9	29,3±1,7	15,2±1,4	1,2±0,7

Таблиця 5. Активність спермій самців різних порід при використанні імпортного розріджувача

Порода	1 доба		2 доба		3 доба	
	ранок	вечір	ранок	вечір	ранок	вечір
Сірий велетень	80,6±2,7	59,2±1,9	48,2±3,5	23,1±2,2	13,1±2,1	1,1±1,2
Каліфорнійська	72,0±1,4	49,2±1,1	42,3±1,4	23,2±2,1	14,1±1,9	0,8±0,8
Новозеландська біла	75,3±2,9	53,2±2,1	41,2±1,1	22,4±2,2	11,1±1,2	0,5±0,3

За розрідження сперми імпортним розріджувачем отримано подібні результати. Активність спермій у самців сірого велетня була достовірно вищою протягом першої доби як у ранкові, так і у вечірні години. На другу добу ця тенденція зберігалася лише вранці та не була статистично достовірною. На третю добу активність різко знижувалася і до вечора практично припинялася. Загалом активність сперми у першу та другу добу при використанні імпортного розріджувача була дещо нижчою, ніж при застосуванні вітчизняного, однак різниця була недостовірною; на третю добу показники практично зрівнювалися.

Для комплексної оцінки якості сперми також визначали запліднювальну здатність самців різних порід (табл. 6).

Таблиця 6. Показники відтворення самців і самок різних порід, гол.

Тип схрещування	Народилось кроленят на:		Вихід до забою на:	
	благополучну кролематку	основну кролематку	благополучну кролематку	основну кролематку
♀ Сірий велетень х ♂ Сірий велетень	7,4± 0,19	6,3± 0,33	7,1± 0,07	5,8± 0,18
♀ Каліфорнійська х ♂ Каліфорнійська	7,3± 0,19	6,0± 0,13	7,0± 0,66	5,6± 0,88
♀ Новозеландська біла х ♂ Новозеландська біла	7,2±0,2	6,1± 0,17	6,9± 0,04	5,9± 0,84

Висновки

1. Встановлено, що максимальний об'єм еякуляту характерний для самців породи сірий велетень, тоді як мінімальні значення відзначали у самців порід новозеландська біла та каліфорнійська. За концентрацією сперміїв та їх рухливістю достовірних відмінностей між породами не виявлено; показники рН сперми у самців усіх досліджуваних порід перебували в межах фізіологічної норми. Найвищі показники цілісності акросом встановлено у спермі самців породи сірий велетень при використанні як імпортного (92 %), так і вітчизняного (90 %) розріджувачів.

2. Показано, що активність сперміїв зберігається до 72 годин при розрідженні сперми як вітчизняним, так і імпортним середовищами. Водночас у перші 48 годин активності сперми була достовірно вищою у самців породи сірий велетень при застосуванні вітчизняного розріджувача та протягом 36 годин - при використанні імпортного.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на оптимізацію складу вітчизняних розріджувачів шляхом включення антиоксидантів, енергетичних субстратів та мембраностабілізуювальних компонентів з метою подовження терміну зберігання сперми понад 72 години. Перспективним є вивчення молекулярних і біохімічних маркерів функціональної повноцінності сперміїв, зокрема стану плазматичної мембрани, мітохондріальної активності та ДНК-фрагментації. Окрему увагу слід приділити породним особливостям реакції сперми на умови зберігання, а також оцінці економічної ефективності застосування удосконалених розріджувачів у промислових племінних господарствах.

References

1. Alvarinho J. M. R. (2000). Reproductive performance of male rabbits // *World Rabbit Science*. Vol. 8, № 1. – P. 13–35.
2. Castellini C., Lattaoli P. (1999). Effect of number of motile spermatozoa in semen on reproductive performance of rabbit does // *Animal Reproduction Science*. Vol. 57. – P. 111–120.
3. Facchin E. (1995). Artificial insemination in rabbits: technical and biological aspects // *World Rabbit Science*. - Vol. 3, № 3. – P. 123–129.

4. Facchin E., Castellini C., Lattaioli P. (1991). Effect of semen storage time on fertility in rabbit artificial in semination // *Livestock Production Science*. Vol. 29. – P. 155–162.
5. Freychat P., Coudert P. (1989). Theau-Clement M. Refrigeration of rabbit semen: effects on sperms survival and fertility // *Reproduction Nutrition Development*. – Vol. 29. – P. 719–726.
6. Kiprianidis I., Facchin E. (1994). Influence of different text enderson rabbit semen preservation // *World Rabbit Science*. Vol. 2, № 2. – P. 89–94.
7. Viudesde Castro M. P., Vicente J. S. (1997). Effect of sperm dose on fertility and prolificacy in rabbit artificial in semination // *Animal Science*. Vol. 65. – P. 303–308.
8. Boussit D. (1989). Preservation of rabbit semen at low temperature // *Annales de Zootechnie*. Vol. 38. – P. 311–320.
9. Thomassen R., Sanson G., Krogsnaes A. (2006). Artificial in semination in rabbits: semen quality and fertility parameters // *Theriogenology*. Vol. 66. – P. 137–145.
10. Ramalho-Santos J., Schatten G., Moreno R. D. (2002). Control of sperm nuclear integrity during fertilization // *Reproductive Biology and Endocrinology*. Vol. 1. – P. 1–9.
11. Bragina E. E. (2009). Morphological valuation of mammalian spermatozoa // *Russian Journal of Developmental Biology*. Vol. 40, № 5. – P. 291–299.
12. Dubiel A., Bielanski A., Kordan W. (1985). Morphological abnormalities of rabbit spermatozoa and fertility // *Animal Reproduction Science*. Vol. 8. – P. 137–144.
13. Castellini C., Dal Bosco A., Mugnai C. (2010). Reproductive efficiency of rabbit does: influence of semen quality // *Animal*. Vol. 4, № 9. – P. 1468–1475.
14. Saenz-de-Juano M. D., Marco-Jiménez F., Vicente J. S. (2014). Semen preservation in rabbits: current status and future perspectives // *World Rabbit Science*. — Vol. 22. – P. 235–246.
15. López-Gatius F., Santolaria P., Yániz J. L. (2012). Factors affecting fertility in artificial in semination in rabbits // *Theriogenology*. Vol. 77. – P. 152–160.
16. Vicente J. S., Lavara R., Baselga M. (2018). Effect of semen extender composition on reproductive performance in rabbits // *Animal Reproduction Science*. Vol. 193. – P. 44–52.
17. Castellini C., Mourvaki E., Cardinali R. (2020). Effect of antioxidant supplementation on rabbit semen quality during storage // *Animal Reproduction Science*. – Vol. 213. – P. 106278.
18. Marco-Jiménez F., Saenz-de-Juano M. D., Vicente J. S. (2021). Advances in rabbit semen preservation and artificial in semination // *Animals*. – Vol. 11, № 6. – P. 1708.

UDC 619:636.92:591.463

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.131-141>**COMPARATIVE ASSESSMENT OF SPERM QUALITY OF MALE RABBITS OF DIFFERENT BREEDS USING DOMESTIC AND IMPORTED DILUENTS**

O.A. Katsaraba, S. Barylo, Yu.M. Lunyk, I.V., Shpyt,

*Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after.
S. 3. Gzhytsky, Pekarska str., 50, Lviv, 79010, Ukraine*

The article presents the results of a comprehensive study of the quality of sperm of male rabbits of different breeds and the effectiveness of the use of domestic and imported diluents in artificial insemination technology. The relevance of the work is due to the limited possibilities of long-term storage of rabbit sperm at refrigeration temperatures and the need to increase reproductive efficiency in industrial rabbit breeding. The aim of the study was to evaluate the biological, morphological and functional indicators of sperm of males of the Gray Giant, Californian and New Zealand White breeds, as well as to determine the effect of various diluents on the preservation of sperm viability and fertilizing ability in laboratory and production conditions. The study was conducted on 40 males aged 4 to 18 months using standard spermological methods. The ejaculate volume, sperm concentration and motility, sperm pH, the proportion of pathological forms, and the integrity of the acrosome were determined by the differential staining method. It was established that the largest volume of ejaculate and the highest indices of acrosome integrity are characteristic of males of the Gray Giant breed. No significant interbreed differences were found in sperm concentration, motility, and pH. It was shown that the use of both domestic glucose-citrate and imported Galap diluents ensures the preservation of sperm activity for up to 72 hours. In the first 36–48 hours of storage, sperm motility and viability indices were somewhat higher when using the domestic diluent, especially in males of the Gray Giant breed. The level of pathological forms of sperm in all studied groups did not exceed the permissible regulatory values. The results obtained indicate the feasibility of using domestic diluents as an effective and economically justified alternative to imported ones in the practice of artificial insemination of rabbits. Prospects for further research are to optimize the composition of domestic sperm extenders by including antioxidants, energy substrates and membrane-stabilizing components in order to extend the shelf life of sperm. It is advisable to conduct an in-depth study of molecular and biochemical markers of the functional fullness of sperm, in particular the state of the plasma membrane, mitochondrial activity and DNA fragmentation. The results obtained can be used to improve artificial insemination technology and increase reproductive efficiency in industrial rabbit breeding.

Keywords: rabbits, artificial insemination, sperm, sperm extenders, sperm quality, acrosome, sperm viability, sperm storage.

УДК 636.084.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.142-155>**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МОЛОДНЯКУ КРОЛІВ ЗА КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ В ГОДІВЛІ ПРОБІОТИЧНОЇ ТА ФІТОБІОТИЧНОЇ КОРМОВИХ ДОБАВОК**¹Корх О. В., кандидат с.-г. наук, с. н. с., korhoksana@gmail.com,^{2,3}Шабля В. П., доктор с.-г. наук, професор, shabliavladimir@gmail.com,³Шабля П. В., аспірант, finngine2905@gmail.com,¹Корх І. В., кандидат с.-г. наук, с. н. с., dr.fox2011@ukr.net.¹Ляшенко Н.В., науковий співробітник.¹Інститут тваринництва НААН, м. Харків, Україна.²Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.³Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН,
м. Полтава, Україна.

У статті представлено результати з визначення впливу комплексного використання пробіотику (Імунобактерин D) і фітобіотику (борошно кропиви дводомної) на ріст, обмін речовин, забійні показники та якість м'ясної продукції молодняку кролів м'ясо-шкуркового напрямку продуктивності. Констатовано, що розпочинаючи з 60-добового віку молодняк дослідної групи вірогідно перевершував за живою масою ровесників контрольної групи на 93,6 г або 6,0 % ($p < 0,05$), у віці 90 діб відмінність між цими групами зросла до 133,5 г або 6,3 % ($p < 0,05$), а у віці 120 діб вона досягла 176,5 г або 5,6 % ($p < 0,05$). Аналогічно змінам живої маси у молодняку дослідної групи зростали й загальні її прирости, які за період вирощування становили 373,7; 605,1 і 1104,6 г або на 30,2; 7,1 і 4,1 % більше на тлі вищої на 5,8 г (30,4 %), 1,4 г (7,4 і 4,0 %) інтенсивності росту відповідно в 60, 90 і 120 діб, порівняно з ровесниками контрольної групи. За результатами балансового дослідження виявлено, що кролі дослідної групи характеризувалися кращим засвоєнням і використанням поживних речовин корму порівняно з аналогами контрольної групи. При цьому коефіцієнти перетравності сирого протеїну та клітковини були достовірно вищими і перевищували контроль на 8,5 і 12,5 % ($p < 0,05$ в обох випадках порівнянь). Баланс азоту в організмі тварин дослідної групи відзначався вищим рівнем його надходження (+0,17 г або 5,1 %; $p < 0,05$) та більшим відкладенням у тілі – 1,58 г проти 1,21 г – у кролів контрольної групи ($p < 0,05$). Обмін Кальцію і Фосфору також свідчив про достатній рівень їх засвоєння в організмі, при цьому перетравність Кальцію у дослідних кролів була вищою на 0,20 г щодо ровесників контрольної групи. Комплексне включення кормових добавок до раціону кролів забезпечило й істотне підвищення м'ясної продуктивності. Зокрема, передзабійна жива маса кролів дослідної групи досягла 4031,9 г, що вірогідно перевищувало відповідний показник контрольних аналогів на 3732,7 г ($p < 0,01$), за

одночасного зростання забійного виходу на 1,9 %. Перевага дослідних кролів зберігалася і за масою парної тушки: з головою та лівером вона становила 2405,8 г або на 11,4 % більше, порівняно з контролем ($p < 0,01$), тоді як без голови і ліверу – 2014,2 г або на 12,3 % більше ($p < 0,01$). М'ясо, отримане від молодняку дослідної групи, відзначалося підвищеною білковою цінністю (21,16 % проти 20,88 % у контролі; $p < 0,01$), кращими водоутримувальними властивостями (на 0,92 % вище) та фізіологічно оптимальним рівнем активної кислотності. Отримані результати дослідів підтвердили доцільність комплексного використання пробіотично-фітобіотичної кормової добавки в годівлі кролів як ефективного засобу підвищення росту, покращення засвоєння основних поживних речовин корму в організмі, поліпшення м'ясної продуктивності та якості м'ясної продукції.

Ключові слова: молодняк, борошно кропиви дводомної, Імунобактерин D, перетравність, м'ясна продуктивність, якість продукції.

Актуальність. Сучасний етап становлення кролівництва як окремої галузі тваринництва зумовлює необхідність науково обґрунтованого підходу до формування кормового забезпечення. Ключовим завданням при цьому є комплексна оцінка впливу окремих кормових засобів і збалансованих раціонів на перебіг обмінних процесів, реалізацію генетично зумовленого потенціалу продуктивності, формування якісних показників продукції, фізіологічний стан організму кролів та рівень економічної доцільності виробництва продукції [1].

Доцільність впровадження інноваційних підходів у годівлі кролів зумовлює зростаючу потребу в застосуванні засобів натурального походження, спрямованих на покращення функціонування травної системи. Це особливо важливо в умовах інтенсивного виробництва, коли широке використання антибіотиків супроводжується пригніченням імунної відповіді організму кролів і погіршенням поживних та біологічних властивостей м'ясної продукції. У цьому контексті значний науково-практичний інтерес становлять фітогенні препарати, створені на основі біологічно активних компонентів ефірних олій лікарських і пряно-ароматичних рослин, що здатні стимулювати активність ендогенних ферментних систем, підвищувати ефективність перетравлення та засвоєння поживних речовин корму, знижувати негативні наслідки стресів, нормалізувати метаболічні процеси й посилювати неспецифічну резистентність організму кролів [2–6].

У кролівництві критичним етапом технологічного циклу вирощування є період відлучення молодняку від кролематок, що супроводжується підвищеним ризиком зниження збереженості поголів'я [7]. Саме в цей період організм кроленят зазнає значного фізіологічного навантаження, оскільки травна система ще не досягла функціональної зрілості й є вразливою до розвитку шлунково-кишкових захворювань. З огляду на те, що стабілізація кишкової мікробіоти в молодняку відбувається лише до двомісячного віку, тоді як відсадку здійснюють значно раніше (на 35–40-у добу життя), виникає нагальна необхідність цілеспрямованого застосування профілактичних заходів, спрямованих на підтримання його життєздатності та мінімізацію втрат приростів та відгодівельної продуктивності [8].

З метою зниження ризику розвитку порушень травної функції в практиці кролівництва широко застосовують науково обґрунтовані системи годівлі за використання спеціалізованих кормових добавок. За таких умов ключового значення набуває якість кормів, здатних повноцінно забезпечувати організм тварин не лише основними поживними, але й біологічно-активними речовинами. Існує цілий ряд кормових засобів, що сприяють стабілізації травлення та підвищенню продуктивності тварин. Особливе місце серед них посідають пробіотичні засоби та фітогенні добавки [7, 9].

Проте, в окремих наукових джерелах наявні неоднозначні дані щодо ефективності застосування пробіотичних добавок у годівлі кролів: одні дослідники відзначають покращення показників конверсії корму, підвищення перетравності поживних речовин, тоді як інші – не підтверджують суттєвого впливу цих препаратів на рівень продуктивності [10]. У зв'язку з цим особливої наукової та практичної значущості набувають дослідження, спрямовані на комплексну оцінку продуктивної ефективності кормових засобів, зокрема тих, що малопоширені у виробничій практиці, з огляду їх впливу на перебіг метаболічних процесів та формування продуктивних ознак у кролів [1].

Пробіотичні засоби представлені життєздатними культурами бактерій або дріжджів, основне призначення яких полягає в нормалізації та підтриманні стабільного перебігу травних процесів. Зазвичай їх вводять у вигляді клітин або спор, консервованих шляхом низькотемпературного висушування. Після надходження до шлунково-кишкового тракту пробіотичні мікроорганізми колонізують слизову оболонку кишківника, формуючи захисний мікробіологічний бар'єр, що перешкоджає адгезії та розвитку патогенної мікрофлори. Окрім цього, вони синтезують сполуки з бактерицидними й бактеріостатичними властивостями, що позитивно позначається на обмінних процесах і продуктивності кролів. Кількісну активність пробіотичних препаратів оцінюють за показником колонієутворюючих одиниць (КУО), що відображає чисельність життєздатних мікробних клітин; найбільш поширеними є концентрації в межах 10^9 – 10^{10} КУО/г [11, 12].

Фітобіотичні добавки належать до групи природних засобів годівлі рослинного походження, застосування яких спрямоване на зменшення потреби у використанні антибіотиків. Завдяки комплексу біологічно-активних сполук вони здатні чинити широкий вплив на організм кролів, зокрема проявляти антимікробні, противірусні, протигрибні, протизапальні та імунорегуляторні властивості. Залежно від технологічних підходів фітобіотики можуть вводити до складу раціонів у різних формах – як сухої або подрібненої рослинної сировини, так і у вигляді настоїв, екстрактів або концентратів [13, 14]. Перспективним прикладом альтернативи традиційним антибіотикам є кропива дводонна, що характеризується високим вмістом легкозасвоюваних біологічно-активних речовин і сприяє зниженню медикаментозного навантаження на організм кролів у процесі їх вирощування [15].

Результати власних досліджень попередніх років засвідчили позитивний вплив окремого використання в годівлі кролів різних статевих вікових груп

пробіотичних і фітобіотичних добавок. Разом із тим, питання наукового обґрунтування доцільності та результативності їх поєднаного застосування залишається недостатнім і потребує поглибленого вивчення.

Мета дослідження – встановити вплив комплексного використання пробіотику та фітобіотику в годівлі молодняку кролів м'ясо-шкуркового напрямку продуктивності на формування їх росту, параметри обміну поживних речовин в організмі, забійні показники та якість м'яса.

Матеріали та методи дослідження. Експериментальну роботу проводили у виробничих умовах дослідної кролівничої ферми та лабораторії оцінки якості кормів і продуктів тваринного походження Інституту тваринництва НААН на помісному молодняку кролів м'ясо-шкуркового напрямку продуктивності. Для дослідів за принципом аналогів із урахуванням живої маси, віку та статі сформували дві групи молодняку [16]. Перша група (контрольна) одержувала основний раціон, збалансований за основними поживними речовинами, II група (дослідна) – споживала основний раціон і додатково 10 % за його поживністю борошно кропиви дводомної та 0,2 г/л води пробіотик Імунобактерин D у період від відсадки (45 діб) до забою (130 діб).

Упродовж дослідів молодняк обох груп знаходився за однакових умов утримання в типовому капітальному приміщенні в індивідуальних однарусних сітчастих клітках, обладнаних чашковими напувалками і годівницями та забезпечувався кормами, згідно з розробленими раціонами, збалансованими за основними поживними речовинами. Дослідження проводили за використання комбінованого типу годівлі. Перед складанням раціонів проводили відбір зразків корму і визначали їх хімічний склад та поживну цінність.

Живу масу молодняку оцінювали у віці 45; 60; 90 і 120 діб. На підставі отриманих результатів розраховували абсолютний та середньодобовий їх прирости.

Для визначення перетравності основних поживних речовин корму та засвоєння організмом кролів азоту, Кальцію, Фосфору провели балансовий дослід. Для цього у віці 90 діб із кожної групи кролів виокремили по 4 голови. Під час проведення дослідів тварин утримували в індивідуальних клітках, обладнаними технічними засобами для збирання калу та сечі. Для дослідження хімічного аналізу відбирали середні зразки корму, його залишків, а також середні зразки калу і сечі.

М'ясну продуктивність вивчали у віці 130 діб за результатами контрольного забою 12 голів молодняку (по 3 голови самців і самиць із кожної групи). Жива маса, відібраних для забою кролів, відповідала середньому значенню по групі. Під час забою визначали: передзабійну живу масу, масу парної тушки з головою і лівером та без них, забійний вихід, масу ліверу. Після проведення контрольного забою відбирали зразки м'яса для дослідження хімічного складу та технологічних показників.

Отриманий цифровий матеріал обробляли методом варіаційної статистики за застосування програмного забезпечення Microsoft Office Excel, 2010. Різницю вважали вірогідною при $p < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз наведених у табл. 1 даних свідчить про те, що включення до раціону кролів дослідної групи пробіотику і фітобіотику позитивно вплинуло на показники їх росту. Зокрема, у 60-добовому віці, який характеризувався підвищеним рівнем стресового навантаження (період після відсадки), тварини дослідної групи за показником живої маси вірогідно перевищували аналогів I групи на 93,6 г або 6,0 % ($p<0,05$). У подальші вікові періоди виявлена у них перевага зберіглася, а саме, у 90-добовому віці вона становила 133,5 г або 6,3 % ($p<0,05$), а у віці 120 діб – 176,5 г або 5,6 % ($p<0,05$).

Таблиця 1. Динаміка живої маси та її приростів у молодняку кролів за комплексного використання пробіотику та фітобіотику, г (n=20)

Вік, діб	Група					
	I контрольна			II дослідна		
	жива маса г	абсолютний приріст	середньодобовий приріст	жива маса г	абсолютний приріст	середньодобовий приріст
45	1262,9±53,7	–	–	1269,7±63,0	–	–
60	1549,8±26,7	286,9±29,0	19,1±1,94	1643,4±35,60*	373,7±45,18	24,9±3,01
90	2115,0±34,2	565,2±46,10	18,8±1,54	2248,5±35,1*	605,1±60,20	20,2±2,01
120	3176,6±65,3	1061,6±35,3	35,4±1,18	3353,1±49,9*	1104,6±33,3	36,8±1,11

Примітка: * $p<0,05$.

Аналогічна закономірність щодо формування параметрів росту молодняку дослідної групи зафіксована й за показником абсолютного приросту їх живої маси, збільшення якого дало змогу досягти в подальшому вищих забійних кондицій. Загалом за періодами вирощування розбіжності за відповідним показником між групами становили 86,8; 39,9 і 43,0 г або 30,2; 7,1 і 4,1 % на користь кролів II групи, порівняно з ровесниками I групи.

Динаміка середньодобових приростів живої маси молодняку упродовж вирощування відображала подібні з показниками абсолютного приросту вікові зміни. Зокрема, у період від 45 діб до 60 діб перевага кролів дослідної групи за їх величинами становила 5,8 г або 30,4 %, тоді як за досягнення віку 90 і 120 діб кролі дослідної групи мали перевагу над ровесниками контрольної групи відповідно лише на 1,4 г в обох випадках вікових порівнянь або 7,4 і 4,0 %.

Упродовж досліді піддослідні кролі характеризувалися добрим апетитом і практично повністю споживали задані корм і добавку. Результати балансового досліді дали змогу більш повно оцінити ефективність використання комплексної кормової добавки в годівлі молодняку обох груп.

Водночас отримані дані (табл. 2) свідчать, що рівень споживання поживних речовин залежно від належності тварин до групи відрізнявся. Наразі найбільшу кількість сирих поживних речовин споживав молодняк II дослідної групи. Зокрема, ним було спожито більше сухої речовини на 11,3 г ($p<0,05$),

сирого протеїну – на 1,8 г ($p<0,01$) та сирій клітковини – на 4,5 г ($p<0,01$), порівняно з ровесниками I групи.

Однак кількісні показники споживання комплексної кормової добавки та корму не дали вичерпної характеристики щодо її продуктивної цінності. У зв'язку з цим виникла необхідність оцінити ступінь засвоєння організмом поживних речовин, що надходили з ними до організму молодняку. З цією метою на підставі визначення співвідношення кількості перетравлених поживних речовин до їх надходження у кожній групі розраховували коефіцієнти перетравності.

Установлено, що поживні речовини кормової добавки та корму в організмі молодняку як контрольної, так і дослідної груп перетравлювались досить добре, але між ровесниками спостерігали певні, хоча й незначні, відмінності. Надходження кормової добавки та корму до організму молодняку дослідної групи зумовило вірогідне підвищення коефіцієнтів перетравності сирого протеїну на 8,5 % ($p<0,05$), як найціннішого органічного компоненту корму та сирій клітковини на 12,5 % ($p<0,05$) на тлі тенденції щодо збільшення перетравності сухої речовини, сирого жиру та безазотистих екстрактивних речовин на 0,5–6,9 %, порівняно з ровесниками контрольної групи. При цьому коефіцієнти перетравності сухої речовини у кролів обох груп коливалися від 65,5 % до 68,3 %; сирого протеїну – від 47,6 % до 56,1 %; сирого жиру – від 48,4 % до 55,5 %; сирій клітковини – від 32,1 до 44,6 % та БЕР – від 80,2 % до 80,7 %.

Таблиця 2. Середньодобова кількість поживних речовин, що надійшли з кормом та перетравлено в організмі піддослідних кролів, г/гол; n=8

Показник	Надійшли з кормом, г/гол		Коефіцієнт перетравності, %	
	I контрольна	II дослідна	I контрольна	II дослідна
Суша речовина	191,0±2,46	202,3±1,00*	65,5	68,3
Сирий протеїн	19,8±0,28	21,6±0,10**	47,6	56,1*
Сирий жир	2,40±0,02	2,48±0,02	48,4	55,5
Сира клітковина	36,2±0,94	40,7±0,24**	32,1	44,6*
Безазотисті екстрактивні речовини	124,5±1,08	128,1±0,92	80,7	80,2

Примітка: * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

Одним із ключових критеріїв, що відображає особливості обміну речовин в організмі тварин, є баланс азоту. Він слугує об'єктивним показником біологічної повноцінності кормів раціону, рівня засвоєння та використання азотовмісних сполук, а також опосередковано характеризує інтенсивність анаболічних процесів і росту тварин. Саме тому важливим елементом проведеної роботи щодо оцінки ефективності удосконаленої системи годівлі молодняку вважали встановити баланс азоту. Окрім того на значну увагу заслуговували результати визначення обміну мінеральних речовин (табл. 3).

Таблиця 3. Середньодобовий баланс азоту, Кальцію та Фосфору в піддослідних кролів, г; n=8

Показник	Азот		Кальцій		Фосфор	
	контрольна	дослідна	контрольна	дослідна	контрольна	дослідна
Спожито з кормом	3,34±0,08	3,51±0,01*	2,10±0,03	2,41±0,01***	0,49±0,00	0,51±0,00***
Виділено з калом	1,66±0,03	1,52±0,08	0,81±0,01	0,92±0,06	0,27±0,01	0,36±0,02**
Перетравлено	1,68±0,06	1,99±0,08**	1,29±0,03	1,49±0,04**	0,22±0,01*	0,15±0,02
Виділено з сечею	0,41±0,01	0,41±0,01	0,05±0,00	0,06±0,01	0,01±0,00	0,01±0,00
Відкладено в тілі	1,21±0,04	1,58±0,13*	1,25±0,03	1,43±0,08	0,21±0,01	0,14±0,04

Примітка: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Констатовано, що найнижчим рівнем надходження азоту з кормом до організму характеризувалися кролі I групи. При цьому в молодняку II групи величина цього показника була вищою на 0,17 г або 5,1 % ($p<0,05$). Аналіз виділення азоту з калом засвідчив більші його втрати у кролів контрольної групи, порівняно з ровесниками дослідної групи, різниці між якими становила 0,14 г або 9,2 %. Слід зазначити, що виявлена перевага не мала негативного впливу на показники перетравності, оскільки в організмі кролів дослідної групи кількість перетравленого азоту була більшою на 0,31 г за статистично вірогідної різниці щодо ровесників контрольної групи. Проте за рівнем виділення азоту з сечею міжгрупових відмінностей не встановлено. Інтенсивність відкладання азоту в тілі була вищою у кролів дослідної групи 1,58 г, тоді як у ровесників контрольної групи – 1,21 г або на 30,6 % більше за статистично вірогідної різниці на користь перших ($p<0,05$).

Значний інтерес представляють результати з використання кальцію і фосфору, середньодобовий баланс яких також був позитивний в обох піддослідних групах. Аналіз мінерального обміну свідчить, що за надходженням до організму кальцію та фосфору з кормом і добавкою перевага також була на боці кролів дослідної групи, з статистично високовірогідним перевищенням відповідно на 0,31 і 0,02 г. Водночас підвищене виведення фосфору з організму дослідних тварин на 0,09 г зумовило зміни показників його перетравності. Зокрема у кролів дослідної групи кількість перетравленого кальцію була більшою на 0,20 г, тоді як перетравність фосфору виявилася, навпаки, вищою у тварин контрольної групи на 0,07 г. Загалом результати балансового дослідження вказують на адекватне забезпечення молодняку обох груп поживними та мінеральними речовинами та ефективне їх використання.

Інтенсивність та збалансованість годівлі є ключовими чинниками, що

зумовлюють рівень м'ясної продуктивності тварин. Забійні показники, разом із інтенсивністю росту та величиною живої маси, прямо відображають ефективність їх вирощування та економічну доцільність удосконалених умов годівлі [17].

Оцінка живої маси кролів дала змогу отримати лише опосередковану характеристику м'ясної продуктивності, оскільки вона не враховувала забійні показники та якість м'яса. Найбільш повну та об'єктивну інформацію щодо м'ясних властивостей молодняку надали результати контрольного забою (табл. 4).

Таблиця 4. Результати контрольного забою піддослідних кролів, n=12

Група	Показник					
	жива маса перед забоем, г	маса парної тушки, г		забійний вихід, %	лівер	
		з головою і лівером	без голови і ліверу		маса, г	%
I контрольна	3732,7 ± 73,2	2159,7 ± 46,9	1794,2 ± 39,1	48,1 ± 0,89	145,8 ± 8,91	6,7
II дослідна	4031,9 ± 69,4**	2405,8 ± 51,8**	2014,2 ± 42,3**	50,0 ± 0,57	157,2 ± 6,77	6,5

Примітка: ** $p < 0,01$.

Величини забійних показників у кролів дослідної групи вказують на вищий рівень м'ясної продуктивності: живої маси перед забоем на 299,2 г або 8,0 % ($p < 0,01$) та забійного виходу на 1,9 %, порівняно з ровесниками контрольної групи.

Вищий рівень передзабійної живої маси кролів дослідної групи визначив їх перевагу й за масою парної тушки. Зокрема, у молодняку дослідної групи маса парної тушки з головою та лівером перевищувала контрольних ровесників на 246,1 г або 11,4 %, а маса тушки без голови і ліверу в них була більшою – на 220,0 г або 12,3 % ($p < 0,01$).

Якість м'ясної продукції значною мірою визначається її хімічним складом, біологічною цінністю та технологічними властивостями. Лабораторний аналіз зразків м'яса кролів обох груп представлено в таблиці 5.

З'ясовано, що масова частка білка в зразках м'яса молодняку кролів дослідної групи була вищою щодо ровесників контрольної групи на 0,28 % ($p < 0,05$), а масова частка жиру на – 0,26 % ($p < 0,05$) на тлі меншої масової частки води – на 0,73 %. Статистично більший вміст масової частки жиру в їх кролятині забезпечив підвищення калорійності одного кілограма фаршу на 41,4 ккал або 4,3 %, порівняно з ровесниками контрольної групи, але статистично вірогідної різниці між групами за цим показником не виявлено.

Технологічні характеристики м'яса, зокрема вологоутримувальна здатність та рівень активної реакції середовища, знаходилися в межах оптимальних значень: за найвищої вологоутримувальної здатності та найменшої концентрації іонів водню зразки кролятини, отримані від молодняку II групи, характеризувалася кращою якістю. Таке м'ясо вирізнялося

тривалішим терміном зберігання, покращеними смаковими властивостями і соковитістю, що має важливе значення за подальшої термічної обробки. Зокрема показник вологоутримувальної здатності у кролів дослідної групи перевищував аналогічний у контрольних тварин на 0,92 %, тоді як показник рН, навпаки, в них був нижчий на 0,14 % ($p < 0,01$), порівняно з ровесниками контрольної групи.

Таблиця 5. Хімічний склад, калорійна цінність та технологічні показники зразків м'яса піддослідних кролів, $n=12$

Показник	Група	
	I контрольна	II дослідна
Масова частка води	75,80±0,01***	75,07±0,06
Масова частка білка	20,88±0,04	21,16±0,07*
Масова частка сирого жиру	1,30±0,07	1,56±0,08*
Калорійна цінність 1 кг м'яса, ккал	971,24±10,6	1012,64±12,4
Вологоутримувальна здатність, %	59,03±0,98	59,95±0,06
Кислотність, рН	5,28±0,03**	5,14±0,02

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Отже, результати контрольного забою свідчать про перевагу кролів дослідної групи за забійними якість, які поєднувалися з більш інтенсивним ростом, вищою живою масою, покращеною перетравністю основних поживних речовин раціону та оптимальними показниками хімічного складу м'яса.

Висновки і перспективи досліджень. Визначено позитивний вплив поєднаного використання досліджуваної кормової добавки імунобактерину D та борошна з кропи дводомної на молодняку кролів. Жива маса перед забоем у дослідного молодняку була більшою на 8,0 %, маса парної тушки без голови і ліверу 12,3 %, тоді як за масовими частками білка і жиру у відібраних зразках кролятини різниця становила відповідно 0,28 і 0,26 % на їх користь. Установлено, що до організму молодняку дослідної групи надійшло вірогідно більше сухої речовини, сирого протеїну, сирого жиру, сирової клітковини, коефіцієнти перетравності яких також були вищими, порівняно з контрольною групою.

Отримані результати в перспективі дають змогу суттєво розширити кормову базу галузі кролівництва та поглибити сучасні уявлення про статеві-вікові відмінності у формуванні продуктивності, обміну речовин, кількісного і якісного складу м'ясної продукції кролів за використання в годівлі комплексної кормової добавки. Із метою підвищення показників продуктивності рекомендується поєднане використання в годівлі пробіотичної кормової добавки імунобактерину D та фітобіотичної добавки борошна з кропи дводомної у кількості відповідно 0,2 г/л води та у кількості 10 % за поживністю раціону.

Література

1. Бащенко, М.І., Лучин, І.С., Бойко, О.В. (2022). Вплив менеджменту годівлі на продуктивність молодняку кролів за інтенсивного розведення. ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво, Вип. 8, С. 44–57.
2. Siudak, Z. (2024). Zastosowanie makuchu z pestekdyni w żywieniu królików. докторська дисертація (Польща, 2024), Balice. 160 p.
3. Okanlawon, E. O., Bello, K. O., Akinola, O. S., Adeola, A. A., Ademolue, R. O. (2023). Impact of feed form and phytobiotic blends on sensory evaluation of rabbit meat. *Nigerian Journal of Animal Production*, 1047–150. <https://doi.org/10.51791/njap.vi.6412>
4. Sedilo, H., Luchyn, I., Fedak, N., Mamchur, O. (2022). Influence of plant biological additive on the productivity of young rabbits. *Scientific Horizons*, 25 (10), 9–16.
5. Abd El-Hamid, M. I., Ibrahim, D., Hamed, R. I. Nossieur, H. H. Elbanna, M. H., Baz, H. Abd-Allah, E. M., El Oksh, A. S. A., Ibrahim, G. A., Khalifa, E., Ismail, T. A., Award, N. F. S. (2022). Modulatory impacts of multi-strain probiotics on rabbits' growth, nutrient transporters, tight junctions and immune system to fight against listeria monocytogenes infection. *Animals*, 12 (16), 2082. <https://doi.org/10.3390/ani12162082>
6. Чудак, Р. А., Побережець, Ю. М., Вознюк, О. І. (2020). Ефективність використання фітобіотика з ехінацеї білої у годівлі перепелів: Монографія. – ТОВ «Друк плюс», 197 с.
7. Измайлова, Н.О., Гаврилюк, О.І. (2015). Ефективність використання пробіотика при відлученні кроленят. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво», Вип. 6, С. 114–116.
8. Лучин, І. С., Дармограй, Л.М. (2020). Продуктивна дія підкислювача корму ACIDSTAГ SBF на інтенсивність росту та функціональний стан організму молодняку кролів за інтенсивного вирощування на м'ясо. ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво, Вип. 6, С. 65–74.
9. Abdelnour, S.A., Metwally, M. G. E., Bahga, tL.B., Naiel, M. A. E. (2023). Pumpkin seed oil supplemented diets promoted the growth productivity, antioxidative capacity, and immune response in heat-stressed growing rabbits. *Tropical Animal Health and Production*, 55 (1), 55–66. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03460-3>
10. Mancini, S., Pasi, G. (2021). Probiotics in Rabbit Farming: Growth Performance, Health, and Meat Quality. *Animals*, 11 (12), 3388. <https://doi.org/10.3390/ani11123388>
11. Бомко, В.С., Сиваченко, Є.В., Сметаніна О. В. (2023). Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин: Навч. посібник. Біла Церква. 225с.
12. Похилько, Ю. М. (2022). Біологічні властивості виділених з травного тракту кролів бактерій роду *Lactobacillus*, перспективних для створення пробіотичних препаратів: кандидатська дисертація. Біла Церква, 197 с.
13. Vuhliar, V. S. (2020). Indicators of pork quality while feed in growth «Efiprot» PVMS. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2. 143–148. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.17>

14 Pandey, S., Kim, E. S., Cho, J. H., Song, M., Doo, H., Kim, S., Keum, G. B., Kwak, J., Ryu, S., Cho, Y., Kang, J., Choe, J., Kim, H. B. (2023). Cutting-edge knowledge on the roles of phytobiotics and their proposed modes of action in swine. *Frontiers in Veterinary Science*, 1265689. doi: <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1265689>.

15. Корх, О. В., Петраш, В. С., Помітун, І. А., Помітун, Л. І., Сметана, О. І. (2023). Відтворювальна здатність самиць та ріст молодняку кролів за використання в годівлі борошна з кропиви дводомної. *Нац. акад. аграр. наук України. Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця: зб. наук. пр. / Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН. Київ, Вип. 65, С. 196–206.*

16. Ібатуллін, І., Жукорський, О. (2017). *Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві*, Київ: Аграрна наука, 328с.

17. Коцюбенко, Г.А. (2013). *Науково-практичні методи підвищення продуктивності кролів: Монографія – Миколаїв, МНАУ, 122с.*

References

1. Bashchenko, M. I., Luchyn, I. S., Boiko, O. V. (2022). Vplyv menedzhmentu hodivli na produktyvnist molodniaku kroliv za intensyvnoho rozvedennia. *ZNП Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo*, Vyp. 8, S. 44–57.

2. Siudak, Z. (2024). Zastosowanie makuchu zpestekdyniw żywieniu królików. докторська дисертація (Польща, 2024), Balice. 160 p.

3. Okanlawon, E. O., Bello, K. O., Akinola, O. S., Adeola, A. A., Ademolue, R. O. (2023). Impact of feed form and phytobiotic blends on sensory evaluation of rabbit meat. *Nigerian Journal of Animal Production*, 1047–150. <https://doi.org/10.51791/njap.vi.6412>

4. Sedilo, H., Luchyn, I., Fedak, N., Mamchur, O. (2022). Influence of plant biological additive on the productivity of young rabbits. *Scientific Horizons*, 25 (10), 9–16.

5. Abd El-Hamid, M. I., Ibrahim, D., Hamed, R. I. Nossieur, H. H. Elbanna, M. H., Baz, H. Abd-Allah, E. M., El Oksh, A. S. A., Ibrahim, G. A., Khalifa, E., Ismail, T. A., Award, N. F. S. (2022). Modulatory impacts of multi-strain probiotics on rabbits' growth, nutrient transporters, tight junctions and immune system to fight against listeria monocytogenes infection. *Animals*, 12 (16), 2082. <https://doi.org/10.3390/ani12162082>

6. Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Vozniuk, O. I. (2020). Efektyvnist vykorystannia fitobiotyka z ekhinatseibldoi u hodivliperepeliv: Monohrafiia. – TOV «Drukplus», 197 s.

7. Izmailova, N. O., Havryliuk, O. I. (2015). Efektyvnist vykorystannia probiotyka pry vidluchenni kroleniat. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Tvarynnytstvo»*, Vyp. 6, S. 114–116.

8 Luchyn, I. S., Darmohrai, L. M. (2020). Produktyvna diia pidkysliuvacha kormu ASIDSTAH SVF na intensyvnist rostu ta funktsionalnyi stan orhanizmu molodniaku kroliv za intensyvnoho vyroshchuvannia na miaso. *ZNП Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo*, Vyp. 6, S. 65–74.

9. Abdelnour, S. A., Metwally, M. G. E., Bahgat, L. B., Naiel, M. A. E. (2023). Pumpkin seed oil supplemented diets promoted the growth productivity, antioxidative capacity, and immune response in heat-stressed growing rabbits. *Tropical Animal Health and Production*, 55 (1), 55–66. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03460-3>
10. Mancini, S., Pasi, G. (2021). Probiotics in Rabbit Farming: Growth Performance, Health, and Meat Quality. *Animals*, 11 (12), 3388. <https://doi.org/10.3390/ani11123388>
11. Bomko, V. S., Syvachenko, Ye. V., Smetanina O. V. (2023). Kormy i kormovi dobavky ta efektyvnist yikh vykorystannia v hodivlitvaryn: Navch. posibnyk. Bila Tserkva. 225 s.
12. Pokhylko, Yu. M. (2022). Biologichni vlastyvyosti vydilynykh z travnoho traktu kroliv bakterii rodu *Lactobacillus*, perspektyvnykh dlia stvorennia probiotychnykh preparativ: kandydatska dysertatsiia. Bila Tserkva, 197 s.
13. Vuhliar, V. S. (2020). Indicators of pork quality while feed in growth «Efiprot» PVMS. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2. 143–148. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.17>
14. Pandey, S., Kim, E. S., Cho, J. H., Song, M., Doo, H., Kim, S., Keum, G. B., Kwak, J., Ryu, S., Cho, Y., Kang, J., Choe, J., Kim, H. B. (2023). Cutting-edge knowledge on the roles of phytobiotics and their proposed modes of action in swine. *Frontiers in Veterinary Science*, 1265689. doi: <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1265689>.
15. Korkh, O. V., Petrash, V. C., Pomitun, I. A., Pomitun, L. I., Smetana, O. I. (2023). Vidtvoriuvalna zdatsnist samyts ta rist molodniaku kroliv za vykorystannia v hodivli boroshna z kropyvy dvodomnoi. *Nats. akad. ahrar. Nauk Ukrainy. Instytut rozvedennia i henetyky tvaryn imeni M. V. Zubtsia: zb. nauk. pr. / Instytut rozvedennia i henetyky tvaryn imeni M. V. Zubtsia NAAN*. Kyiv, Vyp. 65, S. 196–206.
16. Ibatullin, I., Zhukorskyi, O. (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi, Kyiv: Ahrarna nauka, 328 s.
17. Kotsiubenko, H. A. (2013). Naukovo-praktychni metody pidvyshchennia produktyvnosti kroliv: Monohrafiia – Mykolaiv, MNAU, 122 s.

UDK 636. 084.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.142-155>**FORMATION OF THE PRODUCTIVE POTENTIAL OF YOUNG RABBITS WITH THE COMPREHENSIVE USE OF PROBIOTIC AND PHYTOBIOTIC FEED ADDITIVES IN FEEDING**¹Korkh O. V., ^{2,3}Shablya V. P., ³Shablya P. V., ¹Korkh I. V.¹Livestock farming Institute of NAAS, Kharkiv, Ukraine,²State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine,³Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production, NAAS, Poltava, Ukraine,

The article presents the results of determining the effect of the complex use of probiotics (Immunobacterin D) and phytobiotics (nettle flour) on growth, metabolism, slaughter rates and quality of meat products of young rabbits of the meat-skin direction of productivity. It was found that starting from the age of 60 days, the young animals of the experimental group significantly exceeded the live weight of their peers in the control group by 93.6 g or 6.0% ($p < 0.05$), at the age of 90 days the difference between these groups increased to 133.5 g or 6.3% ($p < 0.05$), and at the age of 120 days it reached 176.5 g or 5.6% ($p < 0.05$). Similarly, to the changes in live weight in the young animals of the experimental group, their total gains also increased, which during the growing period amounted to 373.7; 605.1 and 1104.6 g or 30.2; 7.1 and 4.1% more against the background of a higher growth intensity of 5.8 g (30.4%), 1.4 g (7.4 and 4.0%) at 60, 90 and 120 days, respectively, compared with the peers of the control group. According to the results of the balance experiment, it was found that the rabbits of the experimental group were characterized by better assimilation and use of feed nutrients compared with the analogues of the control group. At the same time, the digestibility coefficients of crude protein and fiber were significantly higher and exceeded the control by 8.5 and 12.5% ($p < 0.05$). The nitrogen balance in the body of animals of the experimental group was characterized by a higher level of its intake (+0.17 g or 5.1%; $p < 0.05$) and a greater deposition in the body – 1.58 g versus 1.21 g – in rabbits of the control group ($p < 0.05$). The metabolism of Calcium and Phosphorus also indicated a sufficient level of their assimilation in the body, while the digestibility of calcium in experimental animals was higher by 0.20 g compared to the peers of the control group. The inclusion of a complex feed additive in the diet of rabbits also provided a significant increase in meat productivity. In particular, the pre-slaughter live weight of rabbits of the experimental group reached 4031.9 g, which significantly exceeded the corresponding indicator of control analogues by 3732.7 g ($p < 0.01$), with a simultaneous increase in slaughter yield by 1.9%. The advantage of experimental rabbits was also maintained in terms of the weight of a paired carcass: with the head and liver it was 2405.8 g or 11.4% more, compared to the control ($p < 0.01$), while without the head and liver – 2014.2 g or 12.3% more ($p < 0.01$). The meat obtained from the young animals of the experimental group was

characterized by increased protein value (21.16% versus 20.88% in the control; $p < 0.01$), better water-retaining properties (0.92% higher) and a physiologically optimal level of active acidity. The obtained results of the experiment confirmed the feasibility of the complex use of probiotic-phytobiotic feed additive in feeding rabbits as an effective means of increasing growth, improving the absorption of basic nutrients of feed in the body, improving meat productivity and quality of meat products.

Keywords: *young animals, stinging nettle flour, Immunobacterin D, digestibility, meat productivity, product quality.*

УДК 636.934.57.082.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.156-165>**ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ ОСВІТЛЕННЯ КРІЛЬЧАТНИКА НА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ КРОЛІВ ПОРОДИ ПОЛТАВСЬКЕ СРІБЛО**¹Сотніченко Ю.М., кандидат с-г наук,²Ставецька Р. В., доктор с-г наук, професор,¹Невесенко А.В., кандидат економ. наук,¹Мезенцева Л.М., кандидат біолог. наук,¹Волощук О.В., кандидат с-г наук,¹Білан А.П., мол. наук співробітник.¹Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, sotnichenko.yulya@gmail.com.²Білоцерківський національний аграрний університет. rstavetska@gmail.com

Наведено результати оцінки впливу інтенсивності освітленості протягом світлового дня на продуктивні якості кролів породи полтавське срібло. Дослідження проводилися на поголів'ї кролів породи полтавське срібло Черкаського регіону на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН. Згідно з зоогігієнічними нормами, мінімальна інтенсивність світла для кролиць становить до 50 Лк (EFSА). Цей рівень необхідний для візуального контакту тварин, дослідження навколишнього середовища та демонстрації активної поведінки. Своїми дослідженнями ми довели, що збільшення інтенсивності освітлення позитивно впливає на прояв генетичного потенціалу тварин і забезпечує зростання рівня продуктивності. Встановлено, що найбільшу кількість приплоду за один окріл (10,8 голів (максимальна кількість в гнізді 15 і мінімальна – 8 голів), запліднюваність самок (98 %) отримали за інтенсивності освітлення 100 Лк. Найгірші показники плодючості отримано в контрольній групі, де тварини залишились при освітленні в 30 Лк, яке використовується в основному у групах відгодівлі. За таких умов запліднюваність від першого осіменіння становила лише 72 % – із середнім виходом 7,8 кроленят на самку (максимальна кількість в гнізді 9 і мінімальна – 3 голови. За однакових умов температурного режиму, умов годівлі та утримання (за винятком фактору освітленості) спостерігалась відмінність за часткою збереженості приплоду в гнізді до відлучення. Із збільшенням показника інтенсивності освітлення збільшувався показник збереженості приплоду: від 85,3% в групі контролю до 95,2 % в третій дослідній групі за інтенсивності освітлення у 100 Лк. Максимально високі показники отримано серед кролематок другої та третьої дослідних груп, які становили від 5950,4±84,7 г до 6789,2±9,22 г. Відповідно в цих групах отримано вірогідно вищі значення за масою гнізда в 21 день. Кроленята другої та третьої дослідних груп за освітленості від 75 до 100 Лк вірогідно переважали ровесників за показниками живої маси фактично у всі вікові періоди.

Середній показник абсолютного приросту за період вирощування у групі кролів де застосовували інтенсивність освітлення 30 Лк склав $2952,5 \pm 23,50$ г. За інтенсивності освітлення 100 Лк – понад $3321,4 \pm 18,97$ г, що на 12,5 % більше від контролю. У самців та кроличок вирощених за різної інтенсивності освітлення виявлено вірогідну різницю за обхватом грудей (від 2,3 до 3,4 см), довжиною тулуба (від 2,3 і 2,4 см) та індексом збитості (від 2,5 до 5,1 %). Ремонтний молодняк кролів породи полтавське срібло за умов збільшення інтенсивності освітлення протягом світлового дня мав не лише більш інтенсивний ріст, а й кращий розвиток тіла.

Ключові слова: кролі, полтавське срібло, світловий день, м'ясна продуктивність, молочність, збереженість.

Вступ. Значна роль у забезпеченні людства продовольством, хутряними виробами та пуховою сировиною відведена кролівництву. Станом на сьогодні в Україні середньорічне виробництво кролятини складає близько 25 тис. тон, на одного мешканця 0,640 кг у живій вазі. В Україні на сьогодні чимала частка поголів'я кролів сконцентрована в приватних селянських господарствах і сягає 1,2...1,3 млн маточного і ремонтного поголів'я, а решта – у фермерських господарствах різної форми власності й господарювання [1, 2].

Як вказують роботи багатьох вчених у галузі кролівництва на формування продуктивності тварин впливає ряд факторів, як зовнішніх так і генотипових. Дослідивши і знаючи їх ефективність, можна прогнозувати продуктивність тварин [3].

Напрямок промислового кролівництва в Україні має досить обмежений розвиток, саме через недостатню кількість впровадження сучасних наукових розробок [4]. Одним із найважливіших сучасних елементів технології при утриманні кролів саме промисловим способом є світловий режим. У сучасному промисловому кролівництві освітлення використовують як один із чинників, що забезпечують нормальну життєдіяльність кролів, а також чинить значний вплив на зростання, розвиток, продуктивну та відтворювальну здатність [4, 5, 6]. Тому основним завданням на сьогодні для кролівників лишаються питання забезпечення та впровадження новітніх технологій, що спрямовані на збільшення виробництва продукції кролівництва найвищої якості [7].

При використанні багатоярусних кліткових батарей виникає проблема різкого зниженні освітлення в середині кліток, а також зменшується загальний повітрообмін. Для запобігання цього, існує необхідність в наявності складної технічної бази, для якісного забезпечення системи вентиляції та освітлення в приміщенні [8].

Якщо в крільчатнику недостатньо світла, це може порушити репродуктивну функцію тварин, а відсутність сонячного світла призведе до зниження синтезу деяких вітамінів, що підвищить ризик захворювання. Водночас кролів потрібно оберегати від прямих сонячних променів, оскільки їхній вплив призводить до сонячних опіків, гіпертермії, запалення слизової оболонки, а в результаті – до сліпоты [9].

Тривалість світлового дня для кролів має складати 16-18 годин. Дотримання такого режиму дозволить правильно функціонувати їхній гормональний системі. Під час відгодівлі кролів на м'ясо клітки ліпше розташувати в затінених місцях, а репродуктивне поголів'я тримають у світліших приміщеннях [10].

Багато дослідників виявили зв'язок між тривалістю світлового дня і продуктивністю. Зміна 8-годинного світла на 16-годинне за вісім днів до запліднення ефективно підвищує запліднюваність. Дозрівання хутра кроликів породи Рекс можна прискорити, а його якість покращити, змінивши світловий період з довгого на короткий [11]. Виробництво вовни ангорських кроликів можна збільшити, скоротивши світловий період [12]. Світлові режими застосовуються для різних цілей на кролефермах. Потрібні подальші дослідження впливу інтенсивності світла, кольору та світлодіодного освітлення на якісні та кількісні ознаки продуктивності кроликів.

Актуальність. Одним із найважливіших сучасних елементів технології при утриманні кролів саме промисловим способом є світловий режим. У сучасному промисловому кролівництві освітлення використовують як один із чинників, що забезпечують нормальну життєдіяльність кролів, а також чинить значний вплив на зростання, розвиток, продуктивну та відтворювальну здатність.

Мета дослідження. Дослідити вплив інтенсивності освітлення протягом світлового дня на продуктивні якості кролів породи полтавське срібло.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є вплив тривалості світлового дня та інтенсивності освітлення на продуктивні якості кролів породи полтавське срібло. Предмет дослідження - тривалість світлового дня, інтенсивність освітлення, функція відтворення і м'ясна продуктивність кролів.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися на поголів'ї кролів породи полтавське срібло Черкаського регіону на базі експериментальної кролеферми Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН.

У процесі виконання роботи застосовані зоотехнічні методи досліджень. М'ясну продуктивність та відтворну здатність кролів визначали за даними зоотехнічного обліку згідно інструкції з бонітування кролів [13]. Одержані матеріали наукових досліджень оброблялися методами математичної статистики засобами програмного пакету «Statistica – 6.1» та Excel (Microsoft Office 2010) [14].

Досліди проведені в декілька етапів. Перший етап сформовано 4 дослідних групи, по 25 самиць в кожній, з середньою живою масою 3,2-3,5 кг. Для чистоти досліду тварини утримувались в окремому приміщенні. Місця утримання всіх контрольних груп були розмежовані щільною темною тканиною. Кожна відділена комірка була обладнана спеціалізованими лампами з різною інтенсивністю освітлення (30, 50, 75, 100 Лк). Тривалість світлового дня становила 14 годин на початку досліду, з подовженням до 16 годин за 7 днів до проведення осіменіння. Дослід тривав 1 рік, в межах якого

було отримано 7 окролів. Осіменіння проводили на 18 день після попереднього окролу, відлучення молодняку від кролематок проводили у віці 42 днів.

Другий етап включає дослідження росту і розвитку молодняку шляхом щомісячного зважування кожної тварини вранці на першу, 30, 60, 90 та 120 добу з визначенням показників маси тіла, середньодобових приростів, вимірюванням довжини тулуба і обхвату грудей у молодняку 80 тварин. Жива маса при знятті з вирощування (відгодівлі) встановлювалася шляхом зважування ранком до годівлі. Для визначення молочності маток весь приплід (гніздо) зважували при народженні та на 21 день, потім знаходили різницю в масі між віковими групами приплоду, після чого отриману різницю множили на коефіцієнт 2 (встановлено, що на 1 г приросту кроленят витрачається 2 г молока) [15].

Результати дослідження та їх обговорення. Мінімально допустимий поріг освітлення для кролів був визначений спираючись на технологічні рекомендації у межах 30 Лк (контрольна), для 1-ї дослідної групи освітлення встановили у межах 50 Лк, для 2-ї у межах 75 Лк, і для 3-ї дослідної у 100 Лк з загальною тривалістю світового дня у 14 годин з його подовженням до 16 годин за 7 днів до проведення штучного осіменіння. Осіменіння кролематок проводили по досягненню ними 150-денного віку після 30-ти денної адаптації до відповідної інтенсивності освітлювання (табл. 1).

Таблиця 1. Показники відтворення кролиць за різного ступеню освітлення, $\bar{X} \pm SD$; n = 25

Група	Середня кількість приплоду на самку за окріл, гол.						Середня кількість за 6 окролів, гол.
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	
Контрольна 30 Лк	6,7±0,71	7,9±0,52	7,5±0,31	8,6±0,99	7,8±0,44	8,3±0,66	7,8±0,65
I- дослідна 50 Лк	7,5±0,44	8,3±0,51	8,6±0,22	8,8±0,52	9,1±0,82	8,7±0,44	8,5±0,52
II- дослідна 75 Лк	8,6±0,33	8,9±0,62	10,3±0,71	9,4±0,61	9,7±0,32	10,7±0,52	9,6±0,64
III- дослідна 100 Лк	10,8±0,52	10,5±0,62	11,3±0,44	10,4±0,71	11,5±0,52	10,7±0,55	10,8±0,44

Встановлено, що найбільшу кількість приплоду за один окріл отримано у III- дослідній групі при інтенсивності освітлення в 100 Лк. Запліднюваність самок у цій групі перевищувала 98 % із середнім виходом кроленят на самку 10,8 голів (максимальна кількість в гнізді 15 і мінімальна – 8 голів). Зниження інтенсивності освітлення до 75 Лк у II- дослідній групі зумовлювало зниження плодючості кролиць: відсоток заплідненості самок від першого парування знижувався до 93 % із середнім виходом кроленят 9,6 (максимальна кількість в гнізді 13 і мінімальна – 7 голів). Найгірші показники плодючості отримано в

контрольній групі, де тварини залишились при освітленні в 30 Лк, яке використовується в основному у групах відгодівлі. За таких умов запліднюваність від першого осіменіння становила лише 72 % – із середнім виходом 7,8 кроленят на самку (максимальна кількість в гнізді 9 і мінімальна – 3 голови).

Другу частину дослідів проводили для оцінки впливу різної інтенсивності освітлення на якісні показники гніздового поголів'я та молочність самок (табл. 2).

Таблиця 2. Відтворювальні та материнські якості кролиць, що утримувалися за різного ступеню освітлення, n = 25

Показник	Група			
	контрольна 30 Лк	I- дослідна 50 Лк	II- дослідна 75 Лк	III- дослідна 100 Лк
Багатоплідність, гол	7,8±0,65	8,5±0,52	9,6±0,64*	10,8±0,44*
Маса гнізда при народженні, г	514,3±17,50	595,7±18,41	678,9±11,31**	772,8±13,60**
Маса гнізда в 21 день, г	2371,5±62,44	2865±52,81	3654±81,62**	4167,4±75,22***
Збереженість приплоду до відлучення, %	85,3±0,12	88,7±0,31	91,5±0,24*	95,2±0,33*
Молочність кролематок, г	3714,4±75,31	4538,6±63,52	5950,2±84,07**	6789,2±9,22***
Маса кроленяти при народженні, г	65,93±4,201	70,08±0,901	70,72±1,401	71,56±2,104
Маса кроленяти в 21 день, г	304,0±27,31	337,1±15,61	380,6±13,22**	385,8±15,52**

Встановлено, що використання інтенсивного освітлення протягом всієї вагітності кролиць сприяло народженню не лише більшої кількості кроленят а й вищій їх живій масі. У III- дослідній групі за максимального освітлення в 100 Лк маса кроленяти при народженні перевищувала 70 г проти (65,93±4,2 г) у групі контролю.

За однакових умов температурного режиму, умов годівлі та утримання (за винятком фактору освітленості) спостерігалась відмінність за часткою збереженості приплоду в гнізді до відлучення. Із збільшенням показника інтенсивності освітлення збільшувався показник збереженості приплоду: від 85,3% в групі контролю до 95,2 % в III- дослідній групі за інтенсивності освітлення у 100 Лк.

Як видно з результатів досліджень збільшення інтенсивності освітлення сприяло зростанню рівня молочності кролематок. Максимально високі показники отримано серед кролематок II- та III- дослідних груп, які становили від 5950,4±84,7 г до 6789,2±9,22 г. Відповідно в цих групах отримано вірогідно вищі значення за масою гнізда в 21 день.

Умови розвитку в періоді пренатального онтогенезу та підсисного періоду багато в чому визначають подальші життєздатні та племінні якості поголів'я. Дуже велике значення при розведенні кролів приділяється саме вирощуванню ремонтного поголів'я. Нами проведено дослідження динаміки набору живої маси у кролів, які були отримані від кролематок в умовах попереднього досліді (табл. 3).

Таблиця 3. Динаміка живої маси кроленят вирощених за різних ступенів освітлення, г; n=60; X ± SD

Віковий період	Група			
	контрольна 30 Лк	I- дослідна 50 Лк	II- дослідна 75 Лк	III- дослідна 100 Лк
При народженні	65,93±4,201	70,08±0,901	70,72±1,401	71,56±2,104
15 діб	258,7±8,91	263,3±7,31	285,7±9,61*	300,8±7,52*
30 діб	584,6±15,41	623,2±11,71	635,5±11,40	682,9±8,22*
45 діб	1374,5±23,20	1418,3±21,92	1479,4±18,50*	1523,9±16,88**
60 діб	1843,67±17,66	1935,3±25,21	2027,1±18,52*	2216,5±21,81*
75 діб	2585,8±26,88	2683,4±22,90	2728,3±19,80*	2895,7±25,31*
90 діб	2952,5±23,50	3007,4±11,77	3136,6±23,81*	3321,4±18,97**

Як відомо, проміри та індекси будови тіла є більш точними показниками росту тварин завдяки своїй постійності. Нами досліджені проміри (обхват грудей за лопатками, довжина тулубу та ширина попереку) та розраховано індекс збитості молодняку кролів породи полтавське срібло у 60-ти денному віці (табл. 4).

Таблиця 4. Проміри та індекс збитості кроленят вирощених за різних ступенів освітлення, n=60; X ± SD

Група	Промір, см			Індекс збитості, %
	обхват грудей за лопатками	довжина тулуба	ширина попереку	
Контрольна 30 Лк	21,1±0,11	36,5±0,72	4,5±0,08	57,8±1,12
I- дослідна 50 Лк	21,5±0,32	37,2±0,66	4,6±0,09	57,8±1,11
II- дослідна 75 Лк	23,4±0,13*	38,8±0,51	4,8±0,14	60,3±1,33*
III- дослідна 100 Лк	24,5±0,27**	38,9±0,87	5,2±0,15*	62,9±1,17*

Ремонтний молодняк кролів породи полтавське срібло за умов збільшення інтенсивності освітлення протягом світлового дня мав не лише більш інтенсивний ріст, на що вказували показники живої маси, а й швидший розвиток, про що можна робити висновок виходячи з отриманих промірів тіла. У самців та кроличок вирощених за різної інтенсивності освітлення виявлено вірогідну різницю за обхватом грудей (від 2,3 до 3,4 см), довжиною тулуба (від 2,3 і 2,4 см) та індексом збитості (від 2,5 до 5,1 %).

Зміна інтенсивності добового освітлення протягом доби впливає на поведінку, фізіологічні параметри, репродуктивну та деякі інші продуктивні ознаки кроликів. Згідно з зоогігієнічними нормами, мінімальна інтенсивність світла для кролиць становить до 50 Лк (EFSA (Європейське агентство з безпеки харчових продуктів) Journal, 2005). Цей рівень необхідний для візуального контакту тварин, дослідження навколишнього середовища та демонстрації активної поведінки. Наші дослідження свідчать про те, що збільшення інтенсивності освітлення позитивно впливає на прояв генетичного потенціалу тварин і забезпечує зростання рівня продуктивності.

Висновки. Дослідженнями доведено стимулюючий вплив показника освітлення на продуктивні якості кролематок та відгодівельного молодняку, що дає змогу обґрунтувати доцільність його використання при вирощуванні кролів на м'ясо. Використання освітлення у параметрах в 100 Лк сприяє підвищенню продуктивних якостей кролематок та інтенсивності росту і розвитку ремонтного молодняку:

- підвищенню запліднюючої здатності кролиць, що зростає до 98%;
- підвищенню збереженості гнізда та збільшення виходу приплоду на 7,3% та 38,5% в порівнянні з контрольною групою;
- середній показник абсолютного приросту за весь період вирощування у кролів контрольної групи склав $2952,5 \pm 23,50$ г, у III-дослідної групи $3321,4 \pm 18,97$ г, що на 12,5 % більше, II-дослідної $3136,6 \pm 23,81$ г, що на 6,2% більше від контрольної.

Література

1. Гавриш О. М., Бойко О. В., Гончар О. Ф., Яремич Н. В., Невесенко А. В. Аналіз стану галузі хутрового звірівництва в світі та Україні за період 2020-2025 рр. Науковий журнал “Ефективне кролівництво і звірівництво”. Вип. 11: 47 – 57. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.47-57>.
2. Гончар О. Ф., Небилиця М. С., Гавриш О. М., Осокіна Т. Г. Сучасні виклики безпечного утримання кролів. Науковий журнал “Ефективне кролівництво і звірівництво”. Вип. 11: 74 – 88. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.74-88>.
3. Башченко М.І. Проектування інтенсивного виробництва кролятини в Україні. Монографія. /Башченко М.І., Лучин І.С., Бойко О.В., Дармограй Л.М., Гончар О.Ф., Гавриш О.М. - Черкаси : Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2019. 212 с. ISBN 978-966-2499-35-3.
4. Аксьонов Є.О. Розвиток кролівництва в Україні та світі (оглядова). Є.О. Аксьонов. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. 2017. № 116. С. 15–21.
5. Вакуленко І. С. Формування м'ясної продуктивності кролів у віковій динаміці. В. Петраш. Науково-Технічний Бюлетень Національної Академії Аграрних Наук України, 116. 2016. 21–29.
6. Yingjie Wu, Ang Zhao, Yinghe Qin Effect of lighting schedule, intensity, and colour on reproductive performance of rabbit does. World Rabbit Sci. 2021, 29: 59-64 <https://doi.org/10.4995/wrs.2021.14623>.
7. Baschenko M., Boyko O., & Luchyn I. (2025). Fattening capacity of combinations of three breeds of rabbits obtained from reciprocal crossing.

Technologies of housing, feeding, selection of animals and processing of livestock products №135. pp. 4–14. <https://surl.li/erkcuc>.

8. Башенко М.І. Особливості формування м'ясної продуктивності кролів м'ясо-шкуркового напрямку продуктивності /М.І. Башенко, О.В. Бойко, О.Ф. Гончар, О.М. Гавриш, Ю.М. Сотніченко // ЗНП «Ефективне кролівництво і звірівництво». – 2020. – № 6. – Р. 117-124. DOI: <https://doi.org/10.37617>.

9. Matics Zs., Gerencsér Zs., Radnai I., Kasza R., Szendrő Zs. 2016. Effect of light intensities on reproductive performance, nursing behaviour and preference of rabbit does. World Rabbit Sci., 24: 139-144. <https://doi.org/10.4995/wrs.2016.4112>.

10. Небилиця М., Гавриш О., Гончар О., Осокіна Т. Оцінка стану комфорту кролів за періодами року. Матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку галузей кролівництва та звірівництва» (04 квітня 2025 року). Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН – Черкаси: 52 – 55. <https://surl.li/zhayxr>.

11. Zs. Szendrő, Zs. Gerencsér, J.I. McNitt, Zs. Matics Effect of lighting on rabbits and its role in rabbit production: A review. Livestock Science Volume 183, January 2016, Pages 12-18 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.012>.

12. Zsolt Gerencsér Zsolt Matics István Nagy Zsolt Szendro Effect of lighting schedule on production of rabbit does. Submitted: Accepted: 2011-11-18 Pages 209-216 DOI: <https://doi.org/10.4995/wrs.2011.944>.

13. Інструкція з бонітування кролів – Офіц. вид., чинний від 25.09.2003 N 351 – К., 2003. – 86 с. – (Нормативне виробничо-практичне видання).

14. Калінін М. І., Єлісєєв В. В. Біометрія. Миколаїв.: ВИДАВНИЦТВО МФ НАУКА, 2000. 201 с. - Режим доступу: <https://lib.chmnu.edu.ua/index.php?m=1&b=3>.

15. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. : І. І. Ібатуліна, О. М. Жукорського. Київ : Аграрна наука, 2017. 327 с. - Режим доступу: https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/768090/mod_resource/content/1/Verstka_Ibat.-Juk2_compressed.pdf.

References

1. Havrysh O. M., Boiko O. V., Honchar O. F., Yaremych N. V., Nevesenko A. V. (2020). Analiz stanu haluzi khutrovoho zvirivnytstva v sviti ta Ukraini za period 2020-2025 rr.[Analysis of the state of the fur farming industry in the world and Ukraine for the period 2020-2025] Naukovyi zhurnal «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». Vyp. 11: 47 – 57 <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.47-57> (in Ukrainian).

2. Honchar O. F., Nebylytsia M. S., Havrysh O. M., Osokina T. H. Suchasni vyklyky bezpechnoho utrymanna kroliv [Modern challenges of safe rabbit keeping.]. Naukovyi zhurnal “Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo”. Vyp. 11: 74 – 88. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2025.11.74-88> (in Ukrainian).

3. Bashchenko M.I., Proiektuvannia intensyvnoho vyrobnytstva kroliatyny v Ukraini. [Designing intensive rabbit meat production in Ukraine] Monohrafiia. /Bashchenko M.I., Luchyn I.S., Boiko O.V., Darmohrai L.M., Honchar O.F., Havrysh O.M. - Cherkasy : Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN, 2019. 212 s.ISBN 978-966-2499-35-3 (in Ukrainian).

4. Aksonov Ye.O. Rozvytok krolivnytstva v Ukraini ta sviti (ohliadova). [Development of rabbit breeding in Ukraine and the world] Ye.O. Aksonov. Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN. 2017. № 116. S. 15–21. (in Ukrainian).
5. Vakulenko I. S. Formuvannia miasnoi produktyvnosti kroliv u vikovii dynamitsi. [Formation of meat productivity of rabbits in age dynamics.] V. Petrash. Naukovo-Tekhnichni Biuleten Natsionalnoi Akademii Ahrarnykh Nauk Ukrainy, 116. 2016. 21–29. (in Ukrainian).
6. Yingjie Wu, Ang Zhao, Yinghe Qin Effect of lighting schedule, intensity, and colour on reproductive performance of rabbit does. World Rabbit Sci. 2021, 29: 59–64 <https://doi.org/10.4995/wrs.2021.14623> (in English).
7. Baschenko M., Boyko O., & Iuchyn I. (2025). Fattening capacity of combinations of three breeds of rabbits obtained from reciprocal crossing. Technologies of housing, feeding, selection of animals and processing of livestock products №135. pp. 4–14. <https://surl.li/erkcuc> (in English).
8. Bashchenko M.I. Osoblyvosti formuvannia miasnoi produktyvnosti kroliv miaso-shkurkovoho napriamku produktyvnosti [Features of the formation of meat productivity of rabbits of the meat-skin direction of productivity] / M.I. Bashchenko, O.V. Boiko, O.F. Honchar, O.M. Havrysh, Yu.M. Sotnichenko // ZNP «Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo». – 2020. – № 6. – R. 117-124. DOI: <https://doi.org/10.37617> (in Ukrainian).
9. Matics Zs., Gerencsér Zs., Radnai I., Kasza R., Szendrő Zs. 2016. Effect of light intensities on reproductive performance, nursing behaviour and preference of rabbit does. World Rabbit Sci., 24: 139-144. <https://doi.org/10.4995/wrs.2016.4112> (in English).
10. Nebylytsia M., Havrysh O., Honchar O., Osokina T. Otsinka Stanu komfortu kroliv za periodamy roku. [Assessment of the comfort status of rabbits by season] Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii «Problemy i perspektivy innovatsiinoho rozvytku haluzei krolivnytstva ta zvirivnytstva» (04 kvitnia 2025 roku). Cherkaska doslidna stantsiia bioresursiv NAAN – Cherkasy: 52 – 55. <https://surl.li/zhayxr> (in Ukrainian).
11. Zs. Szendrő, Zs. Gerencsér, J.I. McNitt, Zs. Matics Effect of lighting on rabbits and its role in rabbit production: A review. Livestock Science Volume 183, January 2016, Pages 12-18 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.012> (in English)
12. Zsolt Gerencsér Zsolt Matics István Nagy Zsolt Szendro Effect of lighting schedule on production of rabbit does. Submitted: Accepted: 2011-11-18 Pages 209-216 DOI: <https://doi.org/10.4995/wrs.2011.944> (in English).
13. Instruksiiia z bonituvannia kroliv – Ofits. vyd., chynnyi vid 25.09.2003 N 351 – K., 2003. – 86 s. – (Normatyvne vyrobnycho-praktychne vydannia). (in Ukrainian).
14. Kalinin M. I., Yelisyeyev V. V. Biometriya. Mykolayiv.: VYDAVNYTsTVO MF NAUKMA, 2000. 201 s. - <https://lib.chmnu.edu.ua/index.php?m=1&b=3> (in Ukrainian).
15. Metodolohiya ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen' u tvarynnytstvi : posibnyk / za red. : I. I. Ibatulina, O. M. Zhukors'koho. Kyiv : Ahrarna nauka, 2017. 327 s. https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/768090/modresource/content/1/Verstka_Ibat.Juk2compressed.pdf (in Ukrainian).

UDC 636.934.57.082.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.156-165>

THE INFLUENCE OF LIGHTING INTENSITY IN THE RABBIT HUSBANDRY ON THE PRODUCTIVE QUALITIES OF RABBITS OF THE POLTAVA SILVER BREED

Sotnichenko Y., Stavetska R., Nevesenko A.,
Mezentseva L., Voloshchuk O., Bilan A.P.

Cherkasy Research Station of Bioresources of the NAAS, Cherkasy, Ukraine,
sotnichenko.yulya@gmail.com,
Bila Tserkva National Agrarian University, rstavetska@gmail.com.

The results of the assessment of the influence of light intensity during daylight hours on the productive qualities of Poltava Silver rabbits are presented. The research was conducted on the Poltava Silver rabbit population of the Cherkasy region on the basis of the experimental rabbit farm of the Cherkasy Research Station of Bioresources of the NAAS. According to zoohygienic standards, the minimum light intensity for a rabbit is up to 50 Lux. (EFSA). This level is necessary for animals to make visual contact, explore their environment, and demonstrate active behavior. Our research has proven that increasing lighting intensity has a positive effect on the manifestation of the genetic potential of animals and ensures an increase in productivity. It was established that the largest number of offspring per brood (10.8 heads (maximum number in the nest is 15 and minimum – 8 heads), fertilization of females (98%) was achieved at a lighting intensity of 100 Lux. The worst fertility rates were obtained in the control group, where the animals were left under 30 Lux of lighting, which is used mainly in fattening groups. Under these conditions, the fertilization rate from the first insemination was only 72% - with an average yield of 7.8 rabbits per female (the maximum number in the nest was 9 and the minimum was 3 animals). Under the same temperature, feeding, and housing conditions (except for the light factor), a difference was observed in the percentage of offspring surviving in the nest until weaning. With increasing light intensity, the survival rate of offspring increased: from 85.3% in the control group to 95.2% in the third experimental group at a light intensity of 100 Lux. The highest indicators were obtained among the female rabbits of the second and third experimental groups, which ranged from 5950.4±84.7 g to 6789.2±9.22 g. Accordingly, these groups obtained significantly higher values for nest mass at 21 days. Rabbits of the second and third experimental groups at illumination from 75 Lux to 100 Lux significantly outperformed their peers in terms of live weight in virtually all age periods. The average absolute gain during the growing period in the group of rabbits where the lighting intensity of 30 Lux was used was 2952.5±23.50 g. At a lighting intensity of 100 Lux, it was over 3321.4±18.97 g, which is 12.5% more than the control. In males and females raised under different lighting intensities, a significant difference was found in chest girth (from 2.3 to 3.4 cm), body length (from 2.3 and 2.4 cm), and the hump index (from 2.5 to 5.1%). Under conditions of increased lighting intensity during daylight hours, the replacement young rabbits of the Poltava Silver breed had not only more intensive growth, but also better body development.

Key words: rabbits, Poltava silver, light intensity, growth, milk yield, preservation.

УДК 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.166-174>

М'ЯСНА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ М'ЯСА КРОЛИКІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ЧИСТОПОРОДНИХ САМЦІВ У КРОСІ

Якубець Т.В., доктор філософії з тваринництва,

Бочков В.М., канд. с.-г. наук., доцент,

Омельчук Д.О., здобувачка вищої освіти магістерського рівня.

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, tarasyakubets@nubip.edu.ua

У роботі висвітлено результати наукових досліджень м'ясної продуктивності кроликів, які походили від різних самців батьківських форм кросів, а також від чистопородних самців. Досліджено також хімічний склад м'яса кролів різних дослідних груп. Виявлено, що забійна маса, яка визначалась як маса тушки з нирками, але без печінки, серця і легень, була різною і коливалась від 1175,5 до 1411,8 г. За цим показником кролики, отримані від самців PS59 переважали ровесників, які походили від самців Hyla Max, термонської білої породи та породи полтавське срібло на 4,3% ($p \leq 0,01$), 8,0%, та 16,7% відповідно. Забійний вихід кроликів дослідних генотипів коливався в межах від 52,1 до 54,6 % і був найбільшим у молодняку, батьками яких були самці PS59. Встановлено, що за показниками маси м'якоті та маси кісток мали кролики, отримані від самців PS59, що закономірно, адже вони характеризувались найбільшою живою масою. Однак, за рахунок вищої маси кісток показниках виходу м'якоті у кроликів цього генотипу був найменшим (77,2 %), тоді як у молодняку, отриманого від самців Hyla Max та термонської білої породи він був на 2,7 ($p \leq 0,001$) та 2,5 % більшим відповідно. Аналогічна ситуація була і з коефіцієнтом м'ясності – найбільшим він був у кроликів з генотипом 1/2НМ1/2NG, молодняк від самців термонської білої породи поступався їм всього на 0,04 одиниці, а найменшим цей показник був у кроликів, батьками яких були самці PS59, при чому різниця була вірогідною ($p \leq 0,01$). У зразках найдовшого м'яза спини кроликів дослідних генотипів було досліджено вміст води, білку, жиру та золи. За результатами досліджень хімічного складу м'яса кроликів, які походили від різних самців нами встановлено, що м'ясо, отримане від кроликів, батьками яких були самці термонської білої породи характеризується вищим вмістом білка, жиру та золи, що може вказувати на вищу його біологічну цінність.

Ключові слова: кролі, крос, м'ясо, кролятина, самці, хімічний склад, продукти забою, полтавське срібло.

Актуальність. Вирішення проблеми голоду та забезпечення продовольством населення є одним із головних глобальних викликів людства. Наявність доступу до безпечних і повноцінних харчових продуктів формує продовольчу безпеку, яка сьогодні вимагає системи сталого виробництва.

Наука і виробництво повинні докласти спільних зусиль на вирішення проблем продовольчої безпеки та розвитку і удосконалення сучасних технологій виробництва продукції тваринництва, зокрема і кролівництва [3, 4, 5, 6, 10].

В останні роки спостерігається зниження інтересу споживачів до так званого червоного м'яса, на що вплинули більша турбота про здоров'я, а також бажання продовжити тривалість життя. М'ясо кролів є нежирним, легкозасвоюваним, багатим на білки з високою біологічною цінністю та характеризується високим вмістом незамінних амінокислот. Завдяки цим характеристикам воно класифікується як особливо легкозасвоюване м'ясо, яке підходить дітям, літнім людям та алергікам [7, 8, 12].

Цікаві результати отримали науковці, які досліджували хімічні характеристики м'яса кролів. На основі результатів дослідження хімічних, мікробіологічних та сенсорних характеристик різних частин м'яса кролів порід фламандського гігантського та новозеландського білого вчені зробили висновки, що самці кролів, на відміну від самок, мають більший вміст води, білків та мінералів, тоді як самки мають більший вміст жирів. Самці кролів мають більш інтенсивний колір, смак і запах м'яса на відміну від самок, у яких воно є м'якшим і соковитішим [1].

Вчені [14] проводили аналіз виходу продуктів забою кролів каліфорнійської породи у різному віці. Було отримано дані виходу морфологічних частин туші кролів у віці 90 діб, зокрема вихід м'яса становив 48,2 %, вихід печінки – 3,6%, а голови – 7,5 %.

Результати досліджень м'ясної продуктивності та хімічного складу кролів деяких ліній та порід вказують, що кролі синтетичної лінії мали високий вихід м'яса (60%) з більш високим середнім значенням (+5%) відсотка виходу м'яса, ніж місцева порода. За біохімічним складом м'яса, синтетична лінія також продемонструвала найвищий вміст білка і жиру. Профіль жирних кислот вказував, що місцева порода продемонструвала найвищий вміст поліненасичених жирних кислот [11].

Науковці вивчали показники забою та хімічний склад м'яса, отриманого від чистопородних кролів, а також від трипородних помісей. У результаті проведених досліджень було встановлено, що помісні кролі переважали чистопородних за виходом парного м'яса, а також мали дещо вищі показники вмісту білка в м'ясі [15].

Отже, враховуючи особливості плеємної роботи в сучасних господарствах з кролівництва, актуальним є питання дослідження використання самців різних порід для отримання кроликів для відгодівлі й вивчення їх м'ясної продуктивності та якості м'яса.

Мета дослідження – дослідити м'ясну продуктивність кроликів, отриманих від чистопородних самців і самців батьківських форм кросів.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проведені в умовах ТОВ «Кролікофф Плюс» Уманського району Черкаської області. Дослідження проводились з використанням самців чотирьох генотипів: батьківської форми кросу Нула – Нула Мах (НМ), батьківської форми кросу Нулус PS59 (PS), термонської білої породи (Т), породи полтавське срібло (ПС). Самців

використовували на кролематках материнської форми кросу Hyla – Hyla NG. Для вивчення м'ясної продуктивності молодняку кролів фінального гібриду, отриманих від самців різних генотипів було проведено науково-виробничий дослід за схемою, яка представлена у табл. 1.

Таблиця 1. Схема проведення дослідів

Група кроликів	Віковий період	Середня маса кроликів на початку відгодівлі, г	Тривалість дослідів, дів	Генотип відгодівельного молодняку (досліджуваний фактор)
I	0-70	933,3	70	1/2 НМ1/2 NG
II	0-70	944,8	70	1/2 PS1/2 NG
III	0-70	923,3	70	1/2 T1/2 NG
IV	0-70	875,7	70	1/2 PC1/2 NG

Для дослідження показників забою кролів фінального гібриду було відібрати по 8 голів з кожної групи – 4 самці і 4 самиці. Параметри оцінки м'ясної продуктивності кролів визначались відповідно до методик [2, 9].

Досліджували хімічний склад найдовшого м'яза спини, відділеного з тушок кролів. Вміст вологи визначали шляхом висушуванням зразків у сушильній шафі за температури 103°C. Вміст білка в м'ясі кролів визначали методом К'ельдаля шляхом нагрівання наважки з концентрованою сірчаною кислотою в присутності сульфатної суміші. Вміст золи встановлювали шляхом спалювання наважки в муфельній печі за температури 500°C. Вміст жиру в досліджуваних зразках найдовшого м'яза спини визначали методом Сокетета. Метод заснований на багатократній екстракції жиру розчинником із висушеної наважки продукту із подальшим видаленням розчинника і на висушуванні жиру до постійної маси [13].

Піддослідні тварини утримувались в кліткових батареях у приміщенні з регульованим мікрокліматом. Годували тварин комбікормами, збалансованими відповідно до норм годівлі кролів. Біометричну обробку одержаних даних проводили з використанням табличного процесора Excel за прийнятими методиками [16]. Різниця між тваринами різних груп вважалась вірогідною при * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ порівняно з кролями I групи.

Результати досліджень та їх обговорення. Зважаючи на те, що основним видом продукції, який отримують від кролів за промислової технології є м'ясо, для вивчення показників м'ясної продуктивності було проведено контрольний забій кролів фінального гібриду у віці 70 дів, встановлено масу і виходи окремих морфологічних частин тушки. Результати цих досліджень наведено у табл. 2 та 3.

У результаті досліджень встановлено, що кролики II групи мали найбільшу передзабійну живу масу. Вона була на 71,1 г більшою ($p \leq 0,01$), ніж

у молодняку I групи, та на 93,7 г більшою, ніж у ровесників з III групи. Найменше значення передзабійної живої маси було властиве кроликам IV групи. Виявлено, що забійна маса, яка визначалась як маса тушки з нирками, але без печінки, серця і легень, була різною і коливалась від 1175,5 до 1411,8 г. За цим показником кролики II групи переважали ровесників з I групи на 4,3% ($p \leq 0,01$), молодняк III групи – на 8,0%, а кроликів IV групи – 16,7%.

Таблиця 2. Показники забою кролів різних генотипів, г; n = 8 в кожній групі

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Передзабійна жива маса	2515,4±18,69	2586,5±13,17**	2492,8±14,36	2257,7±10,12***
Забійна маса	1351,4±11,42	1411,8±10,29***	1328,8±9,53	1175,5±8,67***
в т ч. маса:				
- голови	151,5±2,24	145,0±2,46*	143,5±3,55	122,2±2,39***
- шкіри	301,0±5,48	300,0±5,08	296,5±7,39	266,5±6,27***
- печінки	87,3±1,72	92,1±2,18	88,2±1,80	73,3±0,68***
- серця	9,4±0,82	9,2±0,32	9,1±0,67	7,0±0,50***
- легень	16,2±1,13	13,3±0,58	16,4±1,22	14,1±1,50
- нирок	19,6±0,91	16,6±0,26	19,6±0,543	18,1±0,86**
- найдовшого м'яза спини	147,6±4,24	156,1±7,06	151,5±5,35	124,5±4,79***

Примітка: тут і далі - * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Таблиця 3. Вихід продуктів забою кроликів різних генотипів, n=8 в групі

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Забійний вихід, %	53,7±0,42	54,6±0,57	53,5±0,49	52,1±0,38**
в т. ч. вихід, %:				
- печінки	3,4±0,03	3,6±0,05	3,8±0,05	3,1±0,04*
- серця	0,4±0,02	0,3±0,02	0,4±0,02	0,3±0,02
- легень	0,6±0,07	0,5±0,06	0,6±0,07	0,6±0,07
- нирок	0,8±0,04	0,6±0,03**	0,8±0,04	0,8±0,06
- найдовшого м'яза спини	10,9±0,10	12,1±0,12***	11,9±0,11***	10,0±0,09***
Маса м'якоті, г	1077,5±8,86	1089,4±10,28	1057,3±10,65	921,4±7,53***
Маса кісток, г	274,8±3,24	319,8±4,14***	273,1±3,17	254,2±3,07***
Коефіцієнт м'ясності	3,91±0,07	3,41±0,05***	3,87±0,08	3,62±0,06**
Вихід м'якоті, %	79,8±0,31	77,1±0,29***	79,6±0,37	78,3±0,42**

Маса печінки у кроликів I і III груп відрізнялись несуттєво, тоді як у молодняку IV групи вона була найменшою – на 14,0 г меншою ($p \leq 0,001$), ніж у ровесників з I групи. Звертає увагу маса легень і нирок кроликів II групи. Незважаючи на найбільші показники передзабійної живої маси, маса легень у представників цієї групи була найменшою, аналогічно як і маса нирок.

Найдовший м'яз спини є найціннішою частиною тушки кролів. Нами було досліджено масу найдовшого м'яза спини кроликів різних груп.

Встановлено, що найбільшою вона була у молодняку II групи, однак кролики III групи несуттєво поступались за цим показником – різниця складала 4,6 г.

Як видно з даних табл., показник забійного виходу в кроликів дослідних груп знаходився в межах від 52,1 до 54,6 %. Найбільшим він був у молодняку II групи, в кроликів I та III групи значення цього показника було, приблизно, однаковим, а найменшим він був у тварин IV групи. За виходом окремих субпродуктів значних відмінностей між групами не виявлено. Встановлено, що найбільший вихід найдовшого м'язу спини мали кролики II групи, однак різниця за цим показником з молодняком III групи була незначною і становила 0,2%.

Детального аналізу потребують показники маси м'якоті та маси кісток кроликів різних груп. За обома ознаками перевагу мали тварини II групи, що закономірно, адже вони характеризувались найбільшою живою масою. Маса кісток у їх тушках була на 45,0 г більшою ($p \leq 0,001$), ніж у тварин I групи і на 46,7 г більшою, ніж у тварин III групи. Це відобразилось на показниках виходу м'якоті – у кроликів II групи він був найменшим (77,2 %), тоді як у молодняку I та III груп він був на 2,7 ($p \leq 0,001$) та 2,5 % більшим відповідно.

Аналогічна ситуація була і з коефіцієнтом м'ясності – найбільшим він був у кроликів I групи, молодняк III групи поступався їм всього на 0,04 одиниці, а найменшим цей показник був у тварин II групи, при чому різниця була вірогідною ($p \leq 0,01$). Кролики IV групи мали проміжні значення коефіцієнту м'ясності та виходу м'якоті.

Таким чином, ґрунтуючись на аналізі даних забою кроликів різних груп, можна стверджувати, що, ріст кроленят, отриманих від самців PS 59, більшою мірою відбувається за рахунок кісткової тканини, про що свідчить високий показник маси кісток у тушці. Разом з тим, з тушок тварин цього генотипу отримують менше м'якоті, про що свідчить низький показник її виходу.

Важливою складовою технології виробництва кролятини є якість продукції. Вона визначається в тому числі і хімічним складом м'яса кролів. У зв'язку з цим, нами було досліджено хімічний склад м'яса кроликів фінального гібриду, отриманих від різних самців. Дані лабораторних досліджень наведені в табл. 4.

Таблиця 4. Хімічний склад м'яса кроликів фінального гібриду, n=8 в групі

Показник	Група			
	I	II	III	IV
Масова частка води, %	74,6±0,71	76,3±0,66	74,3±0,53	76,6±0,67*
Суша речовина, %	25,4±0,12	23,7±0,14***	25,7±0,18	23,4±0,17***
Масова частка білка, %	20,4±0,14	20,6±0,11	21,1±0,15**	19,9±0,09**
Масова частка жиру, %	0,92±0,08	1,64±0,09***	1,24±0,07**	0,72±0,04*
Масова частка золи, %	1,25±0,08	1,36±0,07	1,68±0,09***	1,23±0,05
<i>pH</i>	5,92±0,10	5,87±0,09	5,88±0,08	5,90±0,09

Аналіз результатів досліджень хімічного складу м'яса кролів вказує, що вміст води у ньому коливався від 74,3 до 76,6 %. Найбільшою масовою часткою води була у м'ясі кроликів IV групи, тоді як у м'ясі, отриманому від молодняку I та III груп на 2,0 і 2,3 % меншим ($p \leq 0,05$) відповідно.

Встановлено, що м'ясо, отримане від тварин III групи характеризувалось найбільшим вмістом білків. Цей показник був на 0,7 ($p \leq 0,01$), 0,5 і 1,2 % більшим, ніж у м'ясі, отриманому від ровесників I, II та IV груп відповідно.

Результати досліджень вказують, що найбільший вміст жиру був у м'ясі, отриманому від тварин II групи. Слід зазначити, що у м'ясі тварин III групи цей показник також був високим і становив 1,24%.

За масовою часткою жиру у м'ясі кроликів I, II та IV груп виявлено приблизну рівність, тоді як у м'ясі, отриманому від тварин III групи вміст жиру був дещо вищим і вірогідно переважав аналогічний показник м'яса тварин I групи на 0,43 % ($p \leq 0,001$).

Показник активності іонів водню (pH) у м'ясі кролів усіх дослідних груп був приблизно однаковим і знаходився в межах від 5,87 до 5,92.

Висновки. За результатами проведених досліджень було встановлено, що кролики, отримані від самців PS59 мали найбільші показники передзабійної, забійної маси та маси найдовшого м'яза спини. Разом з тим, у тушках тварин цієї групи виявлено найбільшу масу кісток, а за виходом м'якоти та коефіцієнтом м'якості вони поступались тваринам, отриманим від самців термонської білої породи на 2,5% і 0,46 кг ($p \leq 0,001$). М'ясо кроликів, які походили від самців термонської білої породи містило на 0,5-1,2% більше білка, ніж м'ясо тварин інших генетичних груп. Найбільший вміст жиру було виявлено у м'ясі молодняку кроликів, яких отримали від самців PS59.

Література

1. Andronikov, D., Kuzelov, A., Benedik, E., Sazdova, J., Mojsov, K., Janevski, A., ... & Golomeova Longurova, S. (2021). Chemical characteristic of rabbit hybrids. *Journal of Agriculture and Plant Sciences, JAPS*, 19 (1), 9-15.
2. Blasco A., Ouhayoun J., Masoero G. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Science*. 2010. Vol. 1, no. 1. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.1993.189>.
3. Dalle Zotte A. Rabbit meat production and consumption: state of knowledge and future perspectives // *Meat Science*. – 2014. – Vol. 98 (3). – P. 307–319.
4. Dalle Zotte A., Szendrő Z. The role of rabbit meat as functional food // *Meat Science*. – 2011. – Vol. 88 (3). – P. 319–331.
5. 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>.
6. Fontanesi, L. The rabbit in the genomics era: applications and perspectives in rabbit biology and breeding. In: *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress*. 2016. p. 15-18.

7. Growth performance of male line of superior tropical rabbit / B. Brahmaniyo et al. *Tropical Animal Science Journal*. 2021. Vol. 44, no. 3. P. 273–279. URL: <https://doi.org/10>
8. Petracci M., Soglia F. et al. Quality traits of rabbit meat // *Meat and Muscle Biology*. – 2018. – Vol. 2 (1). – P. 1–12. 9. Paci G., Preziuso G., Russo C. Quality of rabbit meat: a review // *Italian Journal of Animal Science*. – 2019. – Vol. 18 (1). – P. 204–218.
9. Pla, M., Dalle Zotte, A. Harmonisation of criteria and methods used in rabbit meat research. In *Proceedings of 7th World Rabbit Congress*, 2000, July Valencia, Spain . P. 4-7.
10. Potential and limitations of rabbit meat in maintaining food security in Ukraine / G. Zamaratskaia et al. *Meat science*. 2023. P. 109293. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109293> .
11. Sanah, I., Boudjellal, A., & Becila, S. (2024). Morphometric traits, carcass characteristics and biochemical composition of meat between local and synthetic Algerian rabbit genotypes. *Journal of Indonesian Tropical Animal and Agriculture*, 49 (1), 51-66.
12. Siudak, Z., & Pałka, S. (2022). Rabbit meat as functional food. *Rocz. Nauk. Zoot*, 49 (2), 127-139.
13. Ізраєлян В. Методичні вказівки до вивчення дисципліни Фізико-хімічні та біохімічні основи переробки м'яса : метод. вказівки. Київ : ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2022. 52 с.
14. Коцюбенко, Г. А., & Погорелова, А. (2016). Морфологічна та біохімічна оцінка кролятини залежно від віку забою. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 89 (2), 191–198.
15. Коцюбенко, Г., & Петрова, О. (2011). Біохімічна оцінка тушок кролів різних порід. *Безпека продуктів харчування та технологія переробки, збірник наукових праць ВНАУ*, 8 (48).
16. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / І. Ібатуллін та ін. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.

References

1. Andronikov, D., Kuzelov, A., Benedik, E., Sazdova, J., Mojssov, K., Janevski, A., ... & Golomeova Longurova, S. (2021). Chemical characteristic of rabbit hybrids. *Journal of Agriculture and Plant Sciences, JAPS*, 19 (1), 9-15.
2. Blasco A., Ouhayoun J., Masoero G. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World Rabbit Science*. 2010. Vol. 1, no. 1. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.1993.189> .
3. Dalle Zotte A. Rabbit meat production and consumption: state of knowledge and future perspectives // *Meat Science*. – 2014. – Vol. 98 (3). – P. 307–319.
4. Dalle Zotte A., Szendrő Z. The role of rabbit meat as functional food // *Meat Science*. – 2011. – Vol. 88 (3). – P. 319–331.
5. 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> .

6. Fontanesi, L. The rabbit in the genomics era: applications and perspectives in rabbit biology and breeding. In: *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress*. 2016. p. 15-18.
7. Growth performance of male line of superior tropical rabbit / B. Brahmaniyo et al. *Tropical Animal Science Journal*. 2021. Vol. 44, no. 3. P. 273–279. URL: <https://doi.org/10>
8. Petracci M., Soglia F. et al. Quality traits of rabbit meat // *Meat and Muscle Biology*. – 2018. – Vol. 2 (1). – P. 1–12. 9. Paci G., Prezioso G., Russo C. Quality of rabbit meat: a review // *Italian Journal of Animal Science*. – 2019. – Vol. 18 (1). – P. 204–218.
9. Pla, M., Dalle Zotte, A. Harmonisation of criteria and methods used in rabbit meat research. In *Proceedings of 7th World Rabbit Congress*, 2000, July Valencia, Spain . P. 4-7.
10. Potential and limitations of rabbit meat in maintaining food security in Ukraine / G. Zamaratskaia et al. *Meat science*. 2023. P. 109293. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109293> .
11. Sanah, I., Boudjellal, A., & Becila, S. (2024). Morphometric traits, carcass characteristics and biochemical composition of meat between local and synthetic Algerian rabbit genotypes. *Journal of Indonesian Tropical Animal and Agriculture*, 49 (1), 51-66.
12. Siudak, Z., & Pałka, S. (2022). Rabbit meat as functional food. *Rocz. Nauk. Zoot*, 49 (2), 127-139.
13. Israelian V. *Metodychni vказivky do vyvchennia dystsypliny Fyzyko-khimichni ta biokhimichni osnovy pererobky miasa : metod. vказivky*. Kyiv : TOV «TsP «KOMPRYNT», 2022. 52 s.
14. Kotsiubenko, H. A., & Pohorielova, A. (2016). Morfolohichna ta biokhimichna otsinka kroliatyny zalezho vid viku zaboiu. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 89 (2), 191–198.
15. Kotsiubenko, H., & Petrova, O. (2011). Biokhimichna otsinka tushok kroliv riznykh porid. Bezpeka produktiv kharchuvannia ta tekhnolohiia pererobky, *zbirnyk naukovykh prats VNAU*, 8 (48).
16. *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnystvi* / I. Ibatullin ta in. Kyiv : Ahrarna nauka, 2017. 328 s.

UDC 636.92.087

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.166-174>**MEAT PRODUCTIVITY AND MEAT QUALITY OF RABBITS
USING PUREBRED MALES IN CROSS-BREEDING**

Yakubets T., Bochkov V., Omelchuk D.

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv,
tarasyakubets@nubip.edu.ua*

The paper presents the results of scientific research on the meat productivity of rabbits descended from different male parental forms of crosses, as well as from purebred males. The chemical composition of the meat of rabbits from different experimental groups was also studied. It was found that the slaughter weight, which was determined as the weight of the carcass with kidneys but without the liver, heart, and lungs, varied from 1175.5 to 1411.8 g. According to these indicators, rabbits obtained from PS59 males prevailed over their peers descended from Hyla Max males, Termond White breed, and Poltava Silver breed by 4.3% ($p \leq 0.01$), 8.0%, and 16.7%, respectively. The slaughter yield of rabbits of the experimental genotypes ranged from 52.1 to 54.6% and was highest in young rabbits whose parents were PS59 males. It was found that the rabbits obtained from PS59 males had the highest flesh and bone mass, which is logical, since they were characterized by the highest live weight. However, due to the higher bone weight, the meat yield of rabbits of this genotype was the lowest (77.2%), while in young rabbits obtained from Hyla Max males and Termond White breed males, it was 2.7 ($p \leq 0.001$) and 2.5% higher, respectively. A similar situation was observed with the meatiness coefficient – it was highest in rabbits with the 1/2HM1/2NG genotype, with young rabbits from males of the Termond White breed lagging behind by only 0.04 units, and the lowest in rabbits whose parents were PS59 males, with the difference being significant ($p \leq 0.01$). The moisture, protein, fat, and ash content of the longest back muscle samples from rabbits of the experimental genotypes was examined. Based on the results of studies of the chemical composition of meat from rabbits descended from different males, it can be stated that meat obtained from rabbits whose parents were males of the Termond White breed is characterized by a higher content of protein, fat, and ash, which may indicate its higher biological value.

Keywords: rabbits, crossbreeding, meat, rabbit meat, males, chemical composition, slaughter products, Poltava silver.

UDC: 636.92:636.085.55

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.175-184>

THE BIOAKTIV ADDITIVE: PERFORMANCE, METABOLISM, AND ECONOMIC EFFICIENCY IN RABBITS

Caraman M.A., *doctor of veterinary medical sciences*,
Granaci V.G., *doctor of agricultural sciences*.

Public Institution National Institute for Applied Research in Agriculture and Veterinary Medicine, Chisinau, Republic of Moldova, mcaraman994@gmail.com,

The study evaluated the effects of the mineral additive BioAktiv on reproductive, productive, metabolic, and economic performance in rabbits under commercial farm conditions recently affected by rabbit hemorrhagic disease (RHD).

BioAktiv is a mineral product obtained using a patented technology that applies controlled electromagnetic fields to modify the physicochemical properties of a mixture of calcium carbonate, sodium chloride, and magnesium sulfate. The final product contains 36.3% calcium and exhibits stable physical characteristics, low toxicity, and high safety for animals and the environment. The experiment was conducted at the commercial rabbit farm SRL "Sof Fest," on breeding females and their offspring, following a bifactorial design with control and experimental groups, where BioAktiv was administered at a dose of 400 g/t of compound feed.

Monitored parameters included prolificacy, kit survival until weaning, growth dynamics, feed conversion, blood biochemical profile, and economic efficiency. Although reproductive performance showed no statistically significant differences between groups, kit survival was higher in the experimental group both at weaning (92.0% vs. 88.7%) and throughout the entire fattening period until slaughter (82.0% vs. 75.5%). Growth performance indicated a beneficial effect of the additive, with slaughter weight 18.3% higher in the experimental group compared to the control. Additionally, feed conversion ratio improved by 17.96%, indicating superior biological efficiency.

Blood biochemical analyses showed that BioAktiv administration did not induce metabolic imbalances, with all values remaining within physiological limits.

However, the experimental group demonstrated a metabolic profile suggestive of more efficient lipid and protein utilization, evidenced by increased total cholesterol, decreased triglycerides, and reduced urea and creatinine levels. Economic assessment revealed clear advantages in treated groups, with profit increasing by 28–30% and feed-cost efficiency improving by over 55 percentage points compared to controls.

The results support the use of BioAktiv as a functional feed additive in commercial rabbit production, with further studies recommended under stable sanitary conditions to fully validate the observed effects.

Keywords: *BioAktiv, additive, rabbits, growth performance, metabolism, reproductive performance, economic efficiency*

Introduction. Calcium is one of the essential macrominerals in rabbit physiology, being involved in skeletal development and maintenance, neuromuscular function, nerve impulse transmission, blood coagulation, and other vital processes [10].

In an in vivo study, Hussein (2021) demonstrated the high potential of combining eggshell calcium carbonate with ubiquinone as fundamental components for bone regeneration and enhanced bone formation in mandibular defects in rabbits [5].

In rabbit nutrition, intestinal absorption of calcium occurs at a very high rate, irrespective of metabolic demand, which leads to a direct correlation between dietary calcium intake and serum or urinary calcium levels [1, 6, 9, 11].

Nutritionists recommend dietary calcium levels between 0.5–1.0% for growing rabbits, and up to 1.2% for females during gestation and lactation, when requirements significantly increase. Other studies demonstrate that very low calcium diets reduce bone mineral density and predispose rabbits to dental disorders, whereas chronically excessive calcium intake favors hypercalciuria, urinary sediment formation, and urolithiasis [8, 12].

However, the choice of mineral source becomes an essential element of nutritional management. CaCO_3 (calcitic limestone) is one of the most commonly used calcium sources in rabbit feeding due to its high calcium content (approximately 36%) and high bioavailability. The typical composition of feed-grade limestone (90–95% CaCO_3 , a low HCl-insoluble fraction, and traces of MgCO_3 and Fe_2O_3) complies with international standards for mineral feed additives (ASTM C706. Standard Specification for Limestone for Animal Feed Use) [13].

Recent studies, such as Liesegang et al. (2024), highlight the adaptation of rabbits to increased dietary calcium levels through enhanced cecal absorption, confirming the sensitivity of mineral metabolism to dietary variations [3, 6].

Thus, careful assessment of calcium intake and analysis of the mineral source used are crucial for ensuring a balanced diet, which can prevent both functional hypocalcemia and complications associated with calcium excess.

Purpose of the research. In this context, the present study aims to evaluate the impact of administering the mineral additive BioAktiv on reproductive performance, growth parameters, blood biochemical status, and economic efficiency in rabbit production under the technological and sanitary-veterinary conditions of a commercial farm.

Materials and methods. The research was conducted at the rabbit farm SRL “Sof Fest”. The biological material consisted of rabbits of different age categories (reproductive females and young stock), and the tested additive was the BioAktiv preparation.

The BioAktiv additive is a mineral preparation in powder form, composed of calcium carbonate (CaCO_3 – 90.6%), hydrochloric acid-insoluble fraction (8.0%), magnesium carbonate (MgCO_3 – 0.7%), and iron oxide (Fe_2O_3 – 0.5%). The calcium content of the mixture is 36.3%. The product appears as a white powder with a

characteristic odor, stable under recommended storage conditions, with a pH of 8.5–9.5. BioAktiv is non-flammable, has a density of 2.3–2.8 g/cm³, low solubility (0.014 g/L at 20°C and 1.013 hPa), and a decomposition temperature above 600°C. Upon contact with acids, the product releases carbon dioxide (CO₂). Toxicity tests indicate an oral LD₅₀ (rat) > 5,000 mg/kg, classifying the product as a low-toxicity substance [14].

BioAktiv is produced using a patented technology that employs controlled electromagnetic fields to process a mineral mixture composed of calcium carbonate (CaCO₃), sodium chloride (NaCl), and magnesium sulfate (MgSO₄). According to the technological documentation provided by the manufacturer, the raw materials are exposed to an electromagnetic converter, where the generated impulses induce changes in the chemical-physical interactions of oxygen at the molecular level. These oxygen oscillations aim to optimize oxidative processes and stimulate microorganisms and oxygen-dependent biological structures in animal organisms, soil, and manure. As a result of this processing, the mineral mixture acquires functional properties that allow its use as an additive in animal production and in the management of organic substrates.

The final product is considered safe for animals, humans, and the environment because of its natural mineral composition and the absence of significant toxic risks [14].

The research was conducted according to the scheme presented in table 1.

Table 1. Experimental design for testing the BioAktiv preparation in rabbit farming

Groups	Biological material	Type of feeding
Control I (CG I)	Reproductive females	Granulated compound feed (GCF)
Experimental I (EG I)		GCF + 400 g/t BioAktiv
Control II (CG II)	Young stock obtained from CG I	Granulated compound feed (GCF)
Experimental II (EG II)	Young stock obtained from EG I	GCF + 400 g/t BioAktiv

Research objectives:

- monitoring gestation and prolificacy index of reproductive females;
- determining weight gain of young rabbits;
- assessing morbidity and mortality rates of rabbits;
- determining specific feed consumption;
- evaluating blood biochemical indicators (with the StatFax 3300 analyzer)

[15];

- determining the economic efficiency of using the BioAktiv preparation.

The total duration of the experiment was 102 days, including 30 days of gestation and 72 days for raising the young rabbit for meat production. Both females and young rabbits were kept under the same management system, with ad libitum feeding and watering.

The granulated compound feed (GCF) was composed of: alfalfa meal, corn, barley, oats, wheat bran, sunflower meal, vitamin-mineral premix, salt, and feed-grade limestone.

Research results and discussion. Before the experiment was initiated, the farm experienced an outbreak of Rabbit Hemorrhagic Disease (RHD), which affected the overall health status of the herd. This epidemiological situation represented a major risk factor, influencing both the reproductive performance of the breeding females and the viability of the young rabbits throughout the entire growth period.

From a total of 28 artificially inseminated females, six females with the highest litter sizes were selected for both the CG I and EG I. At the individual level, most females showed a relatively consistent number of kits born (8–9 kits/female) in both Control I and Experimental I groups, indicating a uniform reproductive potential between the groups. However, the number of weaned kits varied more noticeably among females, particularly in the Control I group, where some females weaned all their kits, while others showed significant losses (female 2, with only 5 kits weaned out of 9 born).

The analysis of the data indicates that the number of weaned kits was slightly higher in the control group, with a difference of one kit in its favor. The viability rate up to weaning was 88.7% (Fig. 1) in Control I, while in the Experimental I group the value was 3.3 percentage points higher (92.0%). This difference suggests that the administration of the BioAktiv additive contributed to improved survival of the young rabbits under the specific conditions of the farm.

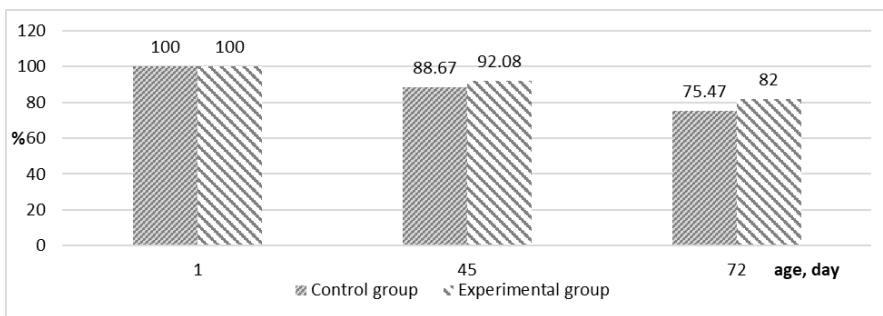


Fig. 1. Viability of the offspring from females in Group I

The assessment of the offspring in group I, monitored from birth through slaughter, reveals that their overall viability was shaped by both the management conditions of the experiment and the broader health context of the farm. The Experimental Group I recorded a slightly higher survival rate up to weaning (92.0%) compared with the CG I (88.7%). Although the difference is modest, it indicates that BioAktiv may provide some supportive benefits during the early developmental stages.

By the end of the growth period, cumulative losses reached 24.53% in the control group and 18.0% in the experimental group, resulting in a 6.53-percentage-

point reduction in mortality among animals receiving the supplement. This pattern suggests a potential improvement in the resilience and adaptive capacity of the young rabbits when BioAktiv is included in their feeding regimen. Still, these results must be interpreted with caution.

A key factor that complicates the interpretation is the recent epidemiological instability of the farm, particularly the preceding outbreak of rabbit hemorrhagic disease (RHD). Such events are known to affect the physiological status of breeding females, potentially altering colostrum quality, immune transfer to the offspring, and the overall robustness of newborns. Consequently, the variations observed between groups cannot be confidently attributed solely to the effect of BioAktiv [2, 7].

In summary, although the EG I demonstrated improved viability throughout the production cycle, the existing sanitary challenges limit the ability to draw firm conclusions about the independent efficacy of the supplement. Additional studies conducted under stable, unaffected health conditions are required to better characterize the true contribution of BioAktiv to juvenile survival and performance.

At the end of the experimental period (at 72 days of age), the animals were weighed, blood samples were collected, and slaughter yield was determined. The values presented in table 2 reflect the metabolic status of the animals, hepatic and renal function, as well as the mineral-protein balance of the rabbits at the conclusion of the experiment.

Table 2. Chemical indicators of rabbit blood serum (age: 72 days)

Indicator	CG II (n=7)	EG II (n=7)	Percentage difference between the EG II and CG II, %
Cholesterol, mmol/L	1.11±0.26	2.59±0.66*	133,3
Triglycerides, mmol/L	1.96±0.48	1.20±0.29*	-38.8%
Glucose, mmol/L	4.64 ±1.12	4.11±1.01	-11.4%
Albumin, g/L	26.41±6.73	28.34±7.21	7.3%
Protein, g/L	37.38±9.47	38.77±9.85	3.7%
Magnesium, mmol/L	0.66±0.15	0.64±0.15	-3.0%
Amylase, U/L	140.44±37.34	114.57±29.56	-18.4%
Creatinine, nanomol/L	117.11±30.26	100.79±25.81	-13.9%
Urea, mmol/L	5.56±1.36	4.84±1.20	-12.9%
Calcium, mmol/L	2.20±0.54	2.06±0.48	-6.4%
Phosphorus, mmol/L	1.32±0.31	1.40±0.35	6.1%
Iron, nanomol/L	5.22±1.30	5.51±1.39	5.6%
Alkaline phosphatase, U/L	6.79±1.69	6.89±1.72	1.5%

*- $p < 0.05$

The results of the present study, in which supplementation with BioAktiv (400 g/t) induced changes in lipid, protein, and nitrogen metabolism in rabbits, highlight both consistencies and specific differences compared to the specialized literature [4, 5] describing the effects of calcium carbonate and other dietary calcium sources on blood serum biochemical parameters.

Regarding lipid metabolism, the significant increase in cholesterol observed in the EG II (+133.3%) differs from the trends reported in classical studies on calcium administration in rabbits. Hsu and Culley (2006) demonstrated that calcium supplementation in cholesterol-rich diets generally leads to a decrease in serum cholesterol, whereas calcium deficiency promotes lipid hypertension and cholesterol accumulation [4]. They reported an approximate 30% reduction in cholesterol in animals receiving a high calcium intake, accompanied by a decrease in the progression of atherosclerosis.

This discrepancy suggests that the effect of BioAktiv on cholesterol is not solely attributable to calcium, but rather to a possible interaction between the mineral components of the supplement and the energy–protein profile of the diet.

Triglyceride levels, on the other hand, were 38.8% lower in EG II (1.20 ± 0.29 mmol/L) compared to the control group. This marked decrease may indicate a more efficient utilization of lipids for energy, possibly through enhanced fatty acid oxidation or reduced lipid deposition in adipose tissue. The lower circulating triglyceride levels suggest a favorable metabolic balance, where dietary fats are effectively converted to energy rather than accumulating in the bloodstream.

Glucose values remained similar between the groups and were maintained within physiological limits. The minor differences observed suggest that BioAktiv supplementation did not significantly affect carbohydrate metabolism. Overall, these findings indicate that BioAktiv can selectively modulate lipid metabolism without disrupting glucose homeostasis, promoting efficient energy utilization from fats while preserving stable blood glucose levels.

The moderate changes in the protein profile, namely the slight increase in total protein (+3.7%) and albumin (+7.3%) in the experimental group, are consistent with data reported in studies involving organomineral supplements. Hussein et al. (2021) showed that the administration of natural calcium carbonate, as well as mineral-antioxidant combinations, can slightly increase serum protein levels and improve hepatic metabolism, an effect attributed to the stimulation of hepatic protein synthesis [5].

This finding supports the hypothesis of an optimized liver function in the presence of BioAktiv, particularly reflected by the increase in albumin, the main indicator of hepatic protein synthesis.

The levels of magnesium (Mg), calcium (Ca), phosphorus (P), and iron (Fe) in the blood serum of rabbits from both groups remained within physiological limits, without major metabolic alterations. This finding is consistent with the particular physiology of rabbits, a species in which intestinal calcium absorption is proportional to dietary intake, with any excess excreted renally.

This characteristic means that variations in calcium intake do not always reflect changes in serum concentrations, a phenomenon described in detail in the physiology and nutrition literature for rabbits.

Therefore, the mineral stability observed in our study is in accordance with physiological expectations [10].

Amylase levels were 18.4% lower in EG II compared to Control II (140.44 ± 37.34 U/L). This reduction may reflect a decreased pancreatic workload or lower hepatic stress, suggesting that the administration of BioAktiv could

contribute to a more balanced enzymatic environment and a reduced demand on digestive and metabolic organs. Lower amylase activity in this context may indicate improved efficiency in nutrient processing and reduced strain on pancreatic enzyme secretion.

In contrast, alkaline phosphatase values were virtually identical between the experimental and control groups, indicating that overall liver activity remained stable. This stability suggests that BioAktiv supplementation did not adversely affect hepatic function, and that liver metabolism was maintained within physiological norms despite changes in other enzymatic or metabolic parameters.

Taken together, the observed changes in amylase and the stable alkaline phosphatase levels support the conclusion that BioAktiv can modulate specific digestive and metabolic processes without adversely affecting liver function.

The reduction in urea (–12.9%) and creatinine (–13.9%) in EG II suggests a decreased protein catabolism, which is consistent with studies indicating that mineral or organomineral supplements can improve nitrogen utilization and reduce hepatic and renal load. The decrease in amylase activity (–18.4%) without alterations in alkaline phosphatase is also in line with reports showing that diets with a balanced calcium intake can reduce pancreatic and hepatic stress in rabbits.

The biochemical values of the blood serum indicate that the administration of the BioAktiv supplement (400 g/t) had a positive effect on the metabolism of the rabbits, without causing major imbalances. Observed changes include favorable adjustments in lipid and protein metabolism, as well as a tendency toward more efficient utilization of nitrogenous metabolites, while mineral levels and liver enzyme activities remained within physiological limits. Overall, the data indicate a balanced and stable metabolic status in rabbits from EG II.

The total feed consumption was similar between the groups; however, on a per-animal basis, EG II showed a consumption approximately 2.7% lower (9.73 kg/rabbit) compared to the CG (10.0 kg/rabbit). This reduction is reflected in feed conversion efficiency, with animals in the experimental group utilizing the feed more effectively, achieving a conversion ratio of 3.34 kg feed/kg meat - 17.96% more efficient than the control group, where the ratio was 4.07 feed/kg meat g, indicating lower biological efficiency.

The slaughter body weight was higher in EG II compared to CG II, which also explains the higher market price per rabbit in this group (17,8 € vs. 14,9 €). On this basis, the gross income per rabbit amounted to 12,7 € in EG II, exceeding the value recorded in CG II by 29.7%. Profitability, calculated as the ratio of profit to feed cost, was significantly higher by 55.8 percentage points in EG II compared to CG II, reflecting superior economic efficiency.

Conclusions and prospects. Inclusion of BioAktiv (400 g/t) in the rabbit diet had beneficial effects on growth, metabolism, and economic performance, even under the post-RHD conditions of the farm. In the reproductive phase, the weaning rate was slightly higher in EG I (92.0%) vs. CG I (88.7%), while cumulative mortality during growth decreased by 6.53 p.p. in the experimental group.

At 72 days, EG II showed increased cholesterol, albumin, and total protein, along with reduced triglycerides, amylase, creatinine, and urea, indicating improved lipid–protein metabolism and reduced hepatic–pancreatic stress. Mineral levels (Ca,

Mg, P, Fe) and liver enzymes stayed within physiological ranges, confirming the safety of the additive.

Feed conversion improved by 17.96% (3.34 vs. 4.07 kg feed/kg meat), feed intake per animal slightly decreased, and slaughter weight and income per rabbit were higher in the experimental group. Profitability increased by 55.8 p.p. compared to controls.

Overall, BioAktiv enhanced performance, metabolic balance, feed efficiency, and profitability without inducing metabolic or mineral disturbances, supporting its use as a safe and effective additive in rabbit production.

The research was carried out within Project 220101: Scientific support for the utilization of resources in the zooveterinary sector, selection and adaptation of new breeds and hybrids, as well as harmless technologies and therapeutic methods under conditions of climate resilience.

References

1. Clauss, M., Burger, B., Liesegang, A., Del Chicca, F. etc. (2012). *Influence of diet on calcium metabolism, tissue calcification and urinary sludge in rabbits (Oryctolagus cuniculus)*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96 (5), 798–807. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2011.01185.x
2. Eladl, A.H., Farag, V.M., El-Shafei, R.A., Elkenany, R.M., Elsayed, M.M., Mona, M.M., Ali, H.S., Saif, M.A (2019). Effect of colibacillosis on the immune response to a rabbit viral haemorrhagic disease vaccine. Vet Microbiol. 238:108429. doi: 10.1016/j.vetmic.2019.108429.
3. Eshburiyev, S., Mamatova, Z., Achilov, O. etc. (2024). Causes and prevention of disorder of calciumphosphorus exchange in rabbits. BIO Web of Conferences 118, 01013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411801013>.
4. Hsu, H.H., Culley, N.C. (2006). Effects of dietary calcium on atherosclerosis, aortic calcification, and icterus in rabbits fed a supplemental cholesterol diet. Lipids Health Dis. Jun 23; 5:16. doi: 10.1186/1476-511X-5-16. PMID: 16796746; PMCID: PMC1513571.
5. Hussein, A. A., Taqa, G. A. (2021). The Impact of Natural Calcium Carbonate and Ubiquinone on Bone Mineral Density in Rabbits. Journal of Applied Veterinary Sciences, 6 (4): 15 -22. ISSN: Online: 2090-3308, Print: 1687-4072. <https://javs.journals.ekb.e>
6. Liesegang, A., Burger B., de Vries de Heekelingen, T., Schroeter-Vogt, C., Hatt, J.M., Kowalewski, M.P., Clauss, M. (2024). Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) increase caecal calcium absorption at increasing dietary calcium levels. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl), 108 (1):185-193. doi: 10.1111/jpn.13880.
7. Ludwiczak, A., Składanowska-Baryza, B., Kuczyńska, E., Sell-Kubiak, M., Stanisł, E. Skrzypczak (2023). Unveiling the attributes of rabbit milk. Volume 17, Issue 6:100848. ISSN 1751-7311, <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100848>.
8. Norris, S.A., Pettifor, J.M., Gray, D.A., Buffenstein, R. (2001). Calcium metabolism and bone mass in female rabbits during skeletal maturation: effects of dietary calcium intake. Bone. Jul;29 (1):62-9. doi: 10.1016/s8756-3282 (01)00473-2.

9. Ranjan, R., Das, P., Batabyal, S., & Minj, A. P. (2020). *Patterns of calcium channel (TRPV6) expression in rabbit gut epithelium*. World Rabbit Science. DOI:10.4995/wrs.2020.12161
10. Redrobe, S. (2002). Calcium metabolism in rabbits. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. Volume 11, Issue 2, Pages 94-101. ISSN 1055-937X. <https://doi.org/10.1053/saep.2002.125100>.
11. Stumpff, F., Manneck, D. (2025). Prebiotics as modulators of colonic calcium and magnesium uptake. *Acta Physiol (Oxf)*. Feb;241 (2):e14262. doi: 10.1111/apha.14262. PMID: 39803707; PMCID: PMC11726438.
12. Varga, M. (2014). *Rabbit Basic Science. Textbook of Rabbit Medicine*. 2014:3–108. doi: 10.1016/B978-0-7020-4979-8.00001-7.
13. <https://store.astm.org/c0706-13.html> (accessed 05.12.2025).
14. <https://www.biogreensolutions.com.au/wp-content/uploads/2025/03/PIGS-data-sheet-Prof-animal-feed-and-salis-V1.7.pdf> (accessed 05.12.2025).
15. <https://td-lab.ru/product/bioximicheskij-analizator-stat-fax-3300/> (accessed 05.12.2025).

УДК: 636.92:636.085.55

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.175-184>

БІОАКТИВНА ДОБАВКА: ПРОДУКТИВНІСТЬ, МЕТАБОЛІЗМ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ У КРОЛИКІВ

Караман М.А., Гранакі В.Г.

*Державна установа Національний інститут прикладних досліджень у
сільському господарстві та ветеринарній медицині,
Кишинів, Республіка Молдова, mcaraman994@gmail.com*

У дослідженні оцінювався вплив мінеральної добавки BioAktiv на репродуктивні, продуктивні, метаболічні та економічні показники кроликів у комерційних фермерських умовах, нещодавно уражених геморагічною хворобою (ГХК). BioAktiv – це мінеральний продукт, отриманий за допомогою запатентованої технології, яка застосовує контрольовані електромагнітні поля для модифікації фізико-хімічних властивостей суміші карбонату кальцію, хлориду натрію та сульфату магнію. Кінцевий продукт містить 36,3% кальцію та демонструє стабільні фізичні характеристики, низьку токсичність та високу безпеку для тварин і навколишнього середовища. Експеримент проводився на комерційній кролефермі SRL «Sof Fest» на племінних самках та їх потомстві за двофакторним дизайном з контрольною та експериментальною групами, де BioAktiv вводили в дозі 400 г/т комбікорму. Контрольовані параметри включали плодючість, виживання кроленят до відлучення, динаміку росту, конверсію корму, біохімічний профіль крові та економічну ефективність. Хоча репродуктивні показники не показали статистично значущих відмінностей між групами, виживання кроленят було

вищим у дослідній групі як під час відлучення (92,0% проти 88,7%), так і протягом усього періоду відгодівлі до забою (82,0% проти 75,5%). Показники росту вказували на позитивний вплив добавки, забійна вага в дослідній групі була на 18,3% вищою порівняно з контрольною. Крім того, коефіцієнт конверсії корму покращився на 17,96%, що свідчить про вищу біологічну ефективність. Біохімічні аналізи крові показали, що введення BioAktiv не викликало метаболічного дисбалансу, всі значення залишалися в межах фізіологічних значень. Однак, дослідна група продемонструвала метаболічний профіль, що свідчить про ефективніше використання ліпідів та білків, про що свідчить підвищення загального холестерину, зниження тригліцеридів та зниження рівня сечовини та креатиніну. Економічна оцінка виявила явні переваги в оброблених групах, прибуток збільшився на 28–30%, а ефективність кормових витрат покращилася більш ніж на 55 відсоткових пунктів порівняно з контрольною групою.

Результати підтверджують використання BioAktiv як функціональної кормової добавки в комерційному кролівництві, а також рекомендуються подальші дослідження за стабільних санітарних умов для повної перевірки спостережуваних ефектів.

Ключові слова: BioAktiv, добавка, кролики, показники росту, метаболізм, репродуктивна продуктивність, економічна ефективність.

УДК 636.92.053.112.385.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.185-198>**КЛІНІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОРГАНІЗМУ КРОЛІВ ЗА РІЗНИХ
ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ**

Ковальчук І.І., доктор ветеринарних наук, , професор, irenakovalchuk@ukr.net,
Коломієць І.А., кандидат ветеринарних наук, доцент,
Пундяк Т.О., кандидат ветеринарних наук, доцент.

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З. Гжицького,
вул. Пекарська 50, м. Львів, 79010, Україна*

У сучасних умовах інтенсивного тваринництва особливого значення набуває дослідження впливу температурних режимів довкілля на клінічний і фізіологічний стан організму сільськогосподарських тварин, адже саме мікроклімат визначає рівень їх продуктивності та стійкість до захворювань. Особливо це стосується кролів, які є надзвичайно чутливими до змін температури та вологості, що може призводити до порушень обміну речовин і зниження життєздатності. Метою проведеного дослідження було встановити характер змін основних фізіологічних параметрів кролів за умов утримання із періодично підвищеною температурою (28-30°C) та пониженою температурою (2-5°C) протягом десяти діб експерименту, а також оцінити інформативність інфрачервоної термографії як не інвазивного методу діагностики теплового та холодового стресу. Отримані результати свідчать, що температурні режими довкілля мають виражений вплив на клінічний та фізіологічний стан кролів. У результаті дослідження встановлено, що у кролів I дослідної групи, яких утримували за умов підвищеної температури, спостерігалася вища температура тіла на 2,8 %, частота пульсу на 20,8 % ($P<0,01$), частота дихання ($P<0,01$), а також вірогідне зниження маси тіла ($P<0,01$). Встановлено зниження споживання корму та подвоєне споживання води порівняно з контролем, що свідчить про порушення водно-кормового балансу. За даними термографії встановлено підвищення температури поверхневих ділянок тіла (око, основа вуха, черевна ділянка, пах, грудна ділянка хребта, задні кінцівки) ($P<0,05$), що підтверджує розвиток теплового стресу та системне порушення терморегуляції. У кролів II дослідної групи, яких утримували за умов низької температури, встановлено зниження температури тіла на 3,6 %, підвищення частоти пульсу на 15,0 % ($P<0,05$) без змін у частоті дихання, а також зниження маси тіла на 4,1 % ($P<0,05$). Встановлено збільшення споживання корму та зменшення споживання води удвічі порівняно з контролем, що свідчить про компенсаторні реакції організму на холодовий стрес. За даними термографії у кролів II групи спостерігали зниження температури черевної ділянки, паху та задніх кінцівок на 27,5-43,7 % ($P<0,05$), що підтверджує охолодження периферичних ділянок тіла та адаптацію до низьких температур.

Ключові слова: кролі, клінічні показники, температура, пульс, дихання, інфрачервона термографія, тепловізор.

Актуальність. Як відомо, будь які зміни температурних умов навколишнього середовища визначають відмінності реакцій організму різних видів тварин, а швидкість адаптації до них зумовлена функціональним станом організму [1, 2]. Температурний гомеостаз організму тварин підтримується різними регуляторними механізмами і залежить від виду тварини [3, 4]. Встановлено, що найбільш чутливими до зміни температури довкілля є кролі, що пов'язано з відсутністю потових залоз в їх організмі. Оптимальні умови утримання кролів передбачають температуру в межах 15–25 °С та відносну вологість 55–65%. Фізіологічні показники включають частоту дихання 35–60 вдихів за хвилину. У дорослих особин пульс становить 120–150 ударів за хвилину, тоді як у кроленят він сягає близько 180 ударів за хвилину.

Регуляція температурного гомеостазу організму кролів та процес тепловіддачі, що відбувається внаслідок випаровування вологи спрямована на те, щоб уникнути перегріву або сильного випаровування вологи. Встановлено, що підвищення температури довкілля понад 30 °С впливає на організм кролів, змушуючи їх активізувати різні механізми терморегуляції (зміна положення тіла, збільшення частоти дихання) [5, 6]. Однак ці механізми можуть не бути ефективними за екстремальних температурних умов, що призводить до порушень параметрів крові, ендокринної регуляції, імунної та репродуктивної функції, знижує їхню продуктивність і збільшує кількість загиблих тварин [7, 8, 9].

За даними Юзвяка М.О., Лесика Я.В. зі співавторами, (2025) в умовах теплового стресу зростає вміст первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові кролів та знижується активність антиоксидантних ензимів у еритроцитах крові кролів [10]. Потрібно зазначити, що підвищена температура та вологість негативно впливають на кролів, спричиняючи зниження апетиту, втрату ваги, погіршення загального стану тварини, зниження репродуктивної здатності, якості і кількості молока у кролематок [11]. Дослідження фізіологічного стану організму кролів за різних температурних умов довкілля відкривають можливості для розробки методів підвищення їх резистентності та продуктивності [12, 13]. Вивчення адаптаційних можливостей організму кролів у стресових умовах за різних температурних режимів може бути використано для науково обґрунтованої розробки оптимальних стратегій утримання тварин у несприятливих умовах.

Мета дослідження. Метою роботи було дослідження змін основних параметрів фізіологічного стану організму кролів за різних температурних режимів: оптимального, підвищеного та зниженого.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження виконувалися в лабораторії кафедри нормальної та патологічної фізіології імені Степана Стояновського та у віварії Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького на кролях термонської породи. 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. Для годівлі кролів усіх груп застосовували сухий тип, який передбачав використання повнораціонних гранульованих комбікормів, збалансованих за всіма поживними речовинами й енергією і використання води без обмеження. Кролів контрольної групи утримували у приміщенні за оптимальної рекомендованої температури довкілля 15-18°C та відносної вологості 50-60 % (оптимальна вологість). Кролів I дослідної групи утримували у приміщенні за періодично підвищених температур довкілля 28-30 °C та відносної вологості 40-50 % (сухе повітря, низька вологість). Кролів другої дослідної групи утримували у приміщенні за понижених температур довкілля 2-5 °C та відносної вологості 60-70 % (висока вологість). Упродовж періоду дослідження контролювали показники температури та вологості приміщення з урахуванням індексу температури та вологи за допомогою термогігрометра Trotec BL30 з реєстрацією даних.

У період проведення експериментів (на 60-у добу життя – підготовчий період, а також через 5 і 10 діб експерименту) у тварин усіх груп визначали клініко-фізіологічні показники організму. Температуру тіла вимірювали ректально за допомогою цифрового термометра Vega MT 519 шляхом введення його в пряму кишку кролів на 2-3 см протягом 1 хвилини. Дослідження артеріального пульсу проводили на стегновій артерії, де підраховували кількість пульсових хвиль за 1 хвилину. Частоту дихання визначали шляхом візуального підрахунку рухів крил носа за 1 хвилину. Масу тіла тварин визначали за допомогою електронних ваг для тварин Momert 6551. Термометрію різних ділянок поверхні тіла кролів проводили шляхом розміщення цифрового безконтактного термометра Arhimed Ecotherm ST300 в прямому контакті з відповідними ділянками (око, основа вуха, черевна ділянка, ділянка паху, грудна ділянка хребта, задні кінцівки) [14, 15, 16, 17]. Додатково, для оцінки температури різних ділянок поверхні тіла кролів проводили інфрачервону термографію за допомогою тепловізійного монокуляра Taipan TM25-384 [18, 19]. 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) [20]. Статистичний аналіз одержаних цифрових даних проводили за допомогою програми Statistica для Windows XP. Після порівняння досліджуваних показників та їхніх між групових різниць використовували t критерій Стюдента, а результат вважали вірогідним після $P < 0,05$ [21].

Результати дослідження. Доведено, що за умов підвищеної температури та вологості порушуються гомеостатичні механізми які негативно впливають на функціонування організму тварини, що вимагає проведення ефективних заходів для пом'якшення дії теплового стресу. Результати дослідження показників клініко-фізіологічного стану організму кролів за різних температурних режимів наведені у табл. 1. Установлено, що на 60-у добу життя

– підготовчий період – температура тіла кролів усіх груп коливалася від $38,8^{\circ}\text{C}$ до $39,0^{\circ}\text{C}$, пульс – $130,4\text{--}135,8$ уд./хв., кількість дихальних рухів – $55,2\text{--}58,4$ дих. рухів /хв, що перебувало в межах фізіологічної норми для даного виду тварин.

Через 5 діб експерименту у контрольній групі тварин клініко-фізіологічні показники перебували у межах фізіологічної норми для даного виду тварин. У кролів I дослідної групи температура тіла підвищувалася до $39,7\pm 3,30^{\circ}\text{C}$, а кролів II дослідної групи дещо знижувалася, порівняно з контролем. Частота пульсу в кролів дослідних груп була вищою на $15,3\%$ і $9,6\%$ ($P<0,05$) відповідно, що пов'язано з температурним режимом у даних групах. Частота дихання у тварин I ($P<0,01$) і II дослідних груп зростала порівняно з контрольною групою.

Через 10 діб експерименту не виявлено вірогідних відхилень у числовому значенні температури тіла тварин, проте спостерігали тенденцію до збільшення цього показника у кролів I дослідної групи, що становило $40,0\pm 2,10^{\circ}\text{C}$. Частота пульсу у кролів дослідної I та II груп підвищувалася на $20,8\%$ і $15,0\%$ ($p<0,01$) відповідно. Частота дихання у тварин першої дослідної групи була вищою ($P<0,01$). Ці зміни температури та вологості безпосередньо впливали на фізіологічні процеси в організмі кролів, адже під час гіпертермії активуються метаболічні механізми, спрямовані на забезпечення енергії для терморегуляції тварин. У II дослідної групи показник частоти дихання залишався на рівні контролю, що підтверджує відсутність негативного впливу зниженої температури навколишнього середовища на терморегуляцію кролів.

Таблиця 1. Клінічні показники організму кролів за різних температурних режимів, $M\pm m$; $n=5$

Група	Клініко-фізіологічний показник		
	температура тіла, $^{\circ}\text{C}$	пульс, уд/хв	дихання, дих.рухів/хв
60-а доба життя (початковий період)			
Контроль	$38,8\pm 3,76$	$130,4\pm 6,32$	$55,2\pm 3,84$
Дослід 1	$38,9\pm 2,50$	$135,8\pm 9,40$	$56,0\pm 3,47$
Дослід 2	$39,0\pm 3,41$	$132,6\pm 7,84$	$58,4\pm 2,91$
Через 5 діб експерименту			
Контроль	$38,9\pm 3,13$	$137,6\pm 6,20$	$57,2\pm 3,78$
Дослід 1	$39,7\pm 3,30$	$158,6\pm 7,49^*$	$85,4\pm 3,30^{**}$
Дослід 2	$38,0\pm 3,50$	$150,8\pm 8,25^*$	$61,8\pm 4,53$
Через 10 діб експерименту			
Контроль	$38,9\pm 2,52$	$134,4\pm 7,60$	$54,8\pm 3,62$
Дослід 1	$40,0\pm 2,10$	$162,4\pm 9,80^{**}$	$90,8\pm 4,50^{**}$
Дослід 2	$37,5\pm 3,40$	$154,6\pm 8,45^*$	$50,2\pm 3,45$

Примітка: у цій таблиці і наступних статистично вірогідні різниці враховували порівняно до вихідного вікового періоду (60-а доба життя) та позначені: $-P<0,05$; $^{**}-P<0,01$; $^{***}-P<0,001$.

За даними літератури, кролі характеризуються високою чутливістю до

гіпертермії: за температури повітря 42–43 °С у них поступово формується стан теплового стресу, тоді як при 44–45 °С спостерігається критичне перевантаження терморегуляторних механізмів, що може призводити до летальних наслідків. Натомість низькі температури в межах –30–40 °С тварини переносять відносно стійко, хоча такі умови супроводжуються зниженням інтенсивності відтворювальних процесів [22, 23, 24].

Одним із показників, що характеризують фізіологічний стан організму тварин, є їх життєздатність і показники маси тіла. Протягом дослідів та після завершення проводили облік продуктивності тварин: збереженість поголів'я у всіх групах становило 100 %. Показники маси тіла кролів за різних температурних режимів наведені у табл. 2. За результатами отриманих досліджень встановлено, що на 60 добу життя – підготовчий період – маса тіла кролів усіх груп коливалася в межах 1120,0±18,1 – 1150,0±17,8 г.

Таблиця 2. Показники маси тіла кролів за різних температурних режимів, г; M±m; n=5

Вік, діб	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
60-а доба (початковий період)	1120,0±18,1	1130,2±15,3	1150,0±17,8
Через 5 діб	1400,6±20,4	1380,6±19,3	1490,8±16,4
Через 10 діб	1822,4±18,5	1690,0±23,9**	1748,2±19,6*

Через 5 діб експерименту у контрольній групі тварин маса тіла кролів становила 1400,6±20,4 г. В І-й дослідній групі була нижчою і становила 1380,6±19,3 г, на тлі вищого значення в ІІ-й дослідній групі.

Через 10 діб експерименту в контрольній групі тварин маса тіла становила 1822,4±18,5 г, на тлі нижчого значення в дослідних групах кролів. Вірогідне зниження маси тіла кролів на 4,1 % в ІІ-й дослідній групі пов'язано з зниженою температурою повітря у приміщенні. Також, відмічали підвищення споживання корму та зниження споживання води вдвічі, тваринами дослідної другої групи, порівняно з контролем. Наші дані узгоджуються з даними літератури, де вказано, що за суттєвого зниження температури (-20°С) кролі споживають більше корму, але ростуть менш інтенсивно [6].

Варто зазначити, що кролі відрізняється високою енергією росту в ранньому віці, здатністю досягати у 60 діб живої маси 2,0 кг, що можливо за умови повноцінного живлення, тобто збалансованості раціонів за всіма поживними складовими з урахуванням максимальної кількості лімітуючих компонентів корму та їх перетравності, а також оптимальних температурних умов [25, 26, 27]. Встановлено, якщо повітря в приміщенні прогрівається до 30°С і вище, тварини стають млявими, їхня репродуктивна здатність знижується, підвищується ризик теплових ударів і розвитку інфекційних захворювань [28, 29].

Отримані результати свідчать, що температурні показники поверхневих ділянок тіла кролів змінюються залежно від умов утримання, що відображає

адаптаційні механізми терморегуляції. Це підтверджує здатність організму кролів реагувати на коливання температурного режиму шляхом перебудови фізіологічних процесів, спрямованих на підтримання гомеостазу [30]. Температурний розподіл на поверхні тіла кролів характеризується наявністю окремих зон із різними показниками (табл. 3).

У контрольній групі серед усіх досліджуваних ділянок найвищі значення зафіксовано в області ока ($30,2 \pm 3,70$ °C) та основи вуха ($22,9 \pm 3,50$ °C). Такі високі температурні показники, на нашу думку, можуть бути пов'язані з високою функціональною активністю головного мозку, який забезпечує нервову регуляцію усіх органів і систем організму, і розташовується у даній ділянці. Інші ділянки тіла мали нижчі температурні показники, що свідчить про неоднорідність теплового поля та функціональну роль окремих зон у процесах терморегуляції.

Таблиця 3. Температура поверхневих ділянок тіла кролів за різних температурних режимів, °C; $M \pm m$; $n=5$

Ділянка тіла	Контроль	Дослід І	Дослід ІІ
Око	$30,2 \pm 3,70$	$37,4 \pm 3,32^*$	$31,7 \pm 3,84$
Основа вуха	$22,9 \pm 3,50$	$29,8 \pm 2,40^*$	$21,0 \pm 3,27$
Черевко	$18,5 \pm 2,08$	$23,6 \pm 3,20$	$10,4 \pm 2,80^*$
Пах	$17,6 \pm 2,50$	$25,2 \pm 2,60^*$	$13,8 \pm 2,75$
Груди	$16,0 \pm 3,41$	$27,4 \pm 2,84^*$	$15,5 \pm 2,91$
Задні кінцівки	$13,2 \pm 2,14$	$20,0 \pm 2,10^*$	$9,0 \pm 2,05^*$

За результатами отриманих досліджень встановлено, що у тварин дослідної І групи через 10 діб експерименту температура поверхневих ділянок тіла була вірогідно вищою в середньому на $23,8 - 35,5\%$ ($P < 0,05$), що може бути наслідком активізації механізмів терморегуляції для зниження теплового навантаження. Зокрема, вищою температурою поверхні тіла ($P < 0,05$) характеризувалися ділянка ока ($+23,8\%$), основа вуха ($+30,1\%$), ділянка паху ($+43,2\%$), грудна ділянка хребта ($+71,3\%$), задні кінцівки ($+51,5\%$) кролів.

У тварин дослідної ІІ групи через 10 діб експерименту температура ока, основи вуха та грудної ділянки хребта не відрізнялися від контролю, тоді коли температура черевної ділянки, ділянки паху та задніх кінцівок була вірогідно нижчою на $27,5 - 43,7\%$ ($P < 0,05$), що може бути результатом адаптаційних процесів або компенсаторного зниження метаболічної активності.

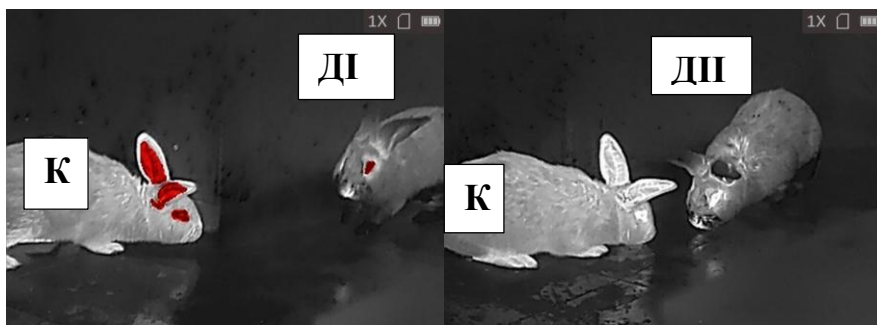
Оскільки поверхнева температура в різних анатомічних ділянках кролів є мінливою величиною, була проведена інфрачервона термографія за допомогою тепловізора. Під час аналізу термограми у чорно-білій палітрі інтенсивність забарвлення прямо корелює з температурними показниками: світлі ділянки відображають зони з вищою температурою, тоді як темніші відповідають нижчим значенням. У райдужній палітрі синій колір позначає області з низькою температурою, зелений відповідає кімнатним умовам, а максимальні температури відображаються відтінками червоного та білого.

На рис.1 наведено термограму тварин у чорно-білій палітрі. Під час

розшифровки термограми у чорно-білій палітрі: що темніший колір, то вище температура. Отже, фіолетовий і темно-синій/чорний кольори вказують на нижчі температури, оскільки вони випромінюють менше тепла та інфрачервоного випромінювання.

На рис. 1.А наведено термограми кроликів контрольної та дослідної І групи. Аналіз демонструє відмінності у розподілі температурних зон. У тварини контрольної групи вушні раковини та кінцівки характеризуються темним забарвленням, що відповідає нижчим температурним показникам, тоді як поверхня тулуба та основа вух відображені у сірому кольорі. Ділянка очей позначена червоним кольором, що свідчить про підвищену температуру. У кролика дослідної І групи поверхня тулуба та основа вух мають сіре забарвлення, кінцівки – біле, що відповідає вищим температурним значенням, а вушні раковини та очі також позначені червоним кольором, що вказує на локальне підвищення температури у цих ділянках.

На рис. 1.Б наведено термограми кроликів контрольної та дослідної ІІ групи. Візуальний аналіз палітри свідчить про відмінності у розподілі температурних зон. У тварин контрольної групи вушні раковини та кінцівки характеризувалися темним забарвленням, що відповідає нижчим температурним показникам, тоді як поверхня тулуба та основа вух відображені у сірому кольорі, а ділянка очей – у білому, що вказує на вищу температуру. У кролика дослідної ІІ групи поверхня тулуба, основа вух та кінцівки мають сіре забарвлення, тоді як вушні раковини та очі позначені білим кольором, що свідчить про підвищені температурні значення у цих ділянках.



А. Кролі контрольної та дослідної І групи

Б. Кролі контрольної та дослідної ІІ групи

Рис. 1. Термограма тварин у чорно-білій палітрі через 10 діб експерименту

На рис. 2 наведено термограму, відображену у кольоровій шкалі. Кольорова інтерпретація демонструє градієнт температурних значень: від низьких (сині відтінки) до середніх (зелені) та високих (червоні й білі). Такий розподіл кольорів дозволяє чітко ідентифікувати ділянки з різним рівнем теплової активності.

Аналіз термограм показав чіткі відмінності між контрольними та дослідними групами. У контрольних кроликів основа вух та ділянка очей

відображалися білим кольором, що відповідає локальному підвищенню температури, тоді як тулуб і кінцівки здебільшого мали червоне забарвлення, а нижня частина тулуба іноді проявлялася у синіх відтінках, що свідчить про зниження температури. У тварин дослідної I групи спостерігалось більш виражене підвищення температури: червоний та білий кольори охоплювали не лише очі й основу вух, але й поверхню тулуба та кінцівки, що вказує на розвиток теплового стресу. У кроликів дослідної II групи відзначено інший характер розподілу температури: білий колір локалізувався лише в ділянці очей, тоді як тулуб і вуха мали червоне забарвлення, а кінцівки та нижня половина тулуба відображалися синім кольором, що свідчить про зниження температури у периферичних ділянках. Таким чином, у дослідній I групі переважає генералізоване підвищення температури, тоді як у дослідній II групі спостерігається контрастний розподіл із локальним перегріванням центральних зон та охолодженням периферії.



А. Кролі контрольної групи

Б. Кролі дослідної I групи

В. Кролі дослідної II групи

Рис. 2. Термограма тварин у райдужній палітрі через 10 діб експерименту

Результати термографічного аналізу показали наявність вираженого теплового стресу у тварин I дослідної групи. Для них характерне генералізоване підвищення температури, що відображається у червоному та білому забарвленні більшості анатомічних ділянок (тулуб, кінцівки, вушні раковини, очі). Такий розподіл температурних зон свідчить про системне порушення механізмів терморегуляції та підтверджує розвиток теплового навантаження в умовах експерименту.

Отже, результати дослідження показали, що температурні режими довіклля мають виражений вплив на клінічний та фізіологічний стан кролів. Зокрема, підвищена температура зумовлює розвитку теплового навантаження та системного порушення терморегуляції, тоді як понижена температура викликає холодний стрес із характерними компенсаторними реакціями, спрямованими на підтримання гомеостазу. Інфрачервона термографія доводить свою ефективність як інформативний та не інвазивний метод оцінки фізіологічного стану кролів за різних умов утримання. Це підтверджує доцільність використання у практиці ветеринарної медицини та наукових

дослідженнях для ранньої діагностики стресових станів, моніторингу адаптаційних процесів та оптимізації умов утримання тварин.

Висновки. 1. Клінічний та фізіологічний стан організму кролів за різних температурних режимів відзначається суттєвими відмінностями основних параметрів, що відображають адаптаційні реакції організму та здатність підтримувати гомеостаз в умовах коливань мікроклімату.

2. У кролів I дослідної групи, яких утримували у приміщенні за періодично підвищених температур довкілля 28-30 °С, через 10 діб експерименту виявлено підвищення температури тіла на 2,8 %, частоти пульсу на 20,8 % ($P<0,01$), дихання ($P<0,01$), на тлі зниження маси тіла ($P<0,01$). Встановлено, зниження споживання корму та підвищення споживання води вдвічі, порівняно з контролем. Встановлено підвищення температури поверхневих ділянок тіла (око, основа вуха, черевна ділянка, ділянка паху, грудна ділянка хребта, задні кінцівки) в середньому на 23,8 – 35,5% ($P<0,05$).

3. У кролів II дослідної групи, яких утримували у приміщенні за понижених температур довкілля 2-5 °С, через 10 діб експерименту виявлено зниження температури тіла на 3,6 %, підвищення частоти пульсу на 15,0 % ($P<0,05$) без змін у частоті дихання, на тлі зниження маси тіла на 4,1 % ($P<0,05$), підвищення споживання корму та зниження споживання води вдвічі, порівняно з контролем. Встановлено зниження температури черевної ділянки, ділянки паху та задніх кінцівок на 27,5 – 43,7 % ($P<0,05$).

4. За результатами термографічного аналізу у дослідній I групі переважає генералізоване підвищення температури, тоді як у дослідній II групі спостерігається контрастний розподіл із локальним перегріванням центральних зон та охолодженням периферії.

Література

1. Аксьонов Є.О. (2017). Розвиток кролівництва в Україні та світі (оглядова). Науково-технічний бюлетень ІТ НААН116: 15–21.
2. Aggarwal A, Upadhyay R.C. (2012). Heat stress and animal productivity. Springer, New Delhi. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-0879-2>
3. Kearney, M. (2009). The potential for behavioral thermoregulation to buffer “cold-blooded” animals against climate warming. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America106, 3835–3840
4. Башенко М.І., Гончар О.Ф., Шевченко Є.А. (2018). Кролівництво Чорнобай : Чорнобаївське КПП: 308 с.
5. Пабат В.О., Вінничук Д.Т., Гончаренко І.В., Агій В.М. (2018). Кролівництво з основами генетики та розведення. Київ:164 с.
6. Jonathan A. Akin J.A. (2011). Homeostatic Processes for Thermoregulation.Nature Education Knowledge. 3 (10):7.
7. Ковальчук І.І., Проданчук О.В., Лесик Я.В., Цап М.М., Пилипець А.З., Колотницький В.А. (2024). Фізіолого-біохімічні показники крові за випоювання нанотехнологічного цитрату Se. Ефективне кролівництво і звірівництво. 10:144-156.
8. Кучерявий В. П., Штенська О. Б., Ванжула Ю. І. (2016). Морфологічні та біохімічні показники крові відгодівельного молодняка кролів. Науковий вісник

Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 18 (2): 124-128.

9. Лесик Я. В., Федорук Р. С. (2013). Фізіолого-біохімічні показники крові і продуктивність кролів за згодовування малих кількостей цитрату і хлориду хрому. Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. 14 (3–4): 29–34.

10. Юзьвяк М.О., Лесик Я.В., Салига Ю.Т. (2025). Вплив наночастинок цитрату цинку, селену і германію на показники антиоксидантної активності організму кролів за умов теплового стресу. Фізіологічний журнал 71 (2): 67-76. <https://doi.org/10.15407/fz71.02.067>

11. 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. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.01.002>

12. El-Ratel IT, Mekawy A, Hassab SHM, Abdelnour S. (2025). Enhancing growing rabbit heat stress resilience through dietary supplementation with natural antioxidants. *BMC Vet Res.* 2025 18;21 (1):28.

13. 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. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02191-0>

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: 18. 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.

17. Юзьвяк М.О., Лесик Я.В. (2024). Клінічні параметри організму кролів за умов теплового стресу та впливу наночастинок цинку, селену і германію цитратів. Ефективне кролівництво і звірівництво. 10169-184. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.169-184> .

18. V de Lima V, Piles M, Rafel O, López-Béjar M, Ramón J, Velarde A, Dalmau A. (2013). Use of infrared thermography to assess the influence of high environmental temperature on rabbits. *Res Vet Sci.* 95 (2):802-10. doi: 10.1016/j.rvsc.2013.04.012.

19. Rekant SI, Lyons MA, Pacheco JM, Arzt J, Rodriguez LL. (2016). Veterinary applications of infrared thermography. *Am J Vet Res.* 77 (1):98-107. doi: 10.2460/ajvr.77.1.98.

20. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. 1986. Council of Europe, Strasbourg

21. Петровська І, Салига Ю, Вудмаска І. (2022). Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ: Аграрна наука, 172.
22. Boiko, O. V., Honchar, O. F., Lesyk, Y. V., Kovalchuk, I. I., Gutyj, B. V., & Dychok-Niedzielska, A. Z. (2021). Effect of consumption of I, Se, S and nanoaquacitrates on hematological and biochemical parameters of the organism of rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12 (2), 335–340.
23. Jimoh, O.A., Ewuola, E.O. (2018). Thermophysiological traits in four exotic breeds of rabbit at least temperature-humidity index in humid tropics. *JoBAZ*. 79: 18. <https://doi.org/10.1186/s41936-018-0031-9>
24. 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. *Frontiers in Veterinary Science*, 9:906084.
25. Федорченко М. М. (2020). Інтенсивність росту молодняку кролів новозеландської породи за згодовування вітамінно-мінеральної добавки. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116. Ч. 2. С. 147–153.
26. Yuzviak M.O, Lesyk Y. V., Salyha Y. T. (2025). The antioxidant system in rabbit under combine action of severe heat stress and nanoparticles of zinc, selenium, and germanium citrate. *Ukr. Biochem. J.*, Vol. 97, N 2, pp. 59-69. doi: <https://doi.org/10.15407/ubj97.02.059>
27. Небилиця М.С., Бойко О.В. (2019). Обґрунтувати використання розподіленої системи контролю повітряного середовища тваринницьких приміщень. *ЗНП Ефективне кролівництво і звірівництво*. 5: 99-117.
28. Szendro Z., McNitt J. I., Matics Z. (2016). Alternative and enriched housing systems for breeding does: A review. *World Rabbit Science*. 24 (1). P. 1–14.
29. Yuzviak, M., Lesyk, Ya., Luchka, I., Denys, H., & Salyha, Yu. (2024). The effects of zinc citrate, selenium citrate, and germanium citrate on hematological parameters of rabbits under heat stress. *Studia Biologica*, 18 (3), 69–86. doi: <https://doi.org/10.30970/sbi.1803.790>
30. Belhadj Slimen I, Najar T, Ghram A and Abdrabba M. (2015). Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 100 (3): 401–412. DOI: 10.1111/jpn.12379.

References

1. Aksonov Ye.O. (2017). Rozvytok krolivnytstva v Ukraini ta sviti (ohliadova). *Naukovo-tekhnichnyi biuleten IT NAAN* 116: 15–21.
2. Aggarwal A, Upadhyay R.C. (2012). Heat stress and animal productivity. Springer, New Delhi. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-0879-2>
3. Kearney, M. (2009). The potential for behavioral thermoregulation to buffer “cold-blooded” animals against climate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106, 3835–3840
4. Bashchenko M.I., Honchar O.F., Shevchenko Ye.A. (2018). *Krolivnytstvo Chornobai : Chornobaivske KPP*: 308 s.
5. Pabat V.O., Vinnychuk D.T., Honcharenko I.V., Ahii V.M. (2018). *Krolivnytstvo z osnovamy henetyky ta rozvedennia*. Kyiv: 164 s.
6. Jonathan A., Akin J.A. (2011). Homeostatic Processes for Thermoregulation. *Nature Education Knowledge*. 3 (10):7.

7. Kovalchuk I.I., Prodanchuk O.V., Lesyk Ya.V., Tsap M.M., Pylypets A.Z., Kolotnytskyi V.A. (2024). Fiziolo-ho-biokhimichni pokaznyky krovi za vypoivuvannia nanotekhnolohichnoho tsytratu Se. Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo. 10:144-156.
8. Kucheriavyy V. P., Shtenska O. B., Vanzhula Yu. I. (2016). Morfolohichni ta biokhimichni pokaznyky krovi vidhodivelnoho molodniaku kroliv. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriya: Silskohospodarski nauky.18 (2): 124-128.
9. Lesyk Ya. V., Fedoruk R. S. (2013). Fiziolo-ho-biokhimichni pokaznyky krovi i produktyvnist kroliv za zghodovuvannia malykh kilkostei tsytratu i khlorydu khromu. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu biolohii tvaryn i Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetpreparativ ta kormovykh dobavok. 14 (3–4): 29–34.
10. Yuzviak M.O., Lesyk Ya.V., Salyha Yu.T. (2025). Vplyv nanochastynok tsytratu tsynku, seleni i hermaniiu na pokaznyky antyoksydantnoi aktyvnosti orhanizmu kroliv za umov teplovoho stresu.Fiziolohichniy zhurnal 71 (2): 67-76. <https://doi.org/10.15407/fz71.02.067>
11. 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. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.01.002>
12. El-Ratel IT, Mekawy A, Hassab SHM, Abdelnour S. (2025). Enhancing growing rabbit heat stress resilience through dietary supplementation with natural antioxidants. BMC Vet Res. 2025 18;21 (1):28.
13. 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. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02191-0>
14. Marai I. F. M, Haebe 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. Thermophysiological traits in four exotic breeds of rabbit at least temperature-humidity index in humid tropics. JoBAZ. 2018. 79: 18. 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.
17. Yuzviak M.O., Lesyk Ya.V. (2024). Klinichni parametry orhanizmu kroliv za umov teplovoho stresu ta vplyvu nanochastynok tsynku, seleni i hermaniiu tsytrativ. Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo. 10:169-184. DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2024.10.169-184>.
18. V de Lima V, Piles M, Rafel O, López-Béjar M, Ramón J, Velarde A, Dalmau A. (2013). Use of infrared thermography to assess the influence of high environmental temperature on rabbits. Res Vet Sci. 95 (2):802-10. doi: 10.1016/j.rvsc.2013.04.012.
19. Rekant SI, Lyons MA, Pacheco JM, Arzt J, Rodriguez LL. (2016) Veterinary applications of infrared thermography. Am J Vet Res.77 (1):98-107. doi: 10.2460/ajvr.77.1.98.

20. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. 1986. Council of Europe, Strasbourg
21. Petrovska I, Salyha Yu, Vudmaska I. (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: navchalno-metodychnyi posibnyk. Kyiv: Ahrarna nauka, 172.
22. Boiko, O. V., Honchar, O. F., Lesyk, Y. V., Kovalchuk, I. I., Gutyj, B. V., & Dychok-Niedzielska, A. Z. (2021). Effect of consumption of I, Se, S and nanoaquacitrates on hematological and biochemical parameters of the organism of rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12 (2), 335–340.
23. Jimoh, O.A., Ewuola, E.O. (2018). Thermophysiological traits in four exotic breeds of rabbit at least temperatu
24. 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. *Frontiers in Veterinary Science*, 9:906084.
25. Fedorchenko M. M. (2020). Intensyvnyy rostu molodniaku kroliv novozelandskoi porody za zghodovuvannya vitaminno-mineralnoi dobavky. *Tavriyskiy naukovyi visnyk*. 2020. № 116. Ch. 2. S. 147–153.
26. Yuzviak M.O, Lesyk Y. V., Salyha Y. T. (2025). The antioxidant system in rabbit under combine action of severe heat stress and nanoparticles of zinc, selenium, and germanium citrate. *Ukr. Biochem. J.*, Vol. 97, N 2, pp. 59-69. doi: <https://doi.org/10.15407/ubj97.02.059>
27. Nebylytsia M.S., Boiko O.V. (2019). Obgruntuvaty vykorystannia rozpodilenoï systemy kontroliu povitrianoho seredovyshcha tvarynnytskykh prymishchen. *ZNП Efektyvne krolivnytstvo i zvirivnytstvo*. 5: 99-117.
28. Szendro Z., McNitt J. I., Matics Z. (2016). Alternative and enriched housing systems for breeding does: A review. *World Rabbit Science*. 24 (1). P. 1–14.
29. Yuzviak, M., Lesyk, Ya., Luchka, I., Denys, H., & Salyha, Yu. (2024). The effects of zinc citrate, selenium citrate, and germanium citrate on hematological parameters of rabbits under heattress. *Studia Biologica*, 18 (3), 69–86. doi: <https://doi.org/10.30970/sbi.1803.790>
30. Belhadj Slimen I, Najar T, Ghram A and Abdrabba M. (2015). Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 100 (3): 401–412. DOI: 10.1111/jpn.12379.

UDC 636.92.053.112.385.4

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.185-198>CLINICAL PARAMETERS OF RABBITS UNDER DIFFERENT
TEMPERATURE CONDITIONS

Kovalchuk I.I., Kolomiets I.A., Pundyk T.O.

*Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of
Lviv, Lviv, irena.kovalchuk@ukr.net*

In modern conditions of intensive animal husbandry, research into the impact of ambient temperature conditions on the clinical and physiological state of farm animals is of particular importance, since the microclimate determines their level of productivity and resistance to disease. This is especially true for rabbits, which are extremely sensitive to changes in temperature and humidity, leading to metabolic disorders and reduced viability. The aim of the study was to determine the nature of changes in the main physiological parameters of rabbits under conditions of periodically elevated temperature (28–30 °C) and reduced temperature (2–5 °C) for ten days of the experiment, as well as to evaluate the informative value of infrared thermography as a non-invasive method for diagnosing heat and cold stress. The results obtained indicate that environmental temperature conditions have a significant impact on the clinical and physiological condition of rabbits. The study found that rabbits in the experimental group, which were kept at elevated temperatures, had a 2.8% increase in body temperature, a 20.8% increase in heart rate ($P<0.01$), an increase in respiratory rate ($P<0.01$), and a significant decrease in body weight ($P<0.01$). A decrease in feed consumption and a doubling of water consumption compared to the control group were observed, indicating a disturbance in the water-feed balance. Thermography data showed an increase in the temperature of the surface areas of the body (eye, base of the ear, abdominal area, groin, thoracic spine, hind limbs) ($P<0.05$), confirming the development of heat stress and systemic thermoregulation disorders. In rabbits of the experimental group II, which were kept at low temperatures, a decrease in body temperature by 3.6%, an increase in heart rate by 15.0% ($P<0.05$) without changes in respiratory rate, and a decrease in body weight by 4.1% ($P<0.05$) were observed. An increase in feed consumption and a twofold decrease in water consumption compared to the control group were observed, indicating compensatory reactions of the body to cold stress. According to thermography data, rabbits in group II showed a decrease in the temperature of the abdominal area, groin, and hind limbs by 27.5–43.7% ($P<0.05$), confirming the cooling of peripheral areas of the body and the body's adaptation to low temperatures.

Keywords: rabbits, clinical indicators, temperature, pulse, respiration, infrared thermography, thermal imager

УДК 636.92.612.1.612.3

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.199-211>**ВПЛИВ НАНОСПОЛУКИ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОЛІВ ЗА РОЗВИТКУ ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ**¹Лесик Я. В., доктор ветеринарних наук, професор,²Юзьяк М. О., аспірант,²Денис Г. Г., кандидат с.-г. наук,²Хомин М.М., кандидат біол. наук, с. н. с.,²Кисців В.О., кандидат с.-г. наук.

¹Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,
м. Дрогобич; lesykyv@gmail.com

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів.

Застосування традиційних технологічних способів для зниження теплового стресу в кролівництві є неефективним на відміну від різноманітних аліментарних добавок у раціоні. Експерименти виконані на молодняку кролів аналогів породи термонська біла від 35-ї до 78-ї доби життя. Кролів утримували в умовах віварію, де створили умови підвищеної температури довкілля (помірний і сильний тепловий стрес), за обрахунком температурно-вологісний індекс становив у межах від 28,1 до 29,9 °С та відносної вологості від 84,3 до 85,7 %. Для проведення дослідження було сформовано контрольну групу кролів, яких утримували на стандартному гранульованому комбікормі, виготовленому в умовах господарства та воді досхочу. Кролі I, II і III дослідних груп споживали, такі ж комбікорми, як у контролі, проте впродовж 24 годин з водою отримували: I 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. Показники крові кролів досліджували на 14-ту добу підготовчого періоду та на 14-ту і 29-ту доби дослідження за умов помірного та сильного теплового стресу. Встановлено, що найбільше виражений вплив на зміну гематологічних показників крові кролів відзначили за додавання до раціону цинку цитрату й селену цитрату ці зміни були більше відображені за умов сильного теплового стресу і характеризувалися вищим вмістом еритроцитів, гемоглобіну, гематокриту, лейкоцитів та окремих їх форм впродовж дослідження. Вплив германію цитрату відзначився менше вираженими змінами у порівнянні з іншими застосованими добавками стосовно контролю, що позначилося підвищенням рівнем гемоглобіну за умов помірного теплового стресу та кількості лейкоцитів, моноцитів та гранулоцитів за умов сильного теплового стресу на 14-ту та 29-ту добу експерименту.

Ключові слова: кролі, клітини крові, цитрати мікроелементів, тепловий стрес.

Актуальність. В умовах глобального потепління, аномальні температури довкілля призводять до теплового стресу і становлять загрозу для галузі тваринництва [3]. За даними звіту Всесвітньої метеорологічної організації прогнозується, що середня глобальна температура в період з 2025 по 2029 роки перевищить 1,5 °C, що матиме серйозні наслідки для тваринництва [7]. Кролі за біологічними особливостями є чутливими до високих температур довкілля, у них густий шерстяний покрив та відсутні потові залози, температуру тіла регулюють за рахунок теплообміну з повітрям через вуха, за таких умов процеси терморегуляції у них обмежені [10]. Оптимальна температура для кролів – від 18 до 21 °C, а вологості – від 55 до 65 %. Високі температури довкілля порушують фізіологічну і метаболічну активність організму, що викликає оксидативний стрес, погіршує показники росту й розвитку, призводить до економічних втрат у кролівництві [4]. У тваринництві, зокрема кролівництві, застосовують різноманітні технологічні рішення, що потребує радикальних змін у реконструкції будівель та систем забезпечення відповідних функцій, це призводить до значних економічних витрат. Альтернативою є впровадження різноманітних аліментарних чинників, це уведення різноманітних добавок з біологічно активних речовин до раціону, які економічно є дешевшими й забезпечують рентабельність. Одним із перспективних способів є використання мінеральних речовин в органічній сполуці наночастинок, виготовлених за допомогою методів нанотехнології, що у порівнянні з неорганічними їх солями володіють широким спектром біологічної дії і характеризуються високою поверхневою і каталітичною активністю, низькою токсичністю та адсорбуючими властивостями. Тому, дослідження морфологічних показників крові кролів за впливу теплового стресу та його пом'якшення за вypoвoвання сполуки наночастинок цинку, селену та германію цитратів є актуальним, що може призвести до рентабельності кролівництва в умовах глобального потепління.

Мета дослідження – з'ясувати вплив вypoвoвання цинку, селену та германію цитратів на морфологічні параметри крові кролів після відлучення за умов помірного та сильного теплового стресу.

Матеріали та методи. Тварин утримували в приміщенні віварію у сітчастих клітках розміром 50×120×30 см. Впродовж експерименту 4 години на добу підвищували температуру в приміщенні за допомогою регульованих електричних нагрівачів повітря, що створювало умови теплового стресу. За умов помірного теплового стресу кролів утримували за температури від 27,8 до 28,9 °C та відносної вологості від 83,4 до 87,7 %. За умов сильного теплового стресу, температура становила від 28,9 до 30,0 °C та відносної вологості від 78,1 до 87,4%. Для оцінки температурно-вологісного індексу (ТВІ) використовували вимірювально-обчислювальний комплекс (ВОК) АПСЕ-М 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 (Патент № 127047) [1]. Тварин для дослідження формували у групи по 6 гол. (контрольна і три дослідні), середньою масою тіла 980±50 г за помірного теплового стресу та 1200±50 г за умов сильного теплового стресу. Кролі контрольної групи

отримували основний раціоні із стандартним збалансованим гранульованим комбікормом і водою без обмежень. Кролі I, II і III дослідних груп споживали, такі ж комбікорми, як у контролі, проте впродовж 24 годин з водою отримували: I 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. Використання окремих поїлок для кожної тварини та розміщення тварин індивідуально у клітці дозволило контролювати кількість спожитої води та заданої сполуки, кожним кролем.

Показники крові кролів досліджували на 14-ту добу підготовчого періоду та на 14-ту і 29-ту доби дослідження за умов помірного та сильного теплового стресу. На 14-ту добу підготовчого періоду у кролів проводили відбір крові для з'ясування біохімічних показників за відсутності теплового стресу та добавок у раціоні. Підготовчий період тривав 14 діб і був необхідний для адаптації тварин до умов віварію. Вибір 14 діб забезпечило достатньо часу для того, щоб тварини адаптувалися до нових умов утримання, і дозволило забезпечити стабільні показники, з якими можна було порівнювати дані у дослідному періоді. У наступні 14-ту і 29-ту добу експерименту досліджували вплив теплового стресу та його пом'якшення за впоювання цитратної сполуки наночастинок мікроелементів.

Для досліджень клітин крові відбирали її з крайової вушної вени кролів у пробірці з антикоагулянтом етилендіамінтетраацетат (EDTA-K^{2+}) і визначали загальну кількість еритроцитів та еритроцитарні індекси: абсолютний вміст еритроцитів, середній об'єм еритроцита, гематокрит, середній вміст гемоглобіну в еритроциті, середню концентрацію гемоглобіну в еритроциті, ширину розподілу еритроцитів за об'ємом; кількість лейкоцитів та їхні форми – лімфоцити, моноцити, гранулоцити; кількість тромбоцитів та тромбоцитарні індекси: абсолютний вміст тромбоцитів, середній об'єм тромбоцитів, тромбоцитів, відносну ширину розподілу тромбоцитів за об'ємом за допомогою автоматичного гематологічного аналізатора *OrpheeMythic 18* (Швейцарія) [12].

Узагальнення результатів дослідження проводили з використанням пакету програм «STATISTICA» 7.0 («Statsoft», США). Експериментальні дані виражали як середнє значення (M) $\pm$ та середньоквадратичне відхилення (SD). Отриманні результати дослідження перевірили на нормальність розподілу даних за критерієм Шапіро–Вілка. Результати розраховували дисперсійним аналізом (ANOVA), для виявлення статистичних відмінностей між контрольною та дослідними групами використовували апостеріорний критерій (*post-hoc test*) – метод *Tukey HSD*, відмінності вважали достовірними при $P \leq 0,05$.

Результати досліджень. Результати досліджень температури, вологості та їхнього співвідношення контролювали впродовж дослідження. Так, середня вологість і температура повітря віварію, під час підготовчого періоду за умов помірного та сильного теплового стресу відповідно становила 59 % і 19,7 °C та 81,6 % і 19,8 °C (рис. 1).



Рис. 1. Параметри мікроклімату за помірною та сильного теплового стресу

Отримане значення ТВІ відповідало 19,0 і 19,4, що свідчить про відсутність теплового стресу впродовж підготовчого періоду експерименту. Відповідно до мети дослідження, показники середньої температури у приміщенні за 14 діб дослідного періоду за умов помірною та сильного теплового стресу відповідно становили 28,8 °C та вологості – 85,7 % та 29,9 °C, вологості 85,6 %, ТВІ за період дослідження відповідно дорівнював 28,2 та 29,2. На 29 добу дослідного періоду середні значення вологості та температури за умов помірною та сильного теплового стресу відповідно були 86,2 % та 28,7 °C та 84,3 % та 29,9 °C. ТВІ становив 28,1 та 29,1, що згідно з формулою вказує на параметри помірною та сильного теплового стресу у завершальному періоді застосування добавок [11].

Аналіз даних добових показників мікроклімату приміщення, де утримувались кролі за дослідний період показав, що рівень аміаку знаходився в допустимих межах від 2 до 11 мг/м³, що відповідає нормативним показникам не більше 20 мг/м³ (ВНТП-АПК-05.07). Рівень вуглекислого газу за досліджуваний період коливався в межах від 521 до 1427мг/м³ при встановленому нормативі 2000 мг/м³ (ВНТП-АПК-05.07). Рівень метану коливався в діапазоні від 52 до 784 мг/м³, що не нормується у кролівництві. Сірководню та озону не зафіксовано у приміщенні, де утримувались кролі за період експерименту.

Випоювання кролям цинку цитрату та селену цитрату в крові відповідно збільшує кількість еритроцитів на 22,2 (p<0,01) та 20,2 % (p<0,05) порівняно з контролем на завершальному етапі дослідження, що може свідчити про стимулюючий вплив на процеси еритропоезу (рис. 2). Аналіз одержаних результатів концентрації гемоглобіну у тварин I, II, III групи був відповідно вищим на 16,3 %, (p<0,01), 28,5 % (p<0,001), 21,9 % (p<0,001) на 29 добу

дослідження. Відсоток гематокритної величини за вypoювання добавок цитратів мікроелементів підвищився у крові кролів I і II дослідних груп відповідно на 27,3 %, ($p<0,01$) і 20,7 % ($p<0,05$) на 29 добу експерименту. Отримані дані збільшення концентрації гемоглобіну та відсотка гематокритної величини у крові кролів безпосередньо корелюють з кількістю еритроцитів.

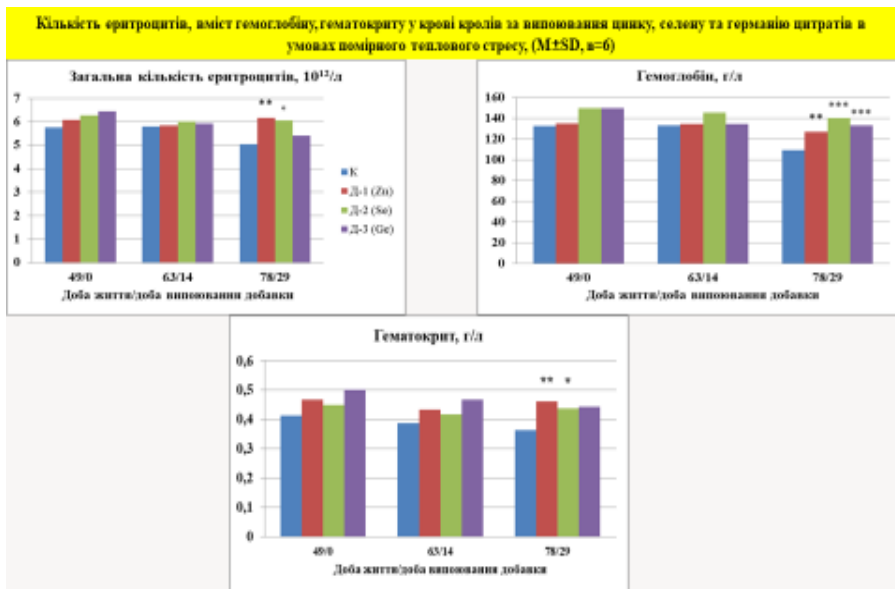


Рис. 2. Показники вмісту еритроцитів, гемоглобіну та гематокриту у крові кролів за умов помірного теплового стресу

Примітка: у цьому та наступних рисунках статистично вірогідні різниці враховували порівняно з контрольною групою: * – $P\leq 0,05$; ** – $P\leq 0,01$; *** – $P\leq 0,001$.

Визначення морфологічних показників крові кролів за умов сильного теплового стресу свідчить, що отримані результати верхніх та нижніх параметрів були у межах фізіологічних значень [9]. Аналіз одержаних результатів абсолютного вмісту еритроцитів показує, що у крові кролів I та II дослідних груп їх кількість була відповідно вищою на 16,4 % ($p<0,05$) і 13,6 % ($p<0,05$) та 19,9 % ($p<0,01$) і 14,5 % ($p<0,05$) на 14 і 29 добу дослідження порівняно з контрольною групою (рис. 3). У крові тварин III дослідної групи, яким застосовували германію цитрат у кількості 12,5 мкгGe/кг маси тіла абсолютний вміст еритроцитів був вірогідно вищим на 15,3 % ($p<0,05$), стосовно контрольної групи лише на 14 добу експерименту, що може свідчити про виражену дію органічних мікроелементів на організм кролів упродовж тривалішого періоду.

Відомо, що в умовах підвищених температур організм кролів потребує більшої кількості Оксигену за рахунок інтенсивнішого обміну речовин [6],

нашими дослідженнями встановлено позитивний вплив застосованих цитратів мікроелементів на вміст гемоглобіну, який був більше виражений на першому етапі дослідження у всіх дослідних групах, ніж у другому. Так, у крові кролів I, II та III груп вміст гемоглобіну був вищим відповідно на 20,8; 21,6 і 19,5 % ($p<0,001$) на 14-ту добу дослідження порівняно з контролем. На 29-ту добу дослідження при застосуванні мікроелементів у крові тварин I, II та III дослідних груп відзначено підвищення рівня гемоглобіну на 11,1 ($p<0,01$), 12,5 ($p<0,01$) та 9,7 % ($p<0,05$) відповідно. Слід зазначити, що дія цитрату германію відзначалася дещо нижчими рівнями досліджуваного показника. Це на нашу думку, може залежати від спожитої кількості, наномікроелементів, які мають високу каталітичну активність, але їх доступність в організмі залежить від дози у раціоні.

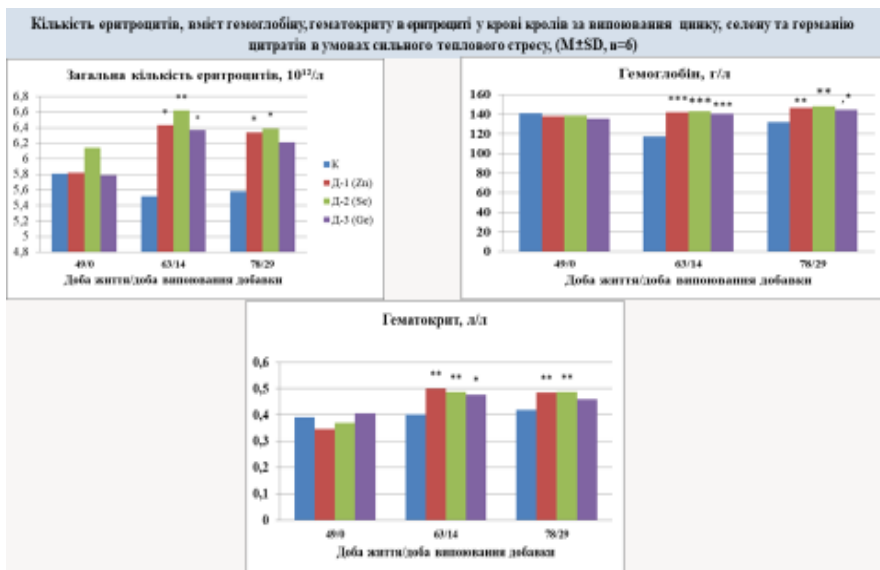


Рис. 3. Показники вмісту еритроцитів, гемоглобіну та гематокриту у крові кролів за умов сильного теплового стресу

У крові кролів I та II груп відзначено достовірні зміни показників гематокриту відповідно на 24,1 та 15,7 % ($p<0,01$) і 21,1 та 16,5 % ($p<0,01$) впродовж дослідження. Менш виражений вплив на вміст формених елементів у загальному об'ємі крові спостерігався при вживанні германію цитрату, який у крові кролів відзначався вірогідним підвищенням на 18,6 % ($p<0,05$) на першому етапі дослідження порівняно з контрольною групою. Таким чином, досліджувані цитрати мікроелементів, можуть стимулювати процес еритропоезу, що призводить до збільшення кількості еритроцитів у крові кролів.

Лейкоцити є клітинами захисної системи організму і їх рівень був в межах фізіологічних величин [9], однак кількісне їх зменшення в дослідних групах,

може свідчити про відсутність алергічної реакції або знижений ризик виникнення запалення за випоювання добавок. Дослідженнями встановлено, що у крові кролів I і II дослідних груп зменшилась кількість лейкоцитів відповідно на 9,01 ($p<0,05$) і 7,95 % ($p<0,05$) та лімфоцитів 11,3 ($p<0,05$) і 12,5 % ($p<0,05$) на завершальному етапі дослідження (рис. 4).

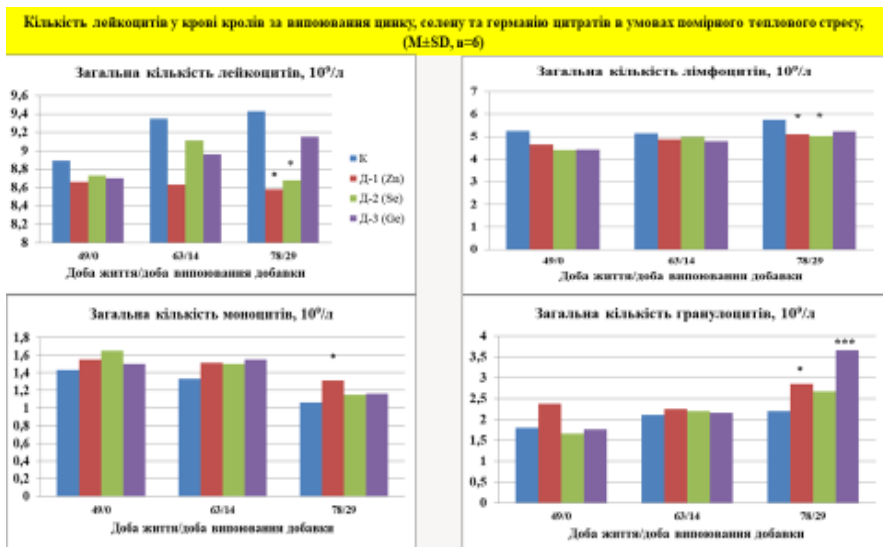


Рис. 4. Параметри вмісту клітин білої крові кролів за умов помірного теплового стресу

Знижений рівень лімфоцитів у період дослідження, може вказувати на менший ризик розвитку гострого запалення та зменшує ризик захворювань під впливом цитратів мікроелементів [12]. Використання добавки цинку цитрату зумовило підвищення вмісту моноцитів у крові кролів на 23,5 % ($p<0,05$) на 29 добу експерименту. Цинк є важливим мікроелементом, який приймає участь у регуляції імунної системи. Він сприяє розвитку та функціонуванню імунних клітин, включаючи моноцити [11, 13]. Підвищений вміст моноцитів, може вказувати про активацію імунної системи, яка відповідає на стресові умови, у тому числі й тепловий стрес. Тому, на нашу думку збільшений вміст моноцитів є результатом імунної відповіді, шляхом вироблення цитокинів, які активують реакцію імунофізіологічної системи за умов помірного теплового стресу.

Випоювання цитратів мікроелементів позначилось у крові кролів I і II дослідних підвищенням абсолютного вмісту гранулоцитів відповідно на 30 ($p<0,05$) і 66,3% ($p<0,001$) на 29-ту добу експерименту. Додавання до раціону кролів цинку, селену та германію цитрату зумовило вірогідні зміни щодо контрольної групи за відносним вмістом гранулоцитів на 13,5 % ($p<0,05$), 17,1 % ($p<0,01$) і 41,1 % ($p<0,001$) впродовж завершального періоду дослідження.

Лейкоцити є частиною імунної системи, що беруть участь у спадкових та набутих імунних реакціях [14]. Аналіз отриманих результатів кількості

лейкоцитів, свідчить про вірогідне зниження їх кількості в крові кролів I та II груп відповідно на 13,1 і 8,3 % ($p<0,05$) та 11,2 % ($p<0,05$) і 10,4 % ($p<0,01$) на 14-ту і 29-ту добу дослідження порівняно з контролем. Кролі III дослідної групи відзначилися зменшенням кількості лейкоцитів впродовж дослідження на 11,4 та 9,3 % ($p<0,05$) стосовно контролю (рис. 5). Зниження їхньої кількості може бути позитивним чинником реакції організму кролів та імунномодулюючий ефект застосування добавок у їх раціоні.

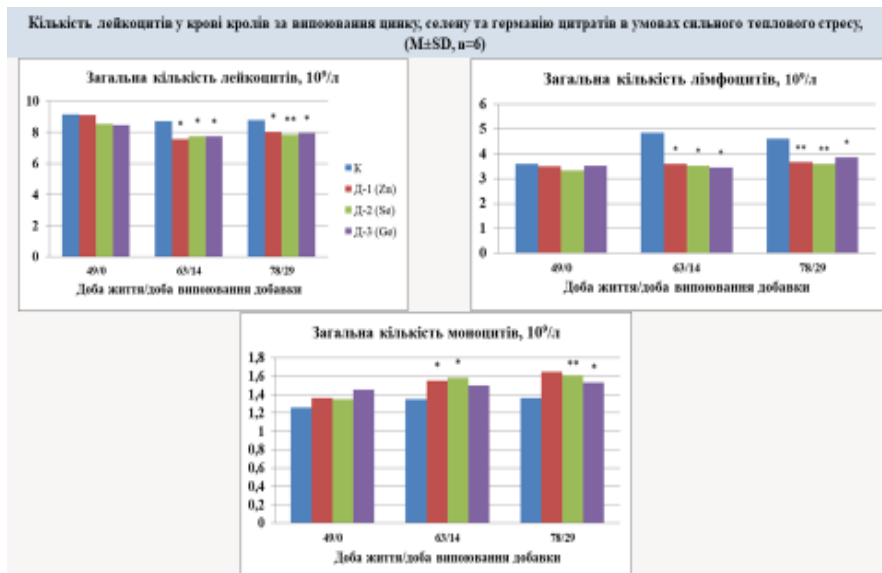


Рис. 5. Параметри вмісту клітин білої крові кролів за умов сильного теплового стресу

Основною функцією лімфоцитів є вироблення антитіл, при клітинно-опосередкованому лізисі вірусно-інфікованих та пухлинних клітин та регуляції імунної відповіді [8]. Абсолютний вміст лімфоцитів у крові кролів I, II і III дослідних груп вірогідно зменшувався, щодо контрольної групи на 25,9; 27,3 і 29,0 % ($p<0,05$) на 14 добу дослідження порівняно з контролем. Вірогідне зменшення лімфоцитів також спостерігається на 29-ту добу дослідження у крові кролів I, II і III дослідних груп, а саме на 20,4 ($p<0,05$), 21,7 і 16,0 % ($p<0,01$) відповідно до контрольної групи. Отримані зміни, можуть свідчити про імунномодулюючу дію наночастинок цинку та селену щодо зменшення алергічної реакції організму за умов сильного теплового стресу.

Моноцити захищають організм від патогенних мікроорганізмів, а при виявленні запальних процесів забезпечують імунну відповідь шляхом фагоцитозу [5]. Абсолютний вміст моноцитів вірогідно збільшився у крові кролів I і II дослідних груп на 14,8 ($p<0,05$) та 17,0 % ($p<0,01$) на 14 добу і на 21,3 ($p<0,01$) та 18,3 % ($p<0,05$) на 29 добу стосовно контролю. Такі результати, можуть вказувати про стимулюючий вплив на імунну відповідь для

регулювання клітинного гомеостазу в умовах теплового стресу, що викликає оксидативний стрес.

Висновки. 1. Випоювання кролям цинку цитрату з розрахунку 12,5 мг/кг маси тіла у крові підвищило кількість еритроцитів ($p < 0,01$ – 0,05), концентрацію гемоглобіну ($p < 0,001$ – 0,01), відсоток гематокритної величини ($p < 0,01$), впродовж 29-ти діб експерименту. Додавання у раціон тварин селену цитрату в дозі 60 мкг/кг маси тіла підвищило в крові кількість еритроцитів ($p < 0,05$), концентрацію гемоглобіну ($p < 0,001$ – 0,01), відсоток гематокритної величини ($p < 0,05$ – 0,01), відносний вміст гранулоцитів ($p < 0,01$), впродовж дослідження. Випоювання германію цитрату з розрахунку 12,5 мг/кг маси тіла за умов теплового стресу підвищило в крові концентрацію гемоглобіну ($p < 0,001$ – 0,05), абсолютного вмісту гранулоцитів ($p < 0,001$), гематокриту ($p < 0,05$) та зниженням кількості лейкоцитів і лімфоцитів ($p < 0,05$) протягом 29-ти діб експерименту.

2. За умов сильного теплового стресу виражені зміни зафіксовано за випоювання наночастинок цинку та селену цитрату на гематологічні та біохімічні параметри й показники антиоксидантного захисту організму. Менше виражені зміни встановлено за випоювання германію цитрату, що позначилося впливом на клітини крові. За сильного теплового стресу організм переходить від мембранної адаптації до системної стрес-відповіді з активацією кровотворення, тоді як ліпідний та фосфоліпідний обмін залишається менше чутливим.

Література

1. Аналізатор повітряного середовища електронний: патент України на винахід № 127047 / Небилиця М. С., Бойко О. В., Онищенко Р. О., Ващенко О. В. № a201712586; заявл. 18.12.2017, опубл. 29.03.2023, бюл. № 5. URL:

<https://base.nipo.gov.ua/searchbulletin/search.php?action=viewdetails&dbname=invc&IdClaim=284535>.

2. Влізло В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. (2012). Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : монографія. Львів : Сполом; 764 с. ISBN 976-966-665-677-6.

3. Bashar A. M., Abdelnour S. A., El-Darawany A. A., Sheiha A. M. (2024). Dieta rysupplementation of microalgae and/or nanominerals mitig at et henegative effects of heat stressing rowing rabbits. *Biological Trace Element Research*. Vol. 202. P. 3639–3652. DOI: [10.1007/s12011-023-03953-0](https://doi.org/10.1007/s12011-023-03953-0). PMID: 37964041. PMCID: PMC11534902.

4. El-Ratel I. T., El-Kholy K. H., Gomaa A. M., Abdel-Khalek A. M., Hashem N. M., El-Raghi A. A. (2024). Dose-response analysis forthe effects of *Coffeaarabica* L. Ongrowth performance, healthstatus, and economic efficiency of fattened rabbits raised un derhighambient temperature. *Annalsof Animal Science*. Vol. 24, No. 2. P. 593–605. DOI: [10.2478/aoas-2023-0098](https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0098). (136)

5. Espinoza V. E., Emmady P. D. Histology, Monocytes (2023). *Stat Pearls*. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing, PMID: 32491550. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557618>

6. Farghly M. F. A., Mahrose K. M., Peris S. I., Abou-Kassem D. E., Metwally K. A., Abougabal M. Sh., AbdEl-Aziz A. (2022). Effects of light in gsources as an environmental strategy for the at stress amelioration in rowing Californi an rabbits during summer season. *Animal Biotechnology*. Vol. 33, No. 1. P. 159–166. DOI: [10.1080/10495398.2021.1895186](https://doi.org/10.1080/10495398.2021.1895186). PMID: 33719905. (140)
7. Fotso-Nguemo T. C., Weber T., Diedhiou A., Chouto S., Vondou D. A., Rechid D., Jacob D. (2023). Projected impact of increased global warming on heat stress in a drosophila population over Africa. *Earth's Future*. Vol. 11, No. 1. Article e2022EF003268. DOI: [10.1029/2022EF003268](https://doi.org/10.1029/2022EF003268).
8. LaRosa D. F., Orange J. S. 1. Lymphocytes. (2008). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*. February. Vol. 121, No. 2. Suppl. 2. P. S364–S369. DOI: [10.1016/j.jaci.2007.06.016](https://doi.org/10.1016/j.jaci.2007.06.016). PMID: 18241683.
9. Leineweber C., Müller E., Marschang R. E. (2018). Blood reference intervals for rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from routine diagnostic samples. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere / Heimtiere*. Vol. 46, No. 6. P. 393–398. DOI: [10.1055/s-0038-1677403](https://doi.org/10.1055/s-0038-1677403). PMID: 30658366.
10. Liu H., Zhang B., Li F., Liu L., Yang T., Zhang H., Li F. (2022). Effects of heat stress on growth performance, carcass traits, serum metabolites, and intestinal microflora of meat rabbits. *Frontiers in Microbiology*. Vol. 13. Article 998095. DOI: [10.3389/fmicb.2022.998095](https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.998095). PMID: 36519173. PMCID: PMC9743647.
11. Marai I. F. M., Haebe A. A., Gad A. E. (2004). Growth performance and the physiological background of young doe rabbits as affected by climatic conditions and lighting regime, under sub-tropical conditions of Egypt. *Proceedings of The 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexico, September 7–10, URL: <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Papers/Reproduction/R-Marai.pdf>
12. Núñez Villota J., Miñana G., Bodí V., Núñez E., Sanchis J., Husser O., Llacer A. (2011). Low lymphocyte count and cardiovascular diseases. *Current Medicinal Chemistry*. Vol. 18, No. 21. P. 3226–3233. DOI: [10.2174/092986711796391633](https://doi.org/10.2174/092986711796391633). PMID: 21671854.
13. Sabés-Alsina M., Tallo-Parra O., Mogas M. T., Morrell J. M., Lopez-Bejar M. (2016). Heat stress has an effect on motility and metabolic activity of rabbit spermatozoa. *Animal Reproduction Science*. 2016. Vol. 173. P. 18–23. DOI: [10.1016/j.anireprosci.2016.08.004](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.08.004). PMID: 27530369.
14. Tigner A., Ibrahim S. A., Murray I. V. Histology, White Blood Cell. *Stat Pearls*. Treasure Island (FL) : Stat Pearls Publishing, 2022. PMID: 33085295. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563148>

REFERENCES

1. Analizator povitrianoho seredovyshcha elektronnyi: patent Ukrainy na vynahid № 127047 / Nebulytsia M. S., Boiko O. V., Onyshchenko R. O., Vashchenko O. V., № a201712586; zaivl. 18.12.2017, opubl. 29.03.2023, biul. № 5. URL: <https://base.nipo.gov.ua/searchbulletin/search.php?action=viewdetails&dbname=invc&IdClaim=284535>.
2. Vlizlo V., Fedoruk R., Ratych I. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biologii, tvarynnystvita veterynarnii medytsyni: monohrafiia. Lviv: Spolom; 2012. 764 s. ISBN 976-966-665-677-6.
3. Bashar A., Abdelnour S., El-Darawany A., Sheiha A. (2024). Dieta rysupplementation of microalgae and/or nanominerals mitigat et henegative effects of heat stressing rowing rabbits. *Biological Trace Element Research*. 2024. 202. P. 3639–3652. DOI: [10.1007/s12011-023-03953-0](https://doi.org/10.1007/s12011-023-03953-0).
4. El-Ratel I., El-Kholy K., Gomaa A., Abdel-Khalek A., Hashem N., El-Raghi A. (2024). Dose-responseanalysisfortheeffects of *Coffea arabica* L. Ongrowth performance, healthstatus, and economic efficiency of fattened rabbit sraised und erhighbient temperature. *Annals of Animal Science*. 2024. 24 (2). P. 593–605. DOI: [10.2478/aoas-2023-0098](https://doi.org/10.2478/aoas-2023-0098).
5. Espinoza V., Emmady P. (2023). Histology, Monocytes. *Stat Pearls*. Treasure Island (FL) : Stat Pearls Publishing, 2023. PMID: 32491550. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557618>
6. Farghly M., Mahrose K., Peris S., Abou-Kassem D., Metwally K., Abougabal M., AbdEl-Aziz A. (2022). Effects of lightings our ceasanen vironmental strategy for heat stressa melioration in growing Californi an rabbits durings um merseason. *AnimalBiotechnology*. 2022. 33 (1). P. 159–166. DOI: [10.1080/10495398.2021.1895186](https://doi.org/10.1080/10495398.2021.1895186).
7. Fotso-Nguemo T., Weber T., Diedhiou A., Chouto S., Vondou D. A., Rechid D., Jacob D. (2023). Projected impactof in creased global warming on heat stress and exposed populationo ver Africa. *Earth's Future*. 2023. 11 (1). DOI: [10.1029/2022EF003268](https://doi.org/10.1029/2022EF003268).
8. La Rosa D. F., Orange J. S. 1. Lymphocytes. (2008). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2008. 121 (2), 2. P. 364–369. DOI: [10.1016/j.jaci.2007.06.016](https://doi.org/10.1016/j.jaci.2007.06.016).
9. Leineweber C., Müller E., Marschang R. (2018). Blood reference intervals for rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from routine diagnostic samples. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere / Heimtiere*. 2018.46 (6). P. 393–398. DOI: [10.1055/s-0038-1677403](https://doi.org/10.1055/s-0038-1677403).
10. Liu H., ZhangB., Li F., Liu L., Yang T., Zhang H., Li F. (2022). Effects of heat stress on growth performance, carcass traits, serumme tabolism, and intestinal microflora of meat rabbits. *Frontiersin Microbiology*. 2022. 13. Article 998095. DOI: [10.3389/fmicb.2022.998095](https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.998095).
11. Marai I., Haebe A., Gad A. (2004). Growth performance traitsand thephysiological background of youngdoe rabbits as affectedby climaticc on ditions and lighting regime, und ersub-tropical conditions of Egypt. *Proceedings of The8thWorld Rabbit Congress*, Puebla, Mexico, September 7–10, 2004. URL:

<http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-2004-Puebla/Papers/Reproduction/R-Marai.pdf>

12. Nuñez Villota J., Miñana G., Bodí V., Núñez E., Sanchis J., Husser O., Llàcer A. (2011). Low lymphocyte count and cardiovascular diseases. *Current Medicinal Chemistry*. 2011. 18 (21). P. 3226–3233. DOI: [10.2174/092986711796391633](https://doi.org/10.2174/092986711796391633).

13. Sabés-Alsina M., Tallo-Parra O., Mogas M., Morrell J., Lopez-Bejar M. (2016). Heat stress has an effect on motility and metabolic activity of rabbit spermatozoa. *Animal Reproduction Science*. 2016. 173. P. 18–23. DOI: [10.1016/j.anireprosci.2016.08.004](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.08.004).

14. Tigner A., Ibrahim S., Murray I. (2022). Histology, White Blood Cell. *StatPearls*. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing, 2022. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563148>

UDC 636.92.612.1.612.3

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.199-211>

THE EFFECT OF NANOPARTICLES OF MICROELEMENTS ON THE HEMATOLOGICAL INDICATORS OF RABBITS DURING THE DEVELOPMENT OF HEAT STRESS

¹Lesyk Y., ²Yuzviak M., ²Denys G., ²Khomyn M., ²Kystsiv V.

¹Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Drohobych;
lesykyv@gmail.com

²Institute of Animal Biology, NAAS, Lviv.

The use of traditional technological methods to reduce heat stress in rabbit breeding is ineffective, unlike various dietary supplements in the diet. Experiments were carried out on young rabbits of the Thermon White breed from 35 to 78 days of age. The rabbits were kept in a vivarium, where conditions of elevated ambient temperature (moderate and severe heat stress) were created, with a temperature-humidity index ranging from 28.1 to 29.9 °C and relative humidity from 84.3 to 85.7%. For the study, a control group of rabbits was formed, which were kept on standard granulated feed produced on the farm and given water ad libitum. Rabbits in groups I, II, and III consumed the same feed as the control group, but for 24 hours they received the following with their water: Group I – zinc citrate – 60 mg/l or 12 mg/kg of body weight; Group II – selenium citrate – 300 µg/l or 60 µg/kg of body weight; Group III – germanium citrate – 62.5 µg/l or 12.5 µg/kg of body weight. The blood parameters of rabbits were examined on the 14th day of the preparatory period and on the 14th and 29th days of the study under conditions of moderate and severe heat stress. It was found that the most pronounced effect on changes in the hematological parameters of rabbits' blood was observed when zinc citrate and selenium citrate were added to the diet. These changes were more pronounced under conditions of severe heat stress and were characterized by higher levels of

erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, leukocytes, and their individual forms throughout the study. It was found that the most pronounced effect on changes in hematological parameters of rabbits' blood was observed when zinc citrate and selenium citrate were added to the diet. These changes were more pronounced under conditions of severe heat stress and were characterized by higher levels of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, leukocytes, and their individual forms throughout the study. The effect of germanium citrate was less pronounced compared to other supplements used in the control group, which was reflected in increased hemoglobin levels under conditions of moderate heat stress and the number of leukocytes, monocytes, and granulocytes under conditions of severe heat stress on the 14th and 29th days of the experiment.

Key words: rabbits, blood cells, trace element citrates, heat stress.

УДК 619:616.381-003.8:636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.212-220>

КЛІНІКО-МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КІСТОПОДІБНИХ УРАЖЕНЬ ОЧЕРЕВИНИ У КРОЛІВ

¹Сачук Р. М., д-р вет. наук, професор, sachuk.08@ukr.net,²Данилюк А. П., вчитель біології,¹Велесик Т. А., канд. екон. наук, доцент,²Ліщинська В. Т., учениця 11 класу.¹Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Пластова, 29-а,
м. Рівне, 33028, Україна²Обласний науковий ліцей в м. Рівне Рівненської обласної ради,
вул. Котляревського, 1, м. Рівне, 33028, Україна

Кістоподібні ураження серозних оболонок органів черевної порожнини є маловивченою, проте клінічно та діагностично значущою патологією у кролів. Незважаючи на відносну поширеність серозитів різного генезу, морфологічні особливості кістозних змін очеревини у цього виду тварин залишаються недостатньо систематизованими, що ускладнює їх правильну інтерпретацію під час патологоанатомічного дослідження та післязабійного контролю. У практиці ветеринарної медицини подібні ураження нерідко розцінюються як паразитарні або неопластичні процеси, що підвищує ризик діагностичних помилок. Метою даного дослідження було охарактеризувати клініко-морфологічні особливості кістоподібних уражень очеревини у кролів на основі результатів патоморфологічного дослідження органів черевної порожнини. Дослідження проводилися на базі приватної кролеферми Рівненської області. Об'єктом досліджень були кролі, у яких під час клінічного огляду та післязабійного контролю виявляли патологічні зміни внутрішніх органів. Матеріалом слугували печінка, шлунок, тонкий кишечник та брижа. Макроскопічну оцінку серозних оболонок здійснювали з урахуванням локалізації, кількості, розмірів і морфологічних характеристик кістоподібних утворень, а також стану серози, наявності випоту та судинних змін. У ході досліджень встановлено, що домінуючими морфологічними змінами у кролів були множинні тонкостінні кістоподібні утворення, локалізовані на серозних оболонках печінки, шлунку, кишечника та брижі. Виявлені ураження супроводжувалися потовщенням серози, накопиченням серозного випоту та осередковими петехіальними крововиливами. Морфологічна картина свідчила про хронічний перебіг асептичного серозиту з формуванням серозно-кістозних структур. Особливості розташування утворень, зокрема їх локалізація вздовж судин брижі, вказували на ймовірну роль порушень мікроциркуляції та лімфовідтоку в патогенезі досліджуваної патології. Отримані результати узгоджуються з літературними даними щодо механізмів розвитку хронічних серозитів і мають важливе практичне значення для патологоанатомічної діагностики. Запропонована клініко-

морфологічна характеристика кістоподібних уражень очеревини дозволяє підвищити точність диференційної діагностики з паразитарними та неопластичними процесами і може бути використана у практиці ветеринарної медицини, навчальному процесі та при післязабійному контролі продукції кролівництва.

Ключові слова: кролі, очеревина, серозит, кістоподібні ураження, патоморфологія, серозні оболонки, асептичне запалення.

Актуальність. Кролівництво є важливою галуззю тваринництва, що забезпечує виробництво високоякісного дієтичного м'яса та хутра [1-3]. Ефективність галузі значною мірою залежить від рівня ветеринарного забезпечення та своєчасної діагностики захворювань внутрішніх органів. Особливу складність у практиці становлять патології черевної порожнини, які часто мають неспецифічний клінічний перебіг. У таких випадках провідну роль відіграють патоморфологічні дослідження [4-5].

Серозні оболонки органів черевної порожнини є чутливими до дії різноманітних ендогенних і екзогенних чинників [5-6]. За тривалого або хронічного подразнення можливий розвиток серозитів, що супроводжуються утворенням випоту, потовщенням серози та формуванням кістоподібних структур. Подібні зміни можуть виникати внаслідок порушень мікроциркуляції, лімфовідтоку або як реакція на попередні запальні процеси [5-8]. У кролів такі патології описані недостатньо і часто залишаються поза увагою фахівців.

Кістоподібні ураження очеревини можуть локалізуватися на серозних оболонках печінки, шлунка, кишечника та брижі. Макроскопічно вони представлені тонкостінними утвореннями, заповненими серозною рідиною, що ускладнює диференціацію з паразитарними або неопластичними процесами. Відсутність чітких діагностичних критеріїв підвищує ризик помилкової інтерпретації патологічних змін [9]. Тому детальний морфологічний опис таких випадків має важливе практичне значення.

У зв'язку з цим актуальним є узагальнення результатів патоморфологічних досліджень органів черевної порожнини кролів за наявності серозно-кістозних уражень. Представлення клініко-морфологічних особливостей подібних змін сприяє кращому розумінню їх патогенезу та диференційній діагностиці. Отримані дані можуть бути використані у практиці ветеринарної медицини та при післязабійному контролі. Саме цьому присвячене дане дослідження.

Мета досліджень – охарактеризувати клініко-морфологічні особливості кістоподібних уражень очеревини у кролів на основі результатів патоморфологічного дослідження органів черевної порожнини.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися на базі приватної кролеферми особистого селянського господарства Матіюк Н.В., с. Тучин Рівненського району Рівненської області. Об'єктом досліджень були кролі, у яких під час клінічного огляду та післязабійного контролю виявляли патологічні зміни органів черевної порожнини. Умови утримання та годівлі тварин відповідали загальноприйнятим вимогам для приватних господарств.

Маніпуляції над 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) [10-12].

Матеріалом для дослідження слугували органи черевної порожнини кролів, зокрема печінка, шлунок, тонкий кишечник та брижа. Після розтину здійснювали макроскопічну оцінку серозних оболонок з урахуванням локалізації, кількості, розмірів і характеру кістоподібних утворень. Особливу увагу приділяли стану серозної оболонки, наявності випоту, потовщення та супутніх судинних змін. Усі патологічні зміни фіксували шляхом детального опису та фотофіксації.

Макроскопічний аналіз проводили відповідно до загальноприйнятих методик патологоанатомічного дослідження тварин [7-8, 14-16]. Отримані дані узагальнювали та аналізували з урахуванням сучасних уявлень про патогенез серозитів і кістозних уражень серозних оболонок. Морфологічні зміни інтерпретували з позицій диференційної діагностики з паразитарними та неопластичними процесами. Результати досліджень використано для формування клініко-морфологічної характеристики виявленої патології.

Результати дослідження та їх обговорення. У ході проведених досліджень встановлено, що у кролів із патологією органів черевної порожнини домінували макроскопічні зміни серозних оболонок, які мали характер кістоподібних утворень різної локалізації та інтенсивності. Виявлені зміни супроводжувалися потовщенням серози, наявністю серозного випоту та осередковими судинними реакціями. Найчастіше патологічний процес охоплював серозні оболонки печінки, шлунка, тонкого кишечника та брижі. Морфологічні особливості виявлених утворень свідчили про хронічний перебіг асептичного серозиту. Отримані результати стали підґрунтям для детального аналізу клініко-морфологічних характеристик досліджуваної патології.

Зокрема, на поверхні печінки та шлунку виявляли множинні кістоподібні утворення різного діаметра, що зумовлювало зміну рельєфу серози та її потовщення. Зазначені морфологічні зміни наочно представлені на рис. 1, де продемонстровано характер уражень серозної оболонки печінки та шлунку кроля.

Подальше макроскопічне дослідження органів черевної порожнини засвідчило, що патологічний процес поширювався також на серозні оболонки кишечника та брижі. У цих ділянках виявляли множинні кістоподібні утворення, розташовані переважно вздовж брижових структур і судин. Виявлені зміни супроводжувалися локальним потовщенням серози та ознаками серозного випоту. Зазначені морфологічні особливості детально представлені на рис. 2.



а)

б)

Рис. 1. Макроскопічні зміни органів червоної порожнини кроля

а) Печінка кроля з множинними серозними кістоподібними утвореннями на вісцеральній поверхні. Серозна оболонка потовщена, вкрита тонкостінними, напівпрозорими утвореннями різного діаметра, заповненими серозною рідиною, що свідчить про реактивні зміни очеревини за хронічного асептичного серозиту.

б) Шлунок кроля з кістозними утвореннями серозної оболонки. На поверхні органу візуалізуються численні тонкостінні кістоподібні структури, місцями з осередковими петехіальними крововиливами, що може бути наслідком порушення мікроциркуляції та тривалого подразнення серозних оболонок.

Таким чином, виявлені макроскопічні зміни серозних оболонок органів червоної порожнини кролів мали характер множинних кістоподібних утворень, що формувалися на тлі хронічного асептичного серозиту. Локалізація патологічного процесу та морфологічні особливості уражень свідчили про провідну роль порушень мікроциркуляції та лімфовідтоку в їх розвитку. Отримані результати узгоджуються з даними літератури щодо патогенезу серозно-кістозних уражень очеревини. Виявлені зміни слід

враховувати під час патологоанатомічної діагностики та диференціації з паразитарними й неопластичними процесами.



а) б)
Рис. 2. Кістозні ураження кишечника та брижі у кроля

а) Петлі тонкого кишечника кроля з множинними серозними кістоподібними утвореннями на серозній оболонці. Кістозні структури тонкостінні, напівпрозорі, різного діаметра, розташовані переважно вздовж брижових утворень. Серозна оболонка місцями потовщена, з ознаками серозного випоту, що характерно для хронічного асептичного серозиту.

б) Брижа кишечника кроля з вираженими кістозними змінами. У ділянці брижі спостерігаються множинні серозні кістоподібні утворення, локалізовані вздовж судинних структур, окремі з яких мають осередки петехіальних крововиливів. Виявлені зміни можуть бути пов'язані з порушенням лімфовідтоку та мікроциркуляції.

Висновки. 1. У кролів із патологією органів черевної порожнини встановлено наявність множинних кістоподібних уражень серозних оболонок,

які локалізувалися переважно на печінці, шлунку, тонкому кишечнику та брижі.

2. Макроскопічні зміни серозних оболонок характеризувалися потовщенням серози, наявністю серозного випоту та тонкостінних кістозних утворень, що свідчить про хронічний перебіг асептичного серозиту.

3. Виявлені морфологічні особливості кістоподібних уражень очеревини вказують на ймовірну провідну роль порушень мікроциркуляції та лімфовідтоку в патогенезі досліджуваної патології.

4. Отримані результати мають важливе практичне значення для патологоанатомічної діагностики, оскільки дозволяють підвищити точність диференціації серозно-кістозних уражень очеревини від паразитарних і неопластичних процесів.

5. Матеріали дослідження можуть бути використані в освітньому процесі закладів вищої освіти під час підготовки здобувачів за спеціальністю «Середня освіта (Природничі науки)», а також у закладах загальної середньої освіти й профільних ліцеях при виконанні учнями навчально-дослідницьких і наукових робіт, зокрема в системі Малої академії наук України (МАН).

Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні гістологічних та імуногістохімічних досліджень серозних оболонок для уточнення механізмів формування кістоподібних уражень очеревини у кролів. Доцільним є вивчення стану мікроциркуляторного русла та лімфатичної системи в уражених ділянках. Подальші дослідження мають бути спрямовані на з'ясування можливого зв'язку виявлених змін з перенесеними запальними процесами, умовами утримання та годівлі тварин. Отримані результати сприятимуть удосконаленню діагностичних критеріїв і профілактичних заходів у практиці ветеринарної медицини.

Окремим напрямом подальших досліджень є розробка та впровадження навчально-методичних матеріалів, на основі отриманих результатів, для використання в освітньому процесі закладів вищої та загальної середньої освіти за освітньою галуззю «Природничі науки». Залучення учнів ліцеїв і здобувачів вищої освіти до виконання навчально-дослідницьких робіт із патоморфології сприятиме формуванню їх дослідницьких компетентностей і розвитку наукових проєктів у системі Малої академії наук України (МАН).

Література

1. Dalle Zotte A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality // *Livestock Production Science*. - Vol. 75, № 1. – P. 11–32. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00308-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00308-6).
2. Cullere M., Dalle Zotte A. (2018). Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives // *Meat Science*. - Vol. 143. – P. 137–146. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.029>.
3. Lebas F., Coudert P., Rouvier R., de Rochambeau H. (1997). The rabbit: husbandry, health and production. – Rome : FAO, – 205 p. – (FAO Animal Production and Health Series, No. 21). – Available at: <https://www.fao.org/4/t1690e/t1690e.pdf> (accessed: 14.12.2025).

4. Oglesbee B.L., Lord B. (2020). *Gastro intestinal diseases of rabbits* // In: *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*. – Philadelphia: Elsevier, – P. 174–187. – DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-48435-0.00014-9>. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7258705/pdf/main.pdf>.
5. Zachary J. F., McGavin M. D. (2022). *Pathologic basis of veterinary disease* : підручник. – 6-те вид. – St. Louis : Elsevier, – 1392 с. – ISBN 978-0-323-71313-9.
6. Jubb, Kennedy & Palmer's pathology of domestic animals : volume 1 / ed. by M. G. Maxie. – 6th ed. – Edinburgh : Elsevier, 2016. – 718 p. – ISBN 978-0-7020-5317-7. – Available at: <https://www.sciencedirect.com/book/edited-volume/9780702053177/jubb-kennedy-and-palmers-pathology-of-domestic-animals-volume-1>.
7. Патологічна анатомія тварин. Частина 1 : Підручник / Б.В. Борисевич, В. В. Лісова, К.А. Чумаков. – Київ: Аграр Медіа Груп, 2020. – 418 с.
8. Патологічна анатомія тварин. Частина 2 : Підручник / Б.В. Борисевич, В. В. Лісова, К. А. Чумаков. – Київ : Аграр Медіа Груп, 2020. – 449 с.
9. Crowson A. N. Medico legal aspects of neoplastic dermatology // *Modern Pathology*. – 2006. – Vol. 19 (Suppl. 2). – P. S148–S154. – Available at: <https://www.modernpathology.org/action/showPdf?pii=S0893-3952%2822%2903429-9>.
10. Лабораторні тварини. Розведення, утримання, використання в експерименті / Даценко І.І. та ін.; за ред. І.І. Даценка. – Львів: Світ, 2001. – 472 с.
11. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. – Strasbourg: Council of Europe, 1986. – 53 p.
12. 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*. – 1986. – L 358. – P. 1–29.
13. The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents / ed. by M. A. Suckow, K. A. Stevens, R. P. Wilson. – 1st ed. – London; Oxford: Academic Press (Elsevier), 2012. – 1240 p. – (American College of Laboratory Animal Medicine). – ISBN 978-0-12-380920-9.
14. Патологічна анатомія тварин / П.П. Урбанович, М.К. Потоцький, І.І. Гевкан та ін. – К.: Ветінформ, 2008. – 836 с.
15. Патологоанатомічний розтин тварин : навчальний посібник / Зон Г.А., Скрипка М.В., Іванівська Л.Б. – Донецьк : П.П. Глазунов Р.О. – 2009. – 189 с.
16. Патологоанатомічний розтин: навч.-метод. посіб. з проведення патологоанатомічного розтину та виконання курсової роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 211 – «Ветеринарна медицина» / А. В. Захар'єв, А. Ю. Ульяницька, Л. М. Ляхович; Держ. біотехн. ун-т. – Харків, 2025. – 110 с.
17. Патологічна анатомія. Атлас макропрепаратів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/541_03.

References

1. Dalle Zotte, A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 75 (1), 11–32. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00308-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00308-6)
2. Cullere, M., & Dalle Zotte, A. (2018). Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Science*, 143, 137–146. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.029>
3. Lebas, F., Coudert, P., Rouvier, R., & de Rochambeau, H. (1997). *The rabbit: Husbandry, health and production* (FAO Animal Production and Health Series No. 21). FAO. <https://www.fao.org/4/t1690e/t1690e.pdf>.
4. Oglesbee, B. L., & Lord, B. (2020). Gastrointestinal diseases of rabbits. In *Ferrets, rabbits, and rodents: Clinical medicine and surgery* (pp. 174–187). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-48435-0.00014-9>.
5. Zachary, J. F., & McGavin, M. D. (2022). *Pathologic basis of veterinary disease* (6th ed.). Elsevier.
6. Maxie, M. G. (Ed.). (2016). *Jubb, Kennedy & Palmer's pathology of domestic animals* (Vol. 1, 6th ed.). Elsevier.
7. Borysevych, B. V., Lisova, V. V., & Chumakov, K. A. (2020). *Patolohichna anatomiia tvaryn. Chastyna 1. Ahrar Media Hrup. (in Ukrainian)*.
8. Borysevych, B. V., Lisova, V. V., & Chumakov, K. A. (2020). *Patolohichna anatomiia tvaryn. Chastyna 2. Ahrar Media Hrup. (in Ukrainian)*.
9. Crowson, A. N. (2006). Medico legal aspects of neoplastic dermatology. *Modern Pathology*, 19 (Suppl. 2), S. 148–154.
10. Datsenko, I. I. (Ed.). (2001). *Laboratorni tvaryny: Rozvedennia, utrymannia, vykorystannia v eksperymenty. Svit. (in Ukrainian)*.
11. Council of Europe. (1986). *European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes*. Council of Europe.
12. Council Directive 86/609/EEC. (1986). Council Directive of 24 November 1986 on the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. *Official Journal of the European Communities*, L 358, 1–29.
13. Suckow, M. A., Stevens, K. A., & Wilson, R. P. (Eds.). (2012). *The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents*. Academic Press.
14. Urbanovych, P. P., Pototskyi, M. K., Hevkan, I. I., et al. (2008). *Patolohichna anatomiia tvaryn. Vetinform. (in Ukrainian)*.
15. Zon, H. A., Skrypka, M. V., & Ivanivska, L. B. (2009). *Patolohichna anatomiia tvaryn. P. P. Hlazunov R. O. (in Ukrainian)*.
16. Zakhariev, A. V., Ulianytska, A. Yu., & Liakhovych, L. M. (2025). *Patolohichna anatomiia tvaryn: Navchalno-metodychnyi posibnyk*. State Biotechnological University. (in Ukrainian)
17. *Patolohichna anatomiia. Atlas makropreparativ* [Electronic resource]. (n.d.). <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/54103>. (in Ukrainian).

UDC 619:616.381-003.8:636.92

DOI: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2026.12.212-220>

CLINICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CYSTIC PERITONIAL LESIONS IN RABBITS

¹Sachuk R. M., ²Danylyuk A. P., ¹Velesyk T. A., ²Lishchynska V. T.¹Rivne State Humanitarian University, 29-a Plastova St., Rivne, 33028, Ukraine²Regional Scientific Lyceum in Rivne of the Rivne Regional Council,
Kotlyarevskoho St., 1, Rivne, 33028, Ukraine

Cyst-like lesions of the serous membranes of the abdominal organs are a poorly studied, but clinically and diagnostically significant pathology in rabbits. Despite the relative prevalence of serositis of various genesis, the morphological features of cystic changes of the peritoneum in this species of animals remain insufficiently systematized, which complicates their correct interpretation during pathological examination and post-mortem control. In the practice of veterinary medicine, such lesions are often regarded as parasitic or neoplastic processes, which increases the risk of diagnostic errors. The aim of this study was to characterize the clinical and morphological features of cystic lesions of the peritoneum in rabbits based on the results of pathomorphological examination of the abdominal organs. The studies were conducted on the basis of a private rabbit farm in the Rivne region. The objects of the studies were rabbits in which pathological changes of internal organs were detected during clinical examination and post-mortem control. The material was the liver, stomach, small intestine and mesentery. Macroscopic assessment of serous membranes was carried out taking into account the localization, number, size and morphological characteristics of cyst-like formations, as well as the condition of the serosa, the presence of effusion and vascular changes. During the studies, it was established that the dominant morphological changes in rabbits were multiple thin-walled cyst-like formations localized on the serous membranes of the liver, stomach, intestine and mesentery. The lesions detected were accompanied by thickening of the serosa, accumulation of serous effusion and focal petechial hemorrhages. The morphological picture indicated a chronic course of aseptic serositis with the formation of serous-cystic structures. The features of the location of the formations, in particular their localization along the vessels of the mesentery, indicated the probable role of microcirculation disorders and lymphatic drainage in the pathogenesis of the pathology under study. The results obtained are consistent with the literature data on the mechanisms of development of chronic serositis and have important practical significance for pathoanatomical diagnostics. The proposed clinical and morphological characteristics of cystic lesions of the peritoneum allow to increase the accuracy of differential diagnosis with parasitic and neoplastic processes and can be used in the practice of veterinary medicine, the educational process and in post-mortem control of rabbit products.

Keywords: rabbits, peritoneum, serositis, cystic lesions, pathomorphology, serous membranes, aseptic inflammation.

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 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 (кегль шрифту - 12, напівжирний, міжрядковий інтервал - 1,5, вирівнювання по ширині). Текст таблиці подається гарнітурою Times New Roman (кегль шрифту - 10, міжрядковий інтервал - 1).

- **Рисунок** повинен мати порядковий номер та бути цілісним графічним об'єктом (згрупованим); номер і назва вказуються поза об'єктом (кегль 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:

- 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.

